272

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 05-108155- -00006-0000
Fecha 2008-05-09 14 25 40 Dep 2020 NUECREACIONI
Tra 11 PATENTLYI Eve 378 FASENACIONALI
Act 444 RESPUESTAREQUE Folios 143

Señores

Superintendencia de Industria y Comer

División de Nuevas Creaciones

E. S. D.

Ref: Expediente No. 05-108.155

Solicitud de registro de patente de invención denominada "HILAZA ELÉCTRICAMENTE CONDUCTIVA ELÁSTICA Y COMPUESTA, LOS MÉTODOS PARA FABRICAR LAS MISMA, Y ARTÍCULOS QUE INCORPORAN LA MISMA"

Solicitante: TEXTRONICS INC.

Yo, **Luz Helena Adarve Gómez,** identificado como aparece al pie de mi firma y obrando en mi condición de apoderado de la sociedad **TEXTRONICS INC.**, solicitante de la patente en referencia, a continuación doy respuesta al Oficio **No. 1633**, mediante el cual se presenta el Concepto Técnico No. **276**, que fue notificado por fijación en lista el 08 de Febrero de 2.008.

1. **Presentación de una descripción modificada que permite una mejor comprensión del objeto de la invención.**

Con el fin de superar las objeciones presentadas por parte del señor Examinador con respecto a la claridad de la descripción de la presente solicitud de patente, enunciadas en el numeral 3.1. Descripción (artículo 28 D. 486) del oficio mencionado anteriormente, en el cual el señor Examinador establece lo siguiente:

"El capítulo descriptivo no incluye las figuras o dibujos de la materia de invención; para efectos de digitalización, se sugiere enviar copia de los correspondientes folios.

El capítulo descriptivo señala las siguientes expresiones:
*"hilazas multifilamento de **biocomponentes**" (Negrita personal)*
*"hilazas de **biocomponente**"*
*"**biocomponentes** sintéticos"*
Rectificar la traducción del término en negrita para la inequívoca comprensión del texto en estudio.

La memoria descriptiva señala:
"el alambre metálico puede esperar hecho de aleaciones de metal..."
"el filamento del rector y miento conductivo..."
Rectificar la traducción de las citadas frases para comprender la idea que el solicitante quiere transmitir.

La descripción establece:
*"polímero o **copoliamide**"*
*"el **polietineloterephthalate, terephthalate, politetrabutilene terephtahlate**"*
Incluir la traducción de los compuestos en negrita de acuerdo con lo divulgado en la solicitud original.

En conclusión, el capítulo descriptivo no cumpliría con el requisito de claridad de acuerdo con el artículo 28 de la Decisión 486."

Atentamente, me permito manifestar a ese Despacho, que siguiendo las recomendaciones del señor Examinador, y con el fin de dar mayor claridad a la invención de la presente solicitud, **es deseo del solicitante presentar un capítulo descriptivo corregido**, en el cual se han enmendado y modificado las expresiones objetadas por el señor Examinador, rectificando la traducción de dicho texto, con el fin de que el objeto de la invención sea mucho mas claro y fácil de entender por parte de una persona medianamente versada en la materia técnica correspondiente, tal y como lo establece el artículo 28 de la Decisión 486.

Adicionalmente, me permito manifestar a ese Despacho que se adjuntan al capítulo descriptivo corregido, el correspondiente juego de figuras ilustrativas de la invención, compuesto por las figuras 1a a 14, el cual por un error involuntario no se presentó junto con la anterior descripción

presentada en español. Por lo tanto, respetuosamente solicitó a ese Despacho, se sirva tener en cuenta dichas figuras o dibujos, toda vez que se encuentran perfectamente descritas y relacionadas dentro de la descripción originalmente presentada, y su función es la de permitir un mejor entendimiento de la materia objeto de la presente invención, por parte de una persona con conocimientos medios en la materia técnica correspondiente.

2. **Presentación de un nuevo capitulo reivindicatorio modificado que permita cumplir con las exigencias del Artículo 30 de la Decisión 486.**

En vista de las múltiples objeciones presentadas sobre las reivindicaciones 1, 16, 23, 27, 31, 35, 39 y 40, en el numeral 3.2. Reivindicaciones (artículo 30 D 486), del concepto técnico **No. 276**, en el cual se establece que: *"En conclusión, el capítulo reivindicatorio no cumpliría con el requisito de claridad de acuerdo con el artículo 30 de la Decisión 486".*

Me permito manifestar, que **es deseo del solicitante modificar el capítulo reivindicatorio que se encuentra actualmente bajo estudio**, con el fin de que sea mucho más claro que el objeto reclamado es una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora, con una estructura específica, así como el método para formar dicha hilaza y el tejido que incluye en su estructura tales hilazas compuestas elásticas eléctricamente conductoras. Por lo tanto, para cumplir con los requerimientos del artículo 30 de la decisión 486, se han realizado las siguientes modificaciones:

- Se ha modificado la redacción de las reivindicaciones, para colocarlas en el formato de preámbulo y parte caracterizante, separadas por la expresión "**caracterizado porque**".

- La reivindicación 1, se ha modificado para incorporar las características de la actual reivindicación 16, para definir en forma más clara la estructura específica de dicha hilaza, y diferenciarla aún más de las hilazas ya conocidas, en el estado del arte más cercano. Adicionalmente, **se ha eliminado** al final de la misma, **la expresión**: *"de tal manera, que sustancialmente todo el estrés de elongación puesto en la*

hilaza compuesta luego lleva el miembro elástico.", tal y como lo sugiere el señor Examinador en el primer acápite del numeral 3.2 del citado Oficio No. 1633. En consecuencia, la nueva reivindicación 1 modificada, a la letra dice lo siguiente:

"1. Una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora, caracterizada porque comprende:

- *por lo menos un miembro elástico con una unidad de largo relajado L y un largo extendido de (N x L), donde N está en el rango de 1.0 a 8.0; y*
- *por lo menos un filamento de recubrimiento conductivo rodeando al miembro elástico, el filamento de recubrimiento conductivo con un largo que es mayor que el largo extendido del miembro elástico,*
- *un miembro de soporte de estrés que tiene un largo total de menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo y mayor que, o igual a, el largo extendido (N x L) del miembro elástico."*

- En conexión con la anterior modificación **se ha eliminado la actual reivindicación 16**, y se han renumerado las actuales reivindicaciones 17 a 40, como nuevas **reivindicaciones 16 a 39**, y se ha modificado su dependencia para guardar la coherencia de todo el capítulo reivindicatorio.

- En cuanto a las reivindicaciones 23, 27, 31 y 35, objetadas, que corresponden a las nuevas reivindicaciones 22, 26, 30 y 34 ahora presentadas, y sus dependientes, también se ha modificado la redacción de las mismas para caracterizar en forma adecuada el método para formar la hilaza elástica compuesta de la invención, por los pasos o etapas necesarias sin incluir características de la hilaza que pudieran llegar a afectar la fácil comprensión del método reclamado. En conexión con lo anterior, dichas reivindicaciones ahora dicen lo siguiente:

"22. Un método para formar la hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende los pasos de:

- *extender un miembro elástico;*
- *Colocar un filamento de recubrimiento conductivo sustancialmente paralelo a y en contacto con el largo extendido de miembro elástico, y luego*
- *permitir que el miembro elástico se relaje para que se enrede con el miembro elástico y el filamento de recubrimiento conductivo.*

[....]

26. Un método para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora de acuerdo con la reivindicación 1, el método caracterizado porque comprende los pasos de:

- *extender un miembro elástico; y*
- *torcer el filamento de recubrimiento conductivo con el miembro elástico extendido; y luego*
- *permitir que el miembro elástico se relaje.*

[.....]

30. Un método para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el método comprende los pasos de:

- *extender el miembro elástico;*
- *envolver el filamento de recubrimiento conductivo alrededor del largo extendido del miembro elástico; y luego*
- *permitir que el miembro elástico se relaje.*

[....]

34. Un método para fabricar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el método comprende los pasos de:

- *forzar al miembro elástico a través de un jet de aire; dentro del jet de aire, cubrir al miembro elástico con el filamento de recubrimiento conductivo; y luego*
- *permitir que el miembro elástico se relaje.".*

- En cuanto a las objeciones a la claridad de las reivindicaciones 39 y 40, las cuales corresponden a las nuevas reivindicaciones 38 y 39, me permito manifestar que al igual que con las reivindicaciones de método, también se ha modificado su redacción con el fin de eliminar de dichas reivindicaciones las características de la hilaza que fueron objetadas por el señor Examinador, para que el tejido reclamado en dichas reivindicaciones esté ahora caracterizado en forma adecuada por sus componentes y estructura y no por características de una de las hilazas de las que puede estar formado dicho tejido.

- Finalmente, me permito llamar la atención de ese Despacho al hecho de que el sustento requerido para el capítulo reivindicatorio tal y como ahora se presenta modificado, se encuentra en el mismo capítulo originalmente presentado, toda vez, que tan solo se ha modificado levemente su redacción y se ha desistido de la anterior reivindicación 16, para incluir su materia en la nueva reivindicación 1, sin que dicha modificación pueda considerarse como una ampliación del alcance original de la materia objeto reclamada.

En consecuencia, atentamente me permito manifestar a ese Despacho que las modificaciones realizadas tanto en la descripción como en el capítulo reivindicatorio, no solo **no amplían** de ninguna manera el alcance de la invención, sino que adicionalmente, permiten superar completamente las objeciones hechas a la claridad de la descripción y las reivindicaciones, para cumplir con lo que establecen los citados Artículos 28 y 30 de la Decisión 486 de la CAN. Además, vale la pena resaltar que dichas modificaciones son una limitación adicional al alcance de la invención, que tienen como finalidad propiciar un mejor entendimiento e implementación de la novedosa ***hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora***, así como el método y el tejido reclamados en el capítulo reivindicatorio modificado que se presenta junto con el presente escrito.

3. <u>En cuanto a las objeciones de Novedad</u>

Con el fin de superar las objeciones presentadas por parte del señor Examinador respecto a la novedad de la materia objeto de la presente

invención, consignadas en el numeral **5.1. Novedad (artículo 16 D 486)** del citado **Oficio No. 1633**, se ha realizado un análisis más detallado de la presente solicitud, así como también de las enseñanzas de los documentos citados como referencias. Por lo cual, a continuación me permito exponer los hechos y argumentos que demuestran la novedad que revisten la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora, así como el método para formar dicha hilaza, y el tejido que la contiene dentro de su estructura, que son reivindicados en la presente solicitud.

3.1. Referencias citadas con el estado del arte más cercano.

En el análisis de patentabilidad realizado en concepto técnico **No. 276**, el señor Examinador cita los documentos **US 4,813,219 (D1) y US 5,927,060 (D2)** para desvirtuar la novedad de la presente invención. Dichos documentos revelan lo siguiente:

- El documento **US 4,813,219 (D1)**, se refiere a un proceso y un aparato para formar una hilaza conductora que incluye un hilo portador no conductivo que tiene un modulo de elasticidad relativamente bajo, un hilo de metal continuo, en donde el hilo portador no conductivo esta envuelto alrededor del hilo metálico (ver el resumen y la columna 3, línea 59 a la columna 4, línea 19 del documento D1).

- El documento **US 5,927,060 (D2),** enseña un circuito eléctrico seguro con un núcleo de fibra textil que puede ser alongado hasta el 5%. El núcleo de fibra textil esta envuelto con filamentos metálicos (tal como acero), y además, opcionalmente envuelto con filamentos sintéticos.

En este punto, vale la pena llamar la atención de ese Despacho, al hecho de que si bien es cierto que los documentos citado por el señor Examinador se desarrollan en el mismo campo técnico de la hilaza, método y tejido de la presente invención. Sin embargo, también resulta evidente que las enseñanzas de estos documentos NO son suficientes para desvirtuar la novedad de los objetos reclamados en la presente invención, toda vez que los procesos y aparatos revelados en D1, y el circuito eléctrico de D2,

presentan características técnicas fundamentales diferentes a las de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora, con una estructura específica, así como el método para formar dicha hilaza y los tejidos que incluyen en su estructura tales hilazas, que son ahora reivindicados, no se hubieran podido derivar de ninguna de las enseñanzas de los documentos citados como el arte mas cercano, como me permito exponerlo a continuación.

3.2. Argumentos que realzan la Novedad de la presente solicitud

De la lectura del concepto técnico es claro que el señor Examinador intenta desvirtuar la novedad de la hilaza de la presente invención citando las enseñanzas del documento **D1**, y de los tejidos que incluyen en su estructura dicha hilaza citando las enseñanzas del documento **D2**.

En cuanto a la citación del documento **D1**, se establece en el numeral 5.1 Novedad (artículo 16 D486), del citado concepto técnico No. 276, lo siguiente:

"El documento US 4,813,219 (llamado D1 de aquí en adelante), divulga un hilo compuesto elástico eléctricamente conductor que comprende al menos un elemento elástico .....; y al menos un filamento de recubrimiento conductivo .....
De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el hilo compuesto señalado en la reivindicación 1, ya era conocido en D1, por lo tanto no puede considerarse nuevo. Es importante mencionar que al encontrarse afectada la novedad de dicha reivindicación independiente, la cual encierra el objeto de patentabilidad; sus correspondientes reivindicaciones dependientes también carecen de novedad.
En conclusión, la materia de invención de la reivindicación 1 propuesta con la solicitud en estudio se encuentra afectada en su novedad de acuerdo con el artículo 16 de la Decisión 486.".

Sobre este particular, me permito manifestar a ese Despacho que al llevar a cabo una revisión minuciosa elemento por elemento de lo revelado en el documento D1 y la presente invención, se puede llegar a determinar que

dicho documento no resulta relevante para desvirtuar la novedad de la presente solicitud, toda vez que tanto el proceso como la máquina revelada en el documento **D1**, llevan a la obtención de una hilaza con características estructurales completamente diferentes a las de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora revelada en la nueva reivindicación 1 de la presente invención.

Al fijarse detenidamente en lo que revela el documento D1, se encuentra que el hilo conductor obtenido por el proceso y la máquina de dicho documento, presenta **una estructura opuesta a la de la hilaza ahora reivindicada**. En efecto, el hilo obtenido de acuerdo con las enseñanzas de **D1**, es un hilo con la siguiente estructura:

a) **un hilo portador continúo** es **envuelto alrededor** de,
b) **un hilo metálico continúo** (ver columna 3, líneas 60 a 63 del documento D1).

Por el contrario, la hilaza de la presente invención, tal y como se reclama ahora en la reivindicación 1 modificada, tiene una estructura conformada por:

a) por lo menos **un miembro elástico** con una unidad de largo relajado L y un largo extendido de (N x L), donde N está en el rango de 1.0 a 8.0; y
b) por lo menos un **filamento de recubrimiento conductivo rodeando al miembro elástico**, el filamento de recubrimiento conductivo con un largo que es mayor que el largo extendido del miembro elástico,
c) un **miembro de soporte de estrés** que tiene un largo total de menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo y mayor que, o igual a, el largo extendido (N x L) del miembro elástico.

Lo anterior, claramente indica que la estructura de la hilaza reivindicada en la presente solicitud, presenta un núcleo hecho con el miembro elástico, y una cubierta que rodea dicho núcleo, la cual esta compuesta por un filamento eléctricamente conductivo, el cual esta rodeando o envolviendo

dicho núcleo elástico; además, de un miembro de soporte de estrés que es más corto que el filamento de recubrimiento conductivo.

Por el contrario, en D1 se enseña un hilo en el cual la parte central (equivalente al núcleo de la presente solicitud) del mismo, es un hilo metálico continuo, que simplemente esta envuelto por un portador continuo, tal y como se puede apreciar en el resumen del documento D1.

Además, de las claras diferencias estructurales que presentan los hilos obtenidos de acuerdo con D1, y la hilaza de la presente solicitud, que han sido mencionadas anteriormente, se puede observar que el hilo portador mencionado en D1, tiene una elongación hasta la ruptura de 10 a 15%, por lo cual no es un miembro elástico que pueda ser estirado al grado requerido por la presente invención, lo cual es una diferencia importante que debe ser tenida en cuenta pues hace que las características técnicas del hilo de D1, sean diferentes a las de la hilaza ahora reclamada.

En vista de lo anterior, es completamente claro que existen diferencias técnicas relevantes, entre lo revelado en D1 y la hilaza de la presente invención, toda vez, que de acuerdo al alcance dado por la nueva reivindicación 1 presentada, la hilaza reivindicada presenta una estructura conformada por tres tipos de filamentos distintos, dispuestos de una manera diferente a los dos filamentos revelados en D1, y en donde además de la diferencia en disposición de dichos filamentos, las características físicas de los mismos son diferentes a las de los empleados en la hilaza reivindicada en las cláusulas 1 a 21 de la presente solicitud.

Así las cosas, resulta claro que la comparación de elemento por elemento que se ha llevado a cabo en el presente escrito, permite demostrar en forma contundente que **NO** existen dentro de las enseñanzas de D1, ninguna indicación o enseñanza específica que revele una hilaza idéntica a la de la nueva reivindicación 1 de la presente solicitud, en donde la estructura de dicha hilaza sea la misma que se revela ahora, conformada por tres tipos diferentes de filamentos en una disposición específica, la cual no era conocida hasta la aparición de la presente solicitud.

Ahora bien, el señor Examinador cita las enseñanzas del documento D2, con el fin de objetar la novedad de la materia objeto de las reivindicaciones 39 y 40 (nuevas reivindicaciones 38 y 39), afirmando que: *"Así las cosas el tejido señalado en la reivindicación 39, ya era conocido en D2, por lo tanto no puede considerarse nuevo."*.

Sobre este particular, me permito manifestar que igualmente que con el documento D1, al llevar a acabo un análisis de elemento por elemento, se encuentra que lo revelado en D2 corresponde a un circuito eléctrico seguro, el cual cuenta con **un núcleo de fibra textil** que puede ser **elongado hasta máximo el 5%**. El núcleo de fibra textil **esta envuelto con filamentos metálicos** (tal como acero), **y además, opcionalmente envuelto con filamentos sintéticos.**

Entonces, el circuito revelado en D2, difiere completamente del tejido de la presente solicitud, toda vez que en D2, no se revela un núcleo elástico que pueda ser estirado desde un 10% hasta un 800% de su longitud original, sino que revela un simple núcleo de fibra textil con una elongación máxima del 5%, lo cual esta completamente en contravía de los requerimientos de la presente invención.

Adicionalmente, en D2 se enseña el empleo de filamentos poliméricos o metálicos envueltos en la dirección opuesta al filamento metálico de recubrimiento primario como mecanismo que cancela el torque ejercido sobre el sistema. Por el contrario, los inventores de la hilaza reclamada en la presente invención han incluido un **miembro de soporte de estrés** que tiene un largo total menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo y mayor que, o igual a, el largo extendido (N x L) del miembro elástico, el cual proporciona descanso a la tensión y resistencia a la abrasión, tomando sobre él la carga tensil, para proteger los filamentos metálicos de sobre-estiramientos o ruptura. Dicho miembro de soporte de estrés no es enseñado o siquiera sugerido en alguno de los apartes del documento D2.

En efecto, al revisar las enseñanzas de D2, se puede apreciar que a lo largo de dicho documento, no se enseña que los filamentos 14 y 16 de

dicho documento, presenten longitudes diferentes tal y como se enseña en la presente solicitud, por el contrario, al revisar las figuras de D2, se puede apreciar que los filamentos 14 y 16 aparecen de longitudes iguales. Por lo anterior, resulta claro que el circuito de D2, es diferente del tejido de la presente invención, al no incluir ni un núcleo elástico, ni tampoco un miembro de soporte de estrés con un largo total menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo y mayor que, o igual a, el largo extendido del miembro elástico.

En vista de las diferencias técnicas mencionadas anteriormente, es claro que una persona medianamente versada en la materia no encontraría ninguna indicación dentro de las enseñanzas de los documentos D1 o D2 que le permitiera anticipar las características técnicas tanto de la hilaza como del método y el tejido ahora reclamados.

En consecuencia, resulta evidente que a partir de las diferencias técnicas existentes entre la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora, el método y el tejido reclamados y lo conocido en el estado del arte, la materia objeto de la presente solicitud cumple con los requisitos de patentabilidad exigidos sobre las enseñanzas de los documentos citados por el señor Examinador, por lo que la materia objeto de las reivindicaciones modificadas 1 a 39, de la presente invención resulta completamente NOVEDOSA e INVENTIVA sobre las enseñanzas de los documentos D1 y D2.

4. Argumentos adicionales que demuestran la patentabilidad de la presente solicitud.

Como un argumento más que realza el nivel inventivo de la presente solicitud, atentamente me permito llamar la atención de ese Despacho al hecho de que las solicitudes que cobijan exactamente la misma materia objeto de la solicitud Colombiana No. 05-108.155, que han sido presentadas ante las oficinas de Marcas y Patentes de los Estados Unidos (USPTO) y de Europa (EPO) han sido concedidas como patentes con

números **US 7,135,227 B2** y **EP 1631711 B1**, de las cuales me permito anexar copia de la portada y las reivindicaciones.

Sobre este particular, me permito llamar la atención del señor Examinador al hecho de que la concesión de patente para la misma materia objeto de la solicitud colombiana, por parte de las Oficinas de Estados Unidos (USPTO) y Europa (EPO), constituye un fuerte indicio que permite demostrar que la presente solicitud sí cumple con los requisitos necesarios de novedad, nivel inventivo y aplicación industrial, requeridos sobre las enseñanzas del estado del arte anterior, como para que le sea concedido el privilegio de patente solicitado.

En efecto, la concesión de patente por parte de la Oficina Europea (EPO), es un hecho que demuestra que desde el punto de vistas técnico, la materia objeto reclamada en la solicitud colombiana, presenta características técnicas y estructurales completamente diferentes a las de los hilos ya conocidos en el estado del arte más cercano. En este punto, vale la pena llamar a la atención de ese Despacho, al hecho de que la evaluación de patentabilidad llevada a cabo por parte del Examinador Europeo, se ha realizado bajo parámetros técnicos y legales muy similares a los requeridos por la Decisión 486, vigente actualmente en Colombia, pues tan solo basta con llevar a cabo una simple comparación entre dichas legislaciones para darse cuenta que el artículo 54 de la Convención Europea de Patentes (EPC), que se refiere al requisito de novedad, resulta casi equivalente al Artículo 16 de la Decisión 486, toda vez que establece que la novedad de una invención se evidencia cuando dicha invención no esta comprendida dentro de lo ya conocido en el estado del arte, tal y como ha sido demostrado a lo largo del numeral 3 del presente escrito.

Ahora bien, el solicitante claramente entiende que el hecho de que la misma materia objeto de la solicitud Colombiana en cuestión, haya sido concedida tanto por parte de la USPTO, como por parte de la EPO, no obliga a la concesión de dicha patente por parte otra oficina, específicamente, por parte de la Oficina de Nuevas Creaciones de la SIC, pero lo cierto es que **desde el punto de vista técnico, dicha concesión SI constituye un fuerte indicio que resulta mas que razonable de que**

la materia objeto de la solicitud en cuestión, posee efectivamente los requisitos de novedad, nivel inventivo y aplicación industrial necesarios para gozar del privilegio de patente solicitado, debido a que una vez analizada por una persona experta en la materia, con la misma formación profesional del señor Examinador Colombiano, y bajo los mismos parámetros de patentabilidad, dicha persona ha encontrado los elementos necesarios para considerar que la materia objeto ahora reivindicada, es tanto novedosa, como inventiva y aplicable industrialmente.

5. CONCLUSION

En primer lugar, las modificaciones realizadas en la descripción y en el capítulo reivindicatorio ahora presentados, permiten superar completamente las objeciones a la claridad de la solicitud consignadas en los numerales 3.1 y 3.2 del citado concepto técnico **No. 276**, y por lo tanto, la presente solicitud ahora esta de acuerdo con los requerimientos de los Artículos 28 y 30 de la Decisión 486.

De otra parte, los argumentos expuestos al lo largo del presente escrito, ponen de manifiesto de una manera clara y contundente, que la materia objeto de la presente invención es completamente NOVEDOSA e inventiva sobre las enseñanzas de los documentos D1 y D2, en vista de las diferencias técnicas existentes entre los objetos reclamados en la presente invención y los revelados en las enseñanzas de D1 y D2, a partir de los cuales no se enseñan o anticipan los objetos ahora reivindicados, y mucho menos las características técnicas fundamentales de los mismos, las cuales permiten obtener una hilaza compuesta elástica conductora completamente diferente y mejorada, con características técnicas perfectamente diferenciables que permiten obtener propiedades físicas de resistencia a la tensión, al estiramiento, a la abrasión, etc., superiores a las hilazas conductoras convencionales que hacen parte del estado del arte mas cercano, tales como las obtenidas mediante la implementación de las enseñanzas de D1 y D2, y que le permiten a la hila de la presente invención ser tejidas e incorporadas fácilmente en una prenda que pueda ser llevada por un usuario.

HILAZA ELÉCTRICAMENTE CONDUCTIVA ELÁSTICA Y COMPUESTA, LOS MÉTODOS PARA FABRICAR LA MISMA, Y ARTÍCULOS QUE INCORPORAN LA MISMA

Esta solicitud reivindica los beneficios de la Solicitud Provisional de EU No. 60/465,571, presentada en Abril 25, 2003, que se incorpora en la presente en su totalidad y para todos los propósitos.

CAMPO DEL INVENTO

El presente invento se relaciona con hilazas elastificadas que contienen filamentos metálicos conductivos, un proceso para producir las mismas y para elastificar telas, prendas y otros artículos que incorporen dicha hilaza.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Se sabe que hay hilazas textiles que incluyen alambres metálicos y que incluyen recubrimientos metálicos con el propósito de conducir corrientes eléctricas, cumpliendo una función eléctrica antiestática o para suministrar protección de campos eléctricos. Estas hilazas compuestas eléctricamente conductivas se han estado fabricando en prendas y artículos de vestir. Se cree que es poco práctico basar las hilazas textiles conductivas únicamente en filamentos metálicos o en una combinación donde se requiere que los filamentos metálicos sean un miembro prominente de la hilaza. Esto es debido a la fragilidad y especialmente la pobre elasticidad de los finos alambres metálicos que hasta ahora se han utilizado en hilazas textiles eléctricamente conductivas.

Fuentes de fibras de alambres metálicos finos utilizados en textiles incluyen, pero no están limitados a: NV Bekaert SA, Kortrijk, Bélgica; Elektro-Feindraht AG, Escholzmatt, Suiza and New England Wire Technologies Corporation, Lisbon, New Hampshire. Como se muestra en la figura 1 dichos alambres 10 tienen un recubrimiento externo 20 de un material polimérico aislante que recubre un conductor 30 que tiene un diámetro en el orden de 0.02 mm - 0.35 mm y una resistividad en el rango de 1 a 2 microohm-cm. en general, estas fibras metálicas exhiben una baja fuerza de rompimiento y una elongación relativamente baja. Como se muestra en la figura 2 estas fibras metálicas tienen una resistencia al

rompimiento en el rango de 260 a 320 N/mm^2 y una elongación al rompimiento de 10 a 20%. Sin embargo, estos alambres no exhiben sustancialmente ninguna recuperación a la elasticidad. A diferencia, muchas hilazas textiles sintéticas basadas en polímeros plásticos sintéticos se estiran hasta una 125% de su largo normal y recuperan más del 50% de esta elongación tan pronto se relaja la tensión.

La patente de estados unidos 3,288,175 (Valko). da a conocer una hilaza compuesta plástica y eléctricamente conductiva que contiene fibras metálicas y no metálicas. Las fibras no metálicas utilizadas en esta hilaza conductiva son fibras textiles tales como el nylon, el poliéster, el algodón, las lanas, los acrílicos y las poliolefinas. Estas fibras textiles no tienen ninguna elasticidad inherente y no le imparten ningún poder de "estiraramiento y recuperación". Aunque la hilaza compuesta de esta referencia es una hilaza eléctricamente conductiva, los materiales que están hechos de ella no suministran materiales textiles con el potencial del estiramiento.

En forma similar, la patente de EE.UU. 5,288,544 (Mallen et al.) da a conocer un tejido eléctricamente conductivo que contiene una cantidad mínima de fibras conductivas. Esta referencia da a conocer fibras conductivas que incluyen el acero inoxidable, el cobre, el platino, el oro, la plata y el carbón constituyendo un 0.5% a 2% de su peso. Está patente da a conocer, por medio de un ejemplo, una toalla hecha con un tejido de filamentos continuos de poliéster envueltos con fibras de carbón y un tejido de poliéster (fibra básica) y una hilaza de acero donde la fibra de acero es el 1% del peso de la hilaza. Mientras que tejidos hechos de tal hilaza tienen propiedades antiestáticas aparentemente satisfactorias para las toallas, sábanas, gabardinas de hospital y cosas por el estilo; no parecen tener las propiedades inherentes de elasticidad y recuperación.

La patente de EE.UU. 2002/0189839A1, publicada el 19 de diciembre del 2002, (Wagner et al.), da a conocer un alambre para suministrar corriente eléctrica adecuada para incorporarse en vestuario, accesorios de vestuario, muebles suaves, Ítems tapizados y cosas por el estilo. Esta aplicación da a conocer conductores de corrientes eléctricas o señales en artículos basados en estructuras textiles planas estándar de construcciones tejidas. El cable eléctrico que se da a conocer en esta aplicación incluye una "estructuras hilada" que comprende por lo

menos un elemento eléctricamente conductivo y por lo menos un elemento eléctricamente aislante. Ninguna implementación parece suministrar propiedades elásticas y de recuperación. Para aplicaciones del tipo contemplado la inhabilidad del cable para estirarse y recuperarse del estiramiento es una limitación severa que limita el tipo de aplicaciones para los cuales este alambre es adecuado.

El estiramiento y la recuperación es una propiedad especialmente deseable en una hilaza, tejido o vestimenta que también es capaz de conducir las corrientes eléctricas, funcionan en aplicaciones antiestáticas o suministran una protección a los campos eléctricos. La propiedad de estiramiento y recuperación, o "elasticidad", es la habilidad de una hilaza o tejido para alargarse en la dirección de una determinada fuerza (en la dirección de estrés de elongación aplicada) y regresar sustancialmente a su largo y forma original, sustancialmente sin ningún tipo de deformación permanente, cuando el estrés de elongación se relaja. En el arte textil es común expresar el estrés aplicado en un espécimen textil (por ejemplo, una hilaza o filamentos) en términos de una fuerza por unidad de selección transversal del espécimen o fuerza por unidad de densidad lineal del espécimen no estirado. La tensión resultante (elongación) del espécimen se expresa en términos de una fracción o porcentaje del largo original del espécimen, una representación gráfica del estrés versus la tensión es la curva estrés-tensión, bien conocida en los artes textiles.

El grado en el cual una fibra, una hilaza o un tejido regresa a su largo original anterior a la deformación aplicada por un estrés aplicado se denomina "recuperación elástica". En las pruebas de alargamiento y recuperación de materiales textiles también es importante anotar el límite elástico del espécimen de prueba. El límite elástico es la carga de estrés para la cual el espécimen muestra una deformación permanente. El rango disponible de elongación de un filamento elástico es el rango de extensión a través del cual no hay deformación permanente. El límite elástico de una hilaza se alcanza cuando el largo del espécimen de prueba original se excede luego de que el estrés de deformación inducido se retira. Típicamente, filamentos individuales e hilazas de multifilamentos se estiran (tensión) en la dirección del estrés aplicado. Esta elongación se mide con una carga específica o estrés. Adicionalmente, es útil notar la elongación en el punto de rompimiento del filamento o del espécimen de hilaza Esta elongación de rompimiento es esa fracción del largo original del

espécimen para el cual el espécimen se pone bajo presión por un estrés aplicado que rompe el último componente de filamento del espécimen o hilaza multifilamentos. Generalmente, el largo que se obtiene se da en términos de una fracción del largo, igual al número de veces que una hilaza se estira de su unidad del largo relajada.

Los tejidos elásticos que tienen un alambrado conductivo adherido al tejido para uso en vestimentas que se debe utilizar para monitorear funciones fisiológicas en el cuerpo se divulgan en la Patente de Estados Unidos 6.341.504 (Istook). Esta patente da a conocer una banda elongada de material elástico que se puede estirar en dirección longitudinal y que tiene por lo menos un cable conductivo incorporado en o sobre la banda de tejido elástico. El alambre conductivo en el tejido elástico está formado en una configuración curva prescrita, por ejemplo, una configuración sinusoidal. La banda conductiva elástica de esta patente es capaz de estirarse y alterar la curvatura del alambre de conducción. Como resultado la inductancia eléctrica del cable cambia. Esta propiedad de cambio se utiliza para determinar cambios en las funciones fisiológicas de la persona que porta la vestimenta que incluye tal banda conductiva elástica. La banda elástica ésta formada en parte utilizando un material elástico, preferiblemente el spandex. Filamentos de material spandex vendidos por DuPont Textiles and Interiors, Inc., Wilmington, Delaware, bajo la marca registrada LYCRA® se presentan como un material elástico deseable. Un textil convencional significa formar una banda elástica conductiva como se describe, esto incluye tejidos en forma de trenza, tejidos con trenzas, tejidos entrelazados o construcciones no tejidas. Otros filamentos textiles adicionales a los filamentos metálicos y filamentos de spandex están incluidos en la banda conductiva plástica, estos otros filamentos incluyen el nylon y el poliéster.

Mientras que se dan a conocer tejidos conductivos elásticos con propiedades de estiramiento y recuperación dominados por el componente spandex de la banda de tejido compuesto, estas bandas de tejido conductivo tienen la intención de ser un elemento discreto de la construcción de una tela o vestimenta utilizada para el monitoreo de funciones fisiológicas prescritas. Aunque tales bandas elásticas conductivas pueden haber adelantado el arte del monitoreo de funciones fisiológicas no sé ha visto que sean satisfactorias para otros usos que no sean los elementos discretos de una prenda o construcción de una tela.

En vista de lo anterior se cree deseable suministrar una hilaza de textiles conductiva con propiedades elásticas de recuperación que se pueda procesar utilizando los medios textiles tradicionales para producir telas tejidas y no tejidas. Aún más, se cree que existe todavía la necesidad para telas y prendas que estén construidas totalmente de tales hilazas elásticas conductivas. Telas y prendas construidas sustancialmente de hilazas elásticas conductivas suministran unas características de estiramiento y recuperación a toda la construcción, conformándose a cualquier forma, cualquier cuerpo, como requerimientos de elasticidad.

RESUMEN DEL INVENTO

El presente invento está dirigido a hilazas compuestas elásticas y eléctricamente conductivas que comprenden a un miembro elástico que tiene una unidad del largo relajado L y largo extendido de (N x L). El miembro elástico en sí comprende a uno o más filamentos con propiedades de estiramiento y recuperación elástica. El miembro elástico está rodeado por lo menos de uno, pero preferiblemente una pluralidad de dos o más, filamentos de recubrimiento conductivo. Cada filamento de recubrimiento conductivo tiene un largo que es mayor que el largo extendido del miembro elástico de tal manera que substancialmente todo el estrés de elongación impuesto en las hilazas compuestas lo soporta el miembro elástico. El valor del número N está en el rango de 1.0 a 8.0 y preferiblemente, en el rango de 1.2 a 5.0.

Cada uno de los filamentos del recubrimiento conductivo puede tener una de varias formas. El filamento de recubrimiento conductivo puede estar en la forma de un alambre metálico, incluyendo un alambre metálico que tiene un recubrimiento aislante. En forma alterna el filamento de recubrimiento conductivo puede tener la forma de una hilaza de polímero sintético no conductivo e inelástico con un alambre metálico. Cualquier combinación de las distintas formas se puede utilizar en una hilaza compuesta con una pluralidad de filamentos de recubrimiento conductivo.

Cada filamento de recubrimiento conductivo está envuelto en el miembro elástico de tal manera que para cada unidad del largo (L) relajado (libre de estrés)

del miembro elástico hay por lo menos una (1) a 10.000 vueltas del filamento de recubrimiento conductivo. En forma alternativa, el filamento de recubrimiento conductivo puede estar dispuesto en forma sinuosa alrededor del miembro elástico de tal manera que para cada unidad del largo relajada (L) del miembro elástico hay por lo menos un período de cubrimiento sinuoso del filamento de recubrimiento conductivo.

La hilaza compuesta puede comprender además una o más hilaza(s) de polímeros sintéticos inelásticos rodeando al miembro elástico. Cada filamento de hilazas de polímero sintético inelástico tiene un largo total menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo, de tal manera que una porción del estrés de elongación impuesto en las hilazas compuestas la llevan las hilaza(s) de polímero sintético inelástico. Preferiblemente, el largo total de cada filamento de hilaza de polímero sintético inelástico es mayor o igual al largo extendido (N x L) del miembro elástico.

Una o más de la(s) hilaza(s) de polímero sintético inelástico puede estar envuelta alrededor del miembro elástico (y el filamento de recubrimiento conductivo) de tal manera que para cada unidad del largo (L) relajada (libre de estrés) del miembro elástico hay por lo menos una (1) a 10.000 vueltas de la hilaza de polímero sintético inelástico. En forma alternativa, la hilaza(s) de polímero sintético inelástico puede estar dispuesta en forma sinuosa alrededor del miembro elástico de tal manera que para cada unidad del largo (L) relajada del miembro elástico hay por lo menos un período de recubrimiento sinuoso por la hilaza de polímero sintético inelástico.

La hilaza compuesta del presente invento tiene una elongación disponible de alrededor del 10% a 800%, que es mayor que la elongación de rompimiento del filamento de recubrimiento conductivo y menor que el límite elástico del miembro elástico, y resistencia al rompimiento mayor que la resistencia al rompimiento del filamento de recubrimiento conductivo.

El presente invento también está dirigido a varios métodos para formar una hilaza compuesta elástica y eléctricamente conductiva.

Un primer método incluye los pasos de extender el miembro elástico utilizado

dentro de la hilaza compuesta a su largo extendido, colocando cada uno o más de dos recubrimientos de filamento conductivo sustancialmente paralelos a y en contacto con el largo extendido del miembro elástico; y luego permitiendo que el miembro elástico se relaje para que se enrede con el filamento de recubrimiento conductivo. Si la hilaza compuesta elástica y eléctricamente conductiva incluye una o más hilazas de polímero sintético inelástico, tales hilazas de polímero sintético inelástico se colocan sustancialmente paralelas a y en contacto con el largo extendido del miembro del elástico, y luego el miembro elástico se deja relajar y así se enrosca la hilaza de polímero sintético inelástico con el miembro elástico y el filamento de recubrimiento conductivo.

De acuerdo con otro método alterno, cada uno de los filamentos de recubrimiento conductivo y cada una de las hilazas de polímero sintético inelástico (si los mismos se proveen) se enroscan alrededor del miembro elástico extendido o, de acuerdo con otra implementación del método, se envuelven alrededor del miembro elástico extendido. Luego, en cada instancia, se le permite al miembro elástico relajarse.

Aún, otro método alterno para formar una hilaza compuesta elástica y eléctricamente conductiva de acuerdo con el presente invento incluye los pasos de forzar al miembro elástico a través de un chorro de aire, mientras esta en el chorro de aire, cubrir el miembro elástico con cada uno de los filamentos de recubrimiento conductivo y cada una de las hilazas de polímero sintético inelástico (si las mismas se proveen). A continuación se le permite al miembro elástico relajarse.

También se encuentra dentro del alcance del presente invento suministrar una tela tejida o no tejida construida sustancialmente con hilazas compuestas elásticas y eléctricamente conductivas del presente inventó. Estas prendas se pueden utilizar para formar prendas que se pueden llevar puestas u otros artículos de tela.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

El invento se podrá entender mejor de la siguiente descripción detallada y cuando se considera en relación con los dibujos que la acompañan y que forman

parte de esta solicitud y en donde:

La figura 1a es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de un Arte Previo de alambre conductivo metálico con un recubrimiento externo aislante de polímero, mientras la figura 1b es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) del alambre eléctricamente conductivo de la figura 1a luego del estrés de elongación induciendo a la ruptura;

La figura 2 es una curva estrés-tensión para tres cables eléctricamente conductivos del Arte Previo donde cada cables eléctricamente conductivo tiene distinto diámetro;

La figura 3a es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora de acuerdo con el ejemplo 1 del invento en condición relajada, mientras la figura 3b es una representación de una micrográfica de barrido electrónico (SEM) de la figura 3a en condiciones de estiramiento;

La figura 3c es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza compuesta elástica y eléctricamente conductora de acuerdo con el ejemplo 2 del presente inventó en condición relajada, mientras la figura 3d es una representación de una micrográfica de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora de la figura 3c en condiciones de estiramiento;

La figura 4 es una curva estrés-tensión para la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora del ejemplo 1 determinada utilizando el Método de Prueba 1, mientras la figura 5 es una curva estrés-tensión para la hilaza compuestas elástica eléctricamente conductora del ejemplo 1 determinada utilizando el método de prueba 2, y, en ambas figura 4 y 5, para comparación, la curva estrés-tensión del cables metálico sólo;

La figura 6 es una curva estrés-tensión para la hilaza compuestas elástica eléctricamente conductora del ejemplo 2 del inventó determinada utilizando el Método de Prueba 1 y, para comparación, la curva estrés-tensión del cable metálico sólo;

La figura 7a es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora (70) de acuerdo con el ejemplo 3 del presente invento en condición relajada, mientras la figura 7b es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora de la figura 7a en condición de estiramiento;

La figura 7c es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora de acuerdo con el ejemplo 4 del presente invento en condición relajada, mientras que la figura 7d es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora de la figura 7c en condición de estiramiento;

La figura 8 es una curva estrés-tensión para la hilaza compuesta eléctricamente conductora del ejemplo tres determinada utilizando el método de prueba 1, y, en comparación, la curva estrés-tensión del cable metálico sólo;

La figura 9 es una curva estrés-tensión para la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductiva del ejemplo 4 del invento determinada utilizando el Método de Prueba 1 y, en comparación, la curva estrés-tensión del cable metálico sólo;

La figura 10a es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora (90) de acuerdo con el ejemplo 5 del presente invento en condición relajada, mientras que la figura 10b es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora (90) de la figura 10a en condición de estiramiento;

La figura 11 es una curva estrés-tensión para la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora del ejemplo 5 del invento determinada utilizando el Método de Prueba 1 y, para comparación, la curva estrés-tensión del cable metálico sólo;

La figura 12a es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora (90) de acuerdo con el ejemplo 6 del presente invento la tela estando en condición relajada, mientras que la figura 12b es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora (90) de la figura 10a con la tela en condición de estiramiento;

La figura 13a es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de una hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora de acuerdo con el ejemplo 7 del presente invento en condición relajada, mientras que la figura 13b es una representación de una micrografía de barrido electrónico (SEM) de la misma tela en condición de estiramiento;

La figura 14 es una representación esquemática de un miembro elástico envuelto en forma sinuosa con un filamento conductivo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

De acuerdo con el presente invento se ha encontrado que es posible producir una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductiva que contenga alambres metálicos, ya sea que los alambres estén aislados con recubrimientos de polímero. La hilaza compuesta elástica eléctricamente conductiva de acuerdo con el presente invento comprende un miembro elástico (o "núcleo elástico") que está rodeado por lo menos de un filamento(s) de recubrimiento conductivo. El miembro elástico tiene una predeterminada unidad de longitud L relajada y una predeterminada longitud extendida de (N x L), donde N es un número, preferiblemente en el rango entre 1.0 y 8.0 representando al miembro elástico extendido.

El filamento de recubrimiento conductivo tiene un largo que es mayor que el largo extendido del miembro elástico de tal manera que sustancialmente todo el estrés de elongación impuesto en la hilaza compuesta lo soporta el miembro elástico.

La hilaza compuesta elástica puede incluir adicionalmente un miembro opcional de soporte de estrés recubriendo al miembro elástico y al filamento de

recubrimiento conductivo. El miembro de soporte de estrés preferiblemente esta formado de una o más hilazas de polímero sintético inelástico. El largo del miembro de soporte de estrés es menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo de tal manera que una porción del estrés de elongación impuesto en la hilaza compuesta lo lleva el miembro de soporte de estrés.

El miembro elástico. El miembro elástico, se puede implementar utilizando una o una pluralidad (por ejemplo dos o más) de filamentos de una hilaza elástica, tal como el spandex vendido por textiles DuPont e interiores (Wilmington, Delaware, El), 19880) bajo la marca de LYCRA®.

El largo extendido (N x L) del miembro elástico se define como el largo al que se puede estirar el miembro elástico y regresar a su largo relajado dentro de un cinco por ciento (5%) de la unidad de largo L. En forma general, la extensión N aplicada al miembro elástico depende de las propiedades químicas y físicas del polímero que constituye al miembro elástico, al recubrimiento y al proceso textil utilizado. En el proceso de recubrir al miembro elástico hecho de hilazas de spandex que típicamente tienen entre 1.0 y 8.0 pero preferiblemente entre 1.2 y 5.0.

En forma alterna, las hilazas textiles de bícomponentes sintéticos y multifilamentos también se pueden utilizar para formar al miembro elástico. Los componentes de filamentos de polímeros de bicomponentes sintéticos son termoplástico, preferiblemente filamentos de bicomponentes sintéticos se hilvanan derritiéndose, y preferiblemente los componentes de polímero se seleccionan del grupo que consiste de poliamidas y poliésteres.

Una clase preferída de la hilaza textil multi-filamento de poliamidas son hilazas de bicomponente de nylon que se auto-forman, llamadas "auto-texturizadas". Estas hilazas de bicomponentes constan de un componente de polímero de nylon 66 o copoliamida que tiene una segunda viscosidad relativa, donde ambos componentes de polímero o copoliamida están en una relación lado a lado cuando se mira la sección transversal de un filamento individual. Hilazas de nylon auto-texturizada tales como la hilaza vendida por Textiles e Interiores DuPont bajo la marca registrada TACTEL® T800 es una hilaza de componente elástico especialmente útil.

Los componentes de polímeros de poliéster incluyen el polietilen tereftalato, el politrimetilen tereftalato y el politetrabutilen tereftalato. El filamento de bicomponente de poliéster consta de un componente de polímero PET y un componente de polímero PTT, ambos componentes del filamento están en una relación lado a lado como se puede ver en una sección transversal del filamento individual. Un filamento de hilaza que satisface esta descripción y que es especialmente ventajoso es la hilaza vendida por Textiles e Interiores bajo la marca T-400TH Next Generation Fiber. El proceso de recubrimiento para los miembros elásticos de estas hilazas de bicomponente involucran la utilización de menos extensión que con spandex.

Típicamente, la extensión para ambas hilazas multi-filamento de bicomponentes de poliéster y poliamida está entre 1.0 y 5.0.

El filamento de recubrimiento conductivo. En su forma más básica el filamento de recubrimiento conductivo comprende una o una pluralidad (por ejemplo, dos o más) hebras de alambre metálico. Estos alambres pueden estar aislados o no aislados con un polímero adecuado no conductor por ejemplo, el nylon, el poliuretano, el poliéster, el polietileno, el politetrafluoroetileno y similares. Alambres adecuados aislados y no aislados (con diámetros en el orden de 0.02 mm a 0.35 mm) se encuentran disponibles de; pero no limitados a: NV Bekaert SA, Kortrijk, Bélgica; Elektro-Feindraht AG, Escholzmatt, Suiza and New England Wire Technologies Corporation, Lisbon, New Hampshire. El alambre metálico puede estar hecho de aleaciones de metal tales como el cobre, el cobre cubierto de plata, el aluminio y el acero inoxidable.

En forma alterna, el filamento de recubrimiento conductivo consta de una hilaza de polímero sintético que tiene uno o más alambres metálicos o un recubrimiento eléctricamente conductivo, un recubrimiento o aditivo de polímero o estructura de núcleo con una porción conductiva en el centro. Una de tales hilazas adecuadas es la X-static disponible de Laird Sauquoit Technologies, Inc. (300 Palm Street, Scranton, Pennsylvania, 18505) bajo la marca hilaza X-static®. una forma adecuada de la hilaza X-static® en una base de 70 denier (77 dtex), un nylon texturizado de 34 filamentos disponible de textiles e interiores DuPont, Wilmington, Delaware como el producto ID 70-XS-34X2 TEX 5Z galvanizado con

plata eléctricamente conductiva. Otra hilaza adecuada es una hilaza de KEVLAR® recubierta con metal conocida como ARAGÓN® de E.I. DuPont de Nemours, Inc., Wilmington, Delaware. Otras fibras conductivas que pueden servir como filamentos de recubrimiento conductivo, incluyen los filamentos recubiertos con polipirrol y la polianilina conocidos en el arte; ver por ejemplo: la patente de Estados Unidos número 6,360,315B1 para E. Smela. Combinaciones de hilazas para recubrimiento conductivo son útiles dependiendo de la aplicación y están dentro del alcance de este invento.

Las hilazas adecuadas de un polímero sintético no conductivo se seleccionan de filamentos continuos de hilaza de nylon (por ejemplo, de polímeros sintéticos de nylon comúnmente designados como N66, N6, N610, N612, N7, N9), filamentos continuos de hilaza de poliéster (por ejemplo, de polímeros de poliéster sintético comúnmente designados como PET, 3GT, 4GT, 2GN, 3GN, 4GN), hilazas crudas de nylon o hilazas crudas de poliéster. Estas hilazas conductivas compuestas se pueden formar con las técnicas de hilar hilazas convencionales para producir hilazas compuestas, tales como hilazas torneadas, dobladas o texturizadas.

Con cualquiera de las formas que se escoja el largo del filamento de recubrimiento conductivo que rodea al miembro elásticos se determina de acuerdo al límite elástico del miembro elásticos, por lo tanto, el filamento de recubrimiento conductivo que rodea a una unidad del largo L relajada del miembro elástico, tiene una unidad de largo total dada por A (N x L), donde A es algún número real mayor que uno y N es un número en el rango de 1.0 a 8.0. Por lo tanto el filamento de recubrimiento conductivo tiene un largo que es mayor que el largo extendido del miembro elástico.

La forma alterna del filamento de recubrimiento conductivo se puede hacer rodeando la hilaza de polímero sintético con vueltas múltiples de un alambre metálico.

Miembro opcional de soporte de estrés. El miembro opcional de soporte de estrés de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora del presente invento se puede hacer de fibras de polímero sintético inelástico no conductor o de fibras textiles naturales como el algodón, la lana, la seda y el lino. Estas fibras de

polímero sintético pueden ser filamentos continuos o hilazas seleccionadas de hilazas multi-filamento planas, hilazas parcialmente orientadas, hilazas texturizada, hilazas de bicomponentes seleccionados del nylon, poliéster o mezclas de filamentos.

Si se utiliza, el miembro de soporte de estrés rodeando al miembro elástico debe tener una unidad del largo total de B (N x L) donde B es un número real mayor que uno (1). La determinación de los números A y B determina el largo relativo del filamento de recubrimiento conductivo y cualquier miembro de soporte de estrés. Donde A > B, por ejemplo, esto asegura que el filamento de recubrimiento conductivo no sufre ningún estrés o se extiende significativamente cerca a la elongación de rompimiento. Aún más, la determinación de A y B asegura que el miembro de soporte de estrés se convierta en el miembro que le da fortaleza a la hilaza compuesta y soporta sustancialmente todo el estrés de elongación en el límite elástico del miembro elástico. Por lo tanto, el miembro de soporte de estrés tiene un largo total menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo de tal manera que una porción del estrés de elongación impuesto en la hilaza compuesta lo soporta el miembro de soporte de estrés. El largo del miembro de soporte de estrés debe ser mayor que o igual al largo extendido (N x L) del miembro elástico.

El miembro de soporte de estrés preferiblemente es nylon. La hilaza de nylon está compuesta de polímeros sintéticos de poliamida tales como el nylon 6, nylon 66, nylon 46, nylon 7, nylon 9, nylon 10, nylon 11, nylon 610, nylon 612, nylon 12 y se prefieren las mezclas y copoliamidas. En el caso de las copoliamidas, se prefieren especialmente aquellas que incluyen al nylon 66 con hasta un 40% de masa de una poliadipamida donde el componente de diamina alifática se selecciona de un grupo de diaminas disponibles de E.I. Du Pont de Nemours and Company, Inc. (Wilmington, Delaware, EL), 19880) bajo las marcas respectivas de DYTEK A® y DYTEK EP®.

Hacer el miembro que soporta el estrés de nylon, permite a la hilaza compuesta teñirse con tintes y procesos convencionales para la elaboración de la hilaza textil de nylon, las hilazas tradicionales se cubren con spandex.

Si el miembro de soporte de estrés, es un poliéster, el poliéster preferido es

cualquiera de polietilen tereftalato (2GT, a.k.a. PET), politrimetilen tereftalato (3GT, a.k.a. PTT) o politetrabutilen tereftalato (4GT). Hacer al miembro de soporte de estrés de hilazas de multi-filamentos de poliéster también permite la facilidad de tinturarlo y manipularlo con los procesos textiles tradicionales.

El filamento de recubrimiento conductivo y el miembro de soporte de estrés opcional rodean al miembro elástico en una forma sustancialmente helicoidal a lo largo de su eje.

Las cantidades relativas del filamento de recubrimiento conductivo y del miembro de soporte de estrés (si se utiliza) se seleccionan de acuerdo a la habilidad del miembro elástico para extenderse y regresar sustancialmente a su largo no expandido (esto es, no deformado por la extensión) y en las propiedades eléctricas del filamento de recubrimiento conductivo, tal como se utiliza acá "no deformado" significa que el miembro elástico regresa a su largo relajado con +/- 5% (libre de estrés) de la unidad del largo L.

Se ha encontrado que cualquiera de los procesos textiles tradicionales para un solo recubrimiento, doble recubrimiento, recubrimiento con un chorro de aire, enredado, torcido o envuelto del filamento elástico con el filamento conductivo y la hilaza de soporte de estrés adicional, es adecuado para fabricar las hilazas compuestas elásticas eléctricamente conductoras.

En la mayoría de casos, el orden en el cual el miembro elástico se rodea por el filamento de recubrimiento conductivo y el miembro de soporte de estrés opcional, es inmaterial para obtener la hilaza elástica compuesta. Una característica deseable de estas hilazas compuestas elásticas conductoras eléctricamente es su comportamiento de estrés-tensión. Por ejemplo, bajo el estrés de elongación de una fuerza aplicada al filamento de recubrimiento conductivo de la hilaza compuesta, dispuesto alrededor del miembro elástico en múltiples envolturas (típicamente de una vuelta (envoltorio sencillo) a 10.000 vueltas), está libre de extenderse sin tensión debido al estrés externo.

En forma similar, el miembro de soporte de estrés, cuando se dispone alrededor del miembro elástico en envoltorios múltiples, de nuevo, típicamente de una vuelta (torcido simple) a 10.000 vueltas, está libre de extenderse. Si la hilaza

compuesta se estira cerca de la extensión de rompimiento del miembro elástico, el miembro de soporte de estrés está disponible para tomar una porción de la carga y efectivamente preservar al miembro elástico y al filamento de recubrimiento conductivo de romperse. El término "porción de la carga" se utiliza acá para significar cualquier cantidad de 1% a 99% de la carga, y preferiblemente del 10% al 80% de la carga, y preferiblemente entre un 25% a 50% de la carga.

El miembro elástico puede estar opcionalmente envuelto en forma sinusoidal por el filamento de recubrimiento conductivo y el miembro de soporte de estrés opcional, el envoltorio sinusoidal se representa esquemáticamente en la figura 14, donde el miembro elástico (40) por ejemplo, hilaza de LYCRA®, se envuelve con una filamento de recubrimiento conductivo (10), por ejemplo, un alambre metálico, de tal manera que los recubrimientos están caracterizados por un periodo sinuoso (P).

Ahora se describirán Implementaciones específicas y procedimientos del presente invento por medio de ejemplos, de la siguiente manera.

MÉTODOS DE PRUEBA

Medida de las propiedades de Estrés-Tensión de las Fibras y la Hilaza. Las propiedades de estrés-tensión se determinaron utilizando un dinamómetro con un índice de extensión constante hasta el punto de rompimiento. El dinamómetro utilizado fue construido por Instron Corp, 100 Royall Street, Cantón, Massachusetts, 02021 USA.

Los espécimen se acondicionaron a 22°C ± 1°C y 60% ± 5% R.H. las pruebas se ejecutaron con una medida de largo de 5 cm y una velocidad a través de 50 cm/min. Para los alambres metálicos e hilazas elásticas desnudas, los hilos midiendo aproximadamente 20 cm se removieron de la bobina y se dejaron relajar en una tabla de terciopelo por lo menos 16 horas en un laboratorio con aire acondicionado. Un espécimen de ésta hilaza se colocó en las mandíbulas con un peso de pre-tensión correspondiente al dtex de la hilaza de tal manera que no se le dio tensión ni se dejó floja.

Para la hilaza compuesta conductiva del invento, los especimenes de prueba se prepararon bajo dos métodos diferentes de la siguiente manera:

(Método 1) el espécimen se preparó como en el caso de las fibras desnudas (estado relajado)

(Métodos 2) el espécimen se preparó tomando las hilazas directamente de la bobina.

El resultado que se tuvo de los dos métodos permite la comparación directa entre la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductiva y sus componentes (método 1), como también, asegurar el posicionamiento intacto de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductiva durante la medición (variación entre el método 1 y el método 2). Adicionalmente se hicieron pruebas bajo varias cargas de pre-tensión que fijan el largo de la hilaza relajada. En este caso el rango de carga de pre-tensión aplicado simula: (i) la pre-tensión apropiada para el componente elástico de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductiva de tal manera que no se deje tensionada ni floja; estos resultados luego se pueden utilizar en una comparación directa con el resultado obtenido de los componentes individuales de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductiva, y (ii) la carga de tensión aplicada a la hilaza durante el proceso de tejido, estos resultados luego son una representación de la capacidad de procesamiento de la hilaza como también de la influencia de la hilaza compuesta conductira en el desempeño elástico de la tela tejida y basada en esta hilaza. Se espera que la carga de pre-tensión influencie la elongación posible de la hilaza (en una carga de pre-tensión más alta una elongación posible se mide), pero no la fortaleza última de la hilaza.

La Medida del Estiramiento de la Tela. El estiramiento de recuperación de la tela para una tela tejida estirada se determina utilizando una prueba universal electro-mecánica y sistema de adquisición de datos para ejecutar una prueba con un índice constante de extensión extensible. La prueba electromecánica y el sistema de adquisición de datos se encuentra disponible en Instron Corp, 100 Royall Street, Cantón, Massachusetts, 02021 EU.

Dos propiedades de la tela se mide utilizando este instrumento: el

estiramiento de la tela y el crecimiento de la tela (deformación). El estiramiento de la tela disponible es la cantidad de elongación causada por una carga específica entre 0 y 30 Newtons y expresada como un porcentaje en el cambio de largo del espécimen de tela original en la medida que se estira con un índice de 300 mm por minuto. El crecimiento de la tela es el largo no recuperado del espécimen de tela que se ha mantenido en un 80% del estiramiento de la tela por 30 minutos y luego se relaja por 60 minutos. Donde 80% del estiramiento de la tela posible es mayor que el 35% de la elongación de la tela, esta prueba está limitada al 35% de la elongación. El crecimiento de la tela luego se expresa como un porcentaje del largo original.

La elongación como estiramiento máximo de la tela tejida y estirada en una dirección determinada utilizando un procedimiento de prueba de tres ciclos. La máxima elongación medida es el índice de la máxima extensión del espécimen de prueba con el largo inicial de prueba que se encuentra en el tercer ciclo de prueba con una carga de 30 Newtons. El valor del tercer ciclo corresponde a la elongación a mano del espécimen de tela. Esta prueba se ejecutó utilizando la prueba electromecánica universal mencionada anteriormente y el sistema de adquisición de datos específicamente equipado para esta prueba de tres ciclos.

EJEMPLOS

Los numerales de referencia en paréntesis que se encuentran en la presentación de los ejemplos hacen referencia a los caracteres de referencia utilizados en el dibujo apropiado.

Ejemplos comparativos. Se examinaron alambres eléctricamente conductores que tienen un recubrimiento externo de una aislante de polímero para sus propiedades de estrés y tensión utilizando un dinamómetro y el método 1 para medir los componentes individuales de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora. Muestras de 3 alambres disponibles en ELEKTRO-FEINDRAHT AG, Suiza, se probaron. La porción metálica del alambre se muestra en las figuras 1A y 1b. El primer alambre de prueba tenía un diámetro nominal de 20 micrometros (μm), una segunda muestra 30 μm, y una tercera muestra 40 μm. La curva estrés-tensión de estos tres ejemplos se muestran en la figura 2, utilizando el método de prueba 1. Estas curvas son típicas de alambres metálicos finos. Estos alambres

exhiben un módulo bastante alto junto con un aumento en la fuerza de rompimiento con un aumento en el diámetro del alambre. Todos los alambres se rompen antes de una elongación del 20% del largo del espécimen de prueba, caracterizado por una fortaleza última bastante alta. Claramente, donde se utilizan los alambres metálicos en tejidos textiles y prendas hay un límite severo a la elongación disponible. Estos alambres en prendas que están sujetas al estiramiento por el movimiento de quien las utiliza serían unos conductores no confiables de electricidad debido al rompimiento del alambre.

Ejemplo 1 del invento (figuras 3a. 3b, 4. 5)

Un núcleo elástico (40) de decitex (dtex) 44 hecho de hilazas de LYCRA® spandex se envolvió con un alambre aislado (10) de cobre-Plata de 20 pm de diámetro que se obtuvo de ELEKTRO-FEINDRAHT AG, Suiza utilizando un procedimiento estándar de cubrimiento con spandex. El recubrimiento se hizo en una máquina I.C.B.T. modelo G 307. Durante este proceso la hilaza de LYCRA® spandex se extendió a un valor 3.2 veces (i.e. N = 3.2) y se envolvió con un alambre metálico (10) del mismo tipo, uno doblado en forma de "S" y el otro en forma de "Z", para producir una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (50) . Los alambres (10) se envolvieron con 1700 vueltas/metro (vueltas del alambre por metro de hilaza LYCRA® spandex) (5440 vueltas para cada unidad del largo L relajado) para un segundo recubrimiento. Una imagen SEM de esta hilaza compuesta se muestra en los estados relajados (figura 3a) y estirado (figura 3b). La curva estrés-tensión que se muestra en la figura 4 es para la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (50) medidas como se hizo en el ejemplo comparativo utilizando el método de prueba uno con una carrera de pretensión aplicada de 100 mg.

Esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (50) exhiben un comportamiento de estiramiento excepcional sobre un 50% más que el espécimen de prueba y se elonga en un rango del 80% antes de romperse exhibiendo una fortaleza última mayor que los alambres individuales de 20 µm. Este proceso permite la producción de hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (50) quien exhiben una elongación al punto de rompimiento en el rango de 80% y una fuerza de rompimiento en el rango de 30 cN, comparado con el alambre metálico individual que exhibe una elongación al punto de rompimiento de únicamente el

7% y una fuerza de rompimiento de únicamente 8 cN. La curva estrés-tensión de esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (50) también se midió de acuerdo al método de prueba 2 utilizando una carga de pretensión de un gramo. Esta pretensión corresponde más a la tensión que se aplica durante el proceso de tejidos (figura 5). Bajo estas condiciones la elongación al punto de rompimiento de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (50) está en el rango de un 35%. Esta elongación indica que la hilaza (50) es más fácil de manipular en un proceso textil y suministrará una tela elástica comparada con la hilaza de alambre metálico individual Como se puede observar de la curva característica estrés-tensión de este ejemplo, el rompimiento de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (50) la causa el rompimiento del alambre metálico antes que el miembro elástico de la hilaza compuesta (50) se rompa.

Ejemplo 2 Del Invento (figuras 3c. 3d. 6)

Una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (60) de acuerdo con el invento se produjo bajo las mismas condiciones que en el ejemplo 1 excepto que los alambres metálicos (10) se envolvieron a 2200 vueltas/metro (7040 vueltas por cada unidad del largo L relajados) y a 1870 vueltas/metro (5984 vueltas por cada unidad del largo L relajado) para el primero y segundo recubrimiento, respectivamente. Una imagen SEM de esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (60) se muestra en la figura de 3c (estado relajado) y la figura 3d (estado estirado). Estas figuras muestran claramente un recubrimiento mayor del miembro elástico (40) por los alambres metálicos (10) en comparación con el ejemplo 1. la curva estrés-tensión de esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (60) se muestra en la figura 6; medido como en el ejemplo comparativo utilizando el método de prueba uno y una carga de pretensión de 100 mg.

Esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (60) exhibe una fortaleza última similar pero una elongación disponible menor comparada con la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora del ejemplo 1. Este proceso permite la producción de una hilaza compuesta eléctricamente conductiva que exhibe una elongación al rompimiento en el rango de 40 y una fuerza al rompimiento en el rango de 30 cN, comparado con los alambres metálicos

individuales (10) que exhibe en una elongación al rompimiento de únicamente una 7% y una fuerza al rompimiento de únicamente 8cN. La misma hilaza compuesta eléctricamente conductiva probada bajo el método 2, pero utilizando una carga de pretensión de 1 gramo, exhibió un comportamiento similar a la hilaza compuesta eléctricamente conductiva del ejemplo 1 bajo el mismo método de prueba indicando un buen manejo durante los procesos textiles.

El resultado que se muestra en los ejemplos 1 y 2 del invento indican que una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora se puede producir con un proceso de recubrimiento doble en fracciones variables del miembro elástico que tiene una ejecución excepcional de estiramiento y una fortaleza mayor comparada con los alambres metálicos individuales.

Esta flexibilidad en la construcción de una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora es tanto interesante como deseable para aplicaciones que utilicen las propiedades eléctricas de tales hilazas compuestas elásticas y eléctricamente conductivas. Por ejemplo, en electrónicos que se pueden llevar puestos, un campo magnético se puede modular o suprimir dependiendo en los requerimientos de la aplicación variando la construcción de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora.

Ejemplo 3 del invento (figuras 7a. 7b. 8)

Un núcleo elástico (40) de 44 decitex (dtex) hecho de hilaza de LYCRA® spandex como se utilizó en el ejemplo 1 y 2 del invento tras el recorrido con un alambre metálico (10) de plata-cobre aislado de un diámetro nominal de 20 µm que se obtuvo de ELEKTROFEINDRAHT AG, Suiza, y con una hilaza de soporte de estrés de siete filamentos y de 22 dtex de nylon TACTEL® (42) utilizando el mismo proceso de recubrimiento que en el ejemplo 1 del invento. Durante este proceso del miembro elástico se extendió en una extensión de 3.2 veces y se cobre o con un alambre a 2200 vueltas/metro (7040 vueltas por cada unidad del largo L relajados) por metro y 1870 vueltas/metro (5984 vueltas por cada unidad del largo L relajado) de nylon TACTEL® (42). Una imagen SEM de esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (70) se muestra en estado relajado (figuras 7a) y en estado de estiramiento (figura 7b). Es evidente de esta imagen que dicho proceso suministra una protección mayor al filamento de recubrimiento

conductivo (10) comparado con los ejemplos 1 y 2 del invento.

Este rasgo es deseable en aplicaciones donde se busca una capa aislante para un alambre metálico para suministrar protección al alambre (10) durante el proceso textil. La incorporación de la hilaza de soporte de estrés de nylon (42) también determina cierta estética. La textura de la hilaza compuesta eléctricamente conductiva (70) se determina principalmente por la hilaza de nylon de soporte de estrés (42) que consta de una capa externa de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (70). Un esto es deseable para la estética general y un toque a la prenda, la curva estrés-tensión de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (70) que se muestra en la figura 8 se mide como en el ejemplo comparativo utilizando el método de prueba 1 con una pretensión aplicada de 100 mg.

Esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (70) se estira fácilmente a más del 80% utilizando menos fuerza para la elongación que el estrés de rompimiento de 20pm del alambre individual. Esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (70) exhibe una elongación al rompimiento en el rango de 120% y una fortaleza última en el rango de 120 cN que es significativamente mayor que la elongación posible y la fortaleza de cualquier alambre metálico probado en el Ejemplo Comparativo. Probado bajo el método todos y una carga de pretensión de 1 gramo, esta hilaza (70) muestra una estiramiento suave en el rango de 0-35% de elongación, que indica una contribución significativa a la ejecución el elástica de esta hilaza en prendas hechas con esta hilaza. La incorporación de hilazas de nylon para soporte de estrés (42) en la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (70) resulta en un aumento significativo de la fortaleza última como también de la elongación de la hilaza compuesta eléctricamente conductiva.

Ejemplo 4 Del Invento (figuras 7c, 7d, 9)

Una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (80) se produjo bajo las mismas condiciones del ejemplo 3 del invento, excepto por lo siguiente; la hilaza de Tactel® (44) de soporte de estrés era un filamento de micro fibra de 44 dtex. El primer recubrimiento fue de 1500 vueltas/metro (4800 vueltas por cada unidad de largo L relajado) de alambre (10) y un segundo recubrimiento de 1280

vueltas/metro (4096 vueltas por cada unidad de largo L relajado) de fibra de nylon (44) de la médula elástica extendida (40). Una imagen SEM de esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (80) se muestra en estado relajado (figura 7c) y en estado de estiramiento (figura 7c). La pesadez de esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (80) suministra una buena protección al alambre metálico (10) mientras mantiene una suave estética de la hilaza de micro figuras para soporte de estrés (44). La curva estrés-tensión de esta hilaza (80) se muestra en la figura 9 como se midió en el ejemplo comparativo utilizando el método de prueba 1 con una carga de pretensión aplicada de 100mg. Esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (80) se estira fácilmente sobre un 80% utilizando menos fuerza de elongación que el estrés de rompimiento de 20pm de los alambres individuales, y exhibe una elongación al rompimiento en el rango de 120% y una fortaleza última en el rango de 200 cN que es significativamente mayor que en la elongación posible y fortaleza de cualquier alambre metálico probado en el ejemplo comparativo. Probado bajo el método 2 y una carga de pretensión de 1 gramo, la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (80) muestra un estiramiento suave en el rango de 0 a 35% de elongación. Este resultado es indicativo de la contribución significativa en la ejecución elástica de una prenda hecha de la hilaza (80). La incorporación de una fibra de nylon (44) más fuerte para el soporte de estrés en la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (80) comparada con el ejemplo 3 del invento resulta en un aumento adicional de la fortaleza última de la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (80).

Ejemplo 5 del invento (figuras 10a. 10b. 11)

Un miembro elástico (40) de 44 decitex (dtex) hecho de hilaza de LYCRA® spandex se cubrió con un filamento 44 dtex de 34 microfibras de Nylon TACTEL® (46) y un alambre metálico (10) a través de un procedimiento estándar con un chorro de aire, este recubrimiento se hizo en una máquina SSM (Scharer Schweiter Mettler AG) 1 modelo que DP2-C/S. una imagen SEM de esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (90) se muestra en estado relajado (figura 10a) y estado de estiramiento (figura 10b). Durante este proceso el alambre metálico (10) se enrosca debido a su naturaleza de monofilamento. Sin embargo en el estado de estiramiento los alambres metálicos (10) están completamente protegidos por la fibra de nylon de soporte de estrés (46). La estructura que da el

proceso de recubrimiento con un chorro de aire no está bien definida ni en una dirección geométrica predeterminada como en un simple proceso de recubrimiento de los ejemplos 1-4 de este invento. La curva estrés-tensión para esta hilaza (90) se muestra en la figura 11 medida como en el ejemplo comparativo utilizando el método de prueba 1 con una carga de pretensión aplicada de 100mg. Están hilaza, compuesta elástica conductiva (90) se elonga fácilmente a más del 200% utilizando menos fuerza para elongar que el estrés de rompimiento de 20 μm del alambre individual, y exhibe una elongación de rompimiento en un rango del 280% y una fortaleza última en el rango de 200 cN. Esta elongación es significativamente más alta que la elongación y fortaleza disponible de cualquier alambre metálico probado en el ejemplo comparativo. Probada bajo el método y una carga de pretensión de un gramo, la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (90) muestra un estiramiento suave en el rango de 100% de elongación. Esto indica que una contribución significativa en la ejecución elástica de la prendas es la hilaza (90). La incorporación de una fibra de nylon (46) de soporte de estrés que en la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (90), a través de un recubrimiento con un chorro de aire, resulta en una mejora significativa de la fortaleza última de la hilaza compuesta (90) que es similar con las observaciones hechas en hilazas compuestas elásticas eléctricamente conductivos mediante el proceso de doble cubrimiento (por ejemplo, el ejemplo 3 y 4 del invento). Adicionalmente, se observa que el proceso de recubrimiento con un chorro de aire permite todavía unos rango de elongación más alto cuando se compara con el proceso utilizando la misma extensión del miembro elástico (40) total LYCRA® en los ejemplos 3 y 4. En este rasgo aumenta el rango de ejecución es elástico posible en una prenda hecha de tal hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora.

Ejemplos 6 del Invento (figura 12a, 12b)

Una tela (100) se produjo utilizando hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (70) descrita en el ejemplo 3 del invento. La tela (100) estaba en la forma de un tubo tejido hecho en una máquina de ropa interior Lonati 500. Este proceso de tejido permite el examen de la facilidad para tejer la hilaza (70) bajo unas condiciones de tejido críticas. Esta hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (70) se proceso muy bien sin rompimiento suministrando una tela uniformemente tejida (100). Una imagen SEM de esta tela (100 se muestra en la

figura 12a en estado relajado y en figura 12b estirado.

Ejemplo 7 del invento (figuras 13a, 13b)

Una tela (110) se produjo utilizando la hilaza compuesta elástica eléctricamente conductiva (80) descrita en el ejemplo cuatro del invento. La tela (110) de nuevo hecha en una máquina de ropa interior Lonatí 500 como en el ejemplo seis. La hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora (80) se pudo procesar muy bien sin rompimiento dando una tela uniformemente tejida. Una imagen SEM de esta tela (110) se muestra en la figuras 13a en un estado relajado y en la figura 13b en un estado de estiramiento.

Los ejemplos tienen un propósito ilustrativo únicamente. Muchas otras implementaciones que caen dentro del alcance de las reivindicaciones anexas serán aparentes a una persona diestra.

REIVINDICACIONES

1. Una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora, **caracterizada porque** comprende:
   - por menos un miembro elástico con una unidad de largo relajado L y un largo extendido de (N x L). donde N está en el rango de 1.0 a 8.0; y
   - por lo menos un filamento de recubrimiento conductivo rodeando al miembro elástico, el filamento de recubrimiento conductivo con un largo que es mayor que el largo extendido del miembro elástico,
   - un miembro de soporte de estrés que tiene un largo total de menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo y mayor que, o igual a, el largo extendido (N x L) del miembro elástico.

2. La hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora de la reivindicación 1, caracterizada porque N está en el rango de 1.2 a 5.0.

3. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque por lo

menos un filamento de recubrimiento conductivo es un alambre metálico.

4. La hilaza compuesta de la reivindicación 3, caracterizada porque el alambre metálico tiene un recubrimiento aislante.

5. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque:
el miembro elástico tiene un límite elástico predeterminado,
el filamento de recubrimiento conductivo una elongación de rompimiento predeterminada,
la hilaza compuesta tiene un rango de elongación disponible que es mayor que la elongación de rompimiento del filamento de recubrimiento conductivo y menor que el límite elástico del miembro elástico.

6. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque:
el miembro elástico tiene un límite elástico predeterminado,
el filamento de recubrimiento conductivo tiene una elongación de rompimiento predeterminada y
la hilaza compuesta tiene un rango de elongación del 10% al 800%.

7. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque:
el filamento de recubrimiento conductivo tiene una fortaleza de rompimiento predeterminada, y donde
la hilaza compuesta tiene una fortaleza de rompimiento mayor que la fortaleza de rompimiento del filamento de recubrimiento conductivo.

8. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque por lo menos uno de los filamentos de recubrimiento conductivo en sí está compuesto una hilaza inelástica sintética de polímero con un alambre metálico.

9. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque por lo menos uno de los filamentos de recubrimiento conductivo está envuelto alrededor del miembro elástico, de tal manera que por cada unidad del largo (L) relajado del miembro elástico hay por lo menos una (1) a 10.000 vueltas del filamento de recubrimiento conductivo.

10. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque por lo menos uno de los filamentos de recubrimiento conductivo está dispuesto en forma sinusoidal alrededor de miembro elástico de tal manera que por cada unidad de largo relajado (L) del miembro elástico hay por lo menos un período de recubrimiento sinuoso del filamento de recubrimiento conductivo.

11. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque consta además un segundo filamento de recubrimiento conductivo rodeando al miembro elástico, el segundo filamento de recubrimiento conductivo con un largo que es mayor que el largo extendido del miembro elástico.

12. La hilaza compuesta de la reivindicación 11, caracterizada porque el segundo filamento de recubrimiento conductivo es alambre metálico.

13. La hilaza compuesta de la reivindicación 11, caracterizada porque el segundo filamento de recubrimiento conductivo en sí está compuesto de una hilaza inelástica no conductiva de un polímero sintético con un alambre metálico.

14. La hilaza compuesta de la reivindicación 11, caracterizada porque el segundo filamento recubrimiento conductivo está envuelto alrededor del miembro elástico, de tal manera que por cada unidad del largo relajado del núcleo hay por lo menos una (1) a 10.000 vueltas del segundo filamento de recubrimiento conductivo.

15. La hilaza compuesta de la reivindicación 11, caracterizada porque el segundo filamento de recubrimiento conductivo se dispone alrededor del miembro elástico en forma sinuosa de tal manera que por cada unidad del largo (L) relajado del miembro elástico hay por lo menos un período de recubrimiento sinuoso por el segundo filamento de recubrimiento conductivo.

16. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque el miembro de soporte de estrés está hecho de una hilaza de polímero sintético inelástico.

17. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque el miembro de soporte de estrés está envuelto alrededor del miembro elástico de tal

manera que por cada unidad de largo relajado (L) del miembro elástico hay por lo menos una (1) a 10.000 vueltas del miembro de soporte de estrés.

18. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque el miembro de soporte de estrés está dispuesto en forma sinuosa alrededor del miembro elástico de tal manera que por cada unidad de largo relajado (L) del miembro elástico hay por lo menos un período de recubrimiento sinuoso por el miembro de soporte de estrés.

19. La hilaza compuesta de la reivindicación 1, caracterizada porque el miembro de soporte de estrés consta además de:
una segunda hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, y donde
la segunda hilaza de polímero sintético inelástico tiene un largo total menor que el largo del filamento de recubrimiento conductivo y mayor que, o por los menos igual a, el largo extendido de (N x L) del miembro elástico, de tal manera que una porción del estrés de elongación impuesto en la hilaza compuesta lo soporta la segunda hilaza de polímero sintético inelástico.

20. En la hilaza compuesta de la reivindicación 19, caracterizada porque la segunda hilaza de polímero sintético inelástico está envuelta alrededor del miembro elástico de tal manera que para cada unidad de largo (L) relajado del miembro elástico hay por lo menos una (1) a 10.000 vueltas de cada hilaza de polímero sintético inelástico.

21. La hilaza compuesta de la reivindicación 19, caracterizada porque la segunda hilaza de polímero sintético inelástico está dispuesta en forma sinuosa alrededor del miembro elástico de tal manera que por cada unidad de largo (L) relajado del miembro elástico hay por lo menos un período de recubrimiento sinuoso por cada una de las hilazas de polímero sintético inelástico.

22. Un método para formar la hilaza elástica compuesta eléctricamente conductora de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende los pasos de:
    - extender un miembro elástico;

- Colocar un filamento de recubrimiento conductivo sustancialmente paralelo a y en contacto con el largo extendido de miembro elástico, y luego
- permitir que el miembro elástico se relaje para que se enrede con el miembro elástico y el filamento de recubrimiento conductivo.

23. El método de la reivindicación 22, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora como la descrita en la reivindicación 11, caracterizado porque consta además de los pasos de:
    - colocar un segundo filamento de recubrimiento conductivo sustancialmente paralelo a y en contacto con el largo extendido de miembro elástico; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje y de esta manera se enrede con el segundo filamento de recubrimiento conductivo, el miembro elástico y el primer filamento de recubrimiento conductivo.

24. El método de la reivindicación 23, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende además una hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, el método caracterizado porque consta además de los pasos de:
    - colocar una hilaza de polímero sintético inelástico sustancialmente paralela con el largo extendido del miembro elástico; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje y de esta manera se enrede la hilaza de polímero sintético inelástico con el miembro elástico y el primer filamento de recubrimiento conductivo.

25. El método de la reivindicación 24, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora, que comprende además una segunda hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende además los pasos de:
    - colocar una segunda hilaza de polímero sintético inelástico sustancialmente paralela a y en contacto con el largo extendido del miembro elástico; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje y de esta manera se enrede con la segunda hilaza de polímero sintético inelástico con el miembro elástico, el filamento de recubrimiento conductivo y la primera hilaza

de polímero sintético inelástico.

26. Un método para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora de acuerdo con la reivindicación 1, el método caracterizado porque comprende los pasos de:
    - extender un miembro elástico; y
    - torcer el filamento de recubrimiento conductivo con el miembro elástico extendido; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

27. El método de la reivindicación 26, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende además un segundo filamento de recubrimiento conductivo rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende además los pasos de:
    - torcer el segundo filamento de recubrimiento conductivo con el miembro elástico extendido y el primer filamento de recubrimiento conductivo; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

28. El método de la reivindicación 27, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende una hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende adicionalmente los pasos de:
    - torcer la hilaza de polímero sintético inelástico con el miembro elástico y el filamento de recubrimiento conductivo; y luego
    - permitir el miembro elástico se relaje.

29. El método de la reivindicación 28, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende adicionalmente una segunda hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende los pasos adicionales de:
    - torcer la segunda hilaza de polímero sintético inelástico con el miembro elástico, el filamento de recubrimiento conductivo y la primera hilaza de polímero sintético inelástico; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

30. Un método para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el método comprende los pasos de:
    - extender el miembro elástico;
    - envolver el filamento de recubrimiento conductivo alrededor del largo extendido del miembro elástico; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

31. El método de la reivindicación 30, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende además un segundo filamento de recubrimiento conductivo rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende además los pasos de:
    - envolver un segundo filamento de recubrimiento conductivo alrededor de largo extendido del miembro elástico y el primer filamento de recubrimiento conductivo; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

32. El método de la reivindicación 30, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende además una hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende además los pasos de:
    - envolver una hilaza de polímero sintético inelástico alrededor del largo extendido del miembro elástico y del filamento de recubrimiento conductivo; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

33. El método de la reivindicación 32, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende además una segunda hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende adicionalmente los pasos de:
    - envolver una segunda hilaza de polímero sintético inelástico alrededor del largo extendido del miembro elástico, el filamento de recubrimiento conductivo y la primera hilaza de polímero sintético inelástico; y luego
    - permitir el miembro elástico se relaje.

34. Un método para fabricar una hilaza compuesta elástica eléctricamente

conductora de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el método comprende los pasos de:

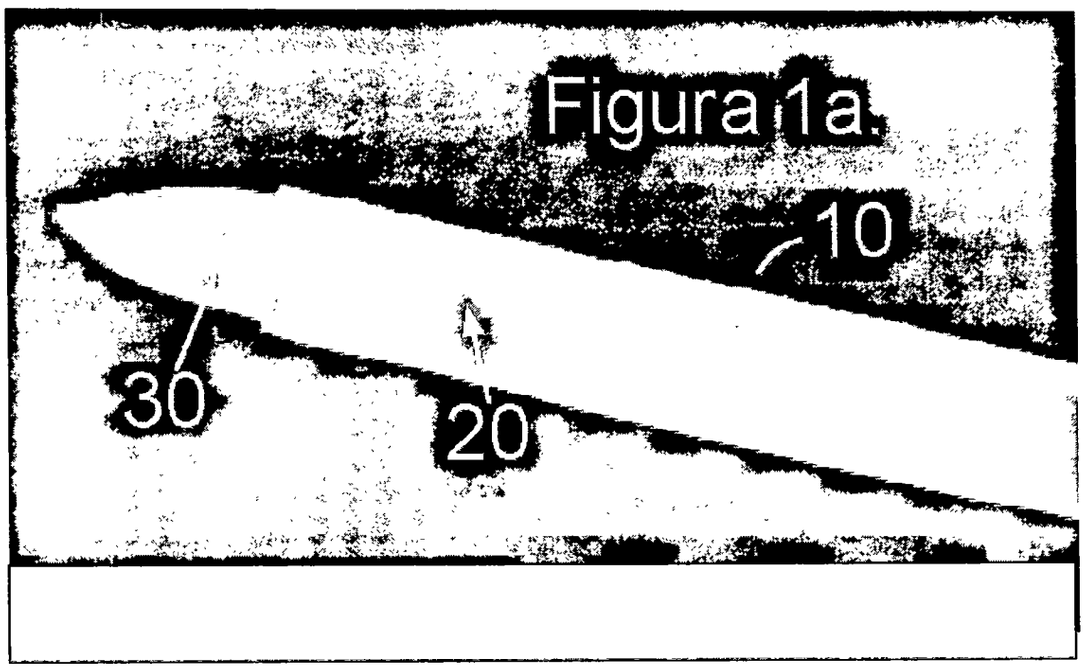
- forzar al miembro elástico a través de un chorro de aire; dentro del chorro de aire, cubrir al miembro elástico con el filamento de recubrimiento conductivo; y luego
- permitir que el miembro elástico se relaje.

35. El método de la reivindicación 34, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende una segundo filamento de recubrimiento conductivo rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende además los pasos de:
    - dentro del chorro de aire, cubrir al miembro elástico y el primer filamento de recubrimiento conductivo con el segundo filamento de recubrimiento conductivo; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

36. El método de la reivindicación 34, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende además una hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende además los pasos de:
    - dentro del chorro de aire, cubrir al miembro elástico y al filamento de recubrimiento conductivo con una hilaza de polímero sintético inelástico; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

37. El método de la reivindicación 36, para formar una hilaza compuesta elástica eléctricamente conductora que comprende además una segunda hilaza de polímero sintético inelástico rodeando al miembro elástico, método caracterizado porque comprende además los pasos de:
    - dentro del chorro de aire, cubrir al miembro elástico, al filamento de recubrimiento conductivo y a la primera hilaza de polímero sintético inelástico con una segunda una hilaza de polímero sintético inelástico; y luego
    - permitir que el miembro elástico se relaje.

38. Un tejido caracterizado porque su estructura comprende una pluralidad de


Figura 1a.
10
30
20

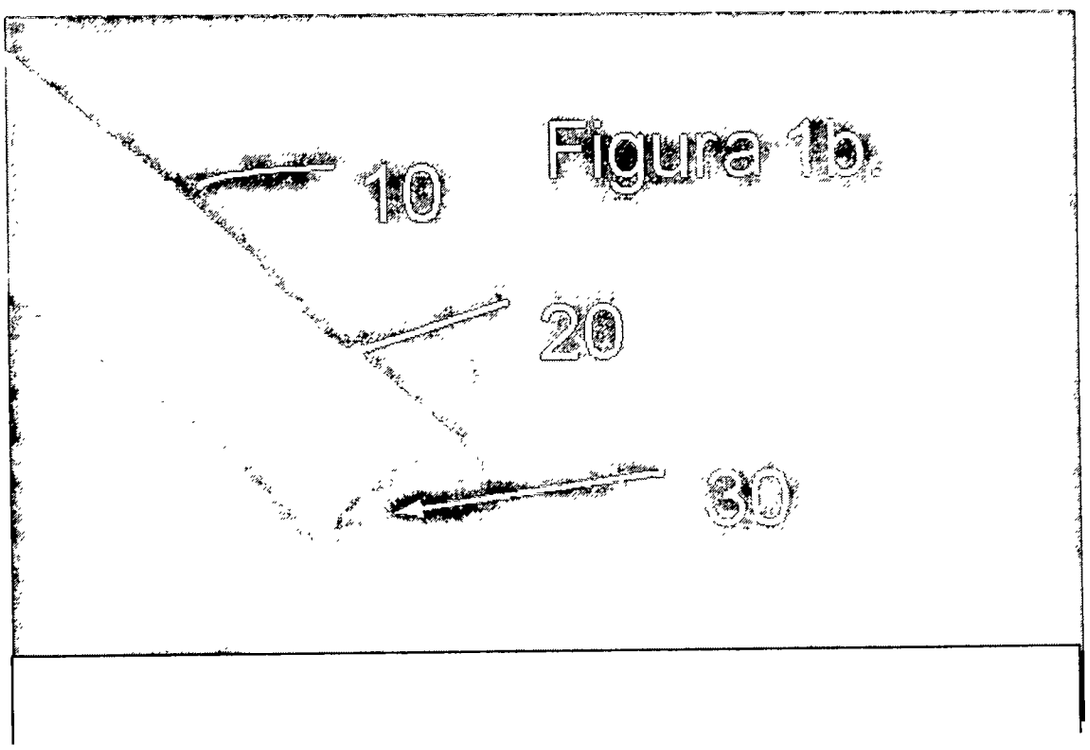

Figura 1b.
10
20
30

Figura 3a.

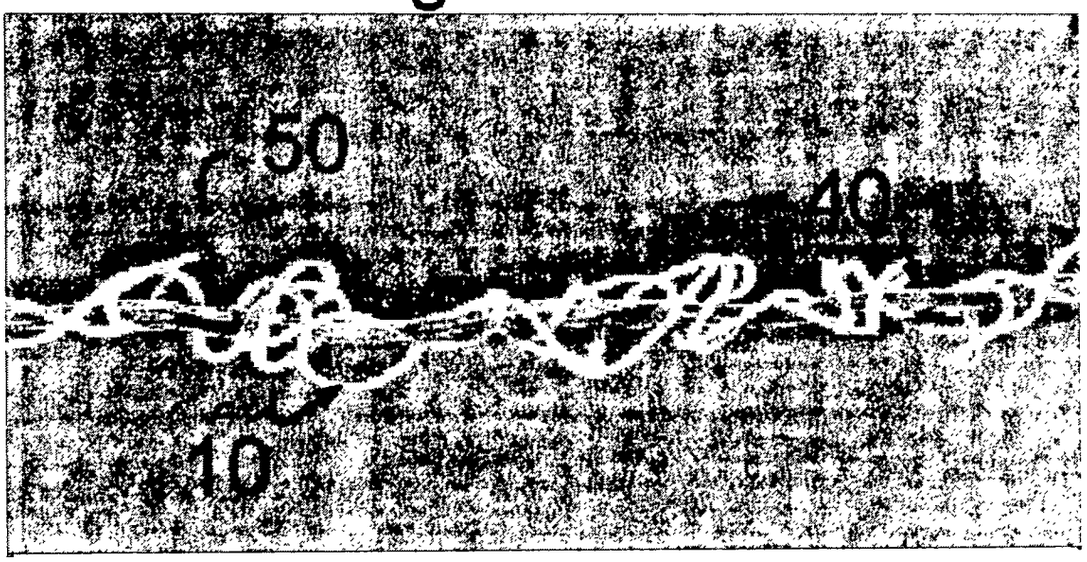


Figura 7a

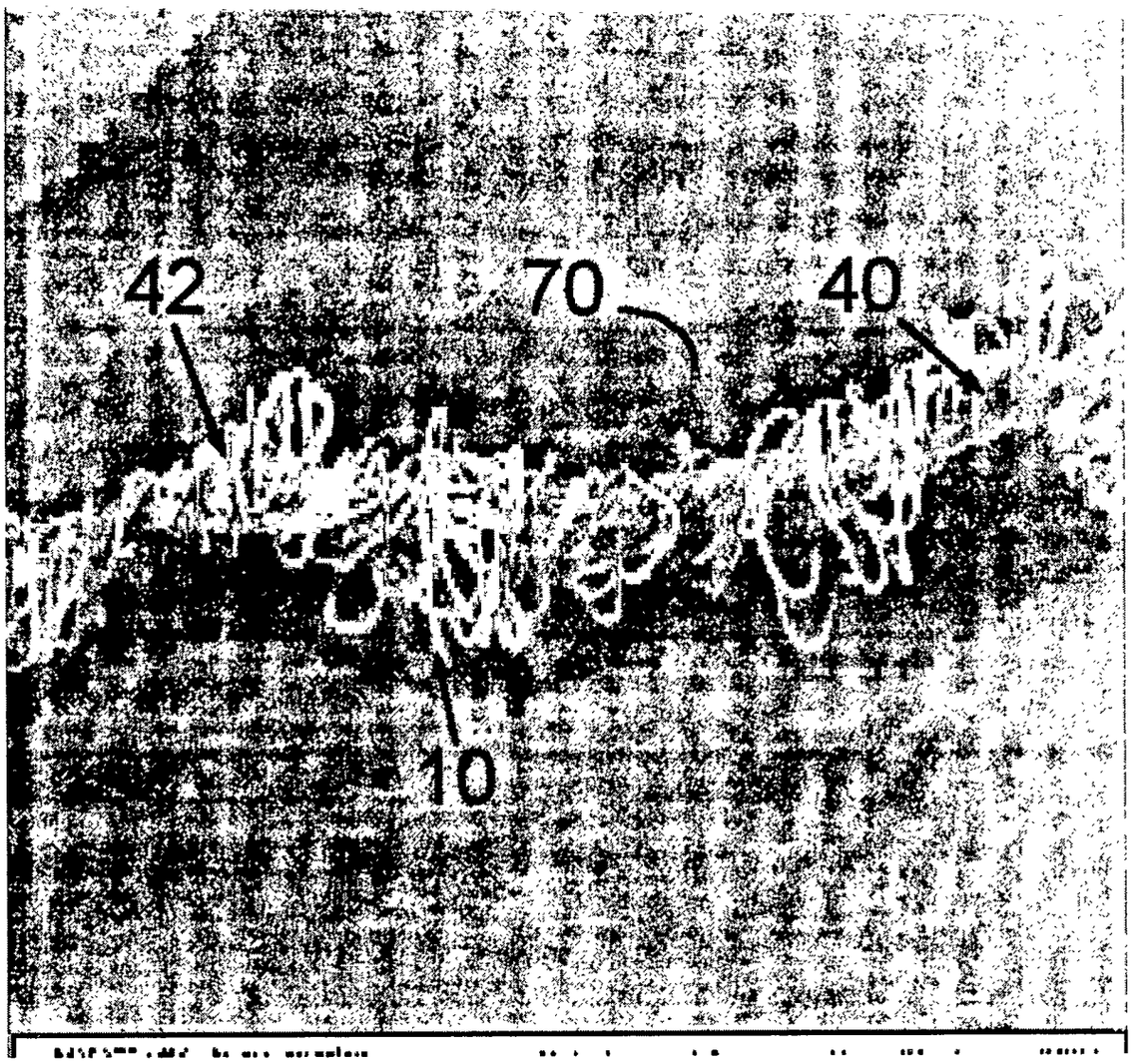


Figura 7b

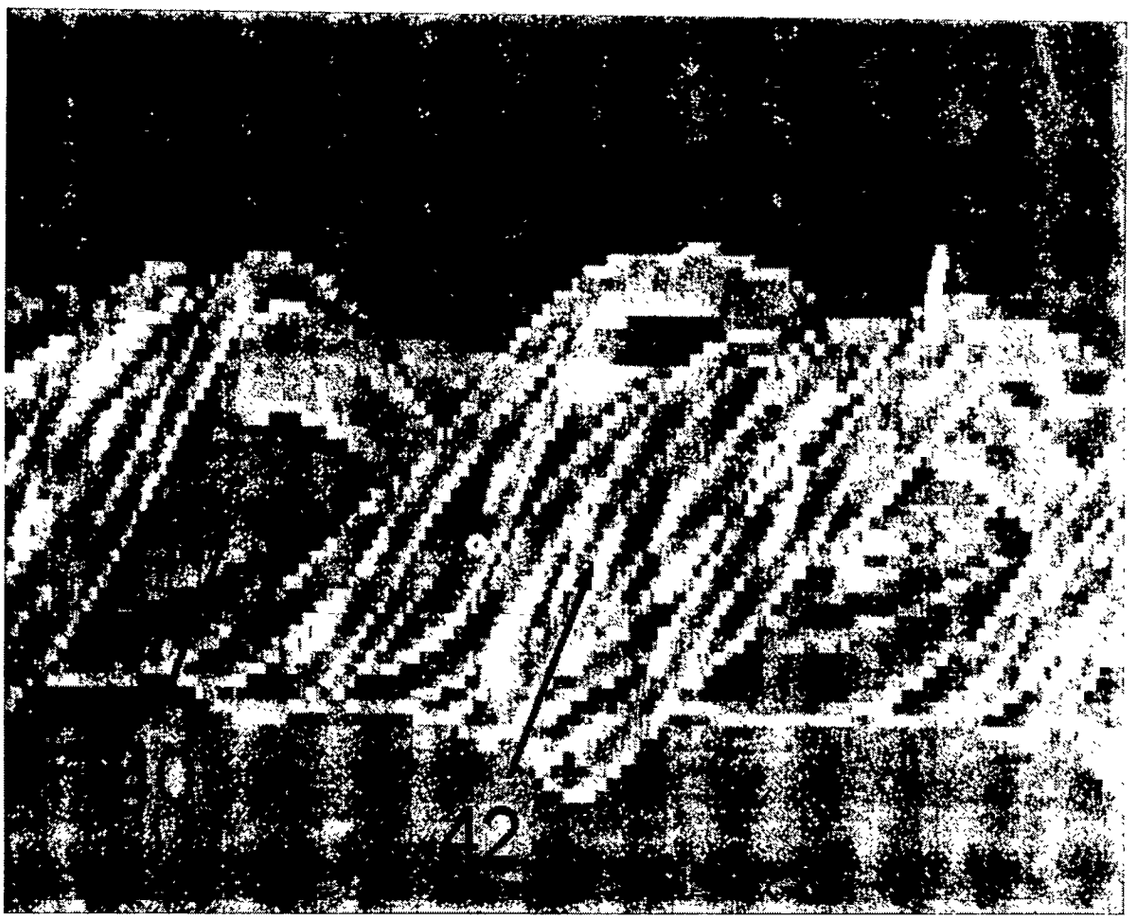
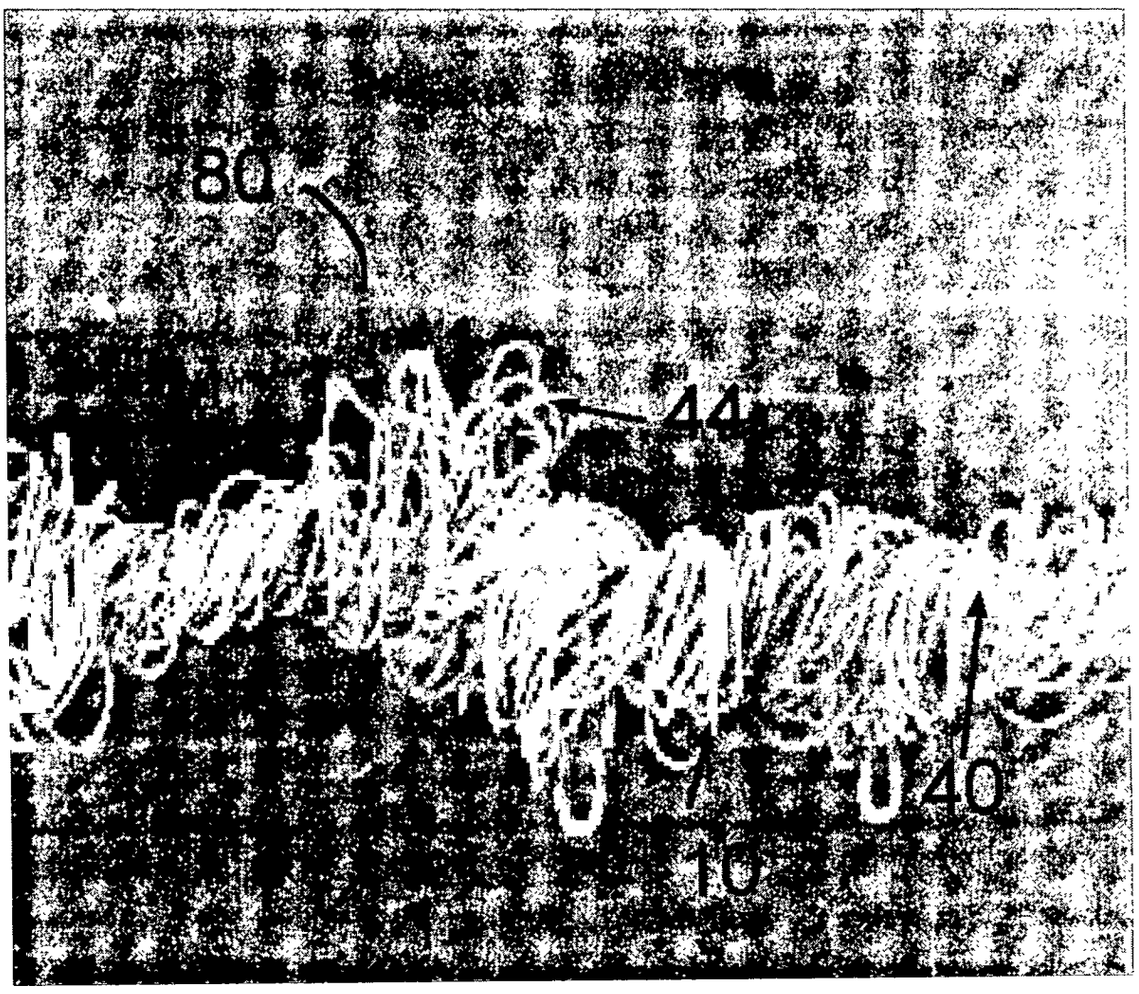


Figura 7c



333

Figura 7d

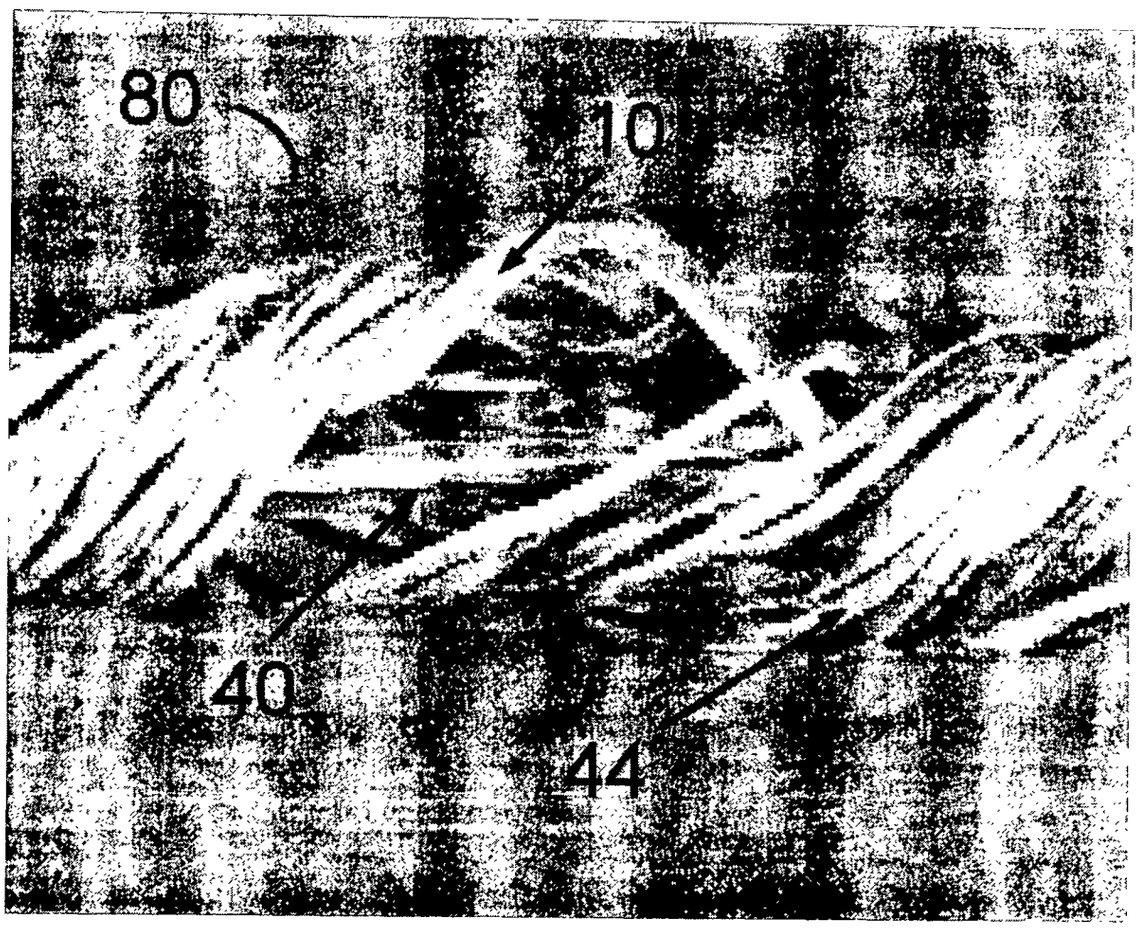


Figura 10b

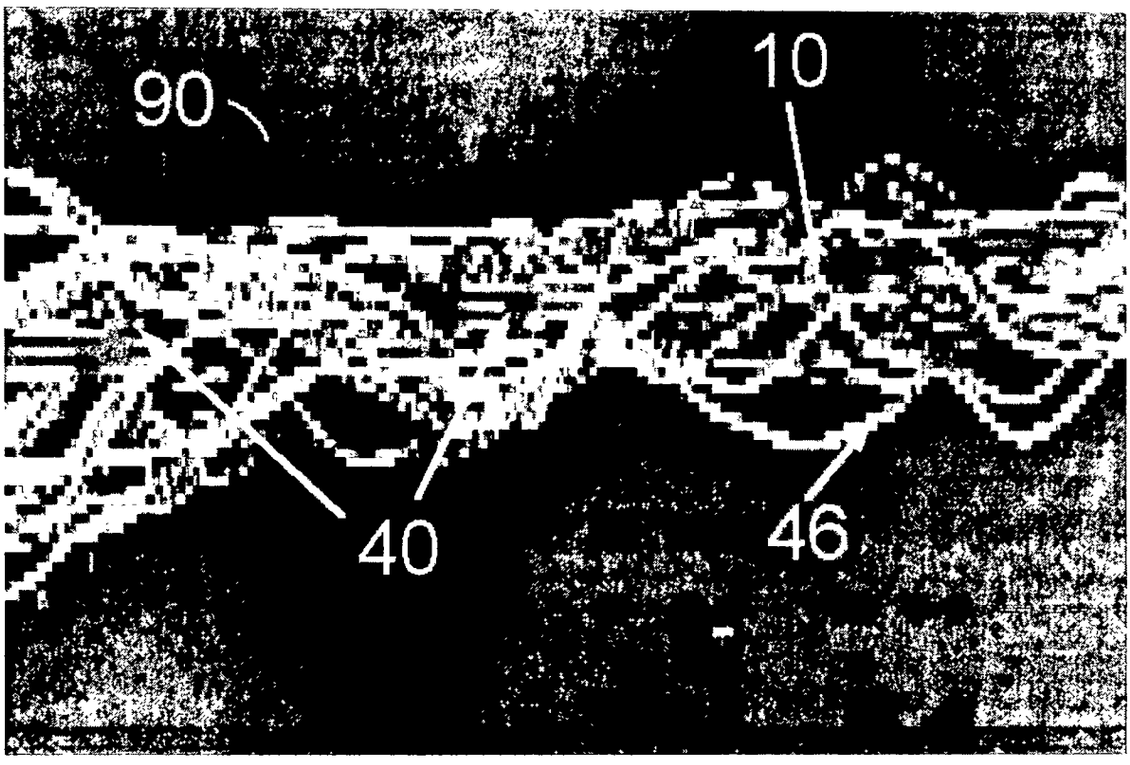
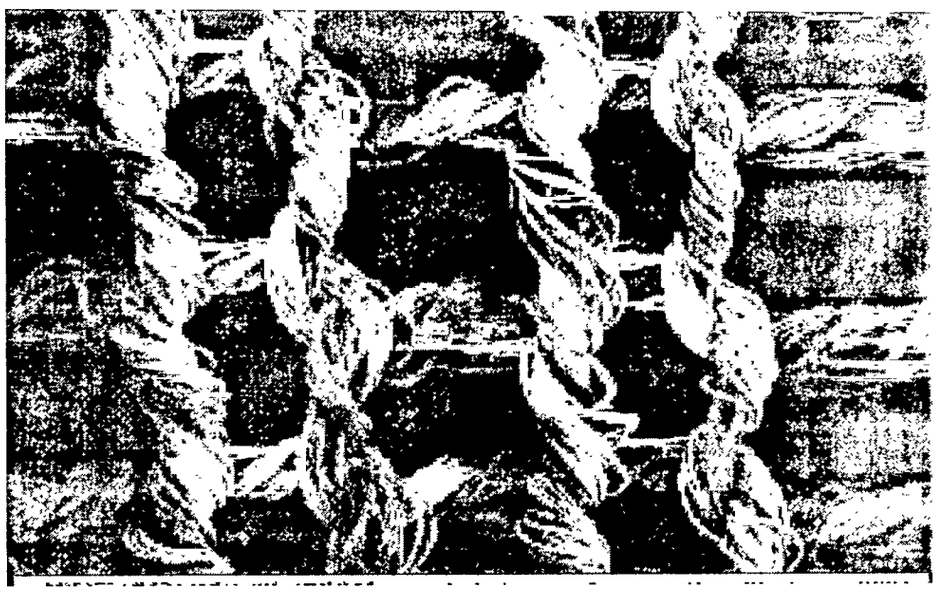


Figura 12a



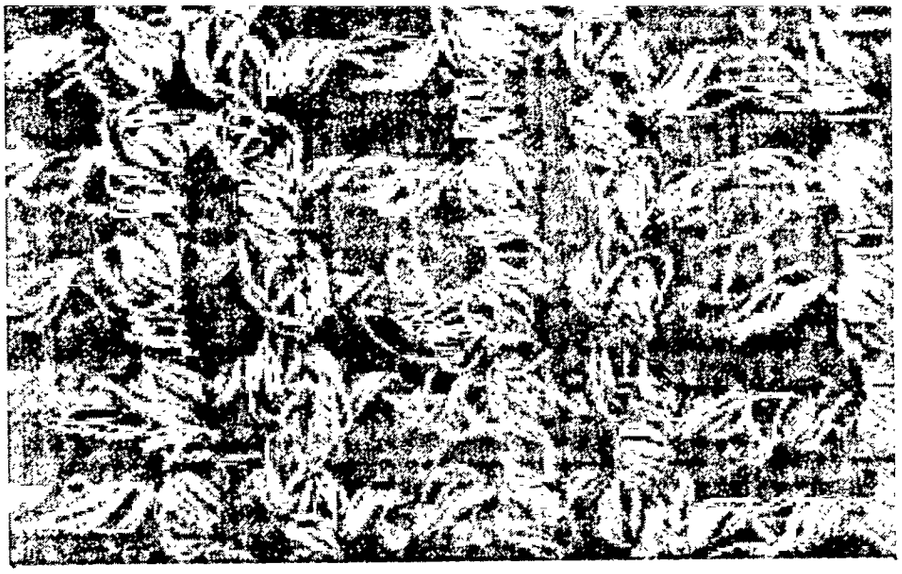
100

Figura 12b



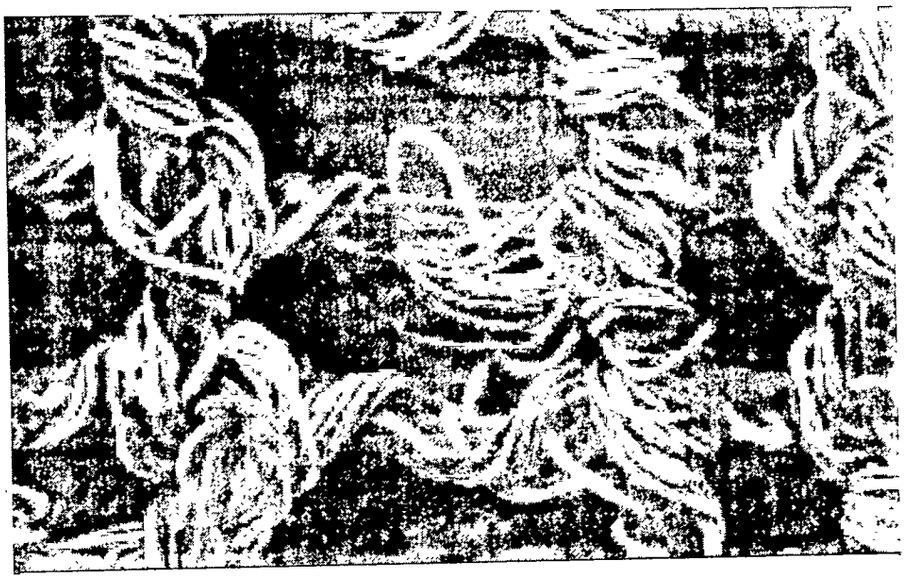
100

Figura 13a



110

Figura13b



110

US007135227B2

(12) **United States Patent**
Karayianni et al.

(10) **Patent No.: US 7,135,227 B2**
(45) **Date of Patent: Nov. 14, 2006**

(54) **ELECTRICALLY CONDUCTIVE ELASTIC COMPOSITE YARN, METHODS FOR MAKING THE SAME, AND ARTICLES INCORPORATING THE SAME**

(75) Inventors: **Eleni Karayianni**, Geneva (CH); **Omero Consoli**, Geneva (CH); **George W Coulston**, Wilmington, DE (US); **Klaus Joachim Regenstein**, Bad Homburg (DE)

(73) Assignee: **Textronics, Inc.**, Wilmington, DE (US)

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) Appl. No.: **10/825,498**

(22) Filed: **Apr. 15, 2004**

(65) **Prior Publication Data**

US 2004/0237494 A1 Dec. 2, 2004

Related U.S. Application Data

(60) Provisional application No. 60/465,571, filed on Apr. 25, 2003.

(51) **Int. Cl.**
D02G 3/32 (2006.01)
D02G 3/12 (2006.01)
D02G 3/38 (2006.01)

(52) **U.S. Cl.** **428/370**; 442/182; 442/189; 442/197; 442/199; 442/301; 442/328; 442/329; 442/334; 442/377; 442/414; 428/369; 428/371; 428/377; 428/379; 57/210; 57/212; 57/213; 57/225

(58) **Field of Classification Search** 442/182, 442/189, 197, 199, 301, 328, 329, 334, 377, 442/414; 428/369, 370, 371, 377, 379; 57/210, 57/212, 213, 225
See application file for complete search history.

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

3,288,175	A	11/1966	Valko	
4,777,789	A *	10/1988	Kolmes et al.	57/210
5,288,544	A	2/1994	Mallen et al.	
5,632,137	A *	5/1997	Kolmes et al.	57/212
6,341,504	B1	1/2002	Istook	
6,581,366	B1 *	6/2003	Andrews	57/225
2002/0189839	A1	12/2002	Wagner et al	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

GB	2156592 A	*	10/1985
WO	WO2004/027132		4/2004

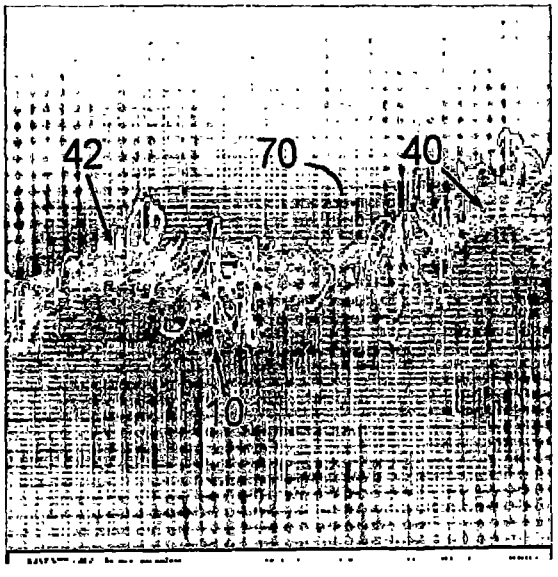
* cited by examiner

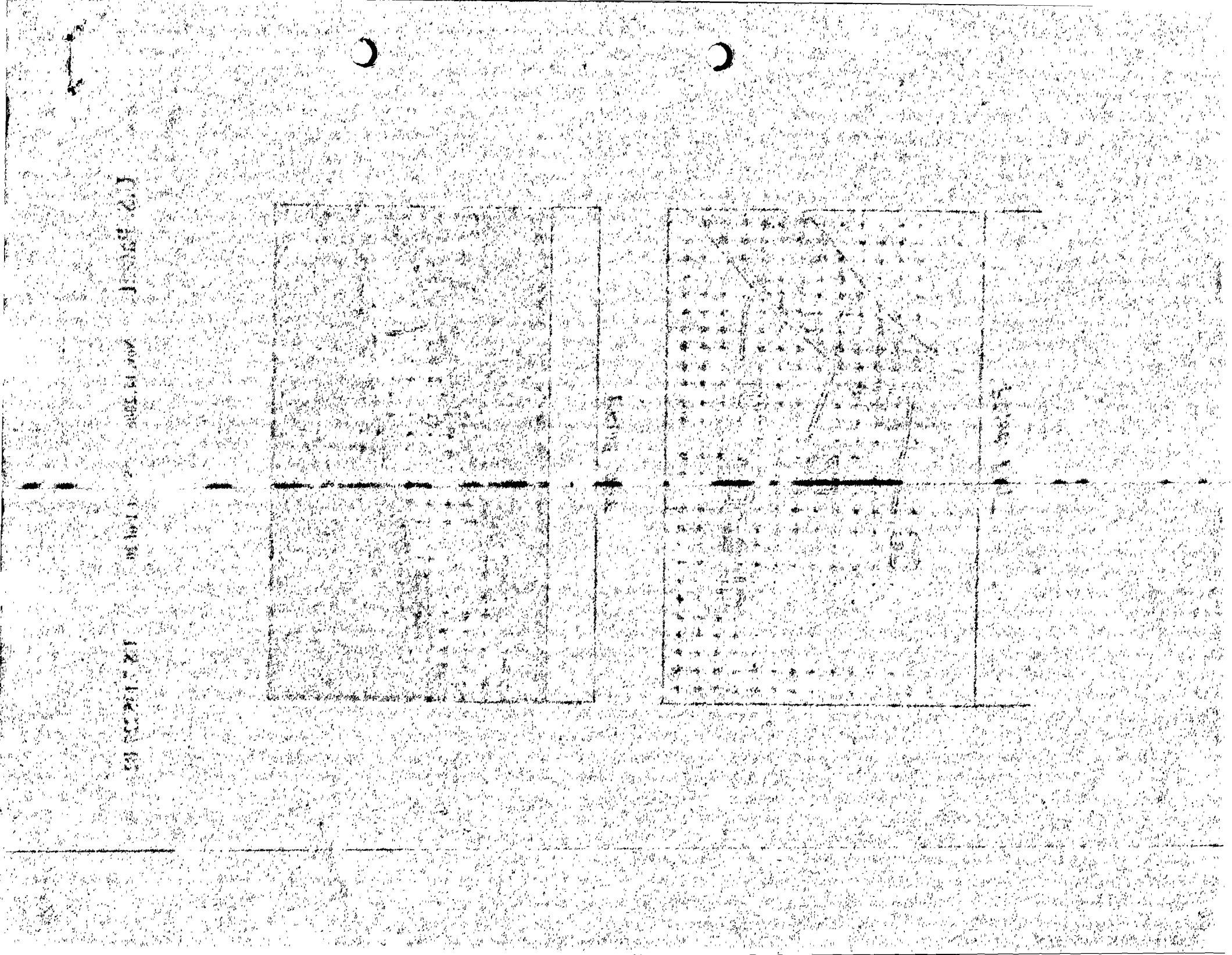
Primary Examiner—Andrew T. Piziali
(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Connolly Bove Lodge Hutz LLP

(57) **ABSTRACT**

Provided is an electrically conductive elastic composite yarn having an elastic member that is surrounded by at least one conductive covering filament. The conductive covering filament has a length that is greater than the drafted length of the elastic member such that substantially all of an elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the elastic member. The elastic composite yarn may further include an optional stress-bearing member surrounding the elastic member and the conductive covering filament.

22 Claims, 20 Drawing Sheets





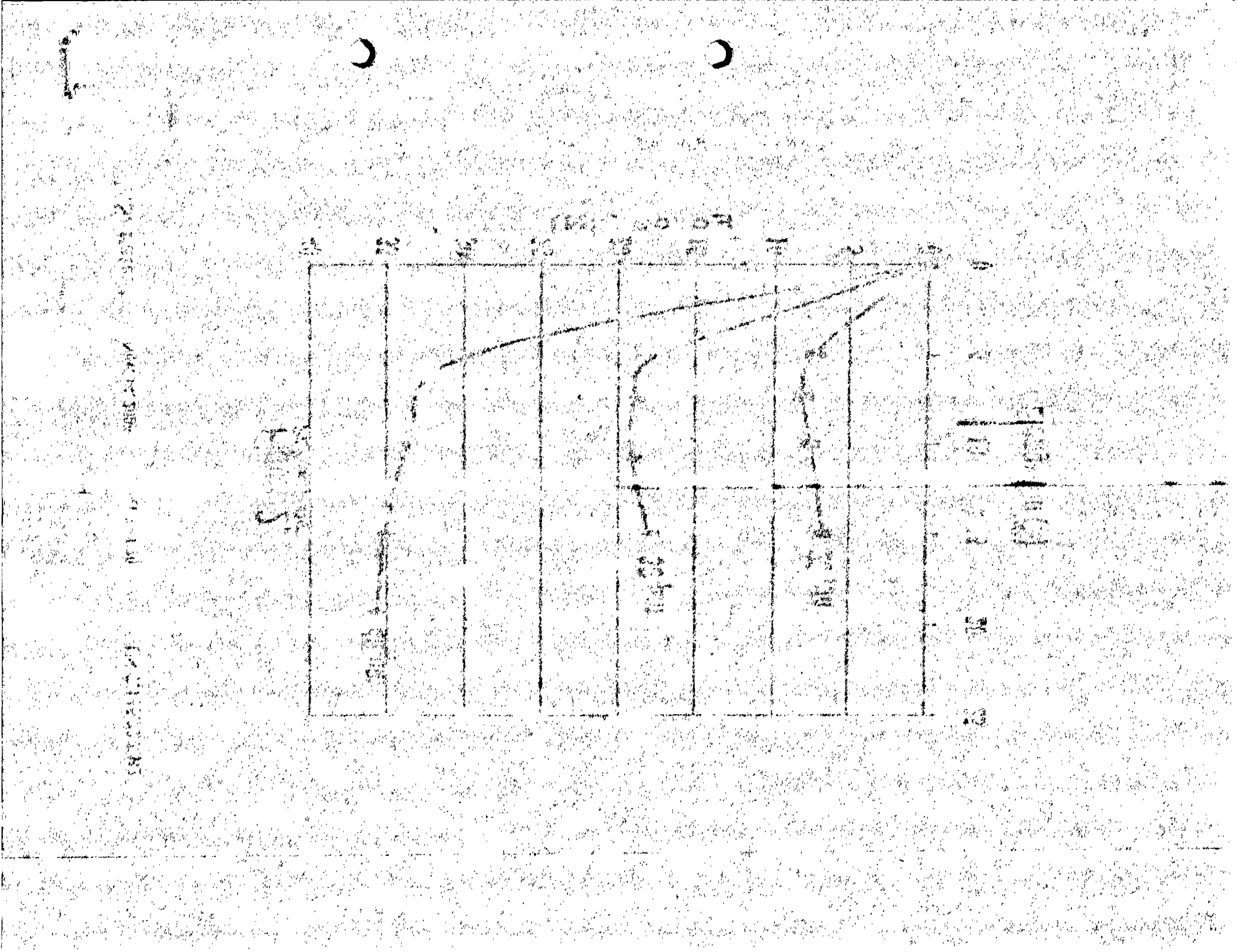


Figure 3a.

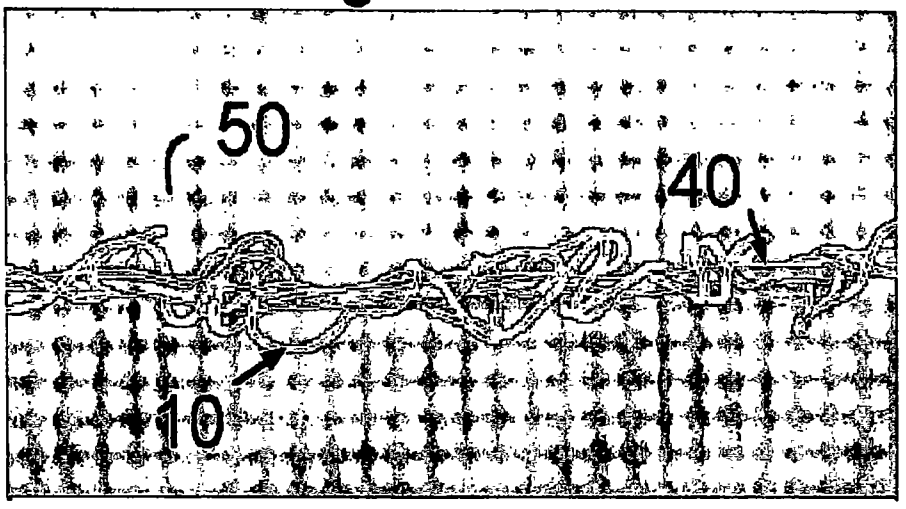
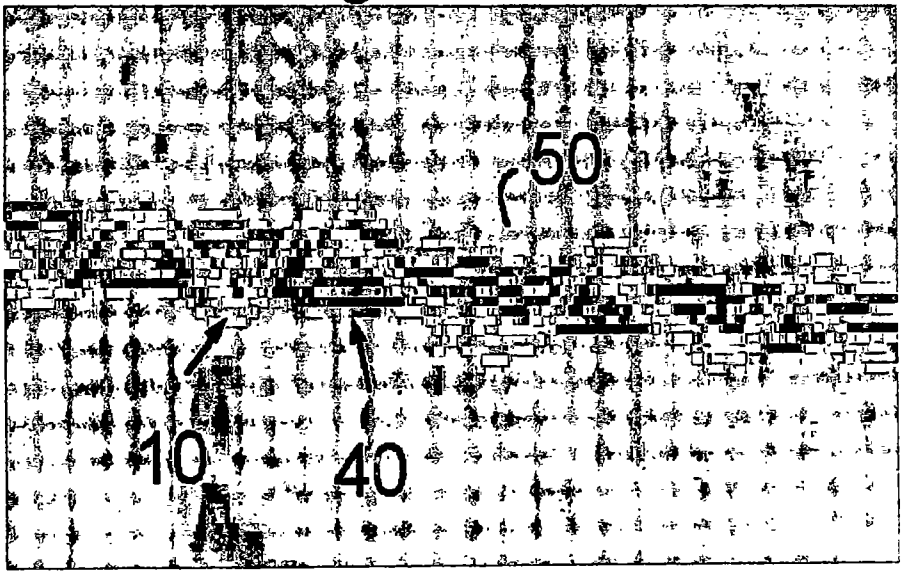


Figure 3b.



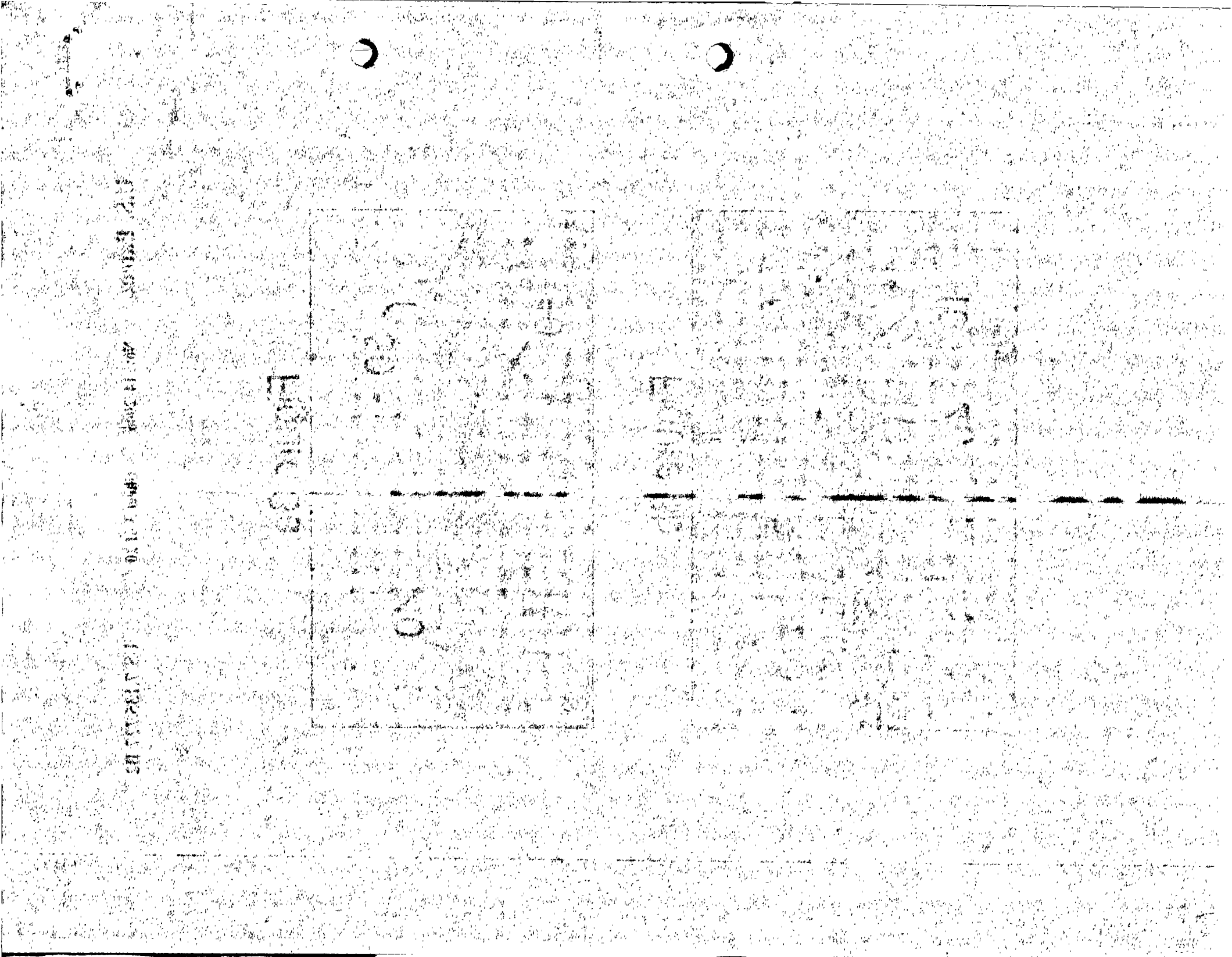
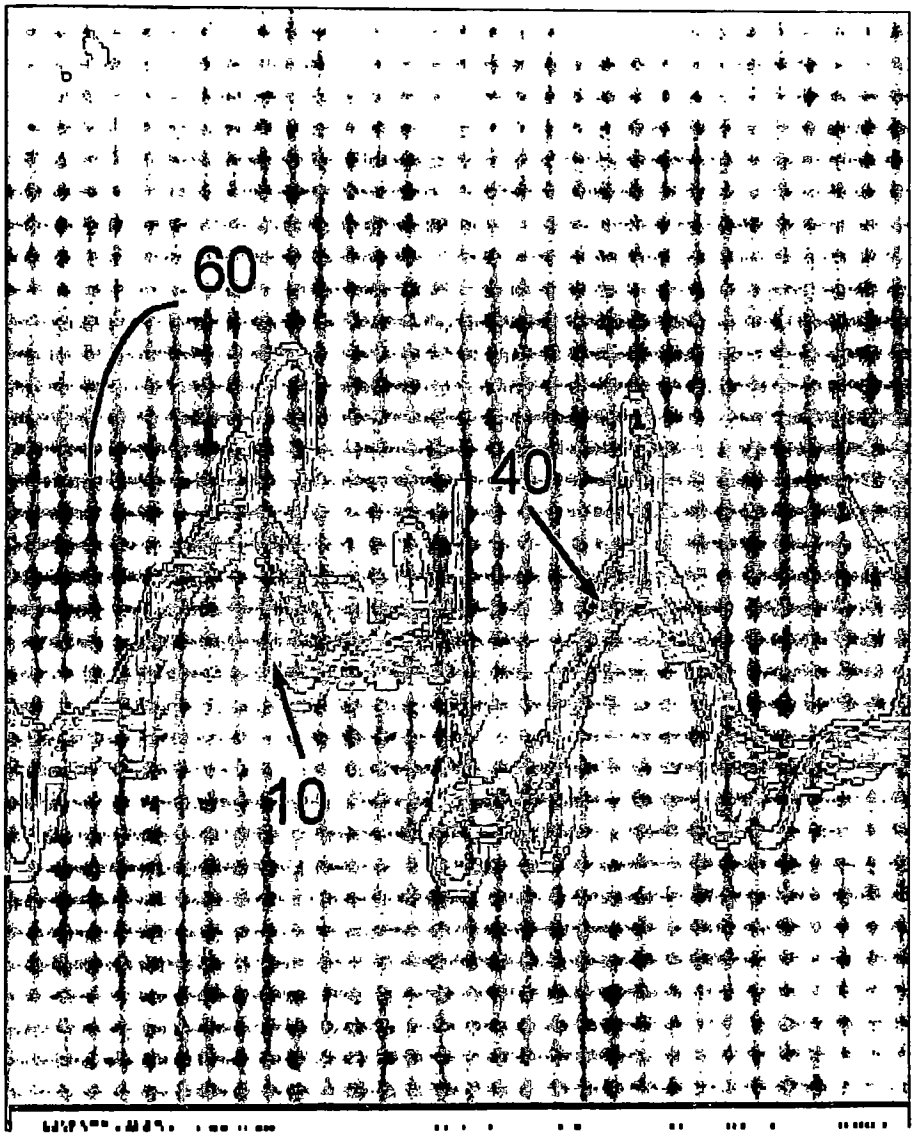
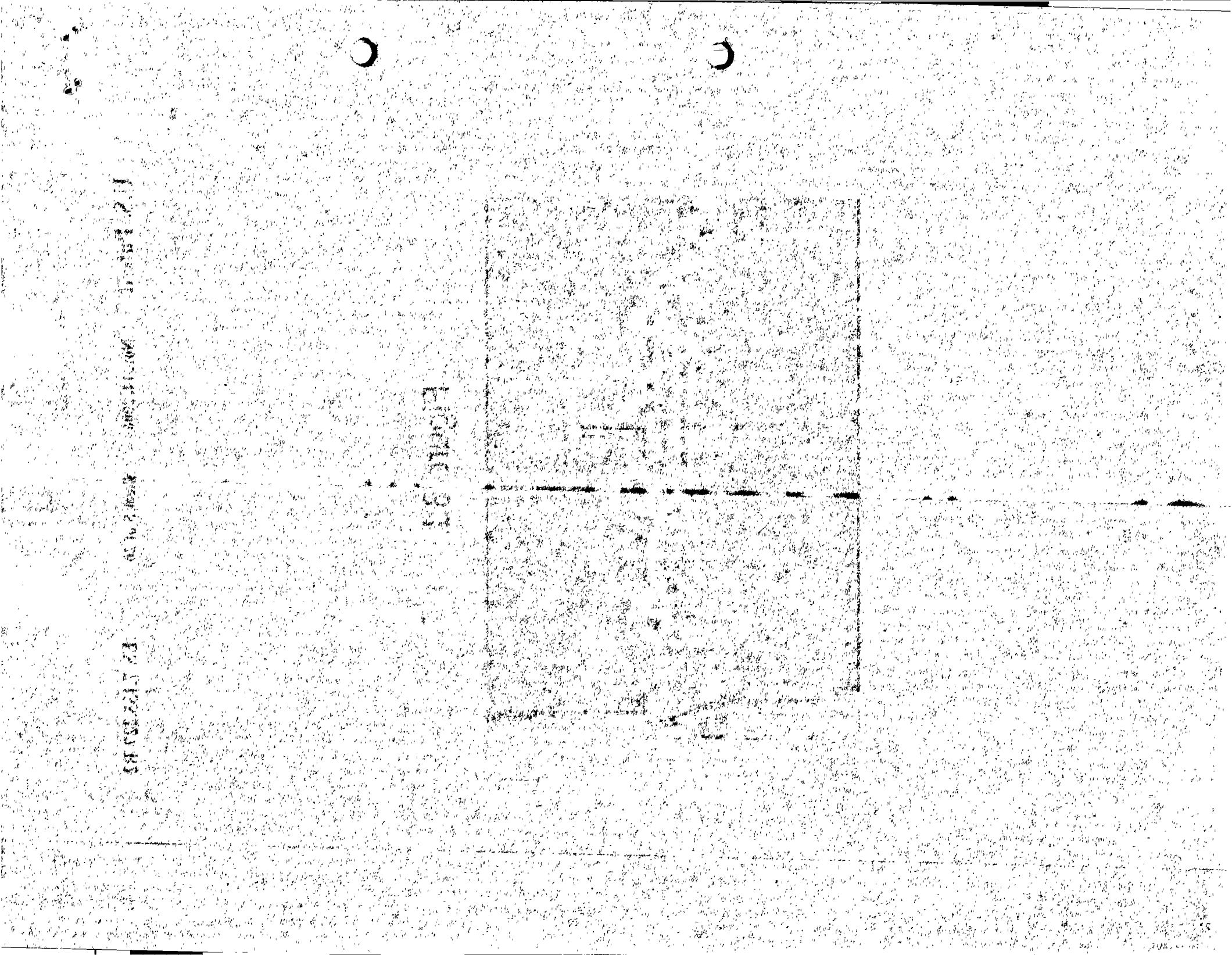


Figure 3c





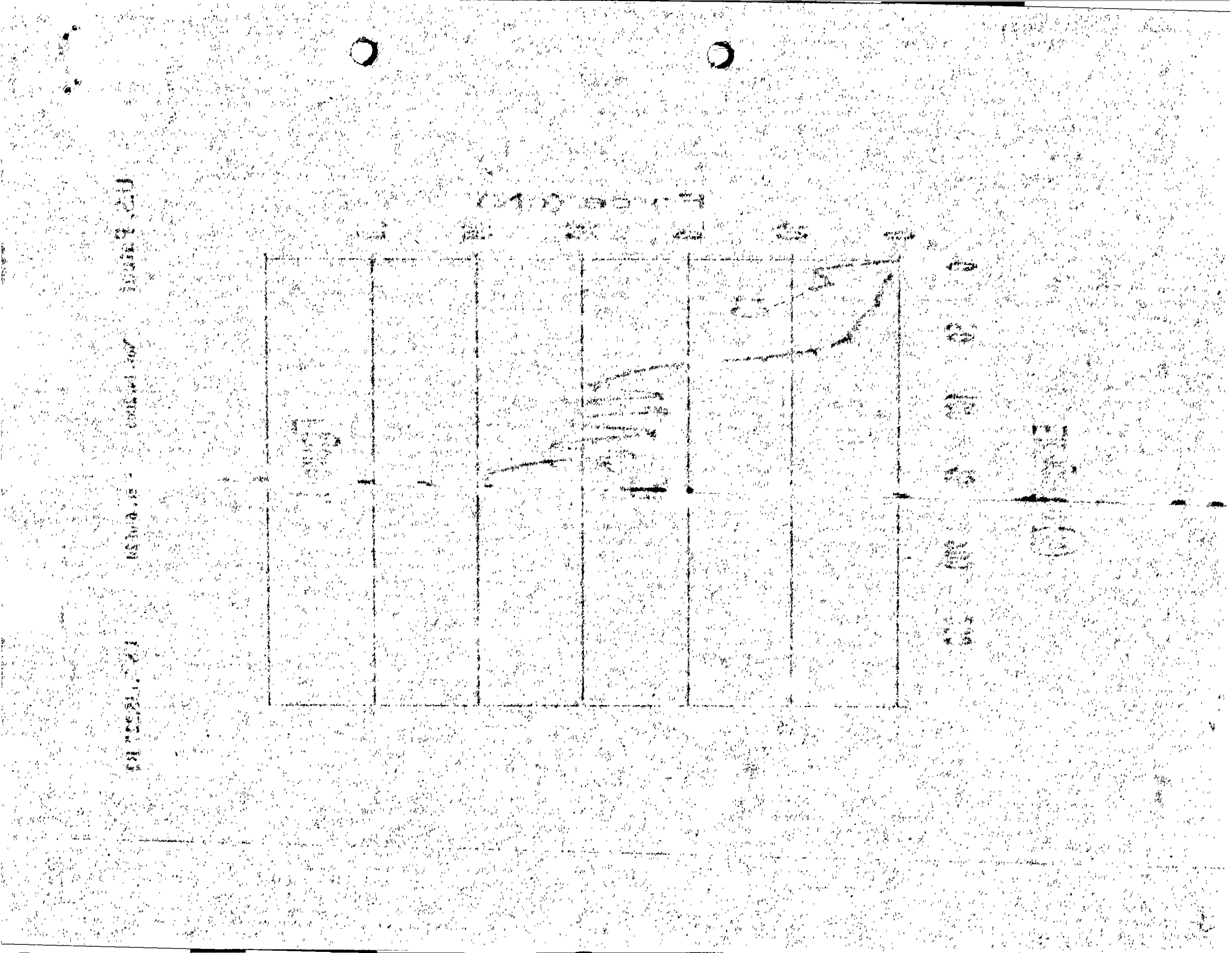


Figure 7a

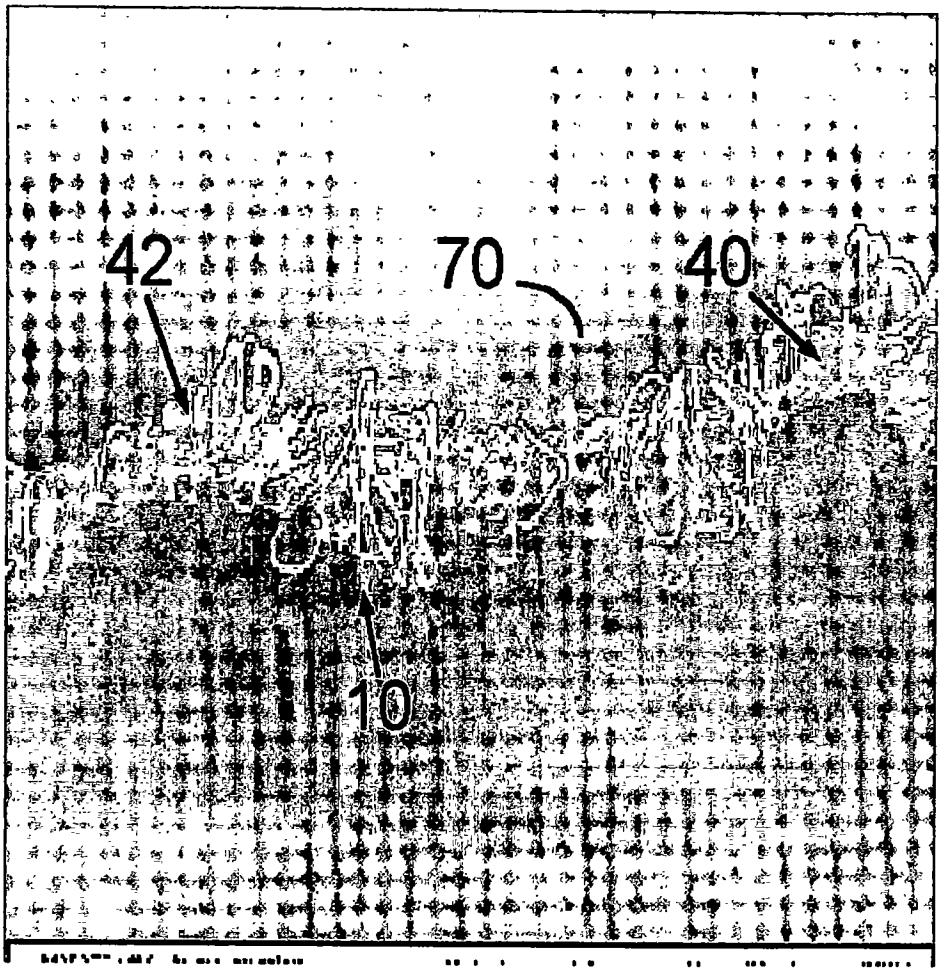


Figure 7b

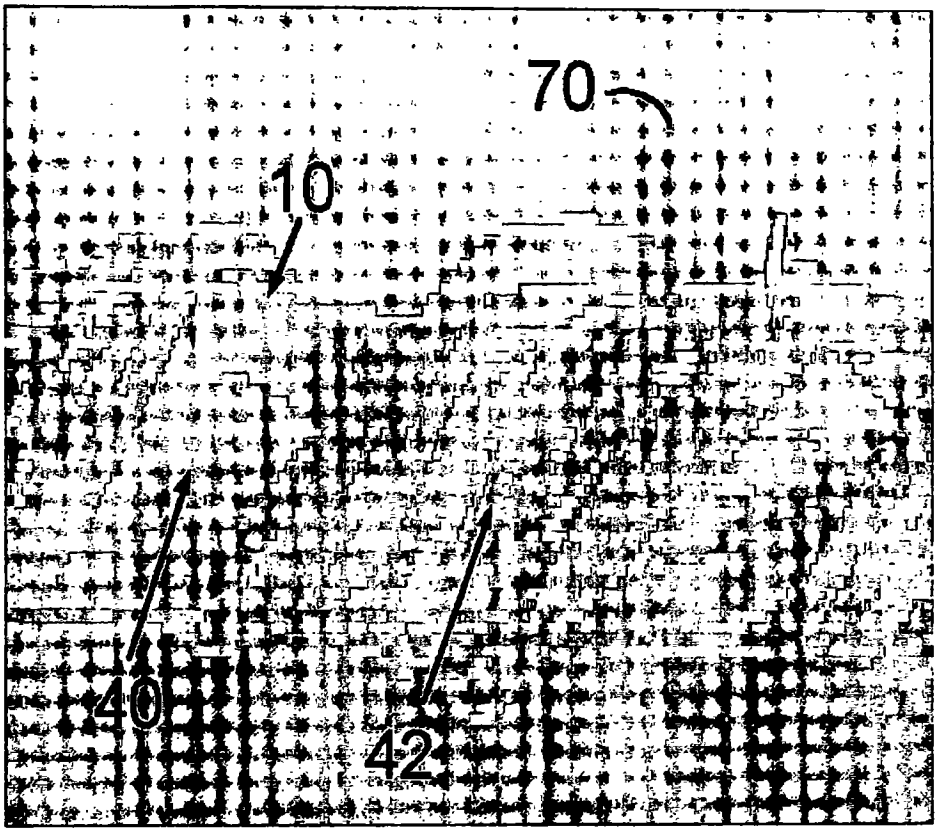


Figure 7c

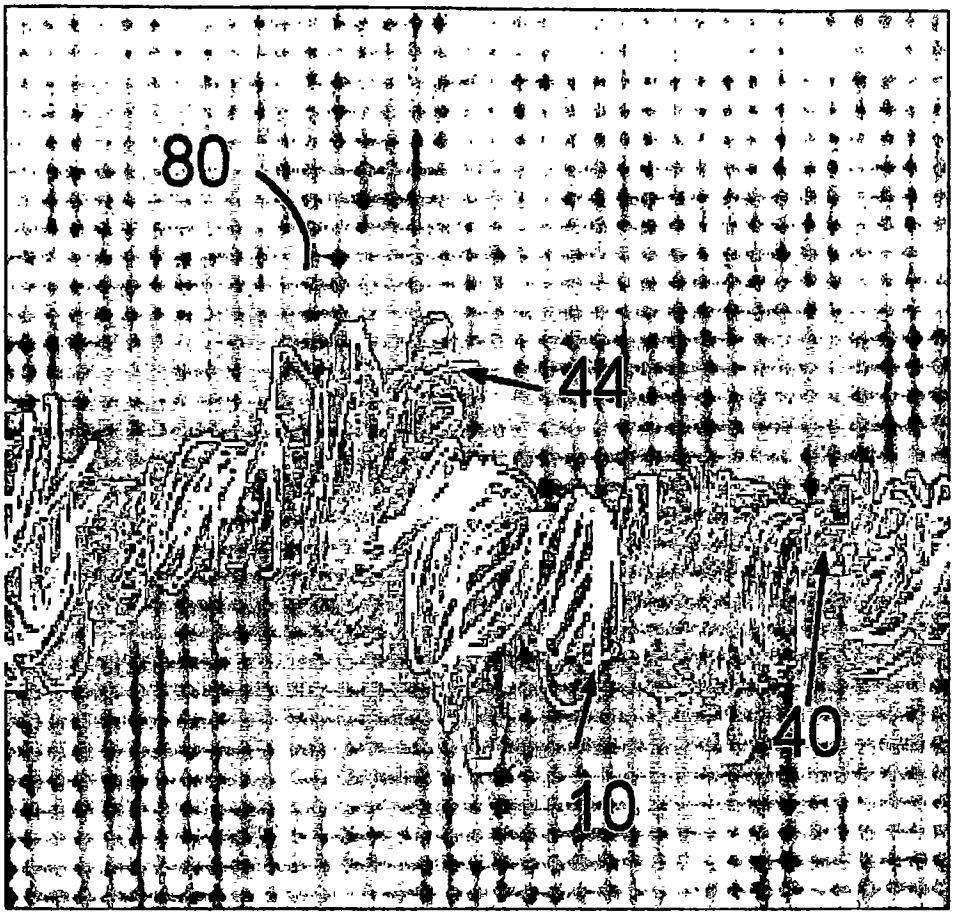
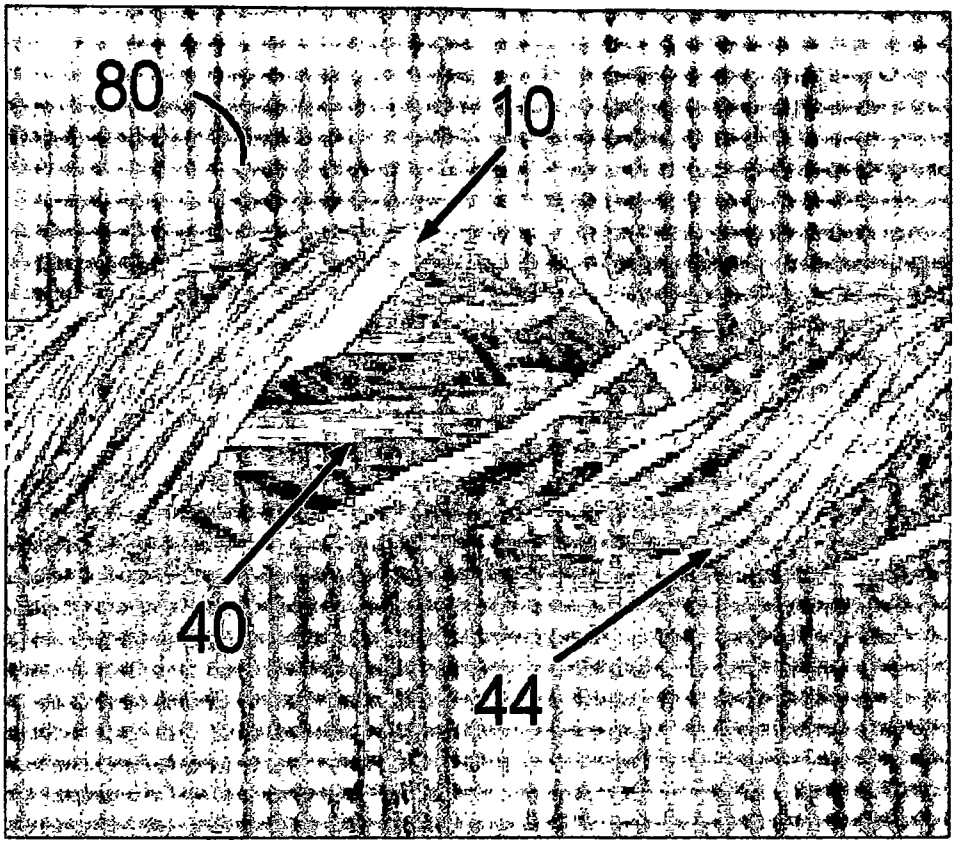
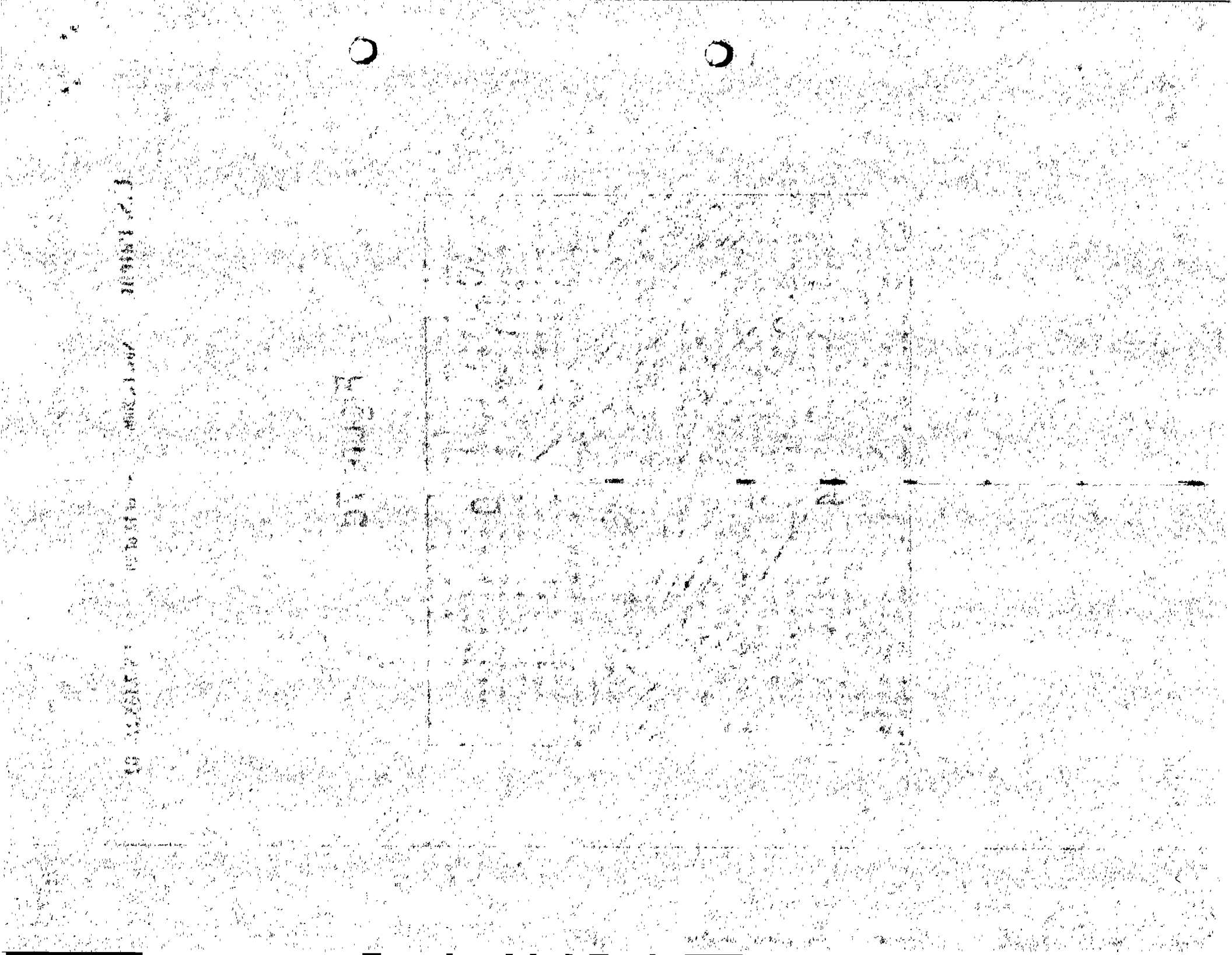


Figure 7d





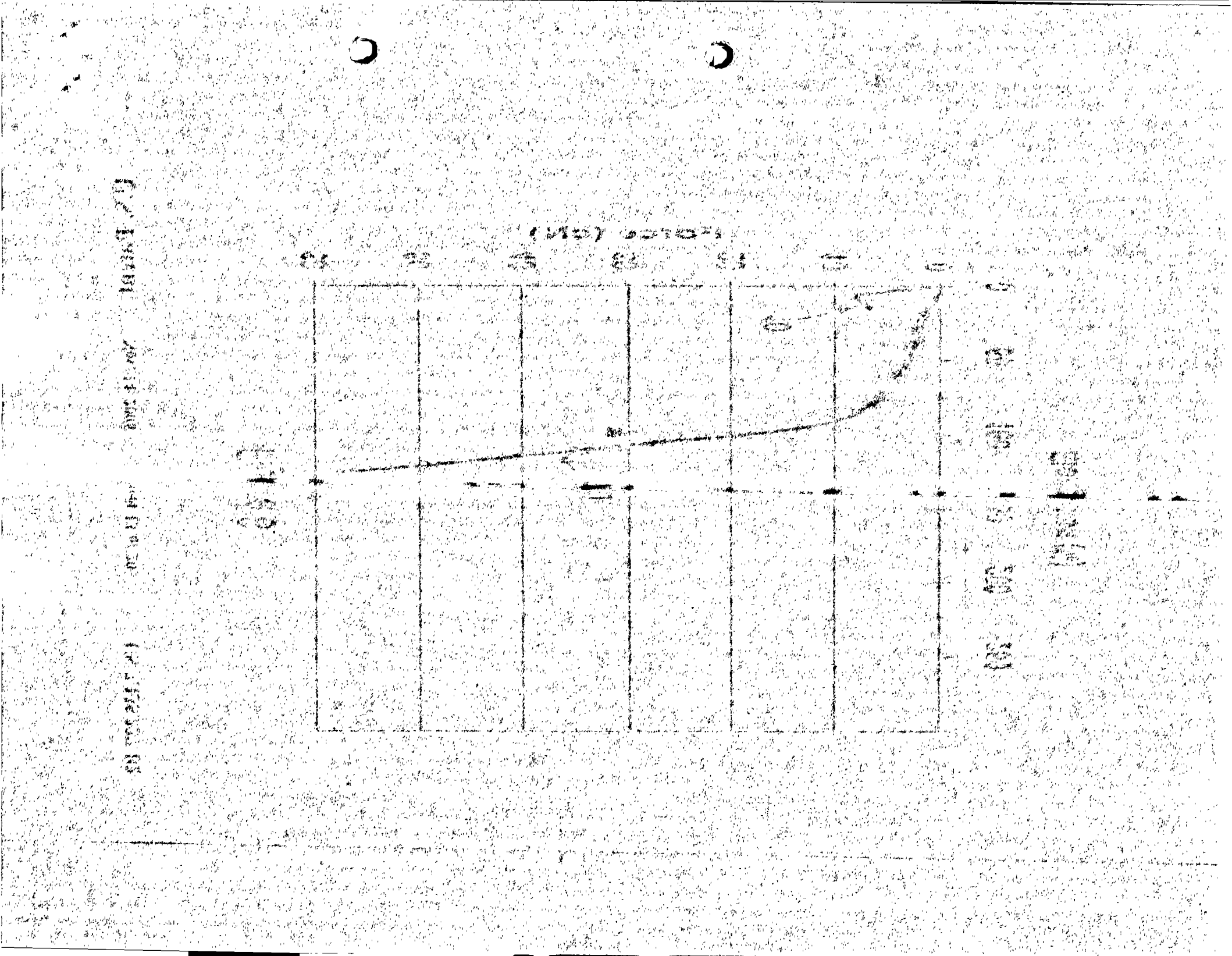


Figure 10a

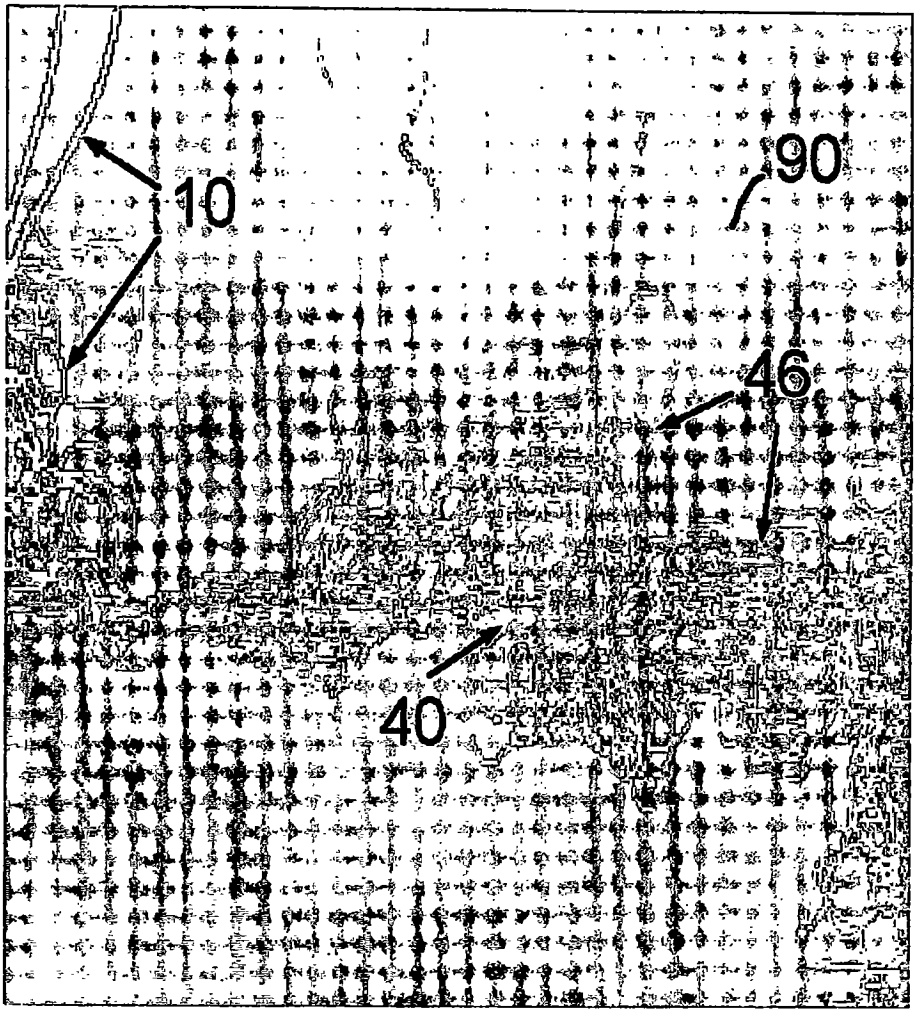
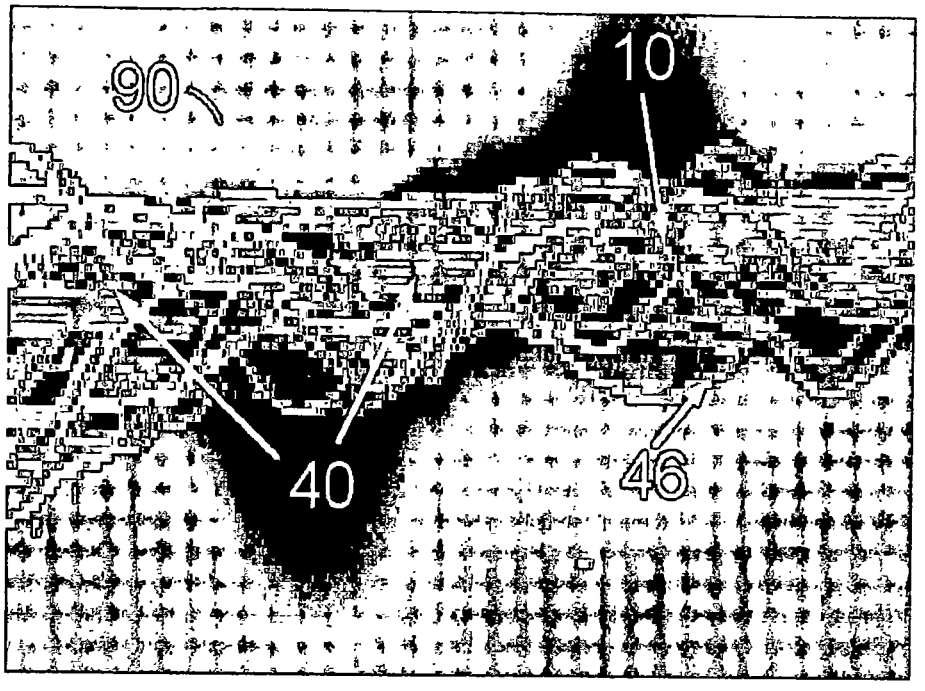
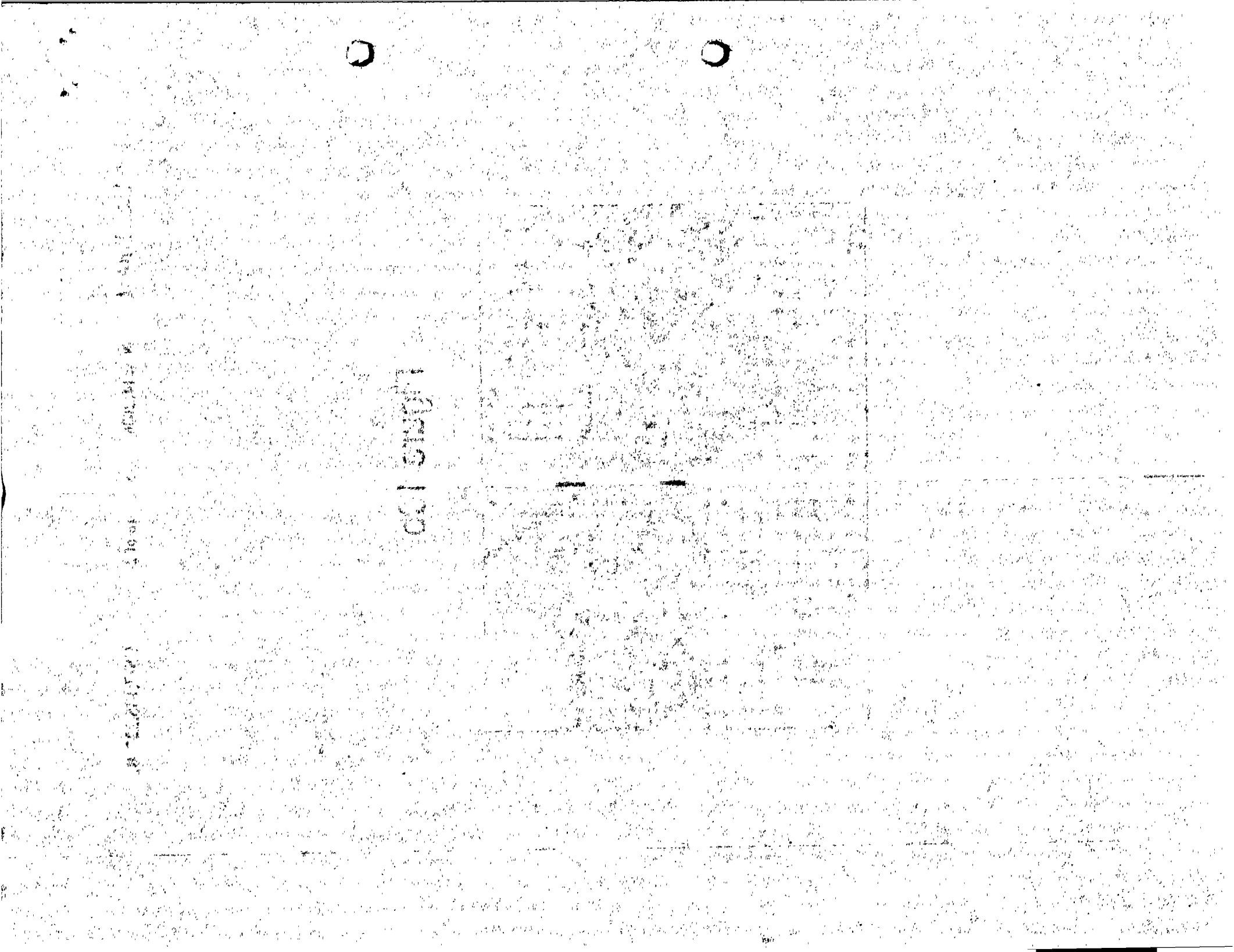


Figure 10b





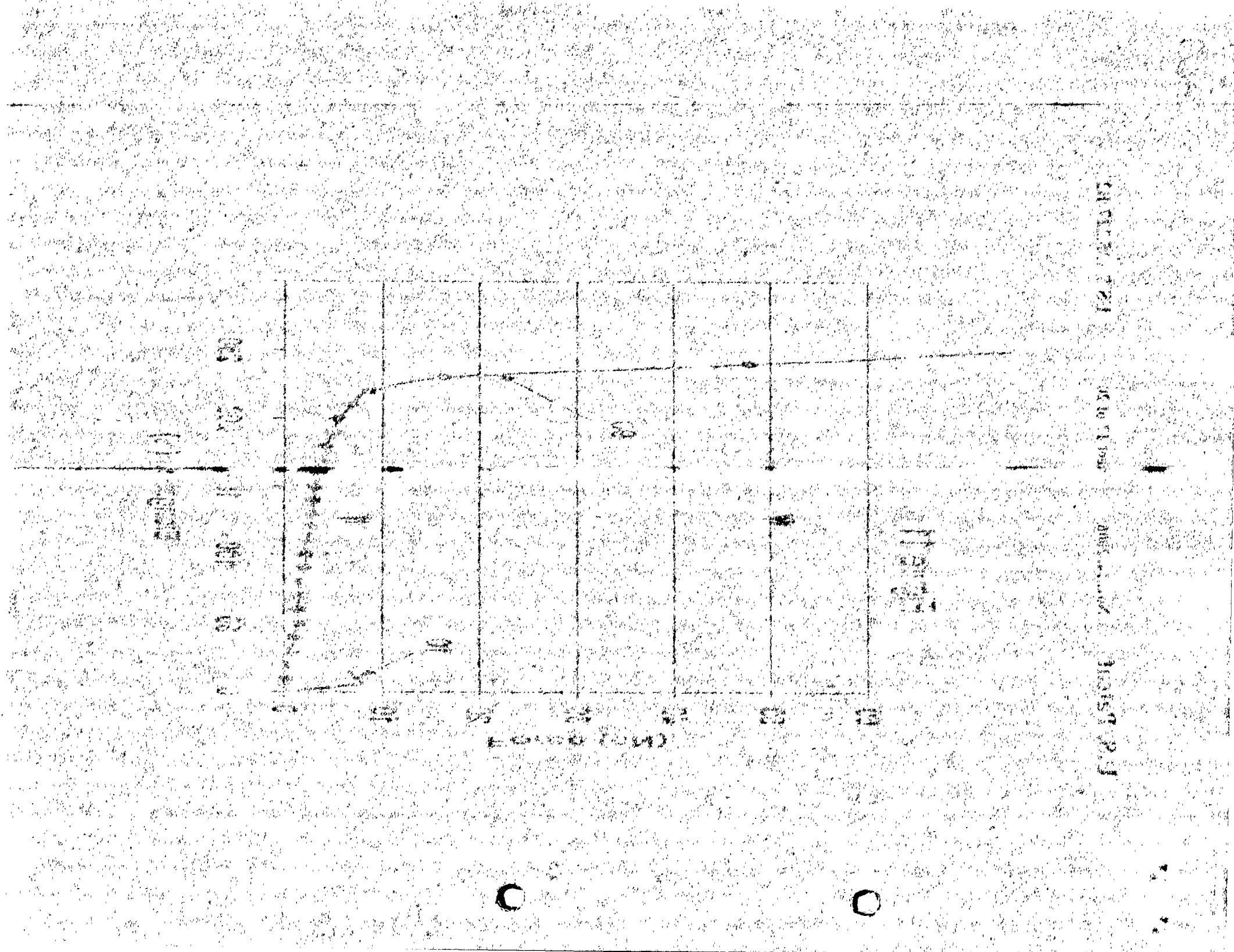
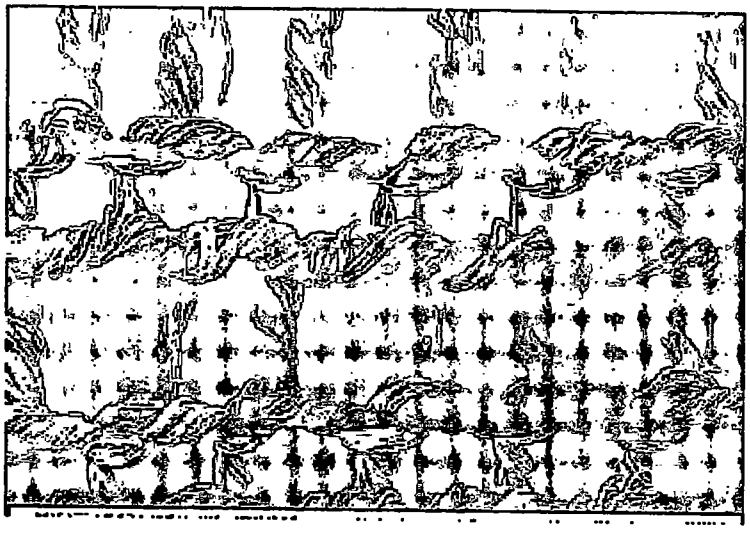
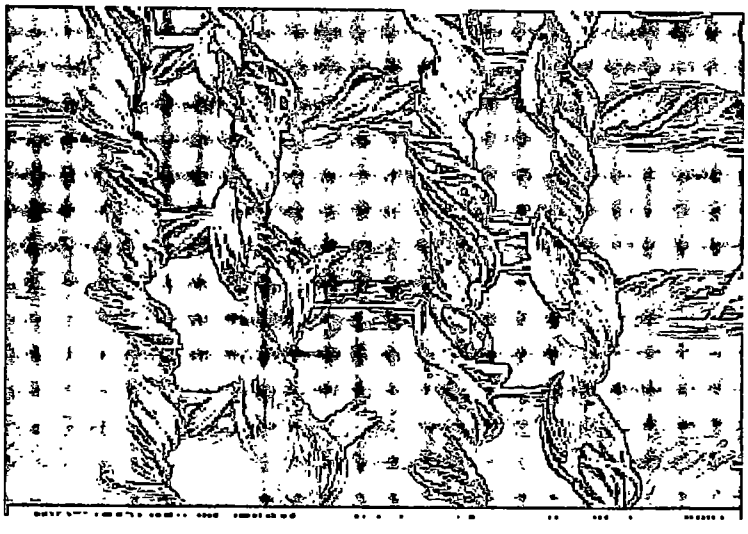


Figure 12a



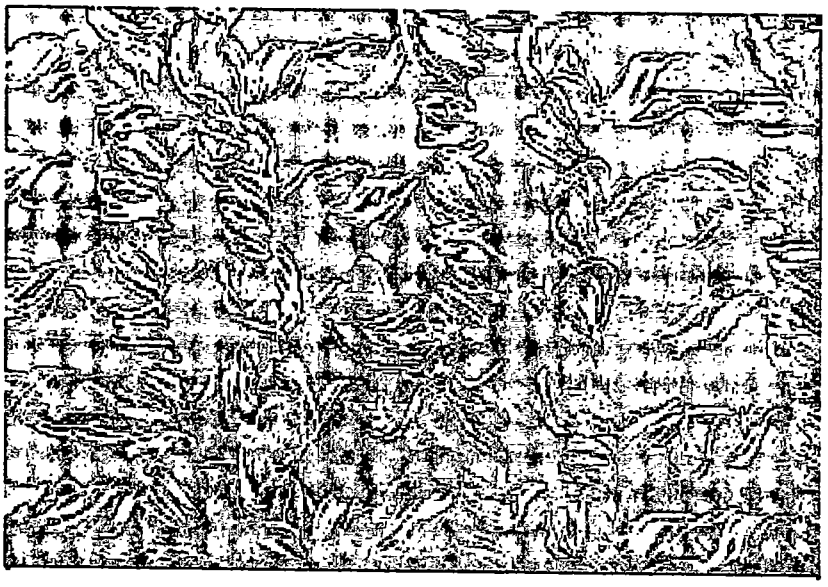
100

Figure 12b



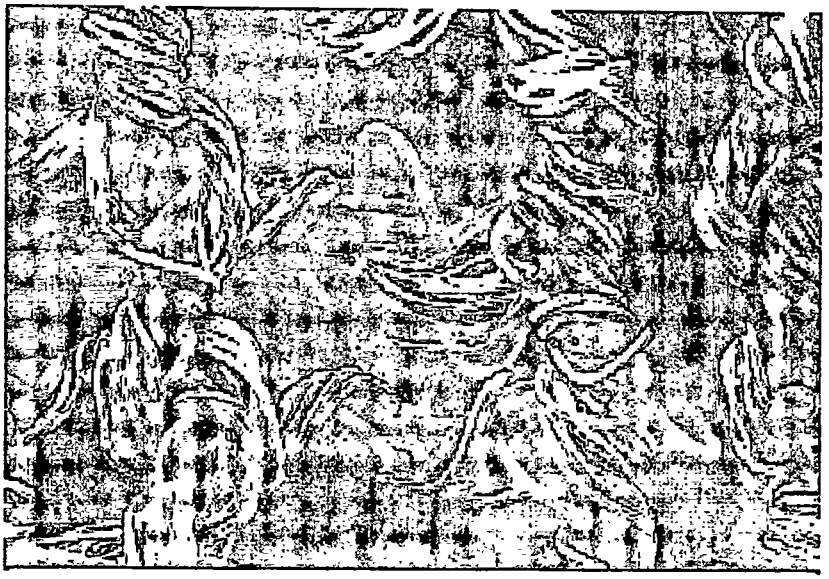
100

Figure 13a

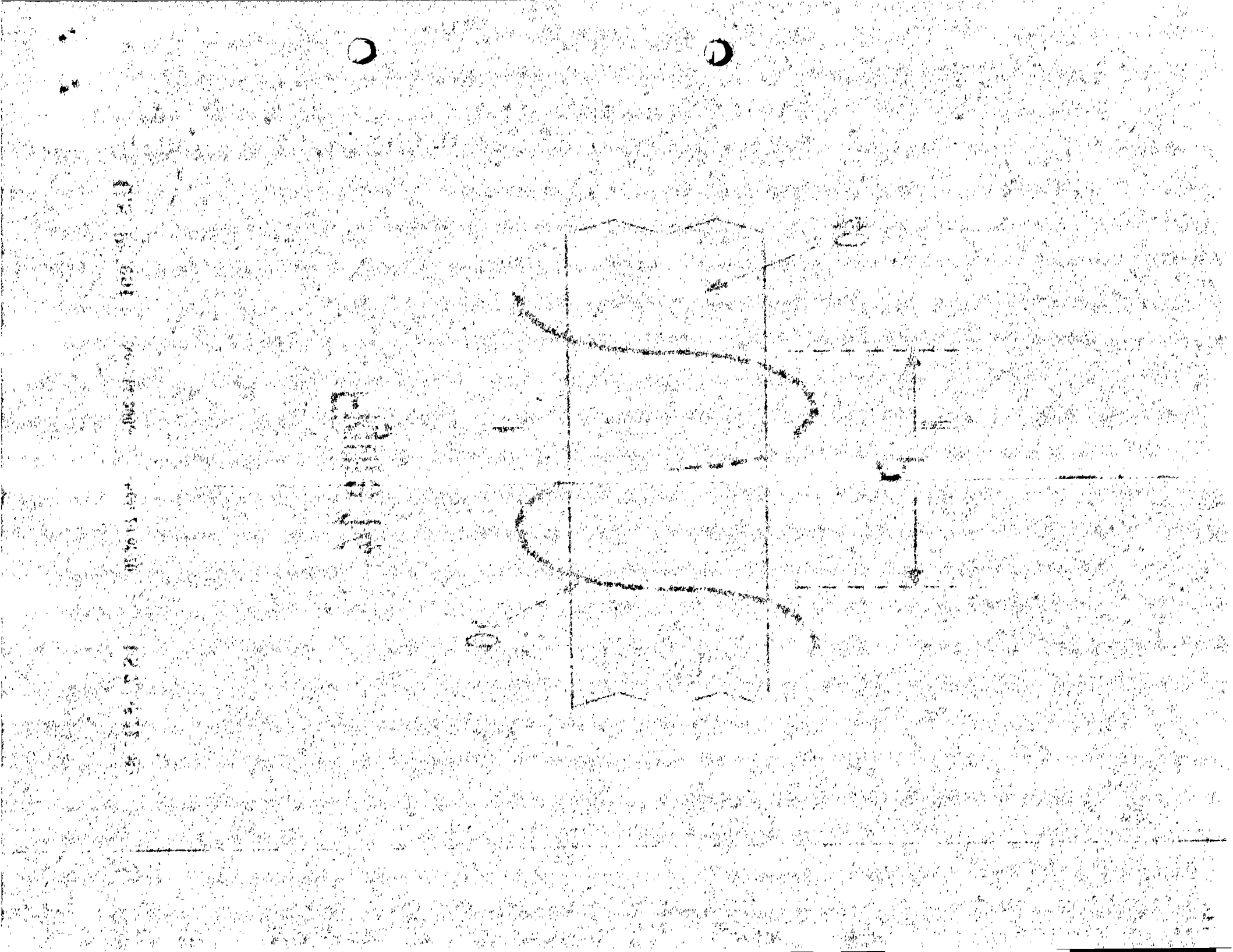


110

Figure13b



110



ELECTRICALLY CONDUCTIVE ELASTIC COMPOSITE YARN, METHODS FOR MAKING THE SAME, AND ARTICLES INCORPORATING THE SAME

This application claims the benefit of U.S. Provisional Application No. 60/465,571, filed on Apr. 25, 2003, which is incorporated in its entirety as a part hereof for all purposes.

FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to elastified yarns containing conductive metallic filaments, a process for producing the same and to stretch fabrics, garments and other articles incorporating such yarns.

BACKGROUND OF THE INVENTION

It is known to include in textile yarns metallic wires and to include metallic surface coatings on yarns for the purpose of carrying electrical current, performing an anti-static electricity function or to provide shielding from electric fields. Such electrically conductive composite yarns have been fabricated into fabrics, garments and apparel articles.

It is believed impractical to base a conductive textile yarn solely on metallic filaments or on a combination yarn where the metallic filaments are required to be a stressed member of the yarn. This is due to the fragility and especially poor elasticity of the fine metal wires heretofore used in electrically conducting textile yarns.

Sources of fine metal wire fibers for use in textiles include, but are not limited to: N V Bekaert S A, Kortrijk, Belgium; Elektro-Feindraht A G, Escholzmatt, Switzerland and New England Wire Technologies Corporation, Lisbon, N.H. As illustrated in FIG. **1***a* such wires **10** have an outer coating **20** of an insulating polymeric material surrounding a conductor **30** having a diameter on the order of 0.02 mm 0.35 mm and an electrical resistivity in the range of 1 to 2 microohm-cm. In general, these metal fibers exhibit a low force to break and relativity little elongation. As shown in FIG. **2** these metal filaments have a breaking strength in the range of 260 to 320 N/mM^2 and an elongation at break of about 10 to 20%. However, these wires exhibit substantially no elastic recovery. In contrast, many elastic synthetic polymer based textile yarns stretch to at least 125% of their unstressed specimen length and recover more than 50% of this elongation upon relaxation of the stress.

-o-O-o-

U.S. Pat. No. 3,288,175 (Valko) discloses an electrically conductive elastic composite yarn containing nonmetallic and metallic fibers. The nonmetallic fibers used in this composite conducting yarn are textile fibers such as nylon, polyester, cotton, wool, acrylic and polyolefins. These textile fibers have no inherent elasticity and impart no "stretch and recovery" power. Although the composite yarn of this reference is an electrically conductive yarn, textile material made therefrom fail to provide textile materials having a stretch potential.

Similarly, U.S. Pat. No. 5,288,544 (Mallen et al.) discloses an electrically conductive fabric comprising a minor amount of conductive fiber. This reference discloses conductive fibers including stainless steel, copper, platinum, gold, silver and carbon fibers comprising from 0.5% to 2% by weight. This patent discloses, by way of example, a woven fabric towel comprising polyester continuous filaments wrapped with carbon fibers and a spun polyester (staple fiber) and steel fiber yarn where the steel fiber is 1% by weight of the yarn. While fabrics made from such yarns may have satisfactory anti-static properties apparently satisfactory for towels, sheets, hospital gowns and the like; they do not appear to possess an inherent elastic stretch and recovery property.

U.S. Patent Application 2002/0189839A1, published 19 Dec. 2002, (Wagner et al.), discloses a cable to provide electrical current suitable for incorporation into apparel, clothing accessories, soft furnishings, upholstered items and the like. This application discloses electric current or signal carrying conductors in fabric-based articles based on standard flat textile structures of woven and knitted construction. An electrical cable disclosed in this application includes a "spun structure" comprising at least one electrically conductive element and at least one electrically insulating element. No embodiments appear to provide elastic stretch and recovery properties. For applications of the type contemplated the inability of the cable to stretch and recover from stretch is a severe limitation which limits the types of apparel applications to which this type of cable is suited.

-o-O-o-

Stretch and recovery is an especially desirable property of a yarn, fabric or garment which is also able to conduct electrical current, perform in antistatic electricity applications or provide electric field shielding. The stretch and recovery property, or "elasticity", is ability of a yarn or fabric to elongate in the direction of a biasing force (in the direction of an applied elongating stress) and return substantially to its original length and shape, substantially without permanent deformation, when the applied elongating stress is relaxed. In the textile arts it is common to express the applied stress on a textile specimen (e. g. a yarn or filament) in terms of a force per unit of cross section area of the specimen or force per unit linear density of the unstretched specimen. The resulting strain (elongation) of the specimen is expressed in terms of a fraction or percentage of the original specimen length. A graphical representation of stress versus strain is the stress-strain curve, well-known in the textile arts.

The degree to which fiber, yarn or fabric returns to the original specimen length prior to being deformed by an applied stress is called "elastic recovery". In stretch and recovery testing of textile materials it is also important to note the elastic limit of the test specimen. The elastic limit is the stress load above which the specimen shows permanent deformation. The available elongation range of an elastic filament is that range of extension throughout which there is no permanent deformation. The elastic limit of a yarn is reached when the original test specimen length is exceeded after the deformation inducing stress is removed. Typically, individual filaments and multifilament yarns elongate (strain) in the direction of the applied stress. This elongation is measured at a specified load or stress. In addition, it is useful to note the elongation at break of the filament or yarn specimen. This breaking elongation is that fraction of the original specimen length to which the specimen is strained by an applied stress which ruptures the last component of the specimen filament or multifilament yarn. Generally, the drafted length is given in terms of a draft ratio equal to the number of times a yarn is stretched from its relaxed unit length.

-o-O-o-

Elastic fabrics having conductive wiring affixed to the fabric for use in garments intended for monitoring of physiological functions in the body are disclosed in U.S. Pat. No. 6,341,504 (Istook). This patent discloses an elongated band of elastic material stretchable in the longitudinal direction and having at least one conductive wire incorporated into or onto the elastic fabric band. The conductive wiring in the elastic fabric band is formed in a prescribed curved configuration, e. g., a sinusoidal configuration. The elastic conductive band of this patent is able to stretch and alter the curvature of the conduction wire. As a result the electrical inductance of the wire is changed. This property change is used to determine changes in physiological functions of the wearer of a garment including such a conductive elastic band. The elastic band is formed in part using an elastic material, preferably spandex. Filaments of the spandex material sold by DuPont Textiles and Interiors, Inc., Wilmington, Del., under the trademark LYCRA® are disclosed as being a desirable elastic material. Conventional textile means to form the conductive elastic band are disclosed, these include warp knitting, weft knitting, weaving, braiding, or non-woven construction. Other textile filaments in addition to metallic filaments and spandex filaments are included in the conductive elastic band, these other filaments including nylon and polyester.

While elastic conductive fabrics with stretch and recovery properties dominated by the spandex component of the composite fabric band are disclosed, these conductive fabric bands are intended to be discrete elements of a fabric construction or garment used for prescribed physiological function monitoring. Although such elastic conductive bands may have advanced the art in physiological function monitoring they have not shown to be satisfactory for use in a way other than as discrete elements of a garment or fabric construction.

-o-O-o-

In view of the foregoing it is believed desirable to provide a conductive textile yarn with elastic recovery properties which can be processed using traditional textile means to produce knitted, woven or nonwoven fabrics. Further, it is believed that there is yet a need for fabrics and garments which are substantially wholly constructed from such elastic conductive yarns. Fabrics and garments substantially wholly constructed from elastic conductive yarns provide In stretch and recovery characteristic to the entire construction, conforming to any shape, any shaped body, or requirement for elasticity.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention is directed to an electrically conducting elastic composite yarn that comprises an elastic member having a relaxed unit length L and a drafted length of (NxL). The elastic member itself comprises one or more filaments with elastic stretch and recovery properties. The elastic member is surrounded by at least one, but preferably a plurality of two or more, conductive covering filament(s). Each conductive covering filament has a length that is greater than the drafted length of the elastic member such that substantially all of an elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the elastic member. The value of the number N is in the range of about 1.0 to about 8.0; and, more preferably, in the range of about 1.2 to about 5.0.

Each of the conductive covering filament(s) may take any of a variety of forms. The conductive covering filament may be in the form of a metallic wire, including a metallic wire

having an insulating coating thereon. Alternatively the conductive covering filament may take the form of a non-conductive inelastic synthetic polymer yarn having a metallic wire thereon. Any combination of the various forms may be used together in a composite yarn having a plurality of conductive covering filament(s).

Each conductive covering filament is wrapped in turns about the elastic member such that for each relaxed (stress free) unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10.000 turns of the conductive covering filament. Alternatively, the conductive covering filament may be sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the conductive covering filament.

The composite yarn may further comprise one or more inelastic synthetic polymer yarn(s) surrounding the elastic member. Each inelastic synthetic polymer filament yarn has a total length less than the length of the conductive covering filament, such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the inelastic synthetic polymer yarn(s). Preferably, the total length of each inelastic synthetic polymer filament yarn is greater than or equal to the drafted length (NxL) of the elastic member.

One or more of the inelastic synthetic polymer yarn(s) may be wrapped about the elastic member (and the conductive covering filament) such that for each relaxed (stress free) unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10.000 turns of inelastic synthetic polymer yarn. Alternatively, the inelastic synthetic polymer yarn(s) may be sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the inelastic synthetic polymer yarn.

The composite yarn of the present invention has an available elongation range from about 10% to about 800%, which is greater than the break elongation of the conductive covering filament and less than the elastic limit of the elastic member, and a breaking strength greater than the breaking strength of the conductive covering filament.

-o-O-o-

The present invention is also directed to various methods for forming an electrically conductive elastic composite yarn.

A first method includes the steps of drafting the elastic member used within the composite yarn to its drafted length, placing each of the one or more conductive covering filament(s) substantially parallel to and in contact with the drafted length of the elastic member; and thereafter allowing the elastic member to relax thereby to entangle the elastic member and the conductive covering filament(s). If the electrically conducting elastic composite yarn includes one or more inelastic synthetic polymer yarn(s) such inelastic synthetic polymer yarn(s) are placed substantially parallel to and in contact with the drafted length of the elastic member; and thereafter the elastic member is allowed to relax thereby to entangle the inelastic synthetic polymer yarn(s) with the elastic member and the conductive covering filament(s).

In accordance with other alternative methods, each of the conductive covering filament(s) and each of the inelastic synthetic polymer yarn(s) (if the same are provided) are either twisted about the drafted elastic member or, in accordance with another embodiment of the method, wrapped about the drafted elastic member. Thereafter, in each instance, the elastic member is allowed to relax.

Yet another alternative method for forming an electrically conducting elastic composite yarn in accordance with the present invention includes the steps of forwarding the elastic member through an air jet and, while within the air jet, covering the elastic member with each of the conductive covering filament(s) and each of the inelastic synthetic polymer yarn(s) (if the same are provided). Thereafter the elastic member is allowed to relax.

-o-O-o-

It also lies within the contemplation of the present invention to provide a knit, woven or nonwoven fabric substantially wholly constructed from electrically conducting elastic composite yarns of the present invention. Such fabrics may be used to form a wearable garment or other fabric articles substantially.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The invention will be more fully understood from the following detailed description, taken in connection with the accompanying drawings, which form a part of this application and in which:

FIG. **1***a* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of a Prior Art electrically conducting metallic wire with a polymeric electrically insulating outer coating, while FIG. **1***b* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting wire of FIG. **1***a* after stress-induced elongation to break;

FIG. **2** is a stress-strain curve for three electrically conducting wires of the Prior Art wherein each electrically conductive wire has a different diameter;

FIG. **3***a* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn in accordance with Invention Example 1 in a relaxed condition, while FIG. **3***b* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting elastic composite yarn of FIG. **3***a* in a stretched condition;

FIG. **3***c* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn in accordance with Invention Example 2 of the present invention in a relaxed condition, while FIG. **3***d* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting elastic composite yarn of FIG. **3***c* in a stretched condition;

FIG. **4** is a stress-strain curve for the electrically conducting elastic composite yarn of Invention Example 1 determined using Test Method 1, while

FIG. **5** is a stress-strain curve for the electrically conducting elastic composite yarn of Invention Example 1 determined using Test Method 2, and, in both FIGS. **4** and **5**, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

FIG. **6** is a stress-strain curve for the electrically conducting elastic composite yarn of Invention Example 2 of the invention determined using Test Method 1, and, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

FIG. **7***a* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn (**70**) in accordance with Invention Example 3 in a relaxed condition, while FIG. **7***b* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting elastic composite yarn of FIG. **7***a* in a stretched condition;

FIG. **7***c* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn in accordance with Invention Example 4 in a relaxed condition, while FIG. **7***d* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting elastic composite yarn of FIG. **7***c* in a stretched condition;

FIG. **8** is a stress-strain curve for the electrically conducting composite yarn of Invention Example 3 determined using Test Method 1, and, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

FIG. **9** is a stress-strain curve for the electrically conducting composite yarn of Invention Example 4 determined using Test Method 1, and, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

FIG. **10***a* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn (**90**) in accordance with Invention Example 5 in a relaxed condition, while FIG. **10***b* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the yarn (**90**) of FIG. **10***a* in a stretched condition;

FIG. **11** is a stress-strain curve for the electrically conducting composite yarn of Example 5 determined using Test Method 1, and, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

FIG. **12***a* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of a fabric made from the electrically conducting elastic composite yarn in accordance with Invention Example 6, the fabric being in a relaxed condition, while FIG. **12***b* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of a fabric from the same composite yarn, the fabric being in a stretched condition;

FIG. **13***a* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of a fabric from the electrically conducting elastic composite yarn of Invention Example 7, the fabric being in a relaxed condition, while FIG. **13***b* is a scanning electron micrograph (SEM) representation of same fabric in a stretched condition;

FIG. **14** is a schematic representation of an elastic member sinuously wrapped with a conductive filament.

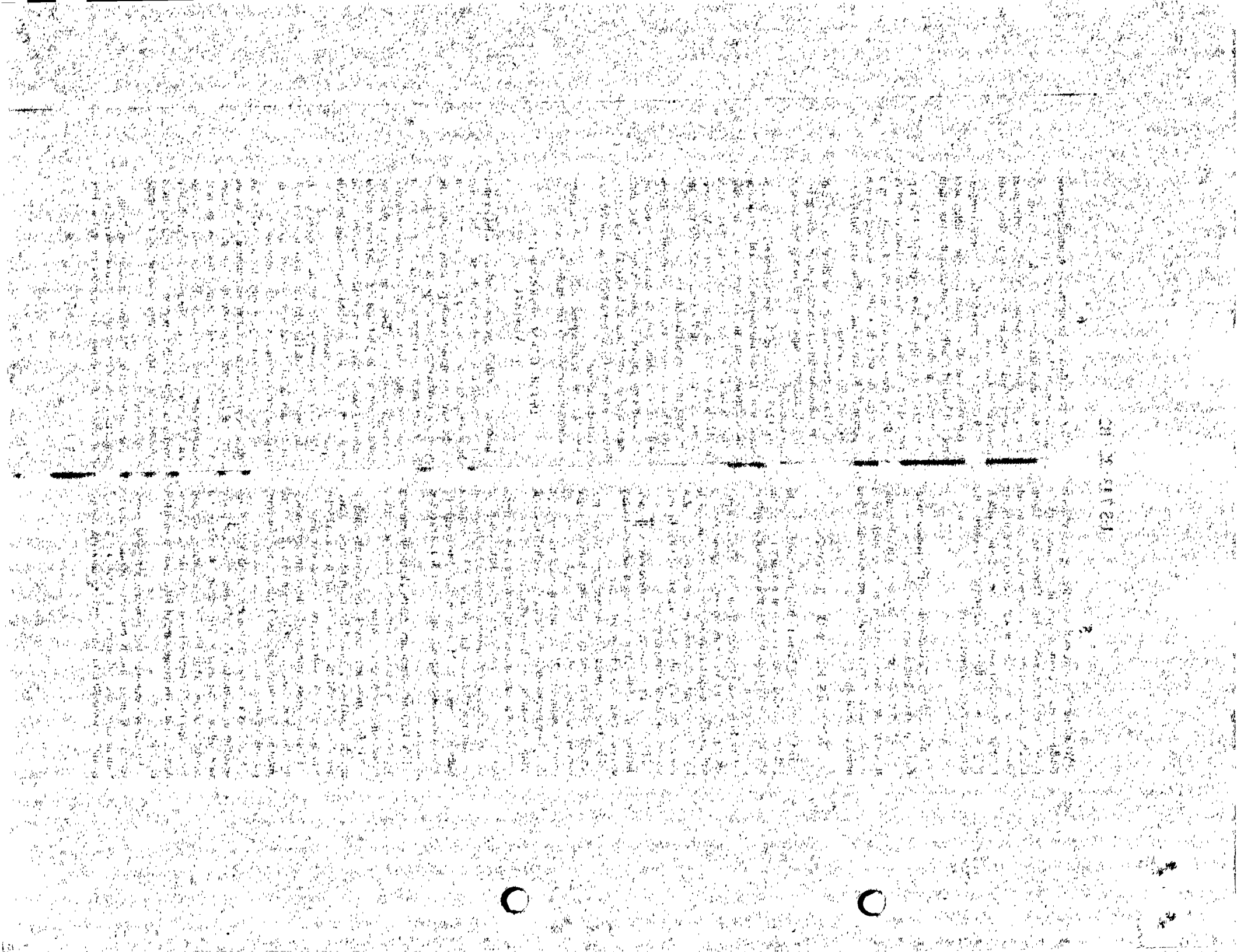
DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

In accordance with the present invention it has been found that it is possible to produce an electrically conductive elastic composite yarn containing metal wires, whether or not the wires are insulated with polymeric coatings. The electrically conducting elastic composite yarn according to the present invention comprises an elastic member (or "elastic core") that is surrounded by at least one conductive covering filament(s). The elastic member has a predetermined relaxed unit length L and a predetermined drafted length of (NxL), where N is a number, preferably in the range from about 1.0 to about 8.0, representing the draft applied to the elastic member.

The conductive covering filament has a length that is greater than the is drafted length of the elastic member such that substantially all of an elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the elastic member.

The elastic composite yarn may further include an optional stress-bearing member surrounding the elastic member and the conductive covering filament. The stress-bearing member is preferably formed from one or more inelastic synthetic polymer yarn(s). The length of the stress-bearing member(s) is less than the length of the conductive covering filament such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the stress-bearing member(s).

The Elastic Member The elastic member may be implemented using one or a plurality (i.e., two or more) filaments of an elastic yarn, such as that spandex material sold by



DuPont Textiles and Interiors (Wilmington, Del., USA, 19880) under the trademark LYCRA®.

The drafted length (NxL) of the elastic member is defined to be that length to which the elastic member may be stretched and return to within five per cent (5%) of its relaxed (stress free) unit length L. More generally, the draft N applied to the elastic member is dependent upon the chemical and physical properties of the polymer comprising the elastic member and the covering and textile process used. In the covering process for elastic members made from spandex yarns a draft of typically between 1.0 and 8.0 and most preferably about 1.2 to about 5.0.

Alternatively, synthetic bicomponent multifilament textile yarns may also be used to form the elastic member. The synthetic bicomponent filament component polymers are thermoplastic, more preferably the synthetic bicomponent filaments are melt spun, and most preferably the component polymers are selected from the group consisting of polyamides and polyesters.

A preferred class of polyamide bicomponent multifilament textile yarns is those nylon bicomponent yarns which are self-crimping, also called "self-texturing". These bicomponent yarns comprise a component of nylon 66 polymer or copolyamide having a first relative viscosity and a component of nylon 66 polymer or copolyamide having a second relative viscosity, wherein both components of polymer or copolyamide are in a side-by-side relationship as viewed in the cross section of the individual filament. Self-crimping nylon yarn such as that yarn sold by DuPont Textiles and Interiors under the trademark TACTEL® T-800™ is an especially useful bicomponent elastic yarn.

The preferred polyester component polymers include polyethylene terephthalate, polytrimethylene terephthalate and polytetrabutylene terephthalate. The more preferred polyester bicomponent filaments comprise a component of PET polymer and a component of PTT polymer, both components of the filament are in a side-by-side relationship as viewed in the cross section of the individual filament. An especially advantageous filament yarn meeting this description is that yarn sold by DuPont Textiles and Interiors under the trademark T-400™ Next Generation Fiber. The covering process for elastic members from these bicomponent yarns involves the use of less draft than with spandex.

Typically, the draft for both polyamide or polyester bicomponent multifilament textile yarns is between 1.0 and 5.0.

The conductive covering filament In its most basic form the conductive covering filament comprises one or a plurality (i.e., two or more) strand(s) of metallic wire. These wire(s) may be uninsulated or insulated with a suitable electrically nonconducting polymer. e.g. nylon, polyurethane, polyester, polyethylene, polytetrafluoroethylene and the like. Suitable insulated and uninsulated wires (with diameter on the order of 0.02 mm to 0.35 mm) are available from: but not limited to: N V Bekaert S A, Kortrijk, Belgium; Elektro-Feindraht A G, Escholzmatt, Switzerland and New England Wire Technologies Corporation, Lisbon, N.H. The metallic wire may be made of metal or metal alloys such as copper, silver plated copper, aluminum, or stainless steel.

In an alternative form, the conductive covering filament comprises a synthetic polymer yarn having one or more metallic wire(s) thereon or an electrically conductive covering, coating or polymer additive or sheath/core structure having a conductive core portion. One such suitable yarn is X-static® available from Laird Sauquoit Technologies, Inc. (300 Palm Street, Scranton, Pa., 18505) under the trademark X-static® yarn. One suitable form of X-static® yarn is based upon a 70 denier (77 dtex), 34 filament textured nylon available from DuPont Textiles and Interiors, Wilmington, Del. as product ID 70-XS-34X2 TEX 5Z electroplated with electrically conductive silver. Another suitable conductive yarn is a metal coated KEVLAR® yarn known as ARACON® from E. I. DuPont de Nemours, Inc., Wilmington, Del. Other conductive fibers which can serve as conductive covering filaments, include polypyrrole and polyaniline coated filaments which are known in the art: see for example: U.S. Pat. No. 6,360,315B1 to E. Smela. Combinations of conductive covering yarn forms are useful depending upon the application and are within the scope of the invention.

Suitable synthetic polymer nonconducting yarns are selected from among continuous filament nylon yarns (e.g. from synthetic nylon polymers commonly designated as N66, N6, N610, N612, N7, N9), continuous filament polyester yarns (e.g. from synthetic polyester polymers commonly designated as PET, 3GT, 4GT, 2GN, 3GN, 4GN), staple nylon yarns, or staple polyester yarns. Such composite conductive yarn may be formed by conventional yarn spinning techniques to produce composite yarns, such as plied, spun or textured yarns.

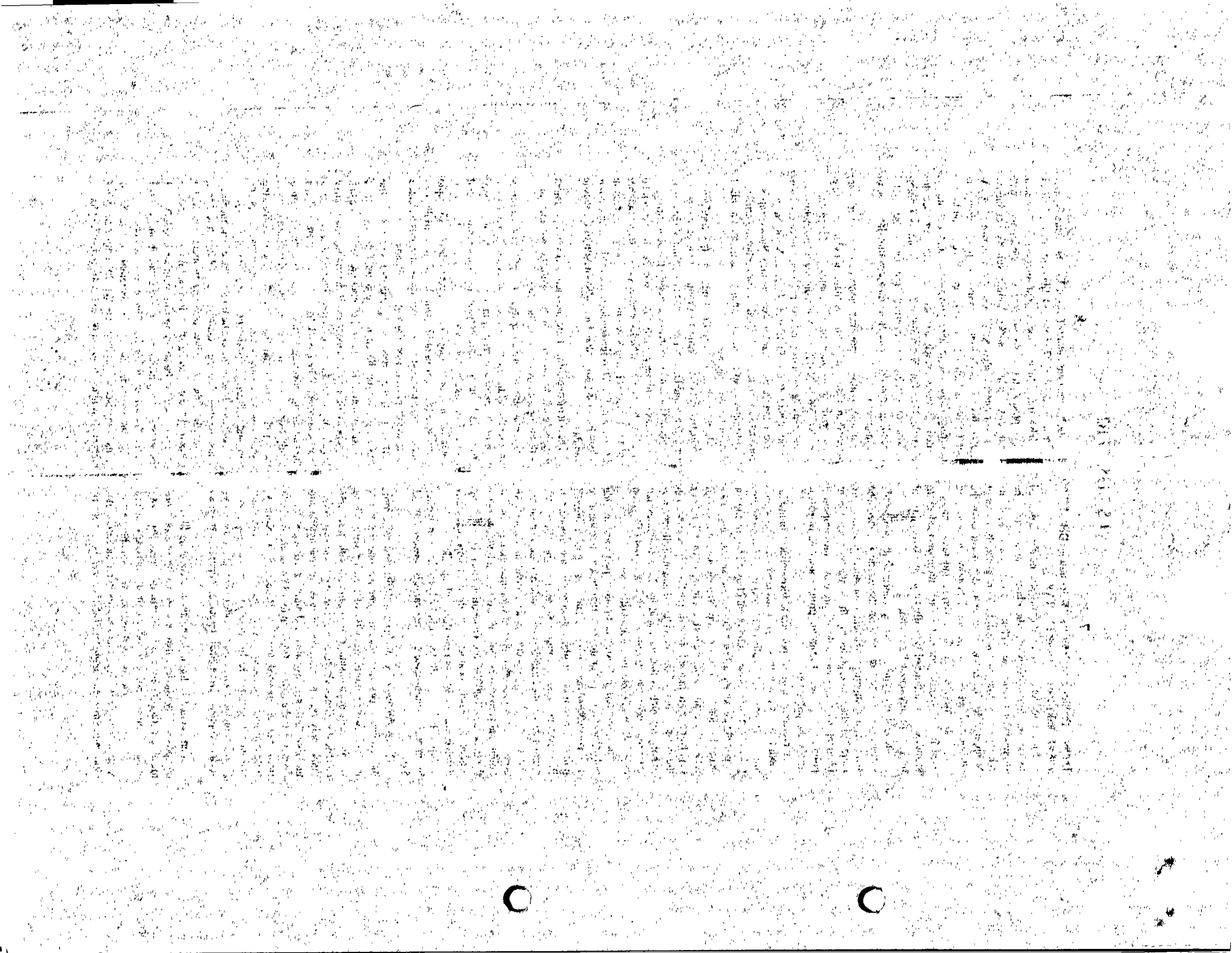
Whatever form chosen the length of the conducting conductive covering filament surrounding the elastic member is determined according to the elastic limit of the elastic member. Thus, the conductive covering filament surrounding a relaxed unit length L of the elastic member has a total unit length given by A(NxL), where A is some real number greater than one (1) and N is a number in the range of about 1.0 to about 8.0. Thus the conductive covering filament has a length that is greater than the drafted length of the elastic member.

The alternative form of the conductive covering filament may be made by surrounding the synthetic polymer yarn with multiple turns of a metallic wire.

Optional stress-bearing member The optional stress-bearing member of the electrically conductive elastic composite yarn of the present invention may be made from nonconducting inelastic synthetic polymer fiber(s) or from natural textile fibers like cotton, wool, silk and linen. These synthetic polymer fibers may be continuous filament or staple yarns selected from multifilament flat yarns, partially oriented yarns, textured yarns, bicomponent yarns selected from nylon, polyester or filament yarn blends.

If utilized, the stress-bearing member surrounding the elastic member is chosen to have a total unit length of B(NxL), where B is some real number greater than one (1). The choice of the numbers A and B determines the relative lengths of the conductive covering filament and any stress-bearing member. Where A>B, for example, it is ensured that the conducting covering filament is not stressed or significantly extended near its breaking elongation. Furthermore, such a choice of A and B ensures that the stress-bearing member becomes the strength member of the composite yarn and will carry substantially all the elongating stress of the extension load at the elastic limit of the elastic member. Thus, the stress-bearing member has a total length less than the length of the conductive covering filament such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the stress-bearing member. The length of the stress-bearing member should be greater than, or equal to, the drafted length (NxL) of the elastic member.

The stress-bearing member is preferably nylon. Nylon yarns comprised of synthetic polyamide component polymers such as nylon 6, nylon 66, nylon 46, nylon 7, nylon 9,



nylon 10, nylon 11, nylon 610, nylon 612, nylon 12 and mixtures and copolyamides thereof are preferred. In the case of copolyamides, especially preferred are those including nylon 66 with up to 40 mole per cent of a polyadipamide wherein the aliphatic diamine component is selected from the group of diamines available from E. I. Du Pont de Nemours and Company, Inc. (Wilmington, Del., USA, 19880) under the respective trademarks DYTEK A® and DYTEK EP®

Making the stress-bearing member from nylon renders the composite yarn dyeable using conventional dyes and processes for coloration of textile nylon yarns and traditional nylon covered spandex yarns.

If the stress-bearing member is polyester the preferred polyester is either polyethylene terephthalate (2GT, a.k.a. PET), polytrimethylene terephthalate (3GT, a.k.a. PTT) or polytetrabutylene terephthalate (4GT). Making the stress-bearing member from polyester multifilament yarns also permits ease of dyeing and handling in traditional textile processes.

The conductive covering filament and the optional stress-bearing member surround the elastic member in a substantially helical fashion along the axis thereof.

The relative amounts of the conductive covering filament and the stress-bearing member (if used) are selected according to ability of the elastic member to extend and return substantially to its unstretched length (that is, undeformed by the extension) and on the electrical properties of the conductive covering filament. As used herein "undeformed" means that the elastic member returns to within about +/− five per cent (5%) of its relaxed (stress free) unit length L.

It has been found that any of the traditional textile process for single covering, double covering, air jet covering, entangling, twisting or wrapping of elastic filaments with conductive filament and the optional stress-bearing member yarns is suitable for making the electrically conducting elastic composite yarn according to the invention.

In most cases, the order in which the elastic member is surrounded by the conductive covering filament and the optional stress-bearing member is immaterial for obtaining an elastic composite yarn. A desirable characteristic of these electrically conducting elastic composite yarns of this construction is their stress-strain behavior. For example, under the stress of an elongating applied force the conductive covering filament of the composite yarn, disposed about the elastic member in multiple wraps [typically from one turn (a single wrap) to about 10,000 turns], is free to extend without strain due to the external stress.

Similarly, the stress-bearing member, when also disposed about the elastic member in multiple wraps, again, typically from one turn (a single wrap) to about 10,000 turns, is free to extend. If the composite yarn is stretched near to the break extension of the elastic member, the stress-bearing member is available to take a portion of the load and effectively preserve the elastic member and the conductive covering filament from breaking. The term "portion of the load" is used herein to mean any amount from 1 to 99 per cent of the load, and more preferably 10% to 80% of the load: and most preferably 25% to 50% of the load.

The elastic member may optionally be sinuously wrapped by the conductive covering filament and the optional stress-bearing member. Sinuous wrapping is schematically represented in FIG. 14, where an elastic member (40), e.g. a LYCRA® yarn, is wrapped with a conductive covering filament (10), e.g. a metallic wire, in such a way that the wraps are characterized by a sinuous period (P).

Specific embodiments and procedures of the present invention will now be described further, by way of example, as follows.

Test Methods

Measurement of Fiber and Yarn Stress-Strain Properties Fiber and Yarn Stress-Strain Properties were determined using a dynamometer at a constant rate of extension to the point of rupture. The dynamometer used was that manufactured by Instron Corp, 100 Royall Street, Canton, Mass., 02021 USA.

The specimens were conditioned to 22° C.±1° C. and 60%±5% R.H. The test was performed at a gauge length of 5 cm and crosshead speed of 50 cm/min. For metal wires and bare elastic yarns, threads measuring about 20 cm were removed from the bobbin and let relax on a velvet board for at least 16 hours in air-conditioned laboratory. A specimen of this yarn was placed in the jaws with a pre-tension weight corresponding to the yarn dtex so as not to give either tension or slack.

For the conductive composite yarns of the invention, test specimens were prepared under two different methods as follows:

(Method 1) Specimen prepared as in the case of bare fibers (relaxed state)

(Method 2) Specimen prepared by taking the yarn directly from the bobbin.

The results obtained from the two methods enable direct comparison between the electrically conductive elastic composite yarn and its components (Method 1), as well as, assuring intact positioning of the electrically conductive elastic composite yarn during the measurement (variation between Methods 1 & 2). In addition tests were performed under varied pretension load that sets the yarn relaxed length. In this case the range of pretension loads applied simulates:

(i) the pretension appropriate for the elastic component of the electrically conductive elastic composite yarn so as not to give either tension or slack; these results can then be in direct comparison with the results obtained from the individual components of the electrically conductive elastic composite yarn, and

(ii) the tension load applied on the yarn during knitting or weaving processes; these results are then a representation of the processability of the yarn as well as the influence of the conductive composite yarn on the elastic performance of the knitted or woven fabric based on this yarn. It is expected that the pretension load influences available elongation of the yarn (at a higher pretension load a lower available elongation is measured) but not the ultimate strength of the yarn.

Measurement of Fabric Stretch Fabric stretch and recovery for a stretch woven fabric is determined using a universal electromechanical test and data acquisition system to perform a constant rate of extension tensile test. A suitable electromechanical test and data acquisition system is available from Instron Corp, 100 Royall Street, Canton, Mass., 02021 USA.

Two fabric properties are measured using this instrument: fabric stretch and the fabric growth (deformation). The available fabric stretch is the amount of elongation caused by a specific load between 0 and 30 Newtons and expressed as a percentage change in length of the original fabric specimen as it is stretched at a rate of 300 mm per minute. The fabric growth is the unrecovered length of a fabric specimen which has been held at 80% of available fabric

stretch for 30 minutes then allowed to relax for 60 minutes. Where 80% of available fabric stretch is greater than 35% of the fabric elongation, this test is limited to 35% elongation. The fabric growth is then expressed as a percentage of the original length.

The elongation or maximum stretch of stretch woven fabrics in the stretch direction is determined using a three-cycle test procedure. The maximum elongation measured is the ratio of the maximum extension of the test specimen to the initial sample length found in the third test cycle at load of 30 Newtons. This third cycle value corresponds to hand elongation of the fabric specimen. This test was performed using the above-referenced universal electromechanical test and data acquisition system specifically equipped for this three-cycle test.

EXAMPLES

Parenthetical reference numerals present in the discussion of the Examples refer to the reference characters used in the appropriate drawing (s).

Comparative Example

Electrically conducting wires having an electrically insulated polymer outer coating were examined for their stress and strain properties using the dynamometer and Method 1 for measuring individual components of the electrically conductive elastic composite yarn. Samples of three wires available from ELEKTRO-FEINDRAHT AG, Switzerland, were tested. The metallic portion of the wires is shown in FIGS. 1A and 1B. The first sample wire had a nominal diameter of 20 micrometers (μm), a second sample 30 μm, and a third sample 40 μm. The stress-strain curves of these three samples are shown in FIG. 2; using Test Method 1. These curves are typical of fine metallic wires. These wires exhibit a quite high modulus which along with the force to break increases with an increase in the wire diameter. All the wires break before elongation to 20% of their test specimen length, characterized by a quite low ultimate strength. Clearly, where metallic wires are used in textile fabrics and apparel there is a severe limit to the elongation available. Such wires in garments subject to stretch from movement of the wearer would be undependable conductors of electricity due to breakage of the wire.

Example 1 of the Invention (FIGS. 3*a*, 3*b*, 4, 5)

A 44 decitex (dtex) elastic core (**40**) made of LYCRA® spandex yarn was wrapped with a 20 μm diameter insulated silver-copper metal wire (**10**) obtained from ELEKTRO-FEINDRAHT AG, Switzerland using a standard spandex covering process. Covering was done on an I.C.B.T. machine model G307. During this process LYCRA® spandex yarn was drafted to a value of 3.2 times (i.e. N=3.2) and was wrapped with two metal wires (**10**) of the same type, one twisted to the "S" and the other to the "Z" direction, to produce a electrically conductive elastic composite yarn (**50**). The wires (**10**) were wrapped at 1700 turns/meter (turns of wire per meter of drafted Lycra® spandex yarn) (5440 turns for each relaxed unit length L) for the first covering and at 1450 turns/meter (4640 turns for each relaxed unit length L) for the second covering. An SEM picture of this composite yarn is shown in the relaxed (FIG. 3*a*) and stretched states (FIG. 3*b*). The stress-strain curve shown in FIG. 4 is for electrically conductive elastic composite yarn (**50**) measured as in the comparative example using Test Method 1 with an applied pretension load of 100 mg. This electrically conductive elastic composite yarn (**50**) exhibits an exceptional stretch behavior to over 50% more than the test specimen length and elongates to the range of 80% before it breaks exhibiting a higher ultimate strength than the 20 μm wire individually. This process allows production a electrically conductive elastic composite yarn (**50**) that exhibits an elongation to break in the range of 80% and a force to break in the range of 30 cN, compared to the individual metal wire that exhibits an elongation to break of only 7% and a force to break of only 8 cN. The stress-strain curve of this electrically conductive elastic composite yarn (**50**) was also measured according to Test Method 2 using a higher pretension load of 1 gram. This pretension more closely corresponds to that tension applied during a knitting process (FIG. 5). Under these conditions the elongation to break of the electrically conductive elastic composite yarn (**50**) is in the range of 35%. This elongation indicates that yarn (**50**) is easier handle in a textile process and will provide a stretch fabric compared to the individual metal wire yarn. As can be seen from the characteristic stress-strain curve of this example, the break of the electrically conductive elastic composite yarn (**50**) is caused by the metal wire breaking before the elastic member of the composite yarn (**50**) breaks.

Example 2 of the Invention (FIGS. 3*c*, 3*d*, 6)

An electrically conducting elastic composite yarn (**60**) according to the invention was produced under the same conditions as in Example 1 except that the metal wires (**10**) were wrapped at 2200 turns/meter (7040 turns for each relaxed unit length L) and at 1870 turns/meter (5984 turns for each relaxed unit length L) for the first and second coverings, respectively. An SEM picture of this electrically conductive elastic composite yarn (**60**) is shown in FIG. 3*c* (relaxed state) and FIG. 3*d* (stretched state). These Figures clearly show a higher covering of the elastic member (**40**) by the metal wires (**10**) in comparison with Example 1. The stress-strain curve of this electrically conductive elastic composite yarn (**60**) is shown in FIG. 6; measured as in the Comparative Example using Test Method 1 and an applied pretension load of 100 mg. This electrically conductive elastic composite yarn (**60**) exhibits a similar ultimate strength but lower available elongation compared to the electrically conductive elastic composite yarn of Example 1. This process allows production of an electrically conducting composite yarn exhibiting an elongation to break in the range of 40% and a force to break in the range of 30 cN, compared to the individual metal wires (**10**) that exhibits an elongation to break of only 7% and a force to break of only 8 cN. The same electrically conducting composite yarn tested under Method 2, but using a pretension load of 1 gram, showed a similar behavior to the electrically conducting composite yarn of Example 1 under the same test method indicating good handling during a textile process.

The results shown by Examples 1 and 2 of the invention indicate that electrically conductive elastic composite yarns can be produced by the double covering process at varying covering fractions of the elastic member which have exceptional stretch performance and higher strength compared to the individual metal wire.

This flexibility in construction of electrically conductive elastic composite yarn of the invention is both interesting and desirable for applications utilizing the electrical properties of such electrically conductive elastic composite yarns. For example, in wearable electronics, a magnetic field

may be modulated or suppressed depending on the requirements of the application by varying the construction of the electrically conductive elastic composite yarn.

Example 3 of the Invention (FIGS. 7*a*, 7*b*, 8)

A 44 decitex (dtex) elastic core (**40**) made of LYCRA® spandex yarn as used in the Examples 1 and 2 of the invention was covered with a 20 μm nominal diameter insulated silver-copper metal wire (**10**) obtained from ELEKTRO-FEINDRAHT AG, Switzerland, and a with a 22 dtex 7 filament stress-bearing yarn of TACTEL® nylon (**42**) using the same covering process as in Example 1 of the invention. During this process the elastic member was drafted to a draft of 3.2 times and covered with 2200 turns/meter (7040 turns for each relaxed unit length L) of wire (**10**) per meter and 1870 turns/meter (5984 turns for each relaxed unit length L) of TACTEL® nylon (**42**). An SEM picture of this electrically conducting elastic composite yarn (**70**) is shown in the relaxed state (FIG. 7*a*) and stretched state (FIG. 7*b*). It is evident from this picture that such process provides a higher protection for the conductive covering filament (**10**) compared to Examples 1 and 2 of the invention.

This feature is desirable in applications where an insulation layer is sought for a metal wire or to provide protection of the wire (**10**) during textile processing. The incorporation of stress-bearing nylon yarn (**42**) also determines certain aesthetics. Hand and texture of the electrically conducting composite yarn (**70**) are determined primarily by the stress-bearing nylon yarn (**42**) comprising the outer layer of the electrically conductive elastic composite yarn (**70**). This is desirable for the overall aesthetics and touch of the garment. The stress-strain curve of electrically conducting composite yarn (**70**) shown in FIG. **8** is measured as in the Comparative Example using Test Method 1 with an applied pretension load of 100 mg. This electrically conducting elastic composite yarn (**70**) elongates easily to over 80% using less force to elongate than the breaking stress of the 20 μm wire individually. This electrically conducting elastic composite yarn (**70**) exhibits an elongation to break in the range of 120% and an ultimate strength in the range of 120 cN which is significantly higher than the available elongation and strength of any metal wire sample tested in the Comparative Example. Tested under Method 2 and a pretension load of 1 gram. this yarn (**70**) shows a soft stretch in the range of 0–35% elongation, which indicates significant contribution of this yarn in the elastic performance of a garment made of this yarn. Incorporation of stress-bearing nylon yarn (**42**) in the electrically conducting elastic composite yarn (**70**) results in a significant increase of the ultimate strength as well as elongation of the electrically conducting composite yarn.

Example 4 of the Invention (FIGS. 7*c*, 7*d*, 9)

An electrically conducting elastic composite yarn (**80**) was produced under the same conditions of Example 3 of the invention, except for the following: the stress-bearing Tactel® nylon yarn (**44**) was a 44 dtex 34 filament microfiber. The first covering was 1500 turns/meter (4800 turns for each relaxed unit length L) of wire (**10**) and the second covering was 1280 turns/meter (4096 turns for each relaxed unit length L) of nylon fiber (**44**) of drafted elastic core (**40**). An SEM picture of this electrically conducting elastic composite yarn (**80**) is shown in the relaxed state (FIG. 7*c*) and stretched state (FIG. 7*c*). The bulkiness of this electrically conducting elastic composite yarn (**80**) provides for good protection of the metal wire (**10**) while taking on the soft aesthetics of a microfiber stress-bearing yarn (**44**). The stress-strain curve of this yarn (**80**) is shown in FIG. **9** as measured in the Comparative Example using Test Method 1 with an applied pretension load of 100 mg. This electrically conducting elastic composite yarn (**80**) elongates easily to over 80% using less force to elongate than the breaking stress of the 20 μm wire individually, and exhibits an elongation to break in the range of 120% and an ultimate strength in the range of 200 cN which is significantly higher than the available elongation and strength of any metal wire sample tested in the Comparative Example. Tested under Method 2 and a pretension load of 1 gram. electrically conducting elastic composite yarn (**80**) shows a soft stretch in the range of zero to 35% elongation. Such a result is indicative of the significant contribution in the elastic performance of a garment made from the yarn (**80**). Incorporation of a stronger stress-bearing nylon fiber (**44**) in the electrically conductive elastic composite yarn (**80**) compared with Example 3 of the invention results in a further enhancement of the ultimate strength of the electrically conductive elastic composite yarn (**80**).

Example 5 of the Invention (FIGS. 10*a*, 10*b*, 11)

A 44 decitex (dtex) elastic member (**40**) made of LYCRA® spandex yarn was covered with a stress-bearing 44 dtex 34 filament TACTEL® Nylon microfiber (**46**) and metal wire (**10**) via a standard air-jet covering process. This covering was made on an SSM (Scharer Schweiter Mettler AG) 10-position machine model DP2-C/S. An SEM picture of this electrically conducting composite yarn (**90**) is shown in the relaxed state (FIG. 10*a*) and stretched state (FIG. 10*b*). During this process the metallic wire (**10**) forms loops due to its monofilament nature. However in the stretched state the metallic wires (**10**) are completely protected by the stress-bearing nylon fiber (**46**). The structure provided by the air-jet covering process is not well-defined nor in a predetermined geometrical direction as in the simple covering processes of Examples 1 4 of this invention. The stress-strain curve of this yarn (**90**) is shown in FIG. **11** measured as in the Comparative Example using Test Method 1 with an applied pretension load of 100 mg. This electrically conductive elastic composite yarn (**90**) elongates easily to over 200% using less force to elongate than the breaking stress of the 20 μm wire individually, and exhibits an elongation to break in the range of 280% and an ultimate strength in the range of 200 cN. This elongation is significantly higher than the available elongation and strength of any metal wire sample tested in the Comparative Example. Tested under Method 2 and a pretension load of 1 gram. electrically conductive elastic composite yarn (**90**) shows a soft stretch in the range of 100% elongation. This indicates that a significant contribution in the elastic performance of a garment of the yarn (**90**) is expected. Incorporation of a stress-bearing nylon fiber (**46**) in the electrically conductive elastic composite yarn (**90**), via air-jet covering, results in a significant enhancement of the ultimate strength of the composite yarn (**90**) which is similar with the observations made on electrically conductive elastic composite yarn by the double-covering process (e.g. Examples 3 and 4 of the invention). Further, it is observed that the air-jet covering process allows for a still higher available elongation range when compared to the processes using the same draft of the LYCRA® elastic member (**40**) in Examples 3 and 4. This

feature increases the range of possible elastic performance in garments made from such electrically conducting elastic composite yarn.

Example 6 of the Invention (FIGS. **12***a*, **12***b*)

A fabric (**100**) was produced using electrically conductive elastic composite yarn (**70**) described in Invention Example 3. The fabric (**100**) was in the form of a knitted tube made on a Lonati 500 hosiery machine. This knitting process permits examination of the knittability of the yarn (**70**) under critical knitting conditions. This electrically conductive elastic composite yarn (**70**) yarn processed very well with no breaks providing a uniform knitted fabric (**100**). An SEM picture of this fabric (**100**) is given in FIG. **12***a* in a relaxed state and in FIG. **12***b* in stretched state.

Example 7 of the Invention (FIGS. **13***a*, **13***b*)

A fabric (**110**) was produced using the electrically conductive elastic composite yarn (**80**) described in Invention Example 4 of the invention. The fabric (**110**) again made in a Lonati 500 hosiery machine as in Example 6. The electrically conductive elastic composite yarn (**80**) processed very well with no breaks providing a uniform knitted fabric. An SEM picture of this fabric (**110**) is given in FIG. **13***a* in the relaxed state and in FIG. **13***b* in stretched state.

The examples are for the purpose of illustration only. Many other embodiments falling within the scope of the accompanying claims will be apparent to the skilled person.

What is claimed is:

1. An electrically conductive elastic composite yarn comprising: at least one elastic member having a relaxed unit length L and a drafted length of NxL. wherein N is in the range of about 1.0 to about 8.0. at least one conductive covering filament surrounding the elastic member. the conductive covering filament having a length that is greater than the drafted length of the elastic member, such that substantially all of an elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the elastic member, and a stress-bearing member surrounding the elastic member. and wherein the stress-bearing member has a total length less than the length of the conductive covering filament and greater than. or equal to. the drafted length (NxL) of the elastic member, such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the stress-bearing member.

2. The electrically conductive elastic composite yarn of claim **1** wherein N is in the range of about 1.2 to about 5.0.

3. The composite yarn of claim **1** wherein the at least one conductive covering filament is a metallic wire.

4. The composite yarn of claim **3** wherein the metallic wire has an insulating coating thereon.

5. The composite yarn of claim **1** wherein the elastic member has a predetermined elastic limit. the conductive covering filament has a predetermined break elongation. the composite yarn has an available elongation range that is greater than the break elongation of the conductive covering filament and less than the elastic limit of the elastic member.

6. The composite yarn of claim **1** wherein the elastic member has a predetermined elastic limit. the conductive covering filament has a predetermined break elongation, and the composite yarn has an elongation range from about 10% to about 800%.

7. The composite yarn of claim **1** wherein the conductive covering filament having a predetermined breaking strength, and wherein the composite yarn has a breaking strength greater than the breaking strength of the conductive covering filament.

8. The composite yarn of claim **1** wherein the at least one conductive covering filament itself comprises a non-conductive inelastic synthetic polymer yarn having a metallic wire thereon.

9. The composite yarn of claim **1** wherein the at least one conductive covering filament is wrapped in turns about the elastic member, such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10,000 turns of the conductive covering filament.

10. The composite yarn of claim **1** wherein the at least one conductive covering filament is sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the conductive covering filament.

11. The composite yarn of claim **1** further comprising a second conductive covering filament surrounding the elastic member, the second conductive covering filament having a length that is greater than the drafted length of the elastic member.

12. The composite yarn of claim **11** wherein the second conductive covering filament is a metallic wire.

13. The composite yarn of claim **11** wherein the second conductive covering filament itself comprises a non-conductive inelastic synthetic polymer yarn having a metallic wire thereon.

14. The composite yarn of claim **11** wherein the second conductive covering filament is wrapped in turns about the elastic member, such that for each relaxed unit length of the core there is at least one (1) to about 10.000 turns of the second conductive covering filament.

15. The composite yarn of claim **11** wherein the second conductive covering filament is sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the second conductive covering filament.

16. The composite yarn of claim **1** wherein the stress-bearing member is made from an inelastic synthetic polymer yarn.

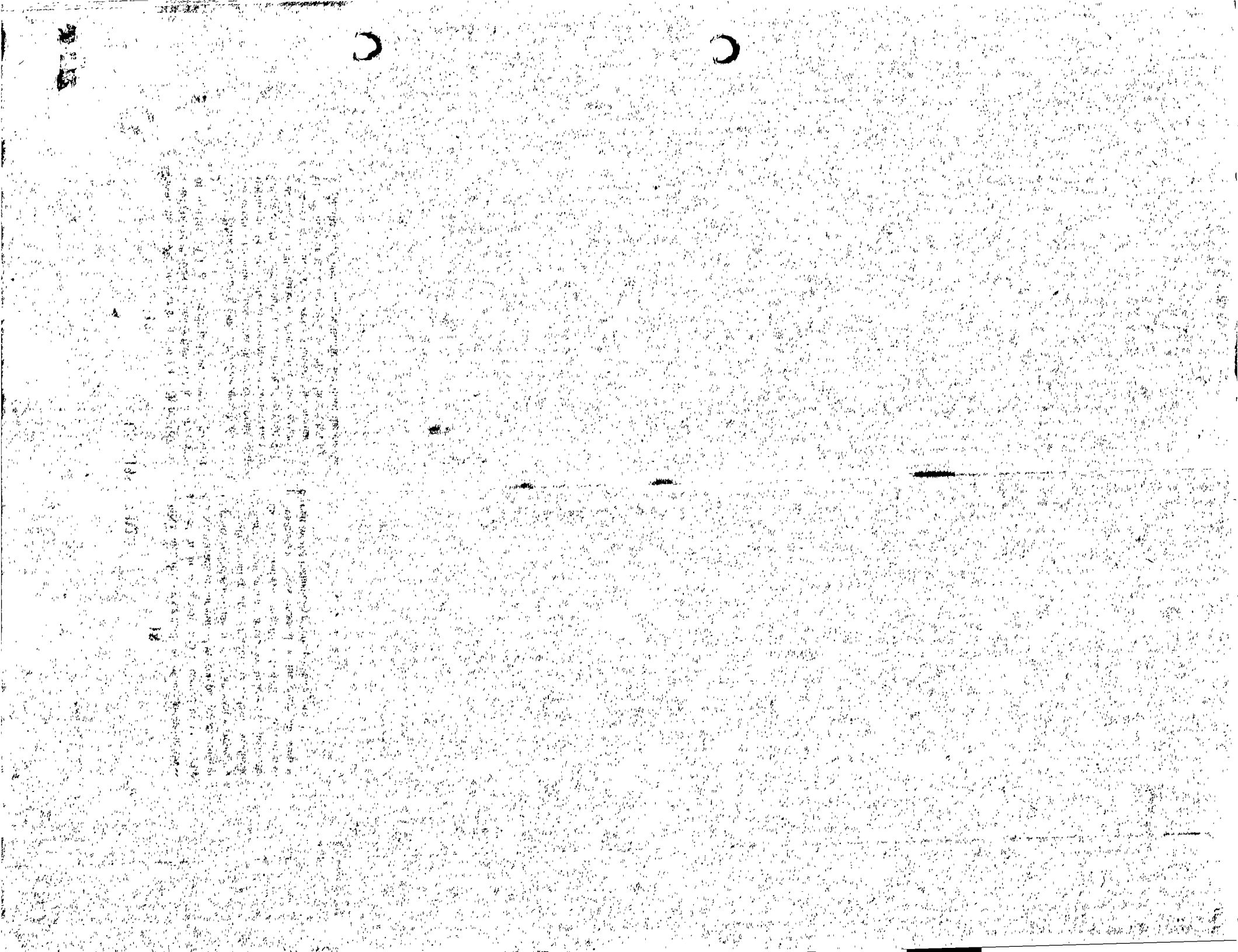
17. The composite yarn of claim **1** wherein the stress-bearing member is wrapped in turns about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10.000 turns of stress-bearing member.

18. The composite yarn of claim **1** wherein the stress-bearing member is sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the stress-bearing member.

19. The composite yarn of claim **1** wherein the stress-bearing member further comprises: a second inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member, and wherein the second inelastic synthetic polymer yarn has a total length less than the length of the conductive covering filament and greater than. or at most equal to, the drafted length (NxL) of the elastic member. such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the second inelastic synthetic polymer yarns.

20. The composite yarn of claim **19** wherein the second inelastic synthetic polymer yarn is wrapped in turns about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10.000 turns of each inelastic synthetic polymer yarn.

21. The composite yarn of claim **19** wherein the second inelastic synthetic polymer yarns is sinuously disposed



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 631 711 B1

(12) EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent:
27.06.2007 Bulletin 2007/26

(21) Application number: **04750193.7**

(22) Date of filing: **16.04.2004**

(51) Int Cl.:
D02G 3/44 *(2006.01)* ***D02G 3/32*** *(2006.01)*

(86) International application number:
PCT/US2004/011738

(87) International publication number:
WO 2004/097089 (11.11.2004 Gazette 2004/46)

(54) ELECTRICALLY CONDUCTIVE ELASTIC COMPOSITE YARN, METHODS FOR MAKING THE SAME, AND ARTICLES INCORPORATING THE SAME

ELEKTRISCH LEITFÄHIGES, ELASTISCHES VERBUNDGARN, HERSTELLUNGSVERFAHREN DAFÜR UND GEGENSTÄNDE DIE DIESE GARNE ENTHALTEN

FIL COMPOSITE ELASTIQUE ELECTRIQUEMENT CONDUCTEUR, PROCEDES DE FABRICATION DE CE FIL, ET ARTICLES CONTENANT CE FIL

(84) Designated Contracting States:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priority: **25.04.2003 US 465571 P**

(43) Date of publication of application:
08.03.2006 Bulletin 2006/10

(73) Proprietor: **Textronics Inc**
Wilmington, DE 19808 (US)

(72) Inventor: **KARAYIANNI, Eleni**
CH-1206 Geneva (CH)

(74) Representative: **Luderschmidt, Schüler & Partner Patentanwälte**
Industriepark Höchst,
Gebäude F 821
65926 Frankfurt (DE)

(56) References cited:
DE-A- 10 242 785
US-A- 4 525 992
US-A- 4 654 748
US-A- 4 813 219
US-A- 4 878 148
US-A- 6 105 224
US-A1- 2002 050 446

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

EP 1 631 711 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] This application claims the benefit of U.S. Provisional Application No. 60/465,571, filed on April 25, 2003.

FIELD OF THE INVENTION

[0002] The present invention relates to elastified yarns containing conductive metallic filaments, a process for producing the same and to stretch fabrics, garments and other articles incorporating such yarns.

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0003] It is known to include in textile yarns metallic wires and to include metallic surface coatings on yarns for the purpose of carrying electrical current, performing an anti-static electricity function or to provide shielding from electric fields. Such electrically conductive composite yarns have been fabricated into fabrics, garments and apparel articles.

[0004] It is believed impractical to base a conductive textile yarn solely on metallic filaments or on a combination yarn where the metallic filaments are required to be a stressed member of the yarn. This is due to the fragility and especially poor elasticity of the fine metal wires heretofore used in electrically conducting textile yarns.

[0005] Sources of fine metal wire fibers for use in textiles include, but are not limited to: NV Bekaert SA, Kortrijk, Belgium; Elektro-Feindraht AG, Escholzmatt, Switzerland and New England Wire Technologies Corporation, Lisbon, New Hampshire. As illustrated in Figure 1 a such wires 10 have an outer coating 20 of an insulating polymeric material surrounding a conductor 30 having a diameter on the order of 0.02 mm-0.35 mm and an electrical resistivity in the range of 1 to 2 microohm-cm. In general, these metal fibers exhibit a low force to break and relativity little elongation. As shown in Figure 2 these metal filaments have a breaking strength in the range of 260 to 320 N/mm^2 and an elongation at break of about 10 to 20%. However, these wires exhibit substantially no elastic recovery. In contrast, many elastic synthetic polymer based textile yarns stretch to at least 125% of their unstressed specimen length and recover more than 50% of this elongation upon relaxation of the stress.

[0006] United States Patent 3,288,175 (Valko) discloses an electrically conductive elastic composite yarn containing nonmetallic and metallic fibers. The nonmetallic fibers used in this composite conducting yarn are textile fibers such as nylon, polyester, cotton, wool, acrylic and polyolefins. These textile fibers have no inherent elasticity and impart no "stretch and recovery" power. Although the composite yarn of this reference is an electrically conductive yarn, textile material made therefrom fail to provide textile materials having a stretch potential.

[0007] United States Patent 4,813,219 (Rees) discloses an electrically conductive composite yarn wherein a continuous metal thread is wrapped about a continuous carrier thread. The carrier thread has an elongation at break of between 10% and 15%. Textile materials made from such yarns will be conductive, but will not have adequate stretch and recovery properties.

[0008] Similarly, United States Patent 5,288,544 (Mallen et al.) discloses an electrically conductive fabric comprising a minor amount of conductive fiber. This reference discloses conductive fibers including stainless steel, copper, platinum, gold, silver and carbon fibers comprising from 0.5% to 2% by weight. This patent discloses, by way of example, a woven fabric towel comprising polyester continuous filaments wrapped with carbon fibers and a spun polyester (staple fiber) and steel fiber yarn where the steel fiber is 1 % by weight of the yarn. While fabrics made from such yarns may have satisfactory anti-static properties apparently satisfactory for towels, sheets, hospital gowns and the like; they do not appear to possess an inherent elastic stretch and recovery property.

[0009] United States Patent Application 2002/0189839A1, published 19 December 2002, (Wagner et al.), discloses a cable to provide electrical current suitable for incorporation into apparel, clothing accessories, soft furnishings, upholstered items and the like. This application discloses electric current or signal carrying conductors in fabric-based articles based on standard flat textile structures of woven and knitted construction. An electrical cable disclosed in this application includes a "spun structure" comprising at least one electrically conductive element and at least one electrically insulating element. No embodiments appear to provide elastic stretch and recovery properties. For applications of the type contemplated the inability of the cable to stretch and recover from stretch is a severe limitation which limits the types of apparel applications to which this type of cable is suited.

[0010] Stretch and recovery is an especially desirable property of a yarn, fabric or garment which is also able to conduct electrical current, perform in antistatic electricity applications or provide electric field shielding. The stretch and recovery property, or "elasticity", is ability of a yarn or fabric to elongate in the direction of a biasing force (in the direction of an applied elongating stress) and return substantially to its original length and shape, substantially without permanent deformation, when the applied elongating stress is relaxed. In the textile arts it is common to express the applied stress on a textile specimen (e. g. a yarn or filament) in terms of a force per unit of cross section area of the specimen or force per unit linear density of the unstretched specimen. The resulting strain (elongation) of the specimen is expressed in terms of a fraction or percentage of the original specimen length. A graphical representation of stress versus strain is the stress-strain curve, well-known in the textile arts.

[0011] The degree to which fiber, yarn or fabric returns to the original specimen length prior to being deformed by an applied stress is called "elastic recovery". In stretch and recovery testing of textile materials it is also important

to note the elastic limit of the test specimen. The elastic limit is the stress load above which the specimen shows permanent deformation. The available elongation range of an elastic filament is that range of extension throughout which there is no permanent deformation. The elastic limit of a yarn is reached when the original test specimen length is exceeded after the deformation inducing stress is removed. Typically, individual filaments and multifilament yarns elongate (strain) in the direction of the applied stress. This elongation is measured at a specified load or stress. In addition, it is useful to note the elongation at break of the filament or yarn specimen. This breaking elongation is that fraction of the original specimen length to which the specimen is strained by an applied stress which ruptures the last component of the specimen filament or multifilament yarn. Generally, the drafted length is given in terms of a draft ratio equal to the number of times a yarn is stretched from its relaxed unit length.

[0012] Elastic fabrics having conductive wiring affixed to the fabric for use in garments intended for monitoring of physiological functions in the body are disclosed in United States Patent 6,341,504 (Istook). This patent discloses an elongated band of elastic material stretchable in the longitudinal direction and having at least one conductive wire incorporated into or onto the elastic fabric band. The conductive wiring in the elastic fabric band is formed in a prescribed curved configuration, e. g., a sinusoidal configuration. The elastic conductive band of this patent is able to stretch and alter the curvature of the conduction wire. As a result the electrical inductance of the wire is changed. This property change is used to determine changes in physiological functions of the wearer of a garment including such a conductive elastic band. The elastic band is formed in part using an elastic material, preferably spandex. Filaments of the spandex material sold by DuPont Textiles and Interiors, Inc., Wilmington, Delaware, under the trademark LYCRA® are disclosed as being a desirable elastic material. Conventional textile means to form the conductive elastic band are disclosed, these include warp knitting, weft knitting, weaving, braiding, or non-woven construction. Other textile filaments in addition to metallic filaments and spandex filaments are included in the conductive elastic band, these other filaments including nylon and polyester.

[0013] While elastic conductive fabrics with stretch and recovery properties dominated by the spandex component of the composite fabric band are disclosed, these conductive fabric bands are intended to be discrete elements of a fabric construction or garment used for prescribed physiological function monitoring. Although such elastic conductive bands may have advanced the art in physiological function monitoring they have not shown to be satisfactory for use in a way other than as discrete elements of a garment or fabric construction.

[0014] In view of the foregoing it is believed desirable to provide a conductive textile yarn with elastic recovery properties which can be processed using traditional textile means to produce knitted, woven or nonwoven fabrics. Further, it is believed that there is yet a need for fabrics and garments which are substantially wholly constructed from such elastic conductive yarns. Fabrics and garments substantially wholly constructed from elastic conductive yarns provide stretch and recovery characteristic to the entire construction, conforming to any shape, any shaped body, or requirement for elasticity.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0015] The present invention is directed to an electrically conducting elastic composite yarn that comprises an elastic member having a relaxed unit length L and a drafted length of (N x L). The elastic member itself comprises one or more filaments with elastic stretch and recovery properties. The elastic member is surrounded by at least one, but preferably a plurality of two or more, conductive covering filament(s). Each conductive covering filament has a length that is greater than the drafted length of the elastic member such that substantially all of an elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the elastic member. The value of the number N is in the range of about 1.2 to about 8.0; and, more preferably, in the range of about 1.2 to about 5.0.

[0016] Each of the conductive covering filament(s) may take any of a variety of forms. The conductive covering filament may be in the form of a metallic wire, including a metallic wire having an insulating coating thereon. Alternatively the conductive covering filament may take the form of a non-conductive inelastic synthetic polymer yarn having a metallic wire thereon. Any combination of the various forms may be used together in a composite yarn having a plurality of conductive covering filament(s).

[0017] Each conductive covering filament is wrapped in turns about the elastic member such that for each relaxed (stress free) unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10,000 turns of the conductive covering filament. Alternatively, the conductive covering filament may be sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the conductive covering filament.

[0018] The composite yarn may further comprise one or more inelastic synthetic polymer yarn(s) surrounding the elastic member. Each inelastic synthetic polymer filament yarn has a total length less than the length of the conductive covering filament, such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the inelastic synthetic polymer yarn(s). Preferably, the total length of each inelastic synthetic polymer filament yarn is greater than or equal to the drafted length (N x L) of the elastic member.

[0019] One or more of the inelastic synthetic polymer yarn(s) may be wrapped about the elastic member (and the conductive covering filament) such that for each relaxed (stress free) unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10,000 turns of inelastic

synthetic polymer yarn. Alternatively, the inelastic synthetic polymer yarn(s) may be sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the inelastic synthetic polymer yarn.

[0020] The composite yarn of the present invention has an available elongation range from about 10% to about 800%, which is greater than the break elongation of the conductive covering filament and less than the elastic limit of the elastic member, and a breaking strength greater than the breaking strength of the conductive covering filament.

[0021] The present invention is also directed to various methods for forming an electrically conductive elastic composite yarn.

[0022] A first method includes the steps of drafting the elastic member used within the composite yarn to its drafted length, placing each of the one or more conductive covering filament(s) substantially parallel to and in contact with the drafted length of the elastic member; and thereafter allowing the elastic member to relax thereby to entangle the elastic member and the conductive covering filament(s). If the electrically conducting elastic composite yarn includes one or more inelastic synthetic polymer yarn(s) such inelastic synthetic polymer yarn(s) are placed substantially parallel to and in contact with the drafted length of the elastic member; and thereafter the elastic member is allowed to relax thereby to entangle the inelastic synthetic polymer yarn(s) with the elastic member and the conductive covering filament(s).

[0023] In accordance with other alternative methods, each of the conductive covering filament(s) and each of the inelastic synthetic polymer yarn(s) (if the same are provided) are either twisted about the drafted elastic member or, in accordance with another embodiment of the method, wrapped about the drafted elastic member. Thereafter, in each instance, the elastic member is allowed to relax.

[0024] Yet another alternative method for forming an electrically conducting elastic composite yarn in accordance with the present invention includes the steps of forwarding the elastic member through an air jet and, while within the air jet, covering the elastic member with each of the conductive covering filament(s) and each of the inelastic synthetic polymer yarn(s) (if the same are provided). Thereafter the elastic member is allowed to relax.

[0025] It also lies within the contemplation of the present Invention to provide a knit, woven or nonwoven fabric substantially wholly constructed from electrically conducting elastic composite yarns of the present invention. Such fabrics may be used to form a wearable garment or other fabric articles substantially.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0026] The Invention will be more fully understood from the following detailed description, taken in connection with the accompanying drawings, which form a part of this application and in which:

Figure 1a is a scanning electron micrograph (SEM) representation of a Prior Art electrically conducting metallic wire with a polymeric electrically insulating outer coating, while Figure 1b is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting wire of Figure 1a after stress-induced elongation to break;

Figure 2 is a stress-strain curve for three electrically conducting wires of the Prior Art wherein each electrically conductive wire has a different diameter;

Figure 3a is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn in accordance with Invention Example 1 in a relaxed condition, while Figure 3b is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting elastic composite yarn of Figure 3a in a stretched condition;

Figure 3c is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn in accordance with Invention Example 2 of the present invention in a relaxed condition, while Figure 3d is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting elastic composite yarn of Figure 3c in a stretched condition;

Figure 4 is a stress-strain curve for the electrically conducting elastic composite yarn of Invention Example 1 determined using Test Method 1, while Figure 5 is a stress-strain curve for the electrically conducting elastic composite yarn of Invention Example 1 determined using Test Method 2, and, in both Figures 4 and 5, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

Figure 6 is a stress-strain curve for the electrically conducting elastic composite yarn of Invention Example 2 of the invention determined using Test Method 1, and, for comparison, the stress-strain curve of.metal wire alone;

Figure 7a is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn (70) in accordance with Invention Example 3 in a relaxed condition, while Figure 7b is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting elastic composite yarn of Figure 7a in a stretched condition;

Figure 7c is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn in accordance with Invention Example 4 in a relaxed condition, while Figure 7d is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the electrically conducting elastic composite yarn of Figure 7c in a stretched condition;

Figure 8 is a stress-strain curve for the electrically conducting composite yarn of Invention Example 3 determined using Test Method 1, and, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

Figure 9 is a stress-strain curve for the electrically conducting composite yarn of Invention Example 4 determined using Test Method 1, and, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

Figure 10a is a scanning electron micrograph (SEM) representation of an electrically conducting elastic composite yarn (90) in accordance with Invention Example 5 in a relaxed condition, while Figure 10b is a scanning electron micrograph (SEM) representation of the yarn (90) of Figure 10a in a stretched condition;

Figure 11 is a stress-strain curve for the electrically conducting composite yarn of Example 5 determined using Test Method 1, and, for comparison, the stress-strain curve of metal wire alone;

Figure 12a is a scanning electron micrograph (SEM) representation of a fabric made from the electrically conducting elastic composite yarn in accordance with Invention Example 6, the fabric being in a relaxed condition, while Figure 12b is a scanning electron micrograph (SEM) representation of a fabric from the same composite yarn, the fabric being in a stretched condition;

Figure 13a is a scanning electron micrograph (SEM) representation of a fabric from the electrically conducting elastic composite yarn of Invention Example 7, the fabric being in a relaxed condition, while Figure 13b is a scanning electron micrograph (SEM) representation of same fabric in a stretched condition;

Figure 14 is a schematic representation of an elastic member sinuously wrapped with a conductive filament.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0027] In accordance with the present invention it has been found that it is possible to produce an electrically conductive elastic composite yarn containing metal wires, whether or not the wires are insulated with polymeric coatings. The electrically conducting elastic composite yarn according to the present invention comprises an elastic member (or "elastic core") that is surrounded by at least one conductive covering filament(s). The elastic member has a predetermined relaxed unit length L and a predetermined drafted length of (N x L), where N is a number, preferably in the range from about 1.2 to about 8.0, representing the draft applied to the elastic member.

[0028] The conductive covering filament has a length that is greater than the drafted length of the elastic member such that substantially all of an elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the elastic member.

[0029] The elastic composite yarn may further include an optional stress-bearing member surrounding the elastic member and the conductive covering filament. The stress-bearing member is preferably formed from one or more inelastic synthetic polymer yarn(s). The length of the stress-bearing member(s) is less than the length of the conductive covering filament such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the stress-bearing member(s).

[0030] The Elastic Member The elastic member may be implemented using one or a plurality (i.e., two or more) filaments of an elastic yarn, such as that spandex material sold by DuPont Textiles and Interiors (Wilmington, Delaware, USA, 19880) under the trademark LYCRA®.

[0031] The drafted length (N x L) of the elastic member is defined to be that length to which the elastic member may be stretched and return to within five per cent (5%) of its relaxed (stress free) unit length L. More generally, the draft N applied to the elastic member is dependent upon the chemical and physical properties of the polymer comprising the elastic member and the covering and textile process used. In the covering process for elastic members made from spandex yarns a draft of typically between 1.2 and 8.0 and most preferably about 1.2 to about 5.0.

[0032] Alternatively, synthetic bicomponent multifilament textile yarns may also be used to form the elastic member. The synthetic bicomponent filament component polymers are thermoplastic, more preferably the synthetic bicomponent filaments are melt spun, and most preferably the component polymers are selected from the group consisting of polyamides and polyesters.

[0033] A preferred class of polyamide bicomponent multifilament textile yarns is those nylon bicomponent yarns which are self-crimping, also called "self-texturing". These bicomponent yarns comprise a component of nylon 66 polymer or copolyamide having a first relative viscosity and a component of nylon 66 polymer or copolyamide having a second relative viscosity, wherein both components of polymer or copolyamide are in a side-by-side relationship as viewed in the cross section of the individual filament. Self crimping nylon yarn such as that yarn sold by DuPont Textiles and Interiors under the trademark TACTEL® T-800™ is an especially useful bicomponent elastic yarn.

[0034] The preferred polyester component polymers include polyethylene terephthalate, polytrimethylene terephthalate and polytetrabutylene terephthalate. The more preferred polyester bicomponent filaments comprise a component of PET polymer and a component of PTT polymer, both components of the filament are in a side-by-side relationship as viewed in the cross section of the individual filament. An especially advantageous filament yarn meeting this description is that yarn sold by DuPont Textiles and Interiors under the trademark T-400™ *Next Generation Fiber*. The covering process for elastic members from these bicomponent yarns involves the use of less draft than with spandex.

[0035] Typically, the draft for both polyamide or polyester bicomponent multifilament textile yarns is between 1.2 and 5.0.

[0036] The conductive covering filament In its most basic form the conductive covering filament comprises

one or a plurality (i.e., two or more) strand(s) of metallic wire. These wire(s) may be uninsulated or insulated with a suitable electrically nonconducting polymer, e.g. nylon, polyurethane, polyester, polyethylene, polytetrafluoroethylene and the like. Suitable insulated and uninsulated wires (with diameter on the order of 0.02 mm to 0.35 mm) are available from; but not limited to: NV Bekaert SA, Kortrijk, Belgium; Elektro-Feindraht AG, Escholzmatt, Switzerland and New England Wire Technologies Corporation, Lisbon, New Hampshire. The metallic wire may be made of metal or metal alloys such as copper, silver plated copper, aluminum, or stainless steel.

[0037] In an alternative form, the conductive covering filament comprises a synthetic polymer yarn having one or more metallic wire(s) thereon or an electrically conductive covering, coating or polymer additive or sheath/core structure having a conductive core portion. One such suitable yarn is X-static® available from Laird Sauquoit Technologies, Inc. (300 Palm Street, Scranton, Pennsylvania, 18505) under the trademark X-static® yarn. One suitable form of X-static® yarn is based upon a 70 denier (77 dtex), 34 filament textured nylon available from DuPont Textiles and Interiors, Wilmington, Delaware as product ID 70-XS-34X2 TEX 5Z electroplated with electrically conductive silver. Another suitable conductive yarn is a metal coated KEVLAR® yarn known as ARACON® from E. I. DuPont de Nemours, Inc., Wilmington, Delaware. Other conductive fibers which can serve as conductive covering filaments, include polypyrrole and polyaniline coated filaments which are known in the art; see for example: US Patent Number 6,360,315B1 to E. Smela. Combinations of conductive covering yarn forms are useful depending upon the application and are within the scope of the invention.

[0038] Suitable synthetic polymer nonconducting yarns are selected from among continuous filament nylon yarns (e.g. from synthetic nylon polymers commonly designated as N66, N6, N610, N612, N7, N9), continuous filament polyester yarns (e.g. from synthetic polyester polymers commonly designated as PET, 3GT, 4GT, 2GN, 3GN, 4GN), staple nylon yarns, or staple polyester yarns. Such composite conductive yarn may be formed by conventional yarn spinning techniques to produce composite yarns, such as plied, spun or textured yarns.

[0039] Whatever form chosen the length of the conducting conductive covering filament surrounding the elastic member is determined according to the elastic limit of the elastic member. Thus, the conductive covering filament surrounding a relaxed unit length L of the elastic member has a total unit length given by A(N x L), where A is some real number greater than one (1) and N is a number in the range of about 1.2 to about 8.0. Thus the conductive covering filament has a length that is greater than the drafted length of the elastic member.

[0040] The alternative form of the conductive covering filament may be made by surrounding the synthetic polymer yarn with multiple turns of a metallic wire.

[0041] Optional stress-bearing member The optional stress-bearing member of the electrically conductive elastic composite yarn of the present invention may be made from nonconducting inelastic synthetic polymer fiber(s) or from natural textile fibers like cotton, wool, silk and linen. These synthetic polymer fibers may be continuous filament or staple yarns selected from multifilament flat yarns, partially oriented yarns, textured yarns, bicomponent yarns selected from nylon, polyester or filament yarn blends.

[0042] If utilized, the stress-bearing member surrounding the elastic member is chosen to have a total unit length of B(N x L), where B is some real number greater than one (1). The choice of the numbers A and B determines the relative lengths of the conductive covering filament and any stress-bearing member. Where A > B, for example, it is ensured that the conducting covering filament is not stressed or significantly extended near its breaking elongation. Furthermore, such a choice of A and B ensures that the stress-bearing member becomes the strength member of the composite yarn and will carry substantially all the elongating stress of the extension load at the elastic limit of the elastic member. Thus, the stress-bearing member has a total length less than the length of the conductive covering filament such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the stress-bearing member. The length of the stress-bearing member should be greater than, or equal to, the drafted length (N x L) of the elastic member.

[0043] The stress-bearing member is preferably nylon. Nylon yarns comprised of synthetic polyamide component polymers such as nylon 6, nylon 66, nylon 46, nylon 7, nylon 9, nylon 10, nylon 11, nylon 610, nylon 612, nylon 12 and mixtures and copolyamides thereof are preferred. In the case of copolyamides, especially preferred are those including nylon 66 with up to 40 mole per cent of a polyadipamide wherein the aliphatic diamine component is selected from the group of diamines available from E. I. Du Pont de Nemours and Company, Inc. (Wilmington, Delaware, USA, 19880) under the respective trademarks DYTEK A® and DYTEK EP®

[0044] Making the stress-bearing member from nylon renders the composite yarn dyeable using conventional dyes and processes for coloration of textile nylon yarns and traditional nylon covered spandex yarns.

[0045] If the stress-bearing member is polyester the preferred polyester is either polyethylene terephthalate (2GT, a.k.a. PET), polytrimethylene terephthalate (3GT, a.k.a. PTT) or polytetrabutylene terephthalate (4GT). Making the stress-bearing member from polyester multifilament yarns also permits ease of dyeing and handling in traditional textile processes.

[0046] The conductive covering filament and the optional stress-bearing member surround the elastic member in a substantially helical fashion along the axis thereof.

[0047] The relative amounts of the conductive covering filament and the stress-bearing member (if used) are

selected according to ability of the elastic member to extend and return substantially to its unstretched length (that is, undeformed by the extension) and on the electrical properties of the conductive covering filament. As used herein "undeformed" means that the elastic member returns to within about +/- five per cent (5%) of its relaxed (stress free) unit length L.

[0048] It has been found that any of the traditional textile process for single covering, double covering, air jet covering, entangling, twisting or wrapping of elastic filaments with conductive filament and the optional stress-bearing member yarns is suitable for making the electrically conducting elastic composite yarn according to the invention.

[0049] In most cases, the order in which the elastic member is surrounded by the conductive covering filament and the optional stress-bearing member is immaterial for obtaining an elastic composite yarn. A desirable characteristic of these electrically conducting elastic composite yarns of this construction is their stress-strain behavior. For example, under the stress of an elongating applied force the conductive covering filament of the composite yarn, disposed about the elastic member in multiple wraps [typically from one turn (a single wrap) to about 10,000 turns], is free to extend without strain due to the external stress.

[0050] Similarly, the stress-bearing member, when also disposed about the elastic member in multiple wraps, again, typically from one turn (a single wrap) to about 10,000 turns, is free to extend. If the composite yarn is stretched near to the break extension of the elastic member, the stress-bearing member is available to take a portion of the load and effectively preserve the elastic member and the conductive covering filament from breaking. The term "portion of the load" is used herein to mean any amount from 1 to 99 per cent of the load, and more preferably 10% to 80% of the load; and most preferably 25% to 50% of the load.

[0051] The elastic member may optionally be sinuously wrapped by the conductive covering filament and the optional stress-bearing member. Sinuous wrapping is schematically represented in Figure 14, where an elastic member (40), e.g. a LYCRA® yarn, is wrapped with a conductive covering filament (10), e.g. a metallic wire, in such a way that the wraps are characterized by a sinuous period (P).

[0052] Specific embodiments and procedures of the present invention will now be described further, by way of example, as follows.

TEST METHODS

[0053] Measurement of Fiber and Yarn Stress-Strain Properties Fiber and Yarn Stress-Strain Properties were determined using a dynamometer at a constant rate of extension to the point of rupture. The dynamometer used was that manufactured by Instron Corp, 100 Royall Street, Canton, Massachusetts, 02021 USA.

[0054] The specimens were conditioned to 22°C ± 1 °C and 60% ± 5% R.H. The test was performed at a gauge length of 5 cm and crosshead speed of 50 cm/min. For metal wires and bare elastic yarns, threads measuring about 20 cm were removed from the bobbin and let relax on a velvet board for at least 16 hours in air-conditioned laboratory. A specimen of this yarn was placed in the jaws with a pre-tension weight corresponding to the yarn dtex so as not to give either tension or slack.

[0055] For the conductive composite yarns of the invention, test specimens were prepared under two different methods as follows:

(Method 1) Specimen prepared as in the case of bare fibers (relaxed state)
(Method 2) Specimen prepared by taking the yarn directly from the bobbin.

[0056] The results obtained from the two methods enable direct comparison between the electrically conductive elastic composite yarn and its components (Method 1), as well as, assuring intact positioning of the electrically conductive elastic composite yarn during the measurement (variation between Methods 1 & 2). In addition tests were performed under varied pretension load that sets the yarn relaxed length. In this case the range of pretension loads applied simulates:

(i) the pretension appropriate for the elastic component of the electrically conductive elastic composite yarn so as not to give either tension or slack; these results can then be in direct comparison with the results obtained from the individual components of the electrically conductive elastic composite yarn, and
(ii) the tension load applied on the yarn during knitting or weaving processes; these results are then a representation of the processability of the yarn as well as the influence of the conductive composite yarn on the elastic performance of the knitted or woven fabric based on this yarn. It is expected that the pretension load influences available elongation of the yarn (at a higher pretension load a lower available elongation is measured) but not the ultimate strength of the yarn.

[0057] Measurement of Fabric Stretch Fabric stretch and recovery for a stretch woven fabric is determined using a universal electromechanical test and data acquisition system to perform a constant rate of extension tensile test. A suitable electromechanical test and data acquisition system is available from Instron Corp, 100 Royall Street, Canton, Massachusetts, 02021 USA.

[0058] Two fabric properties are measured using this instrument:-fabric stretch and the fabric growth (deformation). The available fabric stretch is the amount of elongation caused by a specific load between 0 and 30 Newtons and expressed as a percentage change in length of the original fabric specimen as it is stretched at

a rate of 300 mm per minute. The fabric growth is the unrecovered length of a fabric specimen which has been held at 80% of available fabric stretch for 30 minutes then allowed to relax for 60 minutes. Where 80% of available fabric stretch is greater than 35% of the fabric elongation, this test is limited to 35% elongation. The fabric growth is then expressed as a percentage of the original length.

[0059] The elongation or maximum stretch of stretch woven fabrics in the stretch direction is determined using a three-cycle test procedure. The maximum elongation measured is the ratio of the maximum extension of the test specimen to the initial sample length found in the third test cycle at load of 30 Newtons. This third cycle value corresponds to hand elongation of the fabric specimen. This test was performed using the above-referenced universal electromechanical test and data acquisition system specifically equipped for this three-cycle test.

EXAMPLES

[0060] Parenthetical reference numerals present in the discussion of the Examples refer to the reference characters used in the appropriate drawing (s).

[0061] Comparative Example Electrically conducting wires having an electrically insulated polymer outer coating were examined for their stress and strain properties using the dynamometer and Method 1 for measuring individual components of the electrically conductive elastic composite yarn. Samples of three wires available from ELEKTRO-FEINDRAHT AG, Switzerland, were tested. The metallic portion of the wires is shown in Figures 1A and 1B. The first sample wire had a nominal diameter of 20 micrometers (μm), a second sample 30 μm, and a third sample 40 μm. The stress-strain curves of these three samples are shown in Figure 2; using Test Method 1. These curves are typical of fine metallic wires. These wires exhibit a quite high modulus which along with the force to break increases with an increase in the wire diameter. All the wires break before elongation to 20% of their test specimen length, characterized by a quite low ultimate strength. Clearly, where metallic wires are used in textile fabrics and apparel there is a severe limit to the elongation available. Such wires in garments subject to stretch from movement of the wearer would be undependable conductors of electricity due to breakage of the wire.

Example 1 of the Invention (Figures 3a, 3b, 4, 5)

[0062] A 44 decitex (dtex) elastic core (40) made of LYCRA® spandex yarn was wrapped with a 20 μm diameter insulated silver-copper metal wire (10) obtained from ELEKTRO-FEINDRAHT AG, Switzerland using a standard spandex covering process. Covering was done on an I.C.B.T. machine model G307. During this process LYCRA® spandex yarn was drafted to a value of 3.2 times (i.e. N = 3.2) and was wrapped with two metal wires (10) of the same type, one twisted to the "S" and the other to the "Z" direction, to produce a electrically conductive elastic composite yarn (50). The wires (10) were wrapped at 1700 turns/meter (turns of wire per meter of drafted Lycra® spandex yarn) (5440 turns for each relaxed unit length L) for the first covering and at 1450 turns/meter (4640 turns for each relaxed unit length L) for the second covering. An SEM picture of this composite yarn is shown in the relaxed (Figure 3a) and stretched states (Figure 3b). The stress-strain curve shown in Figure 4 is for electrically conductive elastic composite yarn (50) measured as in the comparative example using Test Method 1 with an applied pretension load of 100 mg. This electrically conductive elastic composite yarn (50) exhibits an exceptional stretch behavior to over 50% more than the test specimen length and elongates to the range of 80% before it breaks exhibiting a higher ultimate strength than the 20 μm wire individually. This process allows production a electrically conductive elastic composite yarn (50) that exhibits an elongation to break in the range of 80% and a force to break in the range of 30 cN, compared to the individual metal wire that exhibits an elongation to break of only 7% and a force to break of only 8 cN. The stress-strain curve of this electrically conductive elastic composite yarn (50) was also measured according to Test Method 2 using a higher pretension load of 1 gram. This pretension more closely corresponds to that tension applied during a knitting process (Figure 5). Under these conditions the elongation to break of the electrically conductive elastic composite yarn (50) is in the range of 35%. This elongation indicates that yarn (50) is easier handle in a textile process and will provide a stretch fabric compared to the individual metal wire yarn. As can be seen from the characteristic stress-strain curve of this example, the break of the electrically conductive elastic composite yarn (50) is caused by the metal wire breaking before the elastic member of the composite yarn (50) breaks.

Example 2 of the Invention (Figures 3c, 3d, 6)

[0063] An electrically conducting elastic composite yarn (60) according to the invention was produced under the same conditions as in Example 1 except that the metal wires (10) were wrapped at 2200 turns/meter (7040 turns for each relaxed unit length L) and at 1870 turns/meter (5984 turns for each relaxed unit length L) for the first and second coverings, respectively. An SEM picture of this electrically conductive elastic composite yarn (60) is shown in Figure 3c (relaxed state) and Figure 3d (stretched state). These Figures clearly show a higher covering of the elastic member (40) by the metal wires (10) in comparison with Example 1. The stress-strain curve of this electrically conductive elastic composite yarn (60) is shown in Figure 6; measured as in the Comparative Example using Test Method 1 and an applied pretension load of 100 mg. This electrically conductive elastic composite yarn (60) exhibits a similar ultimate

strength but lower available elongation compared to the electrically conductive elastic composite yarn of Example 1. This process allows production of an electrically conducting composite yarn exhibiting an elongation to break in the range of 40% and a force to break in the range of 30 cN, compared to the individual metal wires (10) that exhibits an elongation to break of only 7% and a force to break of only 8 cN. The same electrically conducting composite yarn tested under Method 2, but using a pretension load of 1 gram, showed a similar behavior to the electrically conducting composite yarn of Example 1 under the same test method indicating good handling during a textile process.

[0064] The results shown by Examples 1 and 2 of the invention indicate that electrically conductive elastic composite yarns can be produced by the double covering process at varying covering fractions of the elastic member which have exceptional stretch performance and higher strength compared to the individual metal wire.

[0065] This flexibility in construction of electrically conductive elastic composite yarn of the invention is both interesting and desirable for applications utilizing the electrical properties of such electrically conductive elastic composite yarns. For example, in wearable electronics, a magnetic field may be modulated or suppressed depending on the requirements of the application by varying the construction of the electrically conductive elastic composite yarn.

Example 3 of the Invention (Figures 7a, 7b, 8)

[0066] A 44 decitex (dtex) elastic core (40) made of LYCRA® spandex yarn as used in the Examples 1 and 2 of the invention was covered with a 20 μm nominal diameter insulated silver-copper metal wire (10) obtained from ELEKTRO-FEINDRAHT AG, Switzerland, and a with a 22 dtex 7 filament stress-bearing yarn of TACTEL® nylon (42) using the same covering process as in Example 1 of the invention. During this process the elastic member was drafted to a draft of 3.2 times and covered with 2200 turns/meter (7040 turns for each relaxed unit length L) of wire (10) per meter and 1870 turns/meter (5984 turns for each relaxed unit length L) of TACTEL® nylon (42). An SEM picture of this electrically conducting elastic composite yarn (70) is shown in the relaxed state (Figure 7a) and stretched state (Figure 7b). It is evident from this picture that such process provides a higher protection for the conductive covering filament (10) compared to Examples 1 and 2 of the invention.

[0067] This feature is desirable in applications where an insulation layer is sought for a metal wire or to provide protection of the wire (10) during textile processing. The incorporation of stress-bearing nylon yarn (42) also determines certain aesthetics. Hand and texture of the electrically conducting composite yarn (70) are determined primarily by the stress-bearing nylon yarn (42) comprising the outer layer of the electrically conductive elastic composite yarn (70). This is desirable for the overall aesthetics and touch of the garment. The stress-strain curve of electrically conducting composite yarn (70) shown in Figure 8 is measured as in the Comparative Example using Test Method 1 with an applied pretension load of 100 mg. This electrically conducting elastic composite yarn (70) elongates easily to over 80% using less force to elongate than the breaking stress of the 20 μm wire individually. This electrically conducting elastic composite yarn (70) exhibits an elongation to break in the range of 120% and an ultimate strength in the range of 120 cN which is significantly higher than the available elongation and strength of any metal wire sample tested in the Comparative Example. Tested under Method 2 and a pretension load of 1 gram, this yarn (70) shows a soft stretch in the range of 0-35% elongation, which indicates significant contribution of this yarn in the elastic performance of a garment made of this yarn. Incorporation of stress-bearing nylon yarn (42) in the electrically conducting elastic composite yarn (70) results in a significant increase of the ultimate strength as well as elongation of the electrically conducting composite yarn.

Example 4 of the invention (Figures 7c, 7d, 9)

[0068] An electrically conducting elastic composite yarn (80) was produced under the same conditions of Example 3 of the invention, except for the following: the stress-bearing Tactel® nylon yarn (44) was a 44 dtex 34 filament microfiber. The first covering was 1500 turns/meter (4800 turns for each relaxed unit length L) of wire (10) and the second covering was 1280 turns/meter (4096 turns for each relaxed unit length L) of nylon fiber (44) of drafted elastic core (40). An SEM picture of this electrically conducting elastic composite yarn (80) is shown in the relaxed state (Figure 7c) and stretched state (Figure 7c). The bulkiness of this electrically conducting elastic composite yarn (80) provides for good protection of the metal wire (10) while taking on the soft aesthetics of a microfiber stress-bearing yarn (44). The stress-strain curve of this yarn (80) is shown in Figure 9 as measured in the Comparative Example using Test Method 1 with an applied pretension load of 100 mg. This electrically conducting elastic composite yarn (80) elongates easily to over 80% using less force to elongate than the breaking stress of the 20 μm wire individually, and exhibits an elongation to break in the range of 120% and an ultimate strength in the range of 200 cN which is significantly higher than the available elongation and strength of any metal wire sample tested in the Comparative Example. Tested under Method 2 and a pretension load of 1 gram, electrically conducting elastic composite yarn (80) shows a soft stretch in the range of zero to 35% elongation. Such a result is indicative of the significant contribution in the elastic performance of a garment made from the yarn (80). Incorporation of a stronger stress-bearing nylon fiber (44) in the electrically conductive elastic composite yarn (80) compared with Example 3 of the invention results in a further enhancement of the ultimate strength

of the electrically conductive elastic composite yarn (80).

Example 5 of the Invention (Figures 10a, 10b, 11)

[0069] A 44 decitex (dtex) elastic member (40) made of LYCRA® spandex yarn was covered with a stress-bearing 44 dtex 34 filament TACTEL® Nylon microfiber (46) and metal wire (10) via a standard air-jet covering process. This covering was made on an SSM (Scharer Schweiter Mettler AG) 10-position machine model DP2-C/S. An SEM picture of this electrically conducting composite yarn (90) is shown in the relaxed state (Figure 10a) and stretched state (Figure 10b). During this process the metallic wire (10) forms loops due to its monofilament nature. However in the stretched state the metallic wires (10) are completely protected by the stress-bearing nylon fiber (46). The structure provided by the air-jet covering process is not well-defined nor in a predetermined geometrical direction as in the simple covering processes of Examples 1-4 of this invention. The stress-strain curve of this yarn (90) is shown in Figure 11 measured as in the Comparative Example using Test Method 1 with an applied pretension load of 100 mg. This electrically conductive elastic composite yarn (90) elongates easily to over 200% using less force to elongate than the breaking stress of the 20 μm wire individually, and exhibits an elongation to break in the range of 280% and an ultimate strength in the range of 200 cN. This elongation is significantly higher than the available elongation and strength of any metal wire sample tested in the Comparative Example. Tested under Method 2 and a pretension load of 1 gram, electrically conductive elastic composite yarn (90) shows a soft stretch in the range of 100% elongation. This indicates that a significant contribution in the elastic performance of a garment of the yarn (90) is expected. Incorporation of a stress-bearing nylon fiber (46) in the electrically conductive elastic composite yarn (90), via air-jet covering, results in a significant enhancement of the ultimate strength of the composite yarn (90) which is similar with the observations made on electrically conductive elastic composite yarn by the double-covering process (e.g. Examples 3 and 4 of the invention). Further, it is observed that the air-jet covering process allows for a still higher available elongation range when compared to the processes using the same draft of the LYCRA® elastic member (40) in Examples 3 and 4. This feature increases the range of possible elastic performance in garments made from such electrically conducting elastic composite yarn.

Example 6 of the Invention (Figures 12a, 12b)

[0070] A fabric (100) was produced using electrically conductive elastic composite yarn (70) described in Invention Example 3. The fabric (100) was in the form of a knitted tube made on a Lonati 500 hosiery machine. This knitting process permits examination of the knittability of the yarn (70) under critical knitting conditions. This electrically conductive elastic composite yarn (70) yarn processed very well with no breaks providing a uniform knitted fabric (100). An SEM picture of this fabric (100) is given in Figure 12a in a relaxed state and in Figure 12b in stretched state.

Example 7 of the Invention (Figures 13a, 13b)

[0071] A fabric (110) was produced using the electrically conductive elastic composite yarn (80) described in Invention Example 4 of the invention. The fabric (110) again made in a Lonati 500 hosiery machine as in Example 6. The electrically conductive elastic composite yarn (80) processed very well with no breaks providing a uniform knitted fabric. An SEM picture of this fabric (110) is given in Figure 13a in the relaxed state and in Figure 13b in stretched state.

[0072] The examples are for the purpose of illustration only. Many other embodiments falling within the scope of the accompanying claims will be apparent to the skilled person.

Claims

1. An electrically conductive elastic composite yarn comprising:

   at least one elastic member having a relaxed unit length L and a drafted length of (N x L), wherein N is in the range of about 1.2 to about 8.0; and

   at least one conductive covering filament surrounding the elastic member, the conductive covering filament having a length that is greater than the drafted length of the elastic member, such that substantially all of an elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the elastic member.

2. The electrically conductive elastic composite yarn of claim 1 wherein N is in the range of about 1.2 to about 5.0.

3. The composite yarn of claim 1 wherein the at least one conductive covering filament is a metallic wire.

4. The composite yarn of claim 3 wherein the metallic wire has an insulating coating thereon.

5. The composite yarn of claim 1 wherein

   the elastic member has a predetermined elastic limit,

   the conductive covering filament has a predetermined break elongation,

   the composite yarn has an available elongation range that is greater than the break elongation

of the conductive covering filament and less than the elastic limit of the elastic member.

6. The composite yarn of claim 1 wherein

the elastic member has a predetermined elastic limit,
the conductive covering filament has a predetermined break elongation, and
the composite yarn has an elongation range from about 10% to about 800%.

7. The composite yarn of claim 1 wherein

the conductive covering filament having a predetermined breaking strength, and wherein
the composite yarn has a breaking strength greater than the breaking strength of the conductive covering filament.

8. The composite yarn of claim 1 wherein the at least one conductive covering filament itself comprises a non-conductive inelastic synthetic polymer yarn having a metallic wire thereon.

9. The composite yarn of claim 1 wherein the at least one conductive covering filament is wrapped in turns about the elastic member,

such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10,000 turns of the conductive covering filament.

10. The composite yarn of claim 1 wherein the at least one conductive covering filament is sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the conductive covering filament.

11. The composite yarn of claim 1 further comprising a second conductive covering filament surrounding the elastic member, the second conductive covering filament having a length that is greater than the drafted length of the elastic member.

12. The composite yarn of claim 11 wherein the second conductive covering filament is a metallic wire.

13. The composite yarn of claim 11 wherein the second conductive covering filament itself comprises a non-conductive inelastic synthetic polymer yarn having a metallic wire thereon.

14. The composite yarn of claim 11 wherein the second conductive covering filament is wrapped in turns about the elastic member,
such that for each relaxed unit length of the core there is at least one (1) to about 10,000 turns of the second conductive covering filament.

15. The composite yarn of claim 11 wherein the second conductive covering filament is sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the second conductive covering filament.

16. The composite yarn of claim 1 further comprising:

a stress-bearing member surrounding the elastic member, and wherein
the stress-bearing member has a total length less than the length of the conductive covering filament and greater than, or equal to, the drafted length (N x L) of the elastic member,
such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the stress-bearing member.

17. The composite yarn of claim 16 wherein the stress-bearing member is made from an inelastic synthetic polymer yarn.

18. The composite yarn of claim 16 wherein the stress-bearing member is wrapped in turns about the elastic member
such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one (1) to about 10,000 turns of stress-bearing member.

19. The composite yarn of claim 16 wherein the stress-bearing member is sinuously disposed about the elastic member
such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by the stress-bearing member.

20. The composite yarn of claim 16 wherein the stress-bearing member further comprises:

a second inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member, and wherein
the second inelastic synthetic polymer yarn has a total length less than the length of the conductive covering filament and greater than, or at most equal to, the drafted length of (N x L) of the elastic member,
such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn Is carried by the second inelastic synthetic polymer yarns.

21. The composite yarn of claim 20 wherein the second inelastic synthetic polymer yarn is wrapped in turns about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least

one (1) to about 10,000 turns of each inelastic synthetic polymer yarn.

22. The composite yarn of claim 20 wherein the second inelastic synthetic polymer yarns is sinuously disposed about the elastic member such that for each relaxed unit length (L) of the elastic member there is at least one period of sinuous covering by each inelastic synthetic polymer yarn.

23. A method for forming an electrically conductive elastic composite yarn comprising:

an elastic member having a relaxed length; and at least one conductive covering filament surrounding the elastic member, the method comprising the steps of:

drafting an elastic member,
placing a conductive covering filament substantially parallel to and in contact with the drafted length of the elastic member and thereafter
allowing the elastic member to relax thereby to entangle the elastic member and the conductive covering filament.

24. The method of claim 23 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises a second conductive covering filament surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

placing a second conductive covering filament substantially parallel to and in contact with the drafted length of the elastic member; and thereafter
allowing the elastic member to relax thereby to entangle the second conductive covering filament with the elastic member and the first conductive covering filament.

25. The method of claim 24 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises an inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

placing an inelastic synthetic polymer yarn substantially parallel to and in contact with the drafted length of the elastic member, and thereafter
allowing the elastic member to relax thereby to entangle the inelastic synthetic polymer yarn with the elastic member and the first conductive covering filament.

26. The method of claim 25 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises a second inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

placing a second inelastic synthetic polymer yarn substantially parallel to and in contact with the drafted length of the elastic member, and thereafter
allowing the elastic member to relax thereby to entangle the second inelastic synthetic polymer yarn with the elastic member, the conductive covering filament and the first inelastic synthetic polymer yarn.

27. A method for forming an electrically conductive elastic composite yarn comprising:

an elastic member having a relaxed length; and at least one conductive covering filament surrounding the elastic member the method comprising the steps of:

drafting an elastic member;
twisting the conductive covering filament with the drafted elastic member; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

28. The method of claim 27 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises a second conductive covering filament surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

twisting the second conductive covering filament with the drafted elastic member and the first conductive covering filament; and thereafter allowing the elastic member to relax.

29. The method of claim 28 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises an inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

twisting the inelastic synthetic polymer yarn with the elastic member and the conductive covering filament; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

30. The method of claim 29 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises a second inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

twisting the second inelastic synthetic polymer yarn with the elastic member, the conductive

covering filament and the first inelastic synthetic polymer yarn; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

31. A method for forming an electrically conductive elastic composite yarn comprising:

an elastic member having a relaxed length; and at least one conductive covering filament surrounding the elastic member the method comprising the steps of:

drafting the elastic member:
wrapping the conductive covering filament about the drafted length of the elastic member; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

32. The method of claim 31 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises a second conductive covering filament surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

wrapping a second conductive covering filament about the drafted length of the elastic member and the first conductive covering filament; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

33. The method of claim 31 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises an inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

wrapping an inelastic synthetic polymer yarn about the drafted length of the elastic member and the conductive covering filament; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

34. The method of claim 33 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises a second inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

wrapping a second inelastic synthetic polymer yarn about drafted length of the elastic member, the conductive covering filament and the first inelastic synthetic polymer yarn; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

35. A method for forming an electrically conductive elastic composite yarn comprising: an elastic member having a relaxed length L, a drafted length (N x L), where N is in the range of 1.2 to 8.0; and at least one conductive covering filament surrounding the elastic member, the method comprising the steps of:

forwarding the elastic member through an air jet;
within the air jet, covering the elastic member with the conductive covering filament; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

36. The method of claim 35 wherein the electrically conductive elastic composite yarn comprises a second conductive covering filament surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

within the air jet, covering the elastic member and the first conductive covering filament with a second conductive covering filament; and thereafter allowing the elastic member to relax.

37. The method of claim 35 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises an inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

within the air jet, covering the elastic member and the conductive covering filament with an inelastic synthetic polymer yarn; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

38. The method of claim 37 wherein the electrically conductive elastic composite yarn further comprises a second inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member,
the method further comprising the steps of:

within the air jet, covering the elastic member, the conductive covering filament and the first inelastic synthetic polymer yarn with a second inelastic synthetic polymer yarn; and thereafter
allowing the elastic member to relax.

39. A fabric comprising a plurality of electrically conductive elastic composite yarns, wherein each electrically conducting elastic composite yarn comprises:

an elastic member having a relaxed unit length L and a drafted length of (N x L), wherein N is in the range of about 1.2 to about 8.0; and
at least one conductive covering filament surrounding the elastic member, the conductive covering filament having a length that is greater than the drafted length of the elastic member, such that substantially all of an elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the elastic member.

40. The fabric of claim 39 wherein one or more of the composite yarns further comprise:

an inelastic synthetic polymer yarn surrounding the elastic member, and wherein
the inelastic synthetic polymer filament yarn has a total length less than the length of the conductive covering filament,
such that a portion of the elongating stress imposed on the composite yarn is carried by the inelastic synthetic polymer yarn.

Patentansprüche

1. Ein elektrisch leitfähiges elastisches Kompositgarn aus:

zumindest einem elastischen Element mit einer relaxierten Einheitslänge L und einer verstreckten Länge von (N x L), wobei N in dem Bereich von etwa 1,2 bis etwa 8,0 ist und
zumindest ein leitfähiges Abdeckungsfilament, welches das elastische Element umgibt, wobei das leitfähige Abdeckungsfilament eine Länge hat, die größer ist als die verstreckte Länge des elastischen Elements,
so dass im Wesentlichen alles von einer Dehnungsspannung, die auf das Kompositgarn ausgeübt wird, von dem elastischen Element getragen wird.

2. Das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn aus Anspruch 1, wobei N in dem Bereich von etwa 1,2 bis etwa 5,0 ist.

3. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, wobei das zumindest eine leitfähige Abdeckungsfilament ein Metalldraht ist.

4. Das Kompositgarn aus Anspruch 3, wobei der Metalldraht eine Isolationsbeschichtung darauf hat.

5. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, wobei

das elastische Element eine vorherbestimmte elastische Grenze hat,
das leitfähige Abdeckungsfilament eine vorherbestimmte Bruchdehnung hat,
das Kompositgarn einen verfügbaren Dehnungsbereich hat, der größer ist als die Bruchdehnung des leitfähigen Abdeckungsfilaments und weniger als die elastische Grenze des elastischen Elements.

6. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, wobei

das elastische Element eine vorherbestimmte elastische Grenze hat,
das leitfähige Abdeckungsfilament eine vorherbestimmte Bruchdehnung hat und
das Kompositgarn einen Dehnungsbereich von etwa 10% bis etwa 800% hat.

7. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, wobei

das leitfähige Abdeckungsfilament eine vorherbestimmte Bruchfestigkeit hat und wobei
das Kompositgarn eine Bruchfestigkeit hat, die größer ist als die Bruchfestigkeit des leitfähigen Abdeckungsfilaments.

8. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, wobei das zumindest eine leitfähige Abdeckungsfilament selbst ein nicht leitfähiges unelastisches synthetisches Polymergarn umfasst, das einen Metalldraht darauf hat.

9. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, wobei das zumindest eine leitfähige Abdeckungsfilament in Windungen um das elastische Element gewickelt ist, so dass für jede relaxierte Einheitslänge (L) des elastischen Elements zumindest eine (1) bis etwa 10 000 Windungen des leitfähigen Abdeckungsfilaments vorhanden sind.

10. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, wobei das zumindest eine leitfähige Abdeckungsfilament gewunden um das elastische Element angeordnet ist, so dass für jede relaxierte Einheitslänge (L) des elastischen Elements zumindest eine Periode einer gewundenen Abdeckung aus dem leitfähigen Abdekkungsfilament vorhanden ist.

11. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, weiterhin aufweisend ein zweites leitfähiges Abdeckungsfilament, welches das elastische Element umgibt, wobei das zweite leitfähige Abdeckungsfilament eine Länge hat, die größer ist als die verstreckte Länge des elastischen Elements.

12. Das Kompositgarn aus Anspruch 11, wobei das zweite leitfähige Abdeckungsfilament ein Metalldraht ist.

13. Das Kompositgarn aus Anspruch 11, wobei das zweite leitfähige Abdeckungsfilament selbst ein nicht leitfähiges unelastisches synthetisches Polymergarn mit einem Metalldraht darauf umfasst.

14. Das Kompositgarn aus Anspruch 11, wobei das zweite leitfähige Abdeckungsfilament in Windungen um das elastische Element gewickelt ist, so dass für jede relaxierte Einheitslänge des Kerns zumindest eine (1) bis etwa 10 000 Windungen des zweiten leitfähigen Abdeckungsfilaments vorhanden sind.

15. Das Kompositgarn aus Anspruch 11, wobei das zweite leitfähige Abdeckungsfilament gewunden um das elastische Element angeordnet ist, so dass für jede relaxierte Einheitslänge (L) des elastischen Elements zumindest eine Periode einer gewundenen Abdeckung aus dem zweiten leitfähigen Abdekkungsfilament vorhanden ist.

16. Das Kompositgarn aus Anspruch 1, weiterhin aufweisend:

ein spannungstragendes Element, welches das elastische Element umgibt, und
wobei das spannungstragende Element eine Gesamtlänge hat, die geringer ist als die Länge des leitfähigen Abdeckungsfilaments und größer als oder gleich der verstreckten Länge (N x L) des elastischen Elements,
so dass ein Teil der auf das Kompositgarn ausgeübten Dehnungsspannung von dem spannungstragenden Element getragen wird.

17. Das Kompositgarn aus Anspruch 16, wobei das spannungstragende Element aus einem unelastischen synthetischen Polymergarn hergestellt wird.

18. Das Kompositgarn aus Anspruch 16, wobei das spannungstragende Element in Windungen um das elastische Element gewickelt ist,
so dass für jede relaxierte Einheitslänge (L) des elastischen Elements zumindest eine (1) bis etwa 10 000 Windungen des spannungstragenden Elements vorhanden sind.

19. Das Kompositgarn aus Anspruch 16, wobei das spannungstragende Element gewunden um das elastische Element angeordnet ist,
so dass für jede relaxierte Einheitslänge (L) des elastischen Elements zumindest eine Periode einer gewundenen Abdeckung aus dem spannungstragenden Element vorhanden ist.

20. Das Kompositgarn aus Anspruch 16, wobei das spannungstragende Element weiterhin aufweist:

ein zweites unelastisches synthetisches Polymergarn, welches das elastische Element umgibt und wobei
das zweite unelastische synthetische Polymergarn eine Gesamtlänge hat, die geringer ist als die Länge des leitfähigen Abdeckungsfilaments und größer als oder zumindest gleich der verstreckten Länge (N x L) des elastischen Elements,
so dass ein Teil der Dehnungsspannung, die auf das Kompositgarn ausgeübt wird, durch das zweite unelastische synthetische Polymergarn getragen wird.

21. Das Kompositgarn aus Anspruch 20, wobei das zweite unelastische synthetische Polymergarn in Windungen um das elastische Element gewickelt ist, so dass für jede relaxierte Einheitslänge (L) des elastischen Elements zumindest eine (1) bis etwa 10 000 Windungen jedes unelastischen synthetischen Polymergarns vorhanden sind.

22. Das Kompositgarn aus Anspruch 20, wobei das zweite unelastische synthetische Polymergarn gewunden um das elastische Element angeordnet ist, so dass für jede relaxierte Einheitslänge (L) des elastischen Elements zumindest eine Periode einer gewundenen Abdeckung von jedem unelastischen synthetischen Polymergarn vorhanden ist.

23. Ein Verfahren zur Bildung eines elektrisch leitfähigen elastischen Kompositgarns, aufweisend:

ein elastisches Element mit einer relaxierten Länge und
zumindest ein leitfähiges Abdeckungsfilament, welches das elastische Element umgibt, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Verstrecken eines elastischen Elements, Anbringen eines leitfähigen Abdeckungsfilaments im Wesentlichen parallel zu und in Kontakt mit der verstreckten Länge des elastischen Elements und danach Zulassen, dass das elastische Element relaxiert, wobei sich das elastische Element und das leitfähige Abdekkungsfilament verwickeln.

24. Das Verfahren gemäß Anspruch 23, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein zweites leitfähiges Abdeckungsfilament aufweist, welches das elastische Element umgibt, wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Anbringen eines zweiten leitfähigen Abdekkungsfilaments im Wesentlichen parallel zu und in Kontakt mit der verstreckten Länge des elastischen Elements und danach
Zulassen, dass das elastische Element relaxiert, wobei sich das zweite leitfähige Abdekkungsfilament mit dem elastischen Element und dem ersten leitfähigen Abdeckungsfilament verwickelt.

25. Das Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein unelastisches synthetisches Polymergarn umfasst, welches das elastische Element umgibt, wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Anbringen eines unelastischen synthetischen Polymergarns im Wesentlichen parallel zu und

in Kontakt mit der verstreckten Länge des elastischen Elements und danach
Zulassen, dass das elastische Element relaxiert, wobei sich das unelastische synthetische Polymergarn mit dem elastischen Element und dem ersten leitfähigen Abdeckungsfilament verwickelt.

26. Das Verfahren gemäß Anspruch 25, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein zweites unelastisches synthetisches Polymergarn aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Anbringen eines zweiten unelastischen synthetischen Polymergarns im Wesentlichen parallel zu und in Kontakt mit der verstreckten Länge des elastischen Elements und danach
Zulassen, dass das elastische Element relaxiert, wobei sich das zweite unelastische synthetische Polymergarn mit dem elastischen Element, dem leitfähigen Abdeckungsfilament und dem ersten unelastischen synthetischen Polymergarn verwickelt.

27. Ein Verfahren zum Bilden eines elektrisch leitfähigen elastischen Kompositgarns aus:

einem elastischen Element mit einer relaxierten Länge, und
zumindest einem leitfähigen Abdeckungsfilament, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Verstrecken eines elastischen Elements,
Verdrehen des leitfähigen Abdeckungsfilaments mit dem verstreckten elastischen Element und danach
Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

28. Das Verfahren gemäß Anspruch 27, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein zweites leitfähiges Abdeckungsfilament aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Verdrehen des zweiten leitfähigen Abdeckungsfilaments mit dem verstreckten elastischen Element und dem ersten leitfähigen Abdeckungsfilament und danach Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

29. Das Verfahren gemäß Anspruch 28, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein unelastisches synthetisches Polymergarn aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Verdrehen des unelastischen synthetischen Polymergarns mit dem elastischen Element und dem leitfähigen Abdeckungsfilament und danach
Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

30. Das Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein zweites unelastisches synthetisches Polymergarn aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Verdrehen des zweiten unelastischen synthetischen Polymergarns mit dem elastischen Element, dem leitfähigen Abdeckungsfilament und dem ersten unelastischen synthetischen Polymergarn und danach
Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

31. Ein Verfahren zum Bilden eines elektrisch leitfähigen elastischen Kompositgarns aus:

einem elastischen Element mit einer relaxierten Länge und
zumindest einem leitfähigen Abdeckungsfilament, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Verstrecken des elastischen Elements,
Wickeln des leitfähigen Abdeckungsfilaments um die verstreckte Länge des elastischen Elements und danach
Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

32. Das Verfahren aus Anspruch 31, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein zweites leitfähiges Abdeckungsfilament aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Wickeln eines zweiten leitfähigen Abdeckungsfilaments um die verstreckte Länge des elastischen Elements und das erste leitfähige Abdeckungsfilament und danach Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

33. Das Verfahren aus Anspruch 31, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein unelastisches synthetisches Polymergarn aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Wickeln eines unelastischen synthetischen Polymergarns um die verstreckte Länge des elastischen Elements und des leitfähigen Abdekkungsfilaments und danach Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

34. Das Verfahren gemäß Anspruch 33, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein zweites unelastisches synthetisches Polymergarn aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Wickeln eines zweiten unelastischen synthetischen Polymergarns um die verstreckte Länge des elastischen Elements, das leitfähige Abdekkungsfilament und das erste unelastische synthetische Polymergarn und danach Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

35. Ein Verfahren zum Bilden eines elektrisch leitfähigen elastischen Kompositgarns aus: einem elastischen Element mit einer relaxierten Länge L, einer verstreckten Länge (N x L), wobei N in dem Bereich von 1,2 bis 8,0 ist, und zumindest einem leitfähigen Abdeckungsfilament, welches das elastische Element umgibt, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Befördern des elastischen Elements durch einen Luftstrom,
Bedecken des elastischen Elements mit dem leitfähigen Abdeckungsfilament in dem Luftstrom und danach
Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

36. Das Verfahren gemäß Anspruch 35, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn ein zweites leitfähiges Abdeckungsfilament aufweist, welches das elastische Element umhüllt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Bedecken des elastischen Elements und des ersten leitfähigen
Abdeckungsfilaments mit einem zweiten leitfähigen Abdeckungsfilament innerhalb des Luftstroms und danach Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

37. Das Verfahren gemäß Anspruch 35, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein unelastisches synthetisches Polymergarn aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Bedecken des elastischen Elements und des leitfähigen Abdeckungsfilaments mit einem unelastischen synthetischen Polymergarn innerhalb des Luftstroms und danach Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

38. Das Verfahren gemäß Anspruch 37, wobei das elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn weiterhin ein zweites unelastisches synthetisches Polymergarn aufweist, welches das elastische Element umgibt,
wobei das Verfahren weiterhin die Schritte aufweist:

Bedecken des elastischen Elements, des leitfähigen Abdeckungsfilaments und des ersten unelastischen synthetischen Polymergarns mit einem zweiten unelastischen synthetischen Polymergarn innerhalb des Luftstroms und danach Zulassen, dass das elastische Element relaxiert.

39. Ein Gewebe aus einer Vielzahl von elektrisch leitfähigen elastischen Kompositgarnen, wobei jedes elektrisch leitfähige elastische Kompositgarn aufweist:

ein elastisches Element mit einer relaxierten Einheitslänge L und einer verstreckten Länge von (N x L), wobei N in dem Bereich von etwa 1,2 bis etwa 8,0 ist, und
zumindest einem leitfähigen Abdeckungsfilament, welches das elastische Element umgibt, wobei das leitfähige Abdeckungsfilament eine Länge hat, die größer ist als die verstreckte Länge des elastischen Elements,
so dass im Wesentlichen die gesamte Dehnungsspannung, die auf das Kompositgarn ausgeübt wird, von dem elastischen Element getragen wird.

40. Das Gewebe gemäß Anspruch 39, wobei ein oder mehrere der Kompositgarne weiterhin aufweisen:

ein unelastisches synthetisches Polymergarn, welches das elastische Element umgibt, und wobei
das unelastische synthetische Polymerfilamentgarn eine Gesamtlänge hat, die geringer ist als die Länge des leitfähigen Abdeckungsfilaments, so dass ein Teil der Dehnungsspannung, die auf das Kompositgarn ausgeübt wird, von dem unelastischen synthetischen Polymergarn getragen wird.

Revendications

1. Un fil composite élastique conductible du point de vue électrique qui consiste en:

- au moins un élément élastique possédant une

longueur unitaire relaxée L et une longueur tirée de (N x L), où N est dans l'étendue d'environ 1,2 jusqu'à environ 8,0; et
- au moins un filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le filament de couverture conductible possédant une longueur qui est plus grande que la longueur tirée de l'élément élastique,
- de sorte que substantiellement toute la contrainte d'allongement imposée sur le fil composite soit portée par l'élément élastique.

2. Le fil composite élastique conductible du point de vue électrique de la revendication 1 où N est dans l'étendue d'environ 1,2 jusqu'à environ 5,0.

3. Le fil composite de la revendication 1 où au moins un filament de couverture conductible est un fil métallique.

4. Le fil composite de la revendication 3 où le fil métallique possède une couche isolant sur celui-ci.

5. Le fil composite de la revendication 1 où

- l'élément élastique possède une limite élastique prédéterminée,
- le filament de couverture conductible possède un allongement à la rupture prédéterminée,
- le fil composite possède une étendue d'allongement disponible qui est plus grande que l'allongement à la rupture du filament de couverture conductible et plus petite que la limite de l'élément élastique.

6. Le fil composite de la revendication 1 où

- l'élément élastique possède une limite élastique prédéterminée,
- le filament de couverture conductible possède un allongement à la rupture prédéterminée,
- le fil composite possède une étendue d'allongement à partir d'environ 10 % jusqu'à environ 800 %.

7. Le fil composite de la revendication 1 où

- le filament de couverture conductible possède une résistance à la rupture prédéterminée, et où
- le fil composite possède une résistance à la rupture plus grande que la résistance à la rupture du filament de couverture conductible.

8. Le fil composite de la revendication 1 où au moins un filament de couverture conductible lui même consiste en un fil polymérique synthétique non élastique non conductible qui possède un fil métallique sur celui-ci.

9. Le fil composite de la revendication 1 où au moins un filament de couverture conductible est enveloppé en tours autour de l'élément élastique, de sorte que pour chaque longueur unitaire relaxée (L) de l'élément élastique il y ait au moins un (1) jusqu'à environ 10.000 tours du filament de couverture conductible.

10. Le fil composite de la revendication 1 où au moins un filament de couverture conductible est disposé de manière sinueuse autour de l'élément élastique de sorte que pour chaque longueur unitaire relaxée (L) de l'élément élastique il y ait au moins une période de couverture sinueuse par le filament de couverture conductible.

11. Le fil composite de la revendication 1 consistant encore en un deuxième filament de couverture conductible qui entoure l'élément élastique, le filament de couverture conductible possédant une longueur qui est plus grande que la longueur tirée de l'élément élastique.

12. Le fil composite de la revendication 11 où le deuxième filament de couverture conductible est un fil métallique.

13. Le fil composite de la revendication 11 où le deuxième filament de couverture conductible lui même consiste en un fil polymérique synthétique non élastique non conductible qui possède un fil métallique sur celui-ci.

14. Le fil composite de la revendication 11 où le deuxième filament de couverture conductible est enveloppé en tours autour de l'élément élastique, de sorte que pour chaque longueur unitaire relaxée du noyau il y ait au moins un (1) jusqu'à environ 10.000 tours du deuxième filament de couverture conductible.

15. Le fil composite de la revendication 11 où le deuxième filament de couverture conductible est disposé de manière sinueuse autour de l'élément élastique de sorte que pour chaque longueur unitaire relaxée (L) de l'élément élastique il y ait au moins une période de couverture sinueuse par le deuxième filament de couverture conductible.

16. Le fil composite de la revendication 1 consistant encore en:

- un élément portant de contrainte qui entoure l'élément élastique, et où
- l'élément portant de contrainte possède une longueur totale plus petite que la longueur du filament de couverture conductible et plus grande que, ou égale à, la longueur tirée (N x L) de l'élément élastique,
- de sorte qu'une portion de la contrainte d'al-

longement imposée sur le fil composite soit portée par l'élément portant de contrainte.

17. Le fil composite de la revendication 16 où l'élément portant de contrainte est fait d'un fil polymérique synthétique non élastique.

18. Le fil composite de la revendication 16 où l'élément portant de contrainte est enveloppé en tours autour de l'élément élastique de sorte que pour chaque longueur unitaire relaxée (L) de l'élément élastique il y ait au moins un (1) jusqu'à environ 10.000 tours de l'élément portant de contrainte.

19. Le fil composite de la revendication 16 où l'élément portant de contrainte est disposé de manière sinueuse autour de l'élément élastique de sorte que pour chaque longueur unitaire relaxée (L) de l'élément élastique il y ait au moins une période de couverture sinueuse par l'élément portant de contrainte.

20. Le fil composite de la revendication 16 où l'élément portant de contrainte consiste encore en:

- un deuxième fil polymérique synthétique non élastique qui entoure l'élément élastique et où
- le deuxième fil polymérique synthétique non élastique possède une longueur totale qui est plus petite que la longueur du filament de couverture conductible et plus grande que, ou au plus égale à la longueur tirée de (N x L) de l'élément élastique,
- de sorte qu'une portion de la contrainte d'allongement imposée sur le fil composite soit portée par le deuxième fil polymérique synthétique non élastique.

21. Le fil composite de la revendication 20 où le deuxième fil polymérique synthétique non élastique est enveloppé en tours autour de l'élément élastique de sorte que pour chaque longueur unitaire relaxée (L) l'élément élastique il y ait au moins un (1) jusqu'à environ 10.000 tours de chaque fil polymérique synthétique non élastique.

22. Le fil composite de la revendication 20 où le deuxième fil polymérique synthétique non élastique est disposé de manière sinueuse autour de l'élément élastique de sorte que pour chaque longueur unitaire relaxée (L) de l'élément élastique il y ait au moins une période de couverture sinueuse par chaque fil polymérique synthétique non élastique.

23. Un procédé pour la formation d'un fil composite élastique conductible du point de vue électrique qui consiste en:

- un élément élastique possédant une longueur unitaire relaxée L; et
- au moins un filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le procédé consistant en les étapes de:
- tirer un élément élastique;
- placer un filament de couverture conductible substantiellement parallèle à et en contact avec la longueur tirée de l'élément élastique; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer de cette manière pour emmêler l'élément élastique et le filament de couverture conductible.

24. Le procédé de la revendication 23 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un deuxième filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- placer un deuxième filament de couverture conductible substantiellement parallèle à et en contact avec la longueur tirée de l'élément élastique; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer de cette manière pour emmêler le deuxième filament de couverture conductible avec l'élément élastique et le premier filament de couverture conductible.

25. Le procédé de la revendication 24 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- placer un fil polymérique synthétique non élastique substantiellement parallèle à et en contact avec la longueur tirée de l'élément élastique; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer de cette manière pour emmêler le fil polymérique synthétique non élastique avec le premier filament de couverture conductible.

26. Le procédé de la revendication 25 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un deuxième fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- placer un deuxième fil polymérique synthétique non élastique substantiellement parallèle à et en contact avec la longueur tirée de l'élément élastique; et ensuite,
- permettre à l'élément élastique de se relaxer de cette manière pour emmêler le deuxième fil polymérique synthétique non élastique avec l'élément élastique, le filament de couverture

conductible et le premier fil polymérique synthétique non élastique.

27. Un procédé pour la formation d'un fil composite élastique conductible du point de vue électrique qui consiste en:

- un élément élastique possédant une longueur relaxée; et
- au moins un filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le procédé consistant en les étapes de:
- tirer un élément élastique;
- tordre le filament de couverture conductible avec l'élément élastique tiré; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

28. Le procédé de la revendication 27 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un deuxième filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- tordre le deuxième filament de couverture conductible avec l'élément élastique tiré et le premier filament de couverture conductible; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

29. Le procédé de la revendication 28 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- tordre le fil polymérique synthétique non élastique avec l'élément élastique et le filament de couverture conductible; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

30. Le procédé de la revendication 29 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un deuxième fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- tordre le deuxième fil polymérique synthetique non élastique avec l'élément élastique, le filament de couverture conductible et le premier fil polymérique synthétique non élastique; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

31. Un procédé pour la formation d'un fil composite élastique conductible du point de vue électrique qui consiste en:

- un élément élastique possédant une longueur relaxée; et
- au moins un filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le procédé consistant en les étapes de:
- tirer un élément élastique;
- envelopper le filament de couverture conductible autour de la longueur tirée de l'élément élastique; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

32. Le procédé de la revendication 31 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un deuxième filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- envelopper un deuxième filament de couverture conductible autour de la longueur tirée de l'élément élastique et le premier filament de couverture conductible; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

33. Le procédé de la revendication 31 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- envelopper un fil polymérique synthétique non élastique autour de la longueur tirée de l'élément élastique et le filament de couverture conductible; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

34. Le procédé de la revendication 33 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste encore en un deuxième fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- envelopper un deuxième fil polymérique synthétique non élastique autour de la longueur tirée de l'élément élastique, le filament de couverture conductible et le premier fil polymérique synthétique non élastique; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

35. Un procédé pour la formation d'un fil composite élastique conductible du point de vue électrique qui consiste en: un élément élastique possédant une longueur relaxée L, une longueur tirée (N x L), où N est dans l'étendue 1,2 jusqu'à environ 8,0; et au moins un filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- expédier l'élément élastique à travers un jet d'air;

- dans le jet d'air, couvrir l'élément élastique avec le filament de couverture conductible; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

36. Le procédé de la revendication 35 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique consiste en un deuxième filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- dans le jet d'air, couvrir l'élément élastique et le premier filament de couverture conductible avec un deuxième filament de couverture conductible; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

37. Le procédé de la revendication 35 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique encore consiste en un fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

- dans le jet d'air, couvrir l'élément élastique et le filament de couverture conductible avec un fil polymérique synthétique non élastique; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

38. Le procédé de la revendication 37 où le fil composite élastique conductible du point de vue électrique encore consiste en un deuxième fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, le procédé encore consistant en les étapes de:

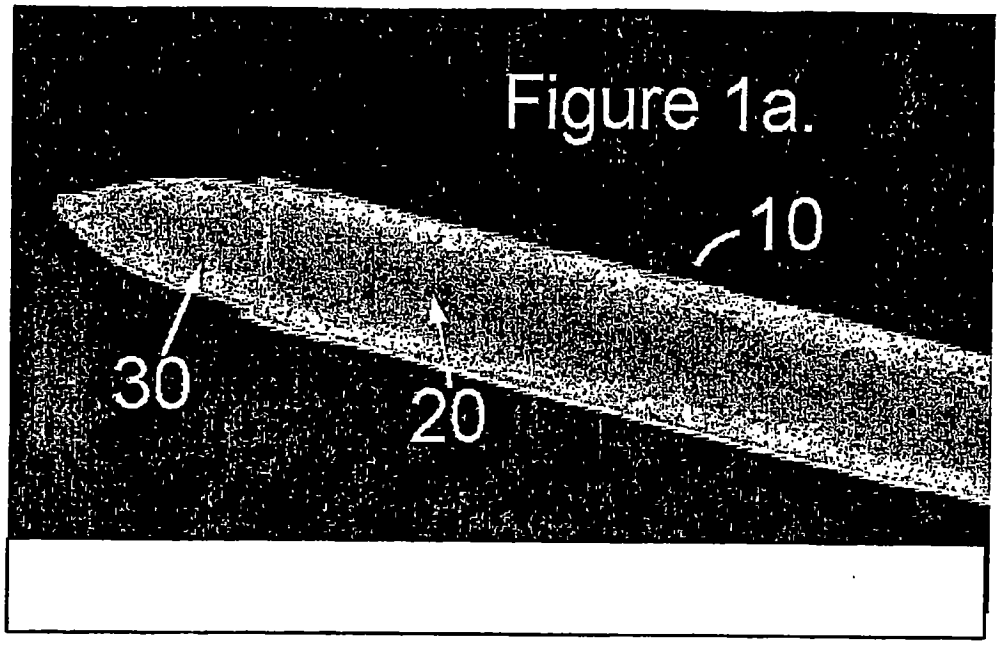
- dans le jet d'air, couvrir l'élément élastique et le filament de couverture conductible et le premier fil polymérique synthétique non élastique avec un deuxième fil polymérique synthétique non élastique; et ensuite
- permettre à l'élément élastique de se relaxer.

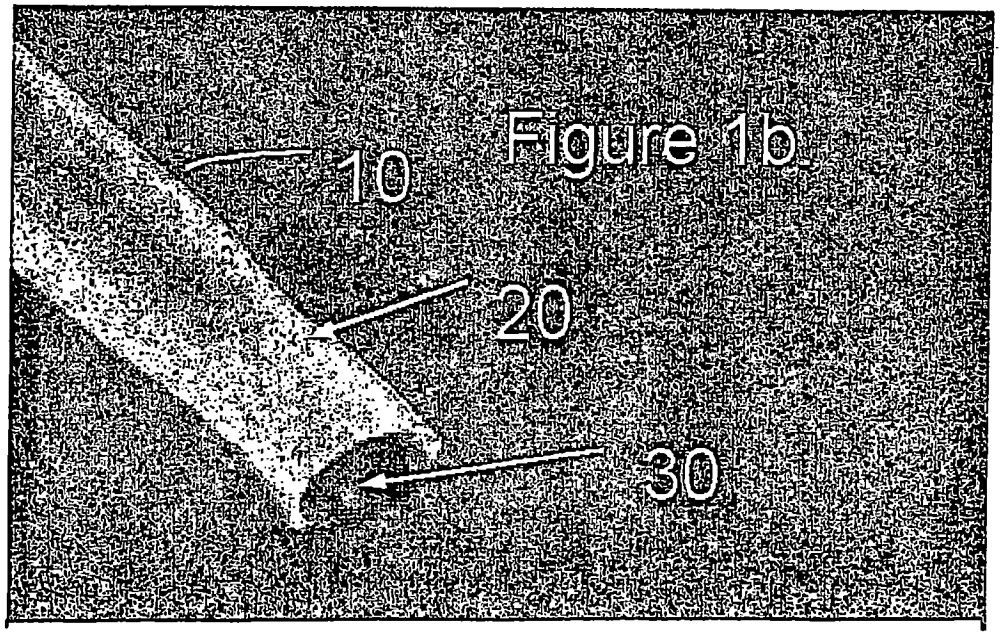
39. Un tissu consistant en une pluralité des fils polymériques synthétiques non élastiques, où chaque fil polymérique synthétique non élastique consiste en:

- un élément élastique possédant une longueur unitaire relaxée L et une longueur tirée de (N x L), où N est dans l'étendue d'environ 1,2 jusqu'à environ 8,0; et
- au moins un filament de couverture conductible entourant l'élément élastique, le filament de couverture conductible possédant une longueur qui est plus grande que la longueur tirée de l'élément élastique,
- de sorte que substantiellement toute la contrainte d'allongement imposée sur le fil composite soit portée par l'élément élastique.

40. Le tissu de la revendication 39 où un ou plusieurs d'entre les fils composites encore consistent en:

- un fil polymérique synthétique non élastique entourant l'élément élastique, et où
- le fil à filament polymérique synthétique non élastique possède une longueur totale plus petite que la longueur du filament de couverture conductible,
- de sorte qu'une portion de la contrainte d'allongement imposée sur le fil composite soit portée par le fil polymérique synthétique non élastique.


Figure 1a.
10
30
20


Figure 1b
10
20
30

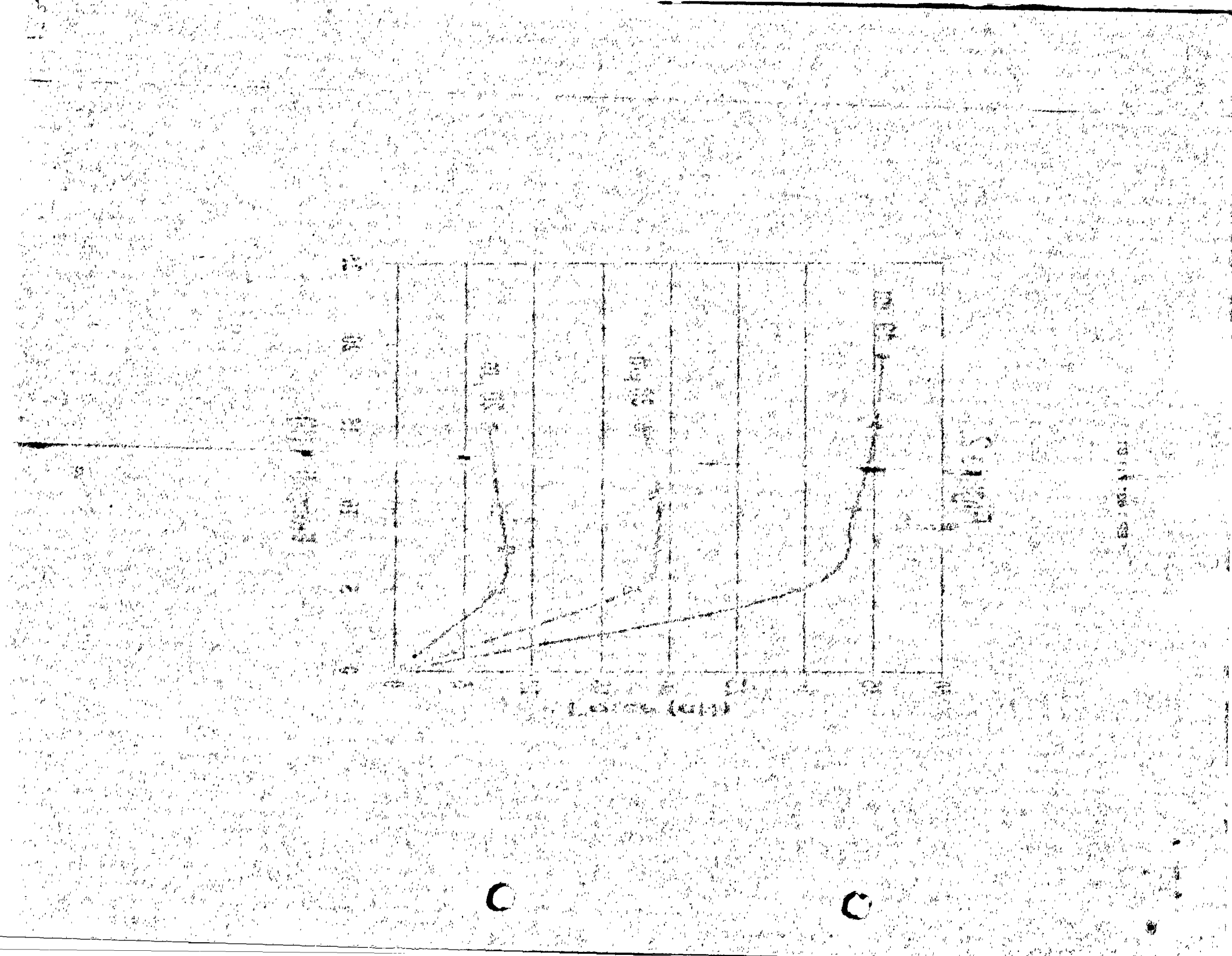


Figure 3a.

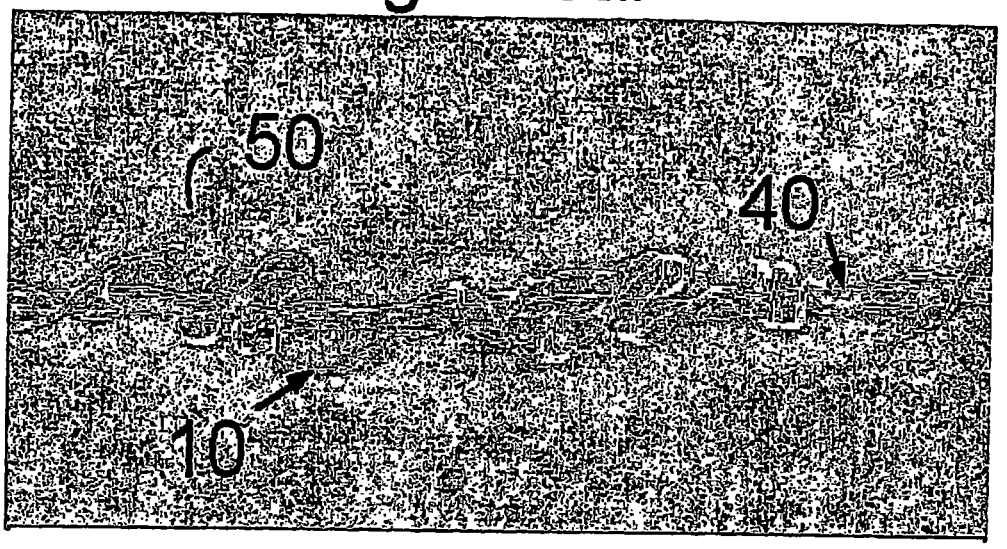
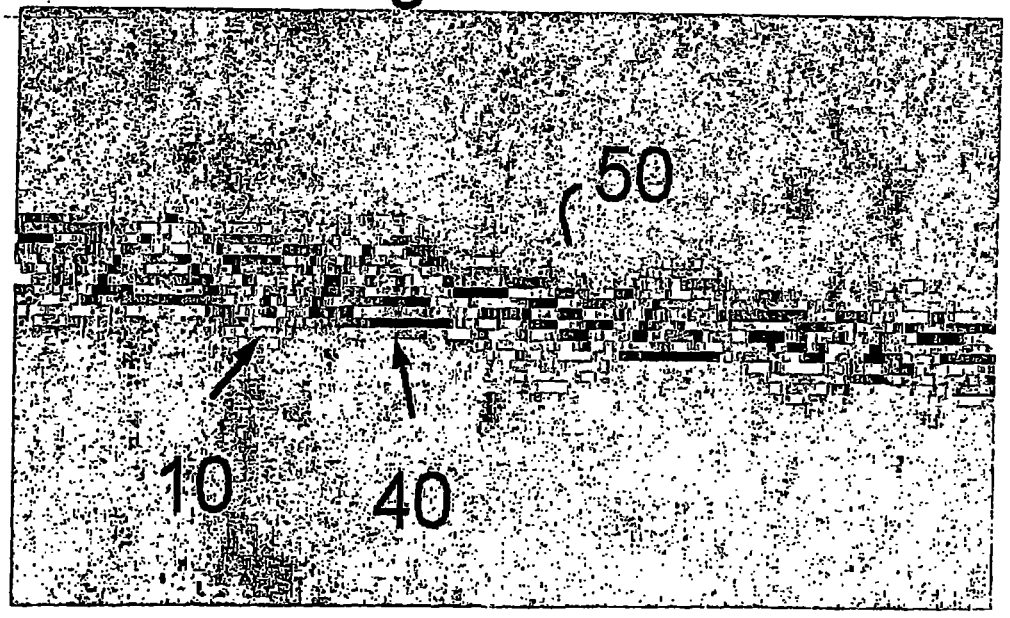


Figure 3b.



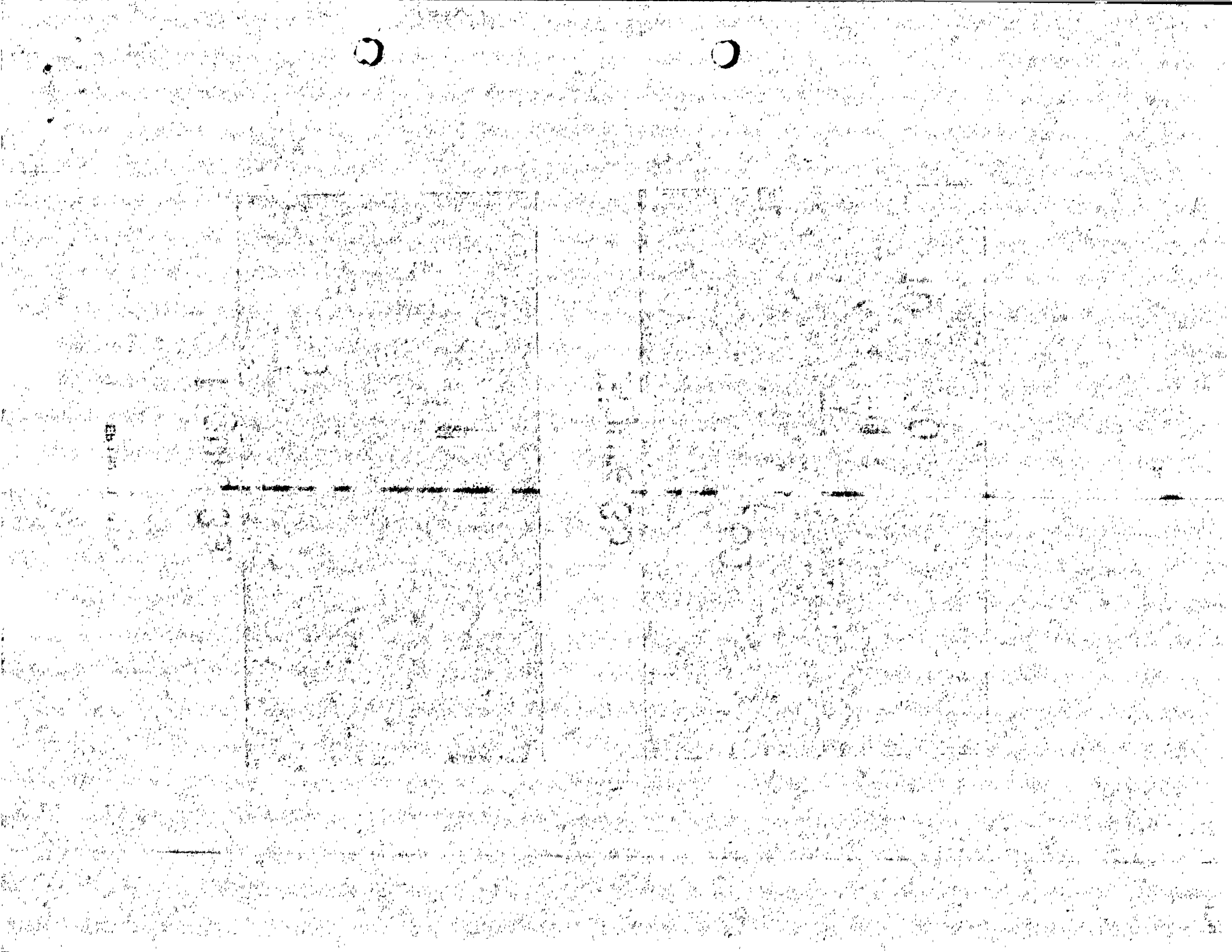
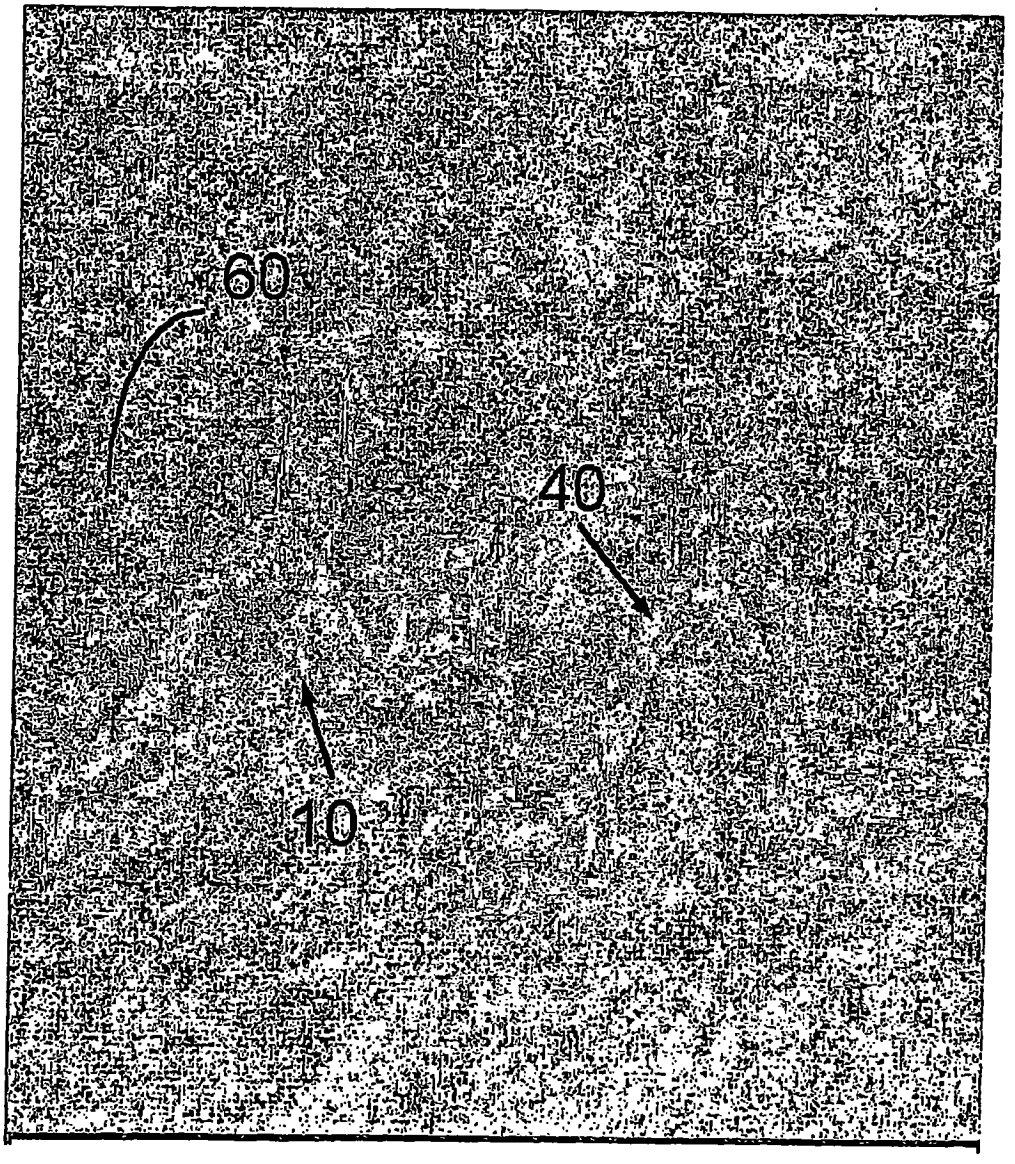


Figure 3c



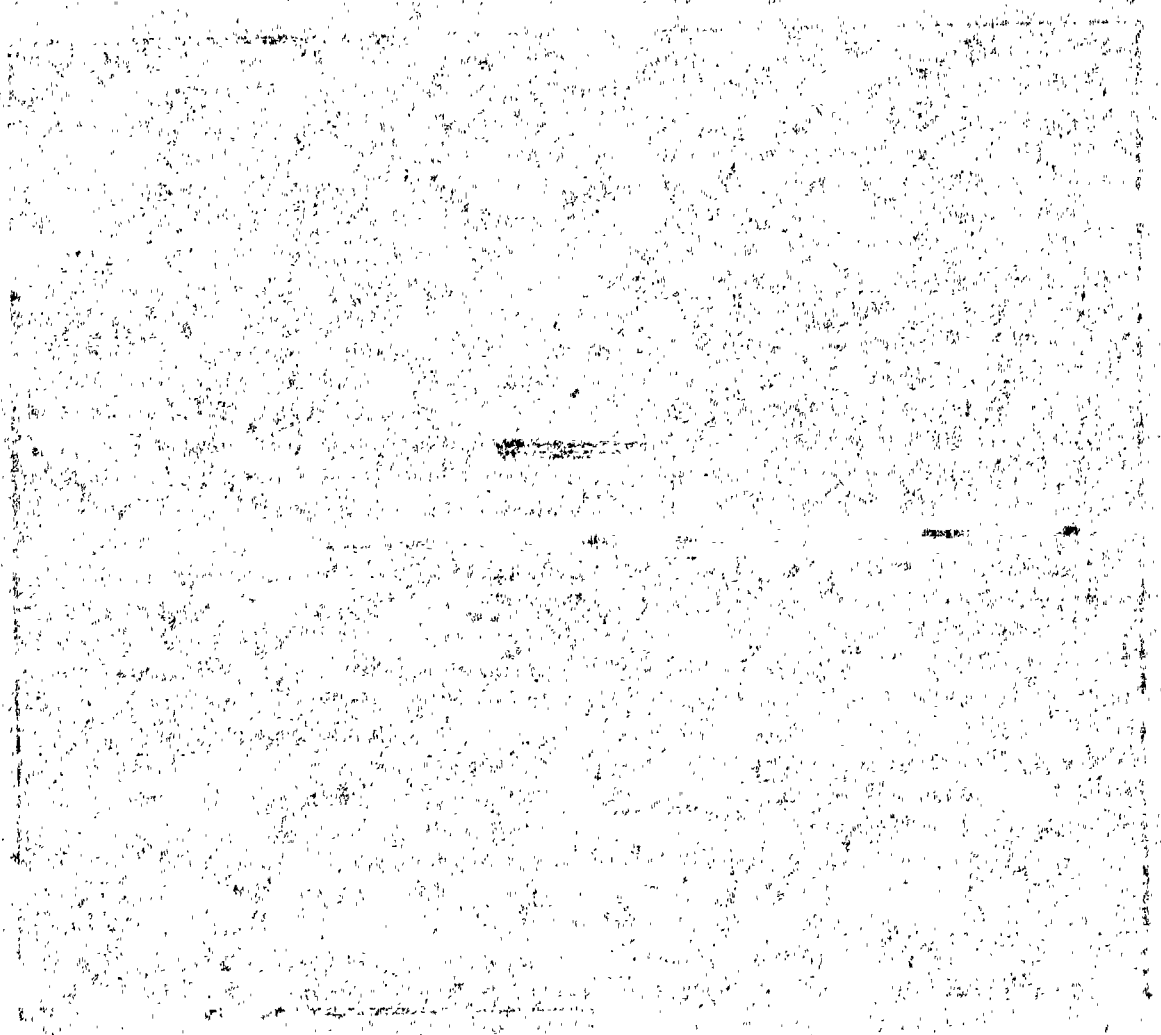
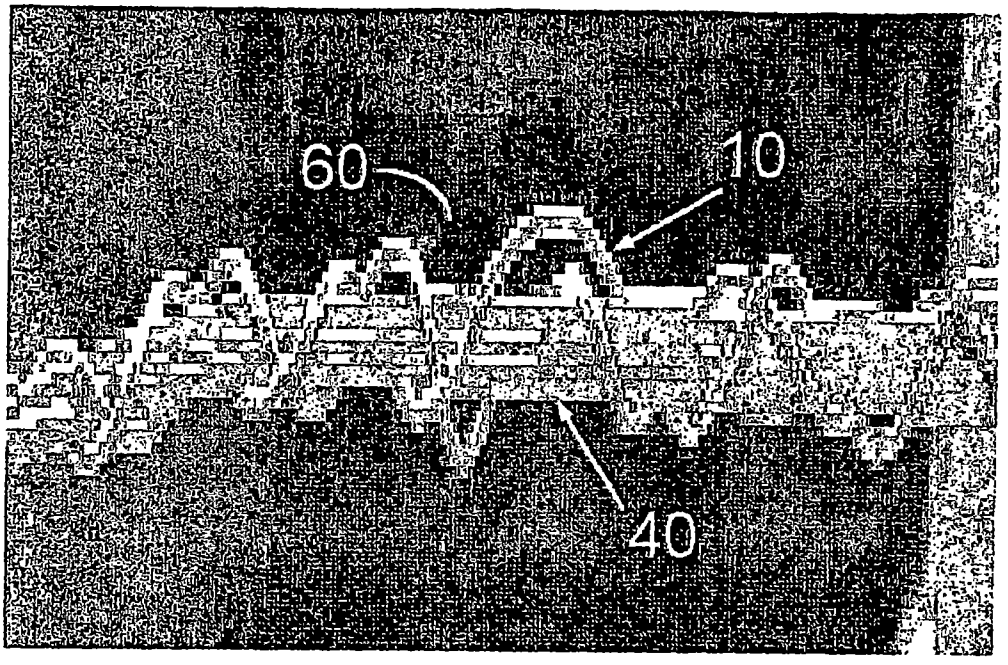
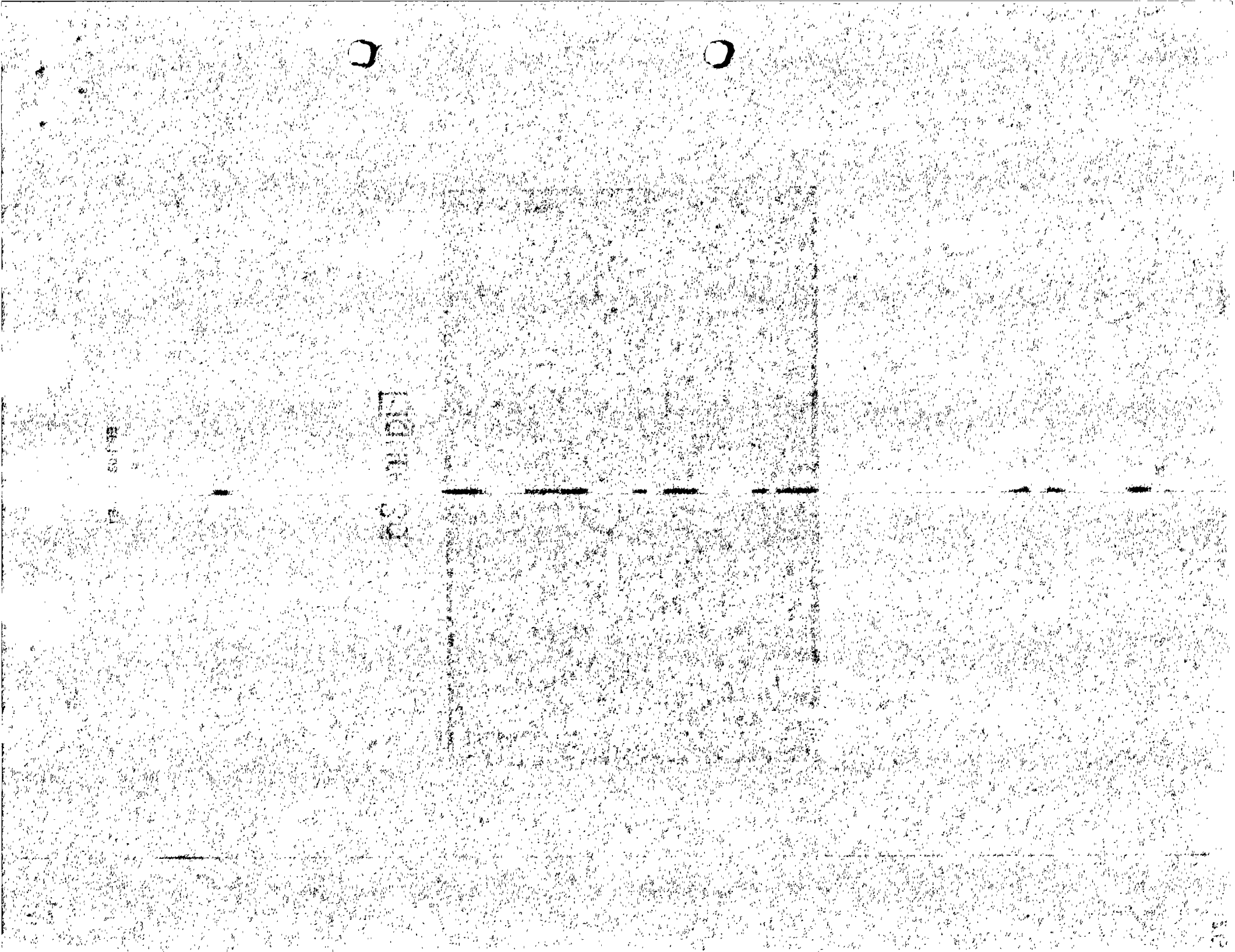
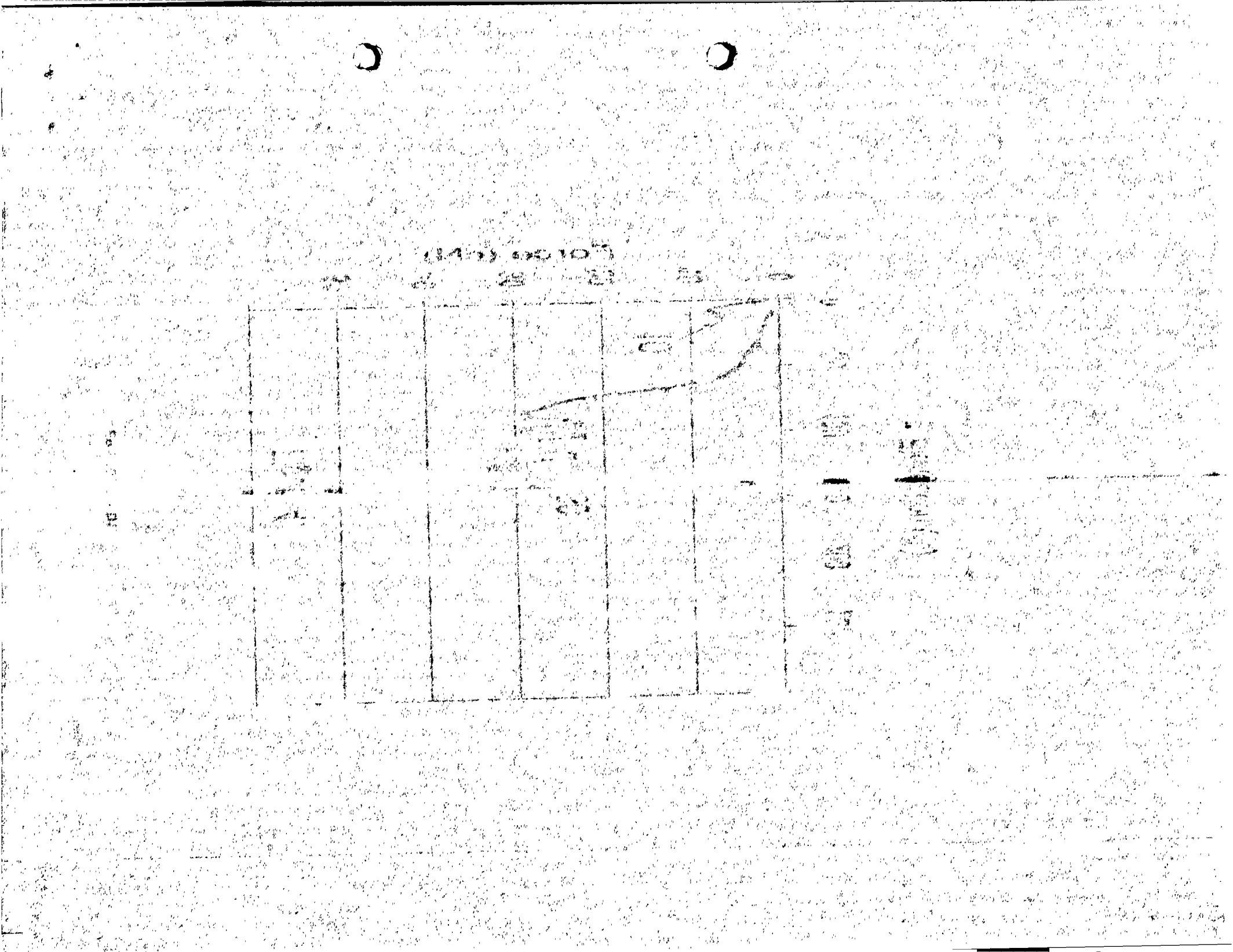
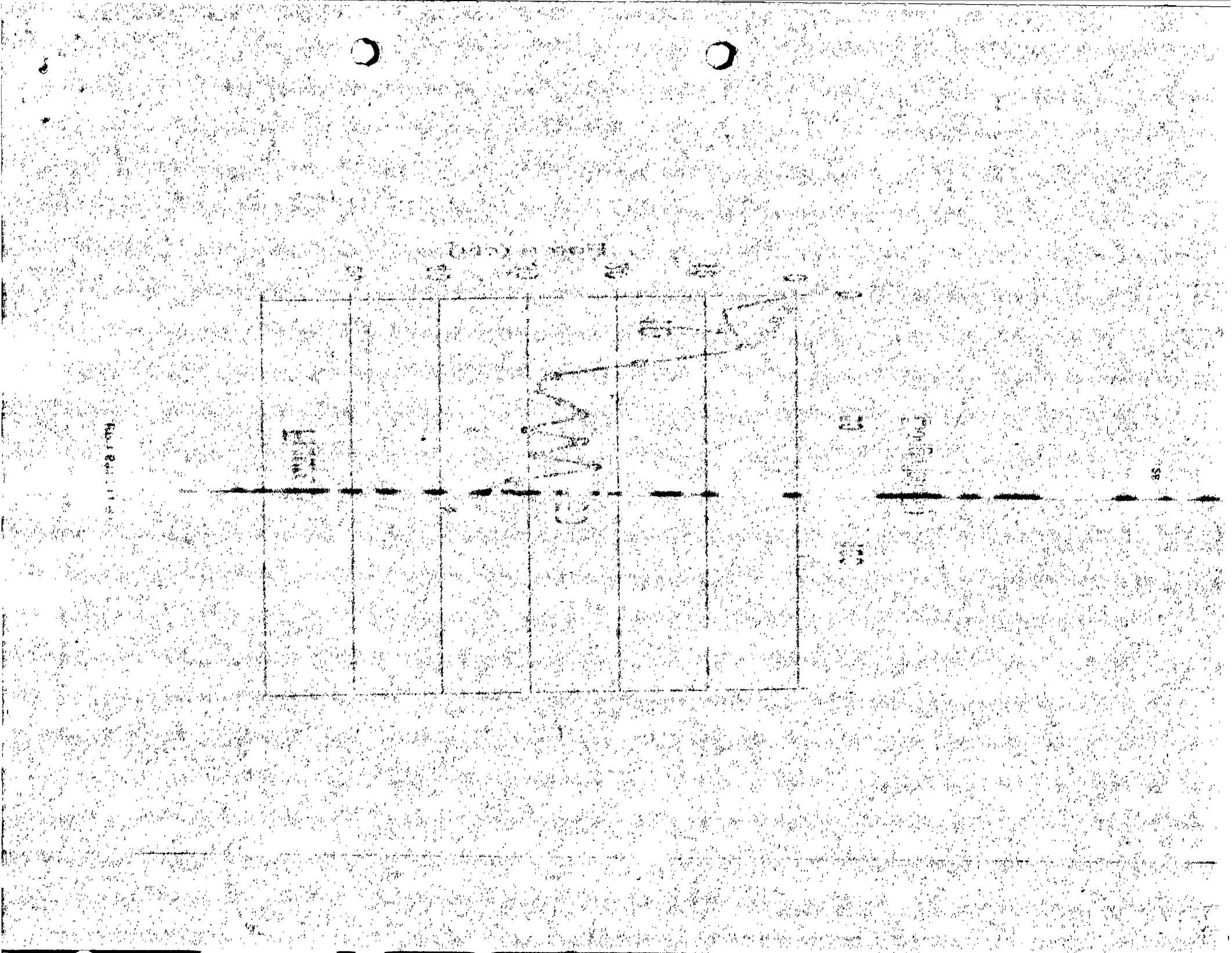


Figure 3d.









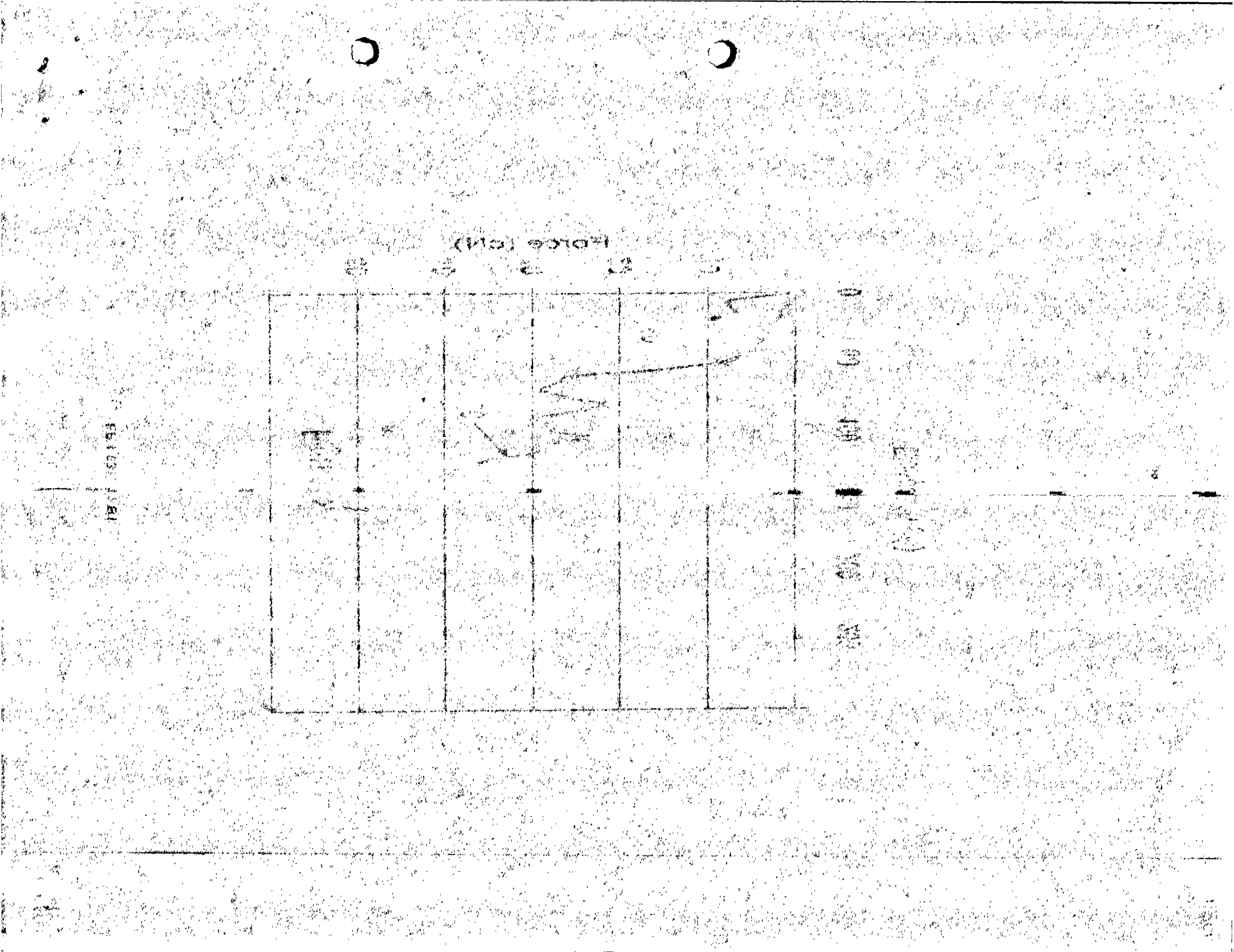
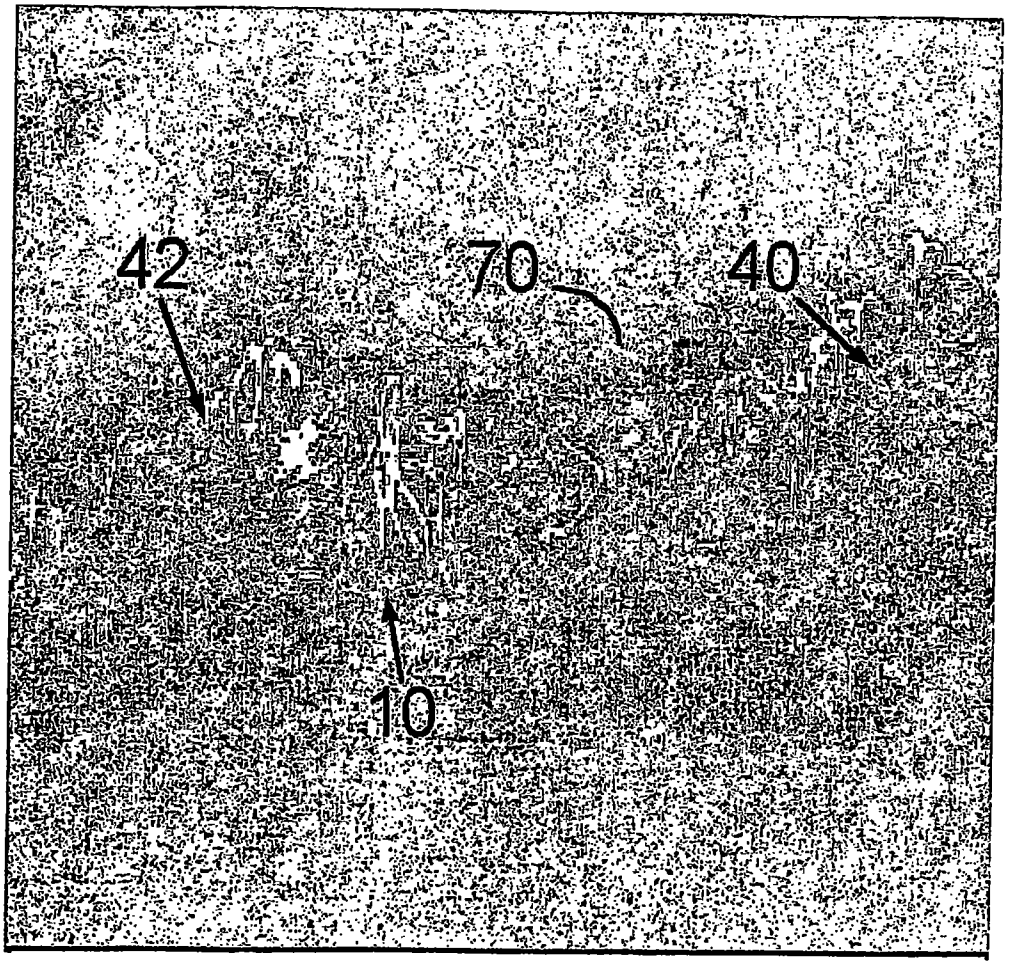


Figure 7a



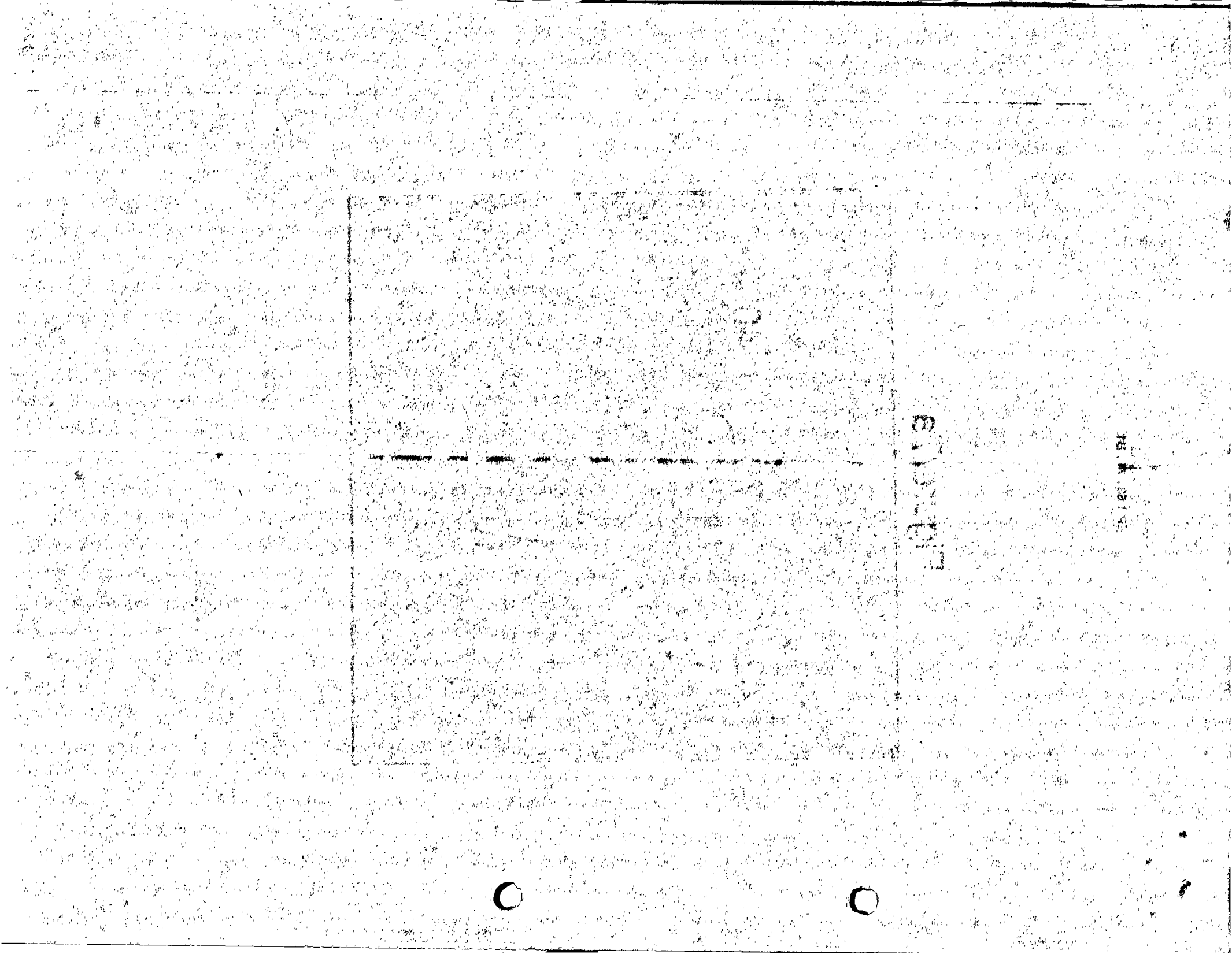


Figure 7b

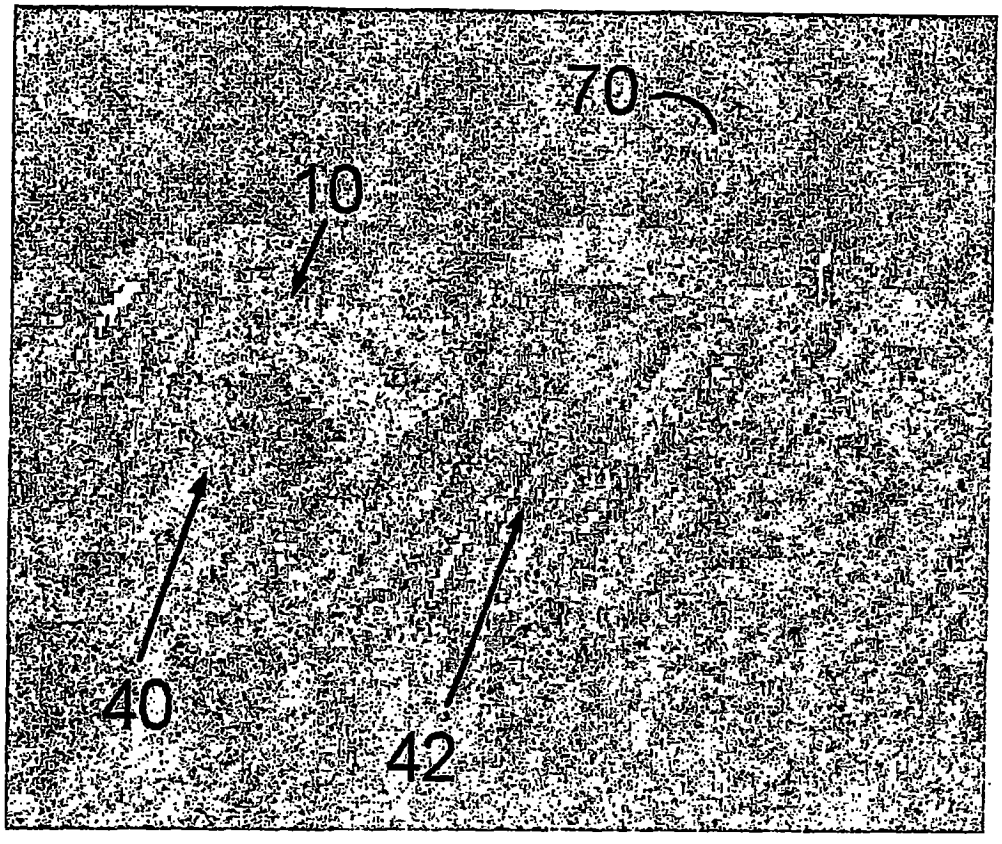
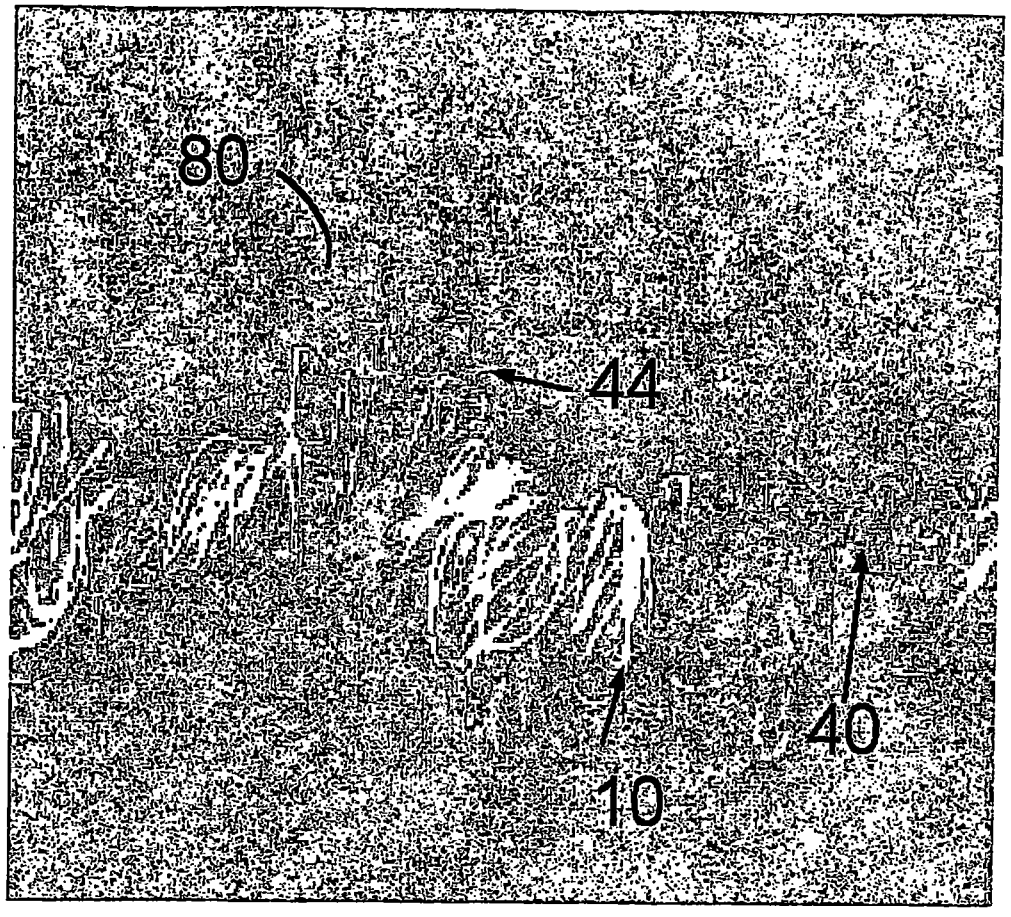


Figure 7c



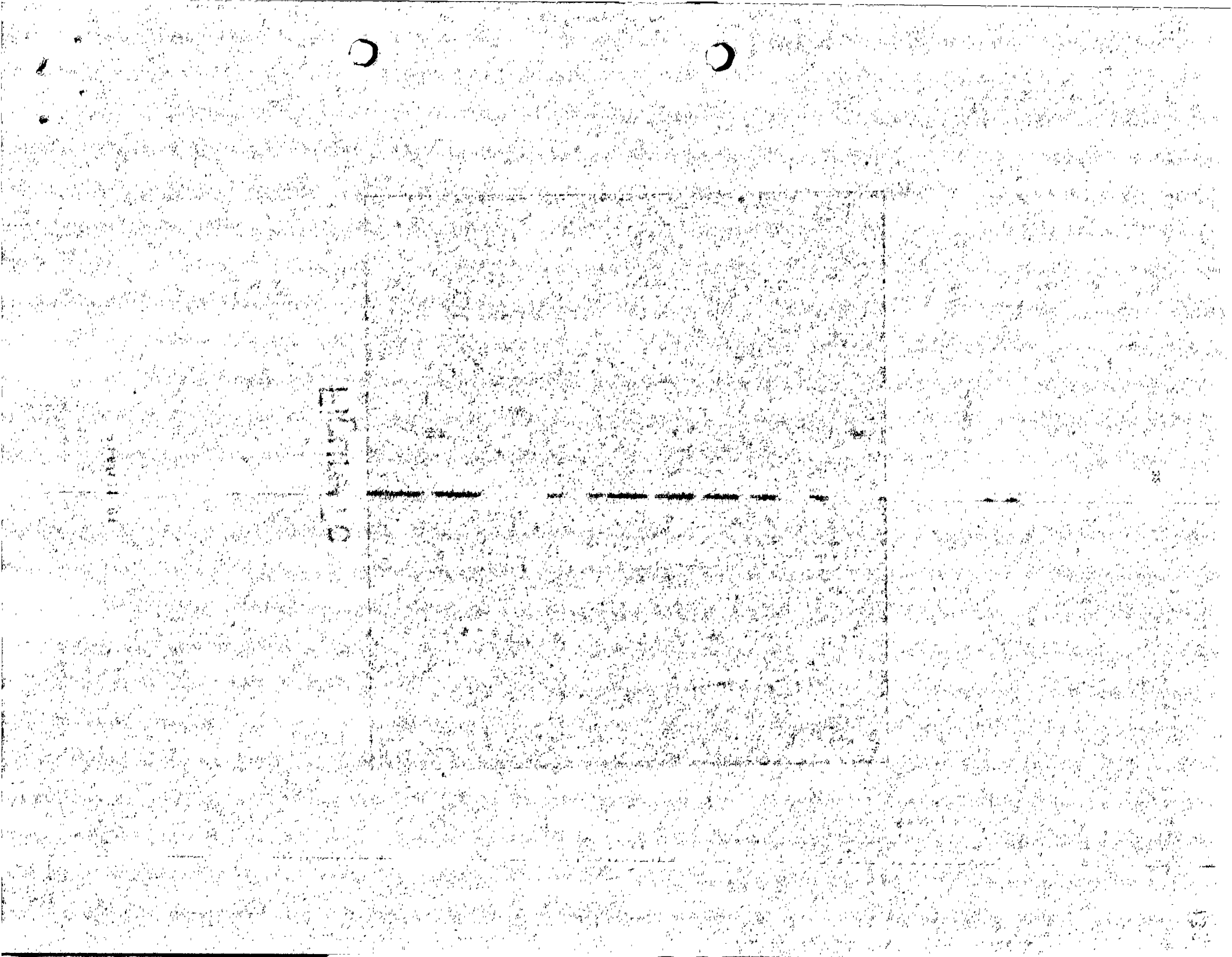
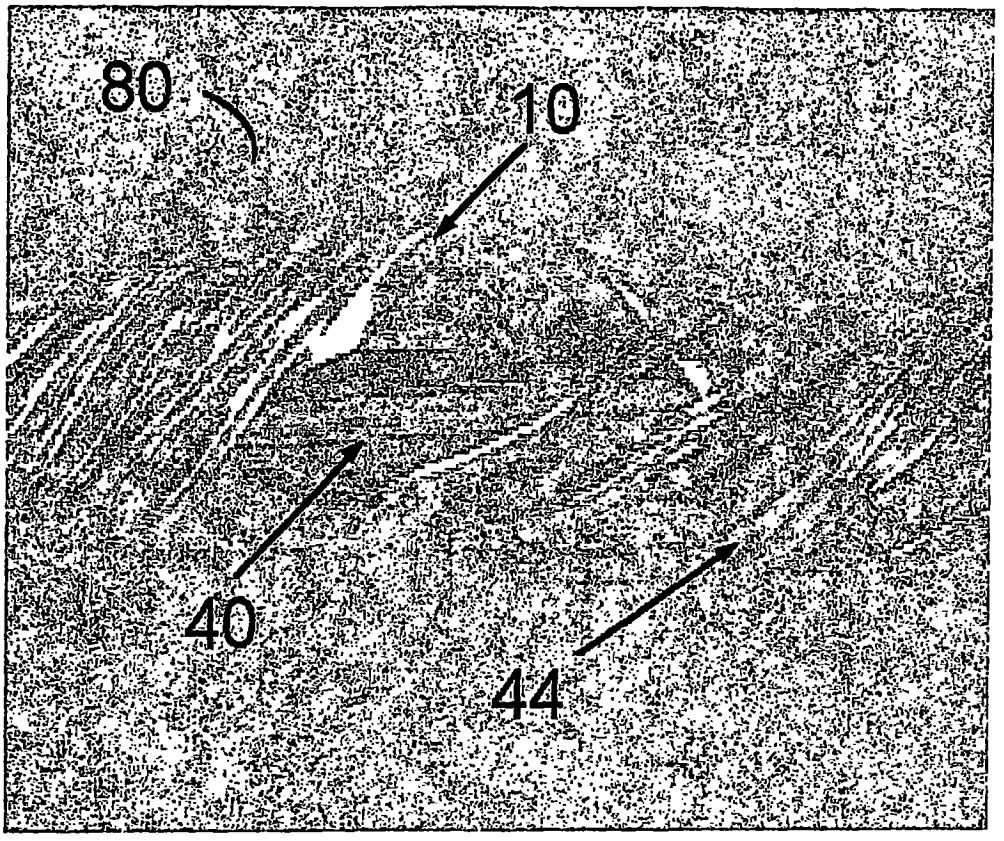
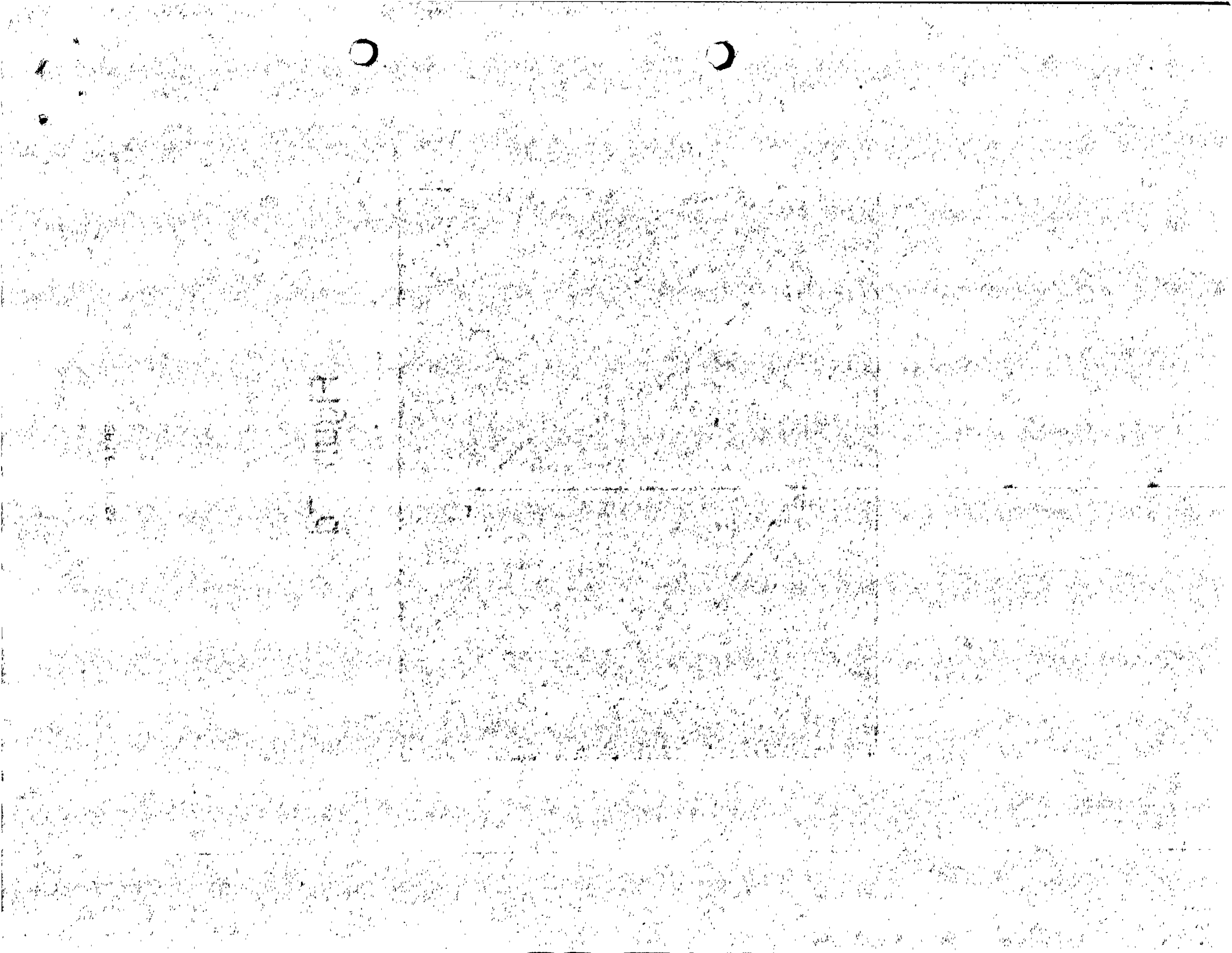
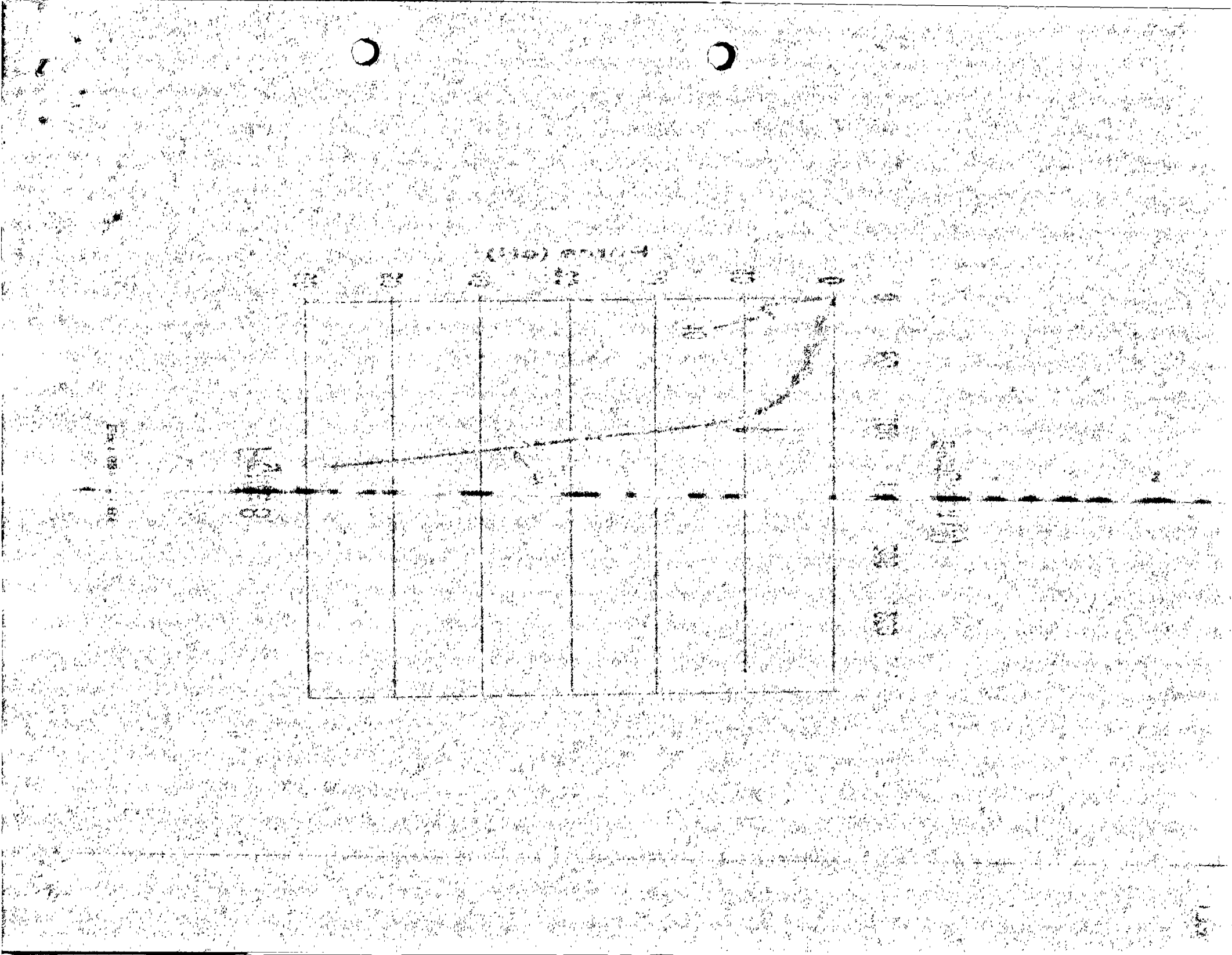


Figure 7d







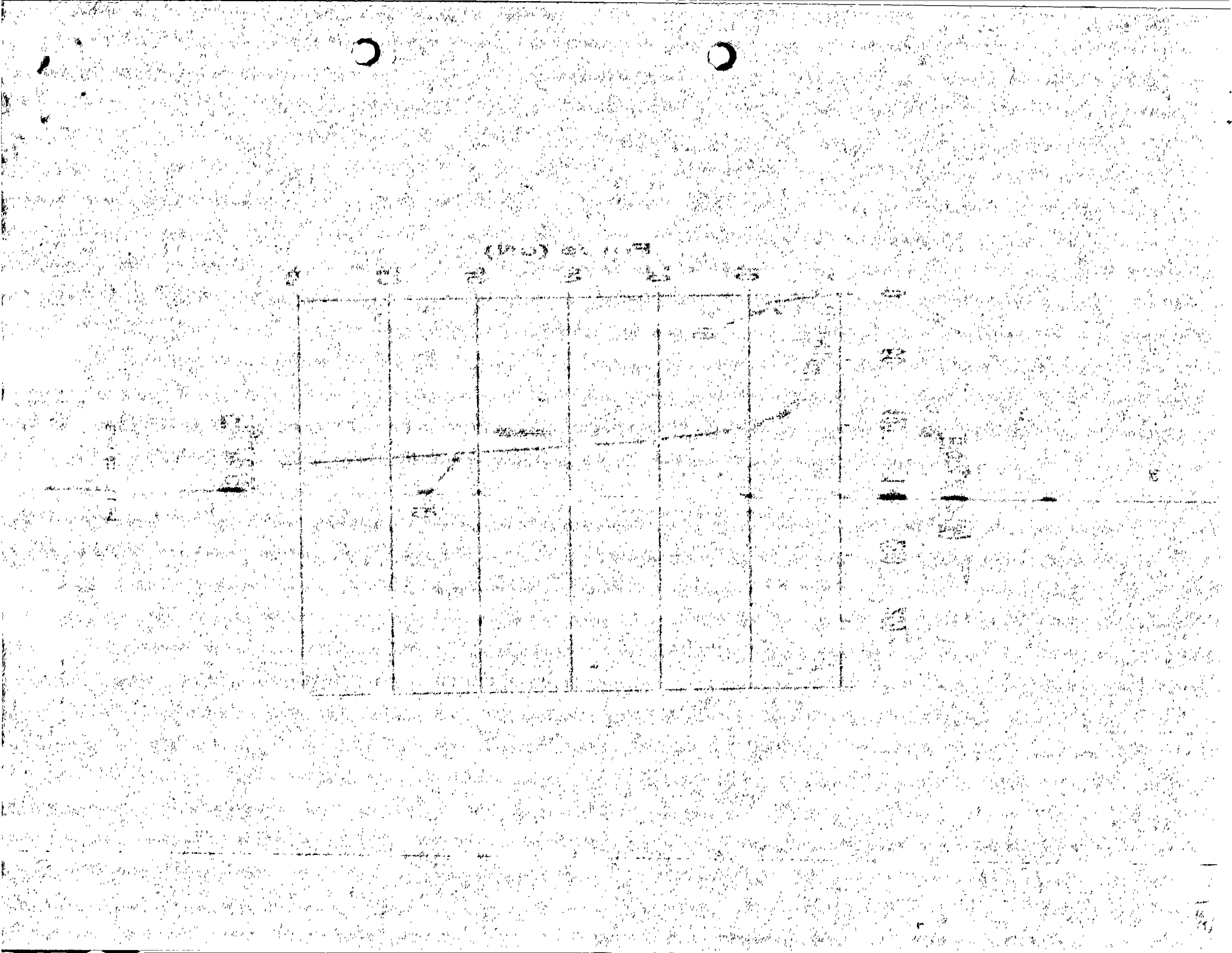
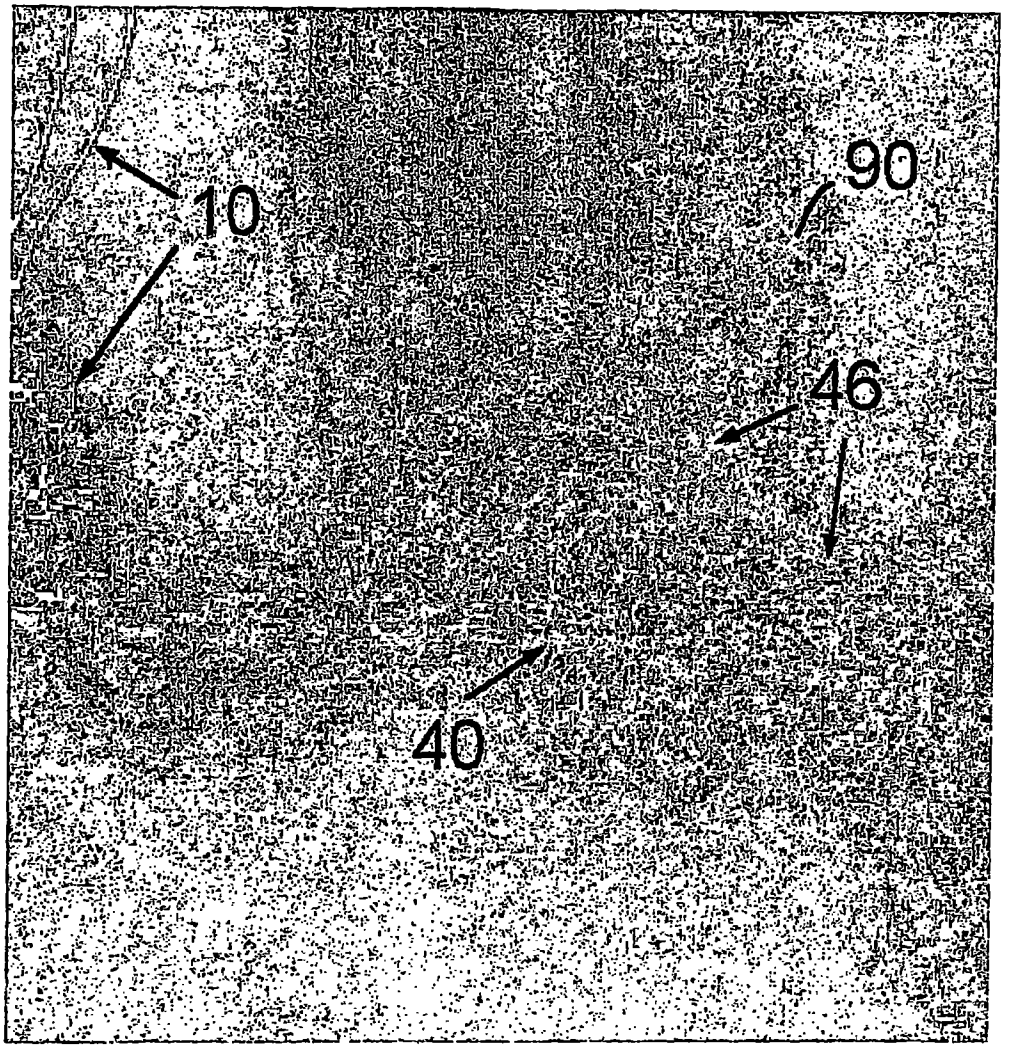


Figure 10a



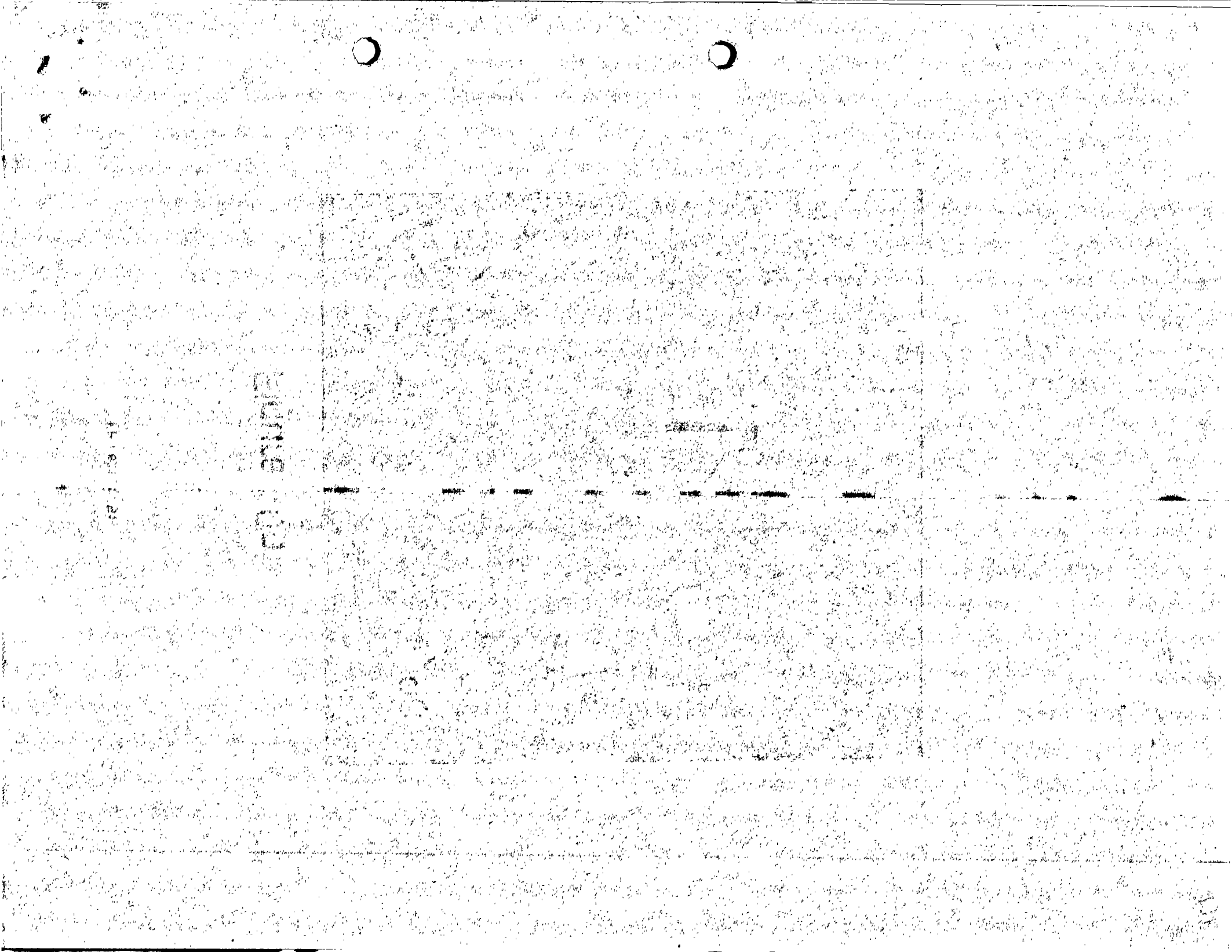


Figure 10b

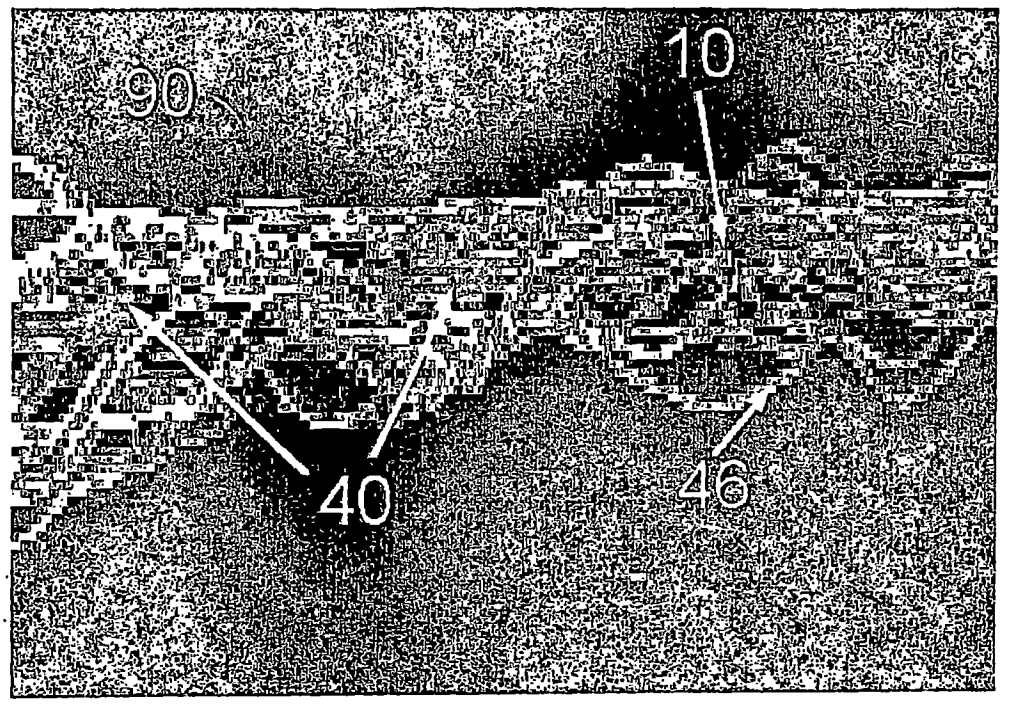


Figure 10a

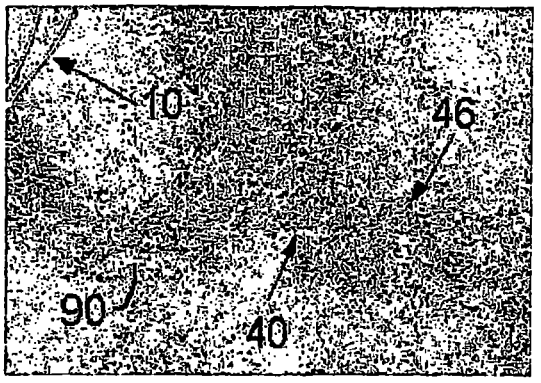
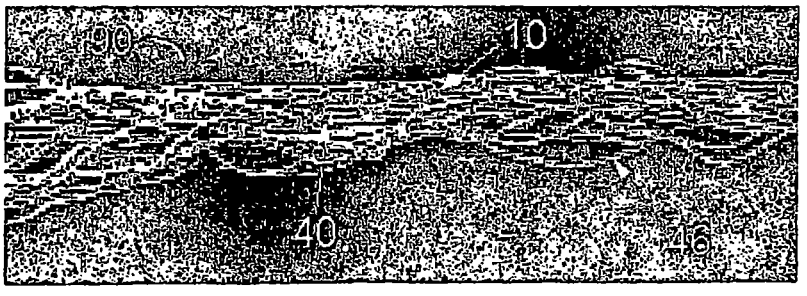
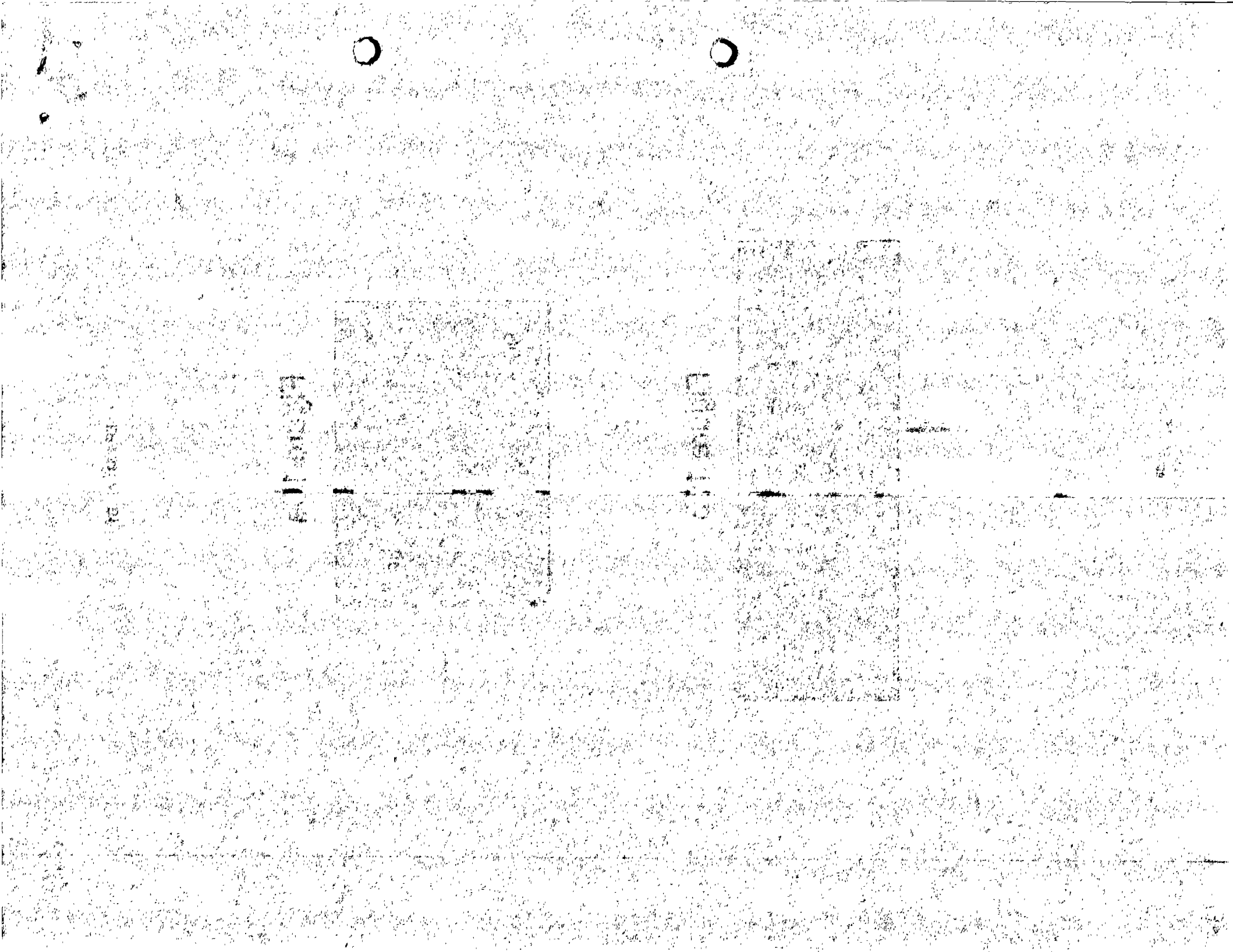
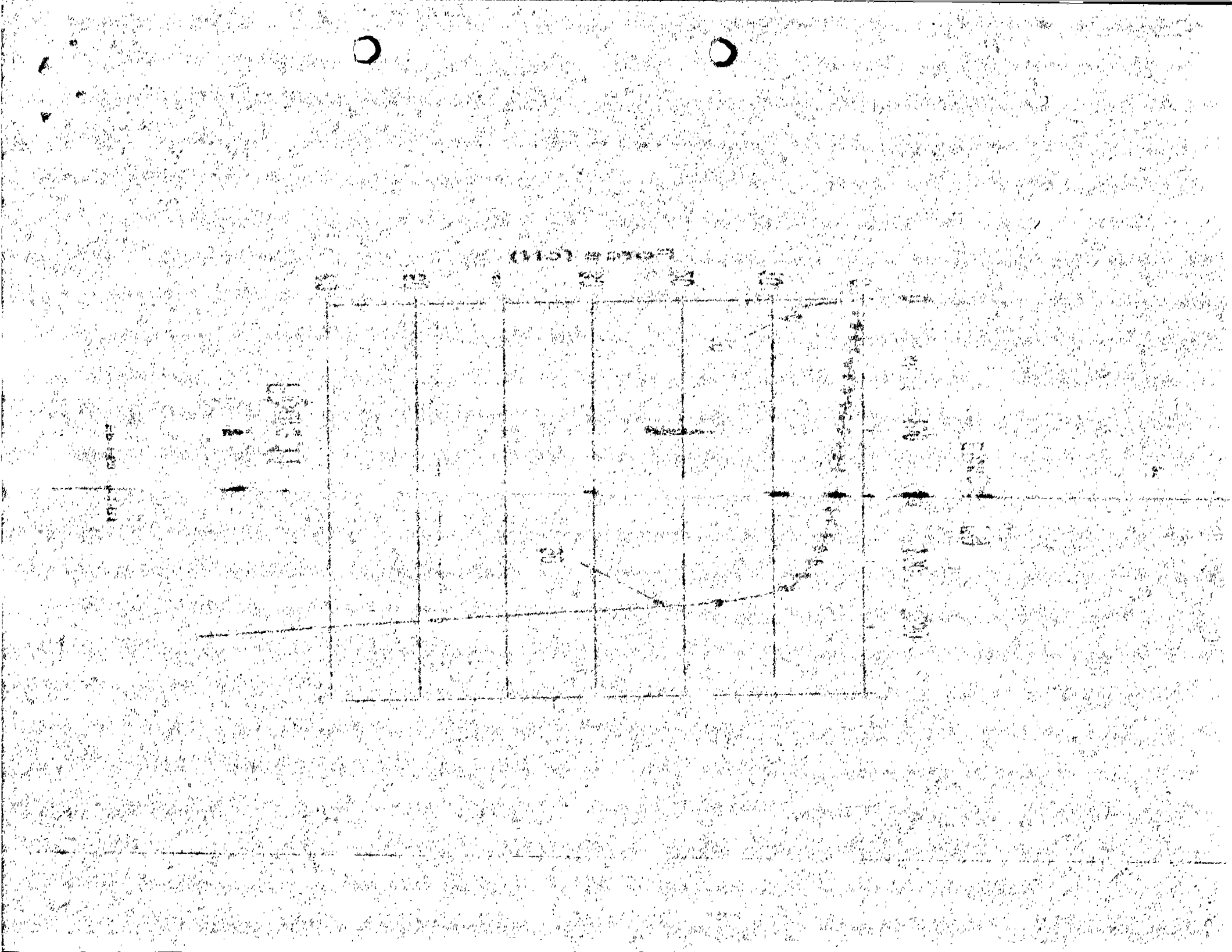


Figure 10b







412

Figure 12a



100

Figure 12b



100

140

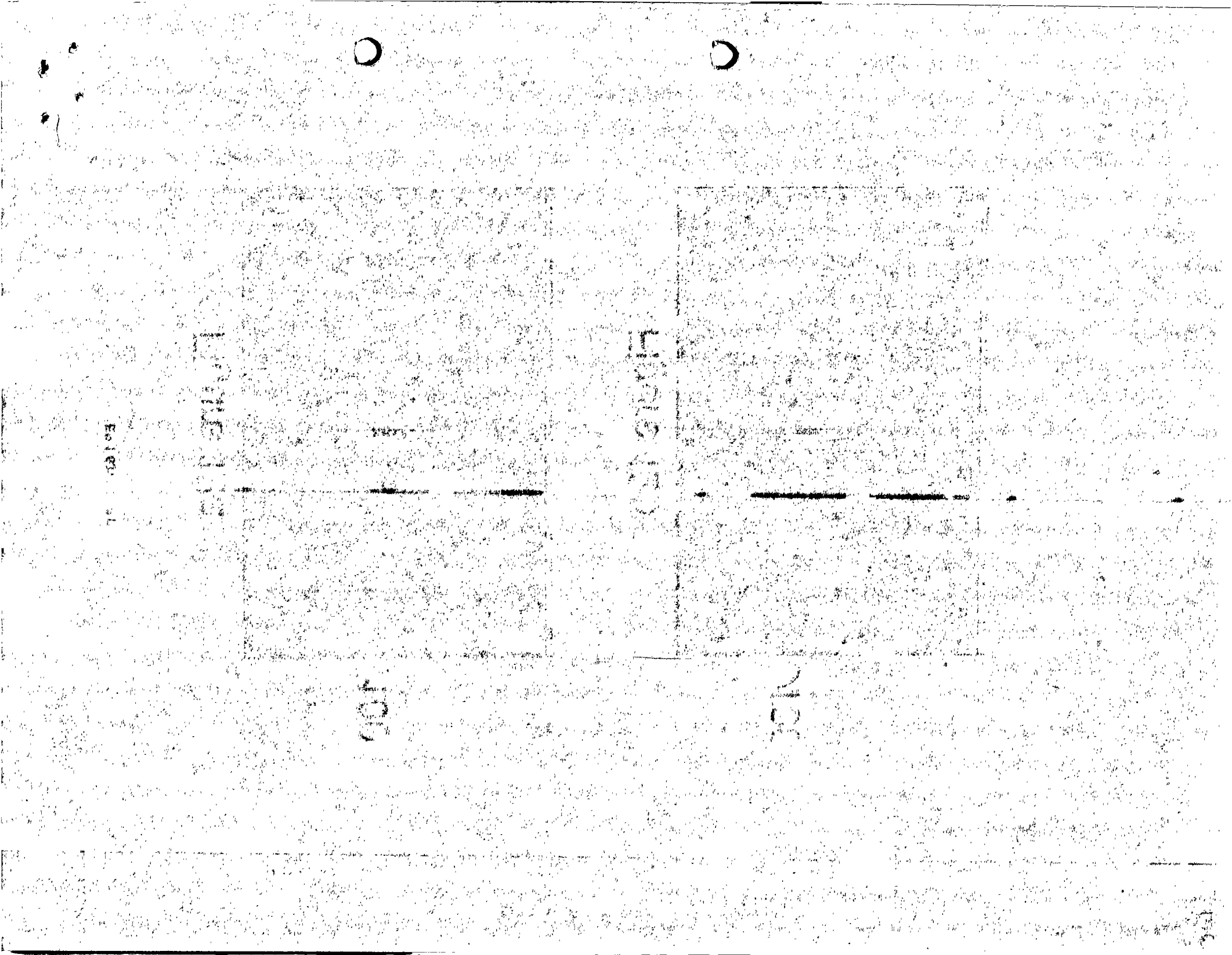
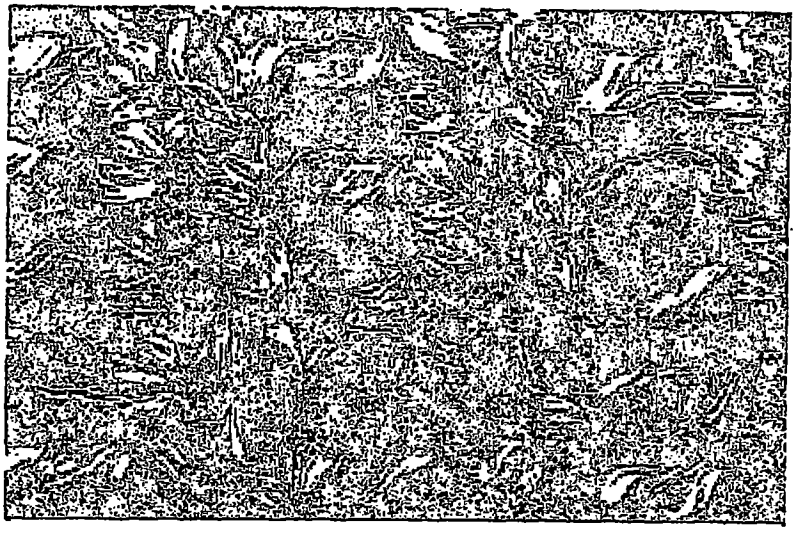


Figure 13a

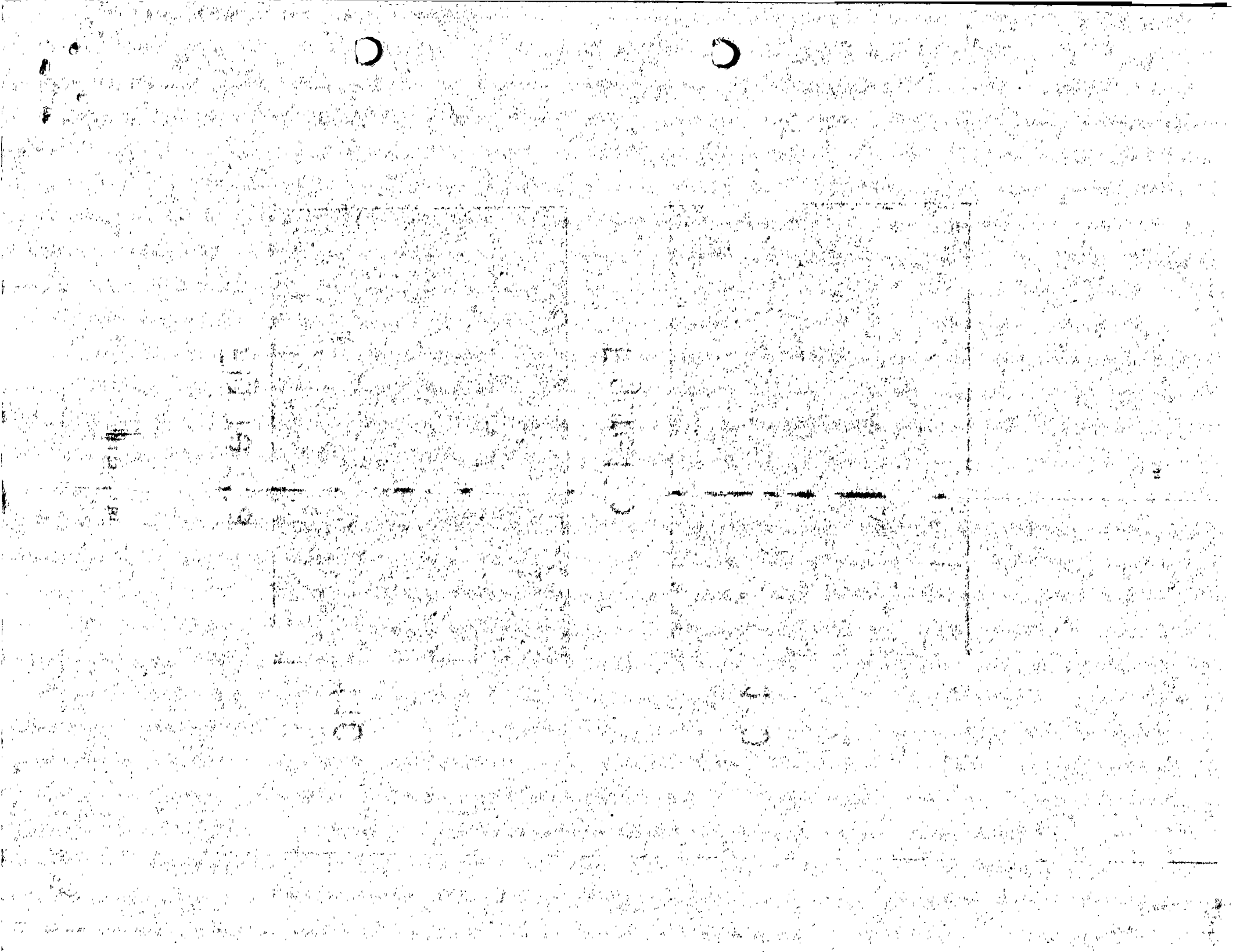


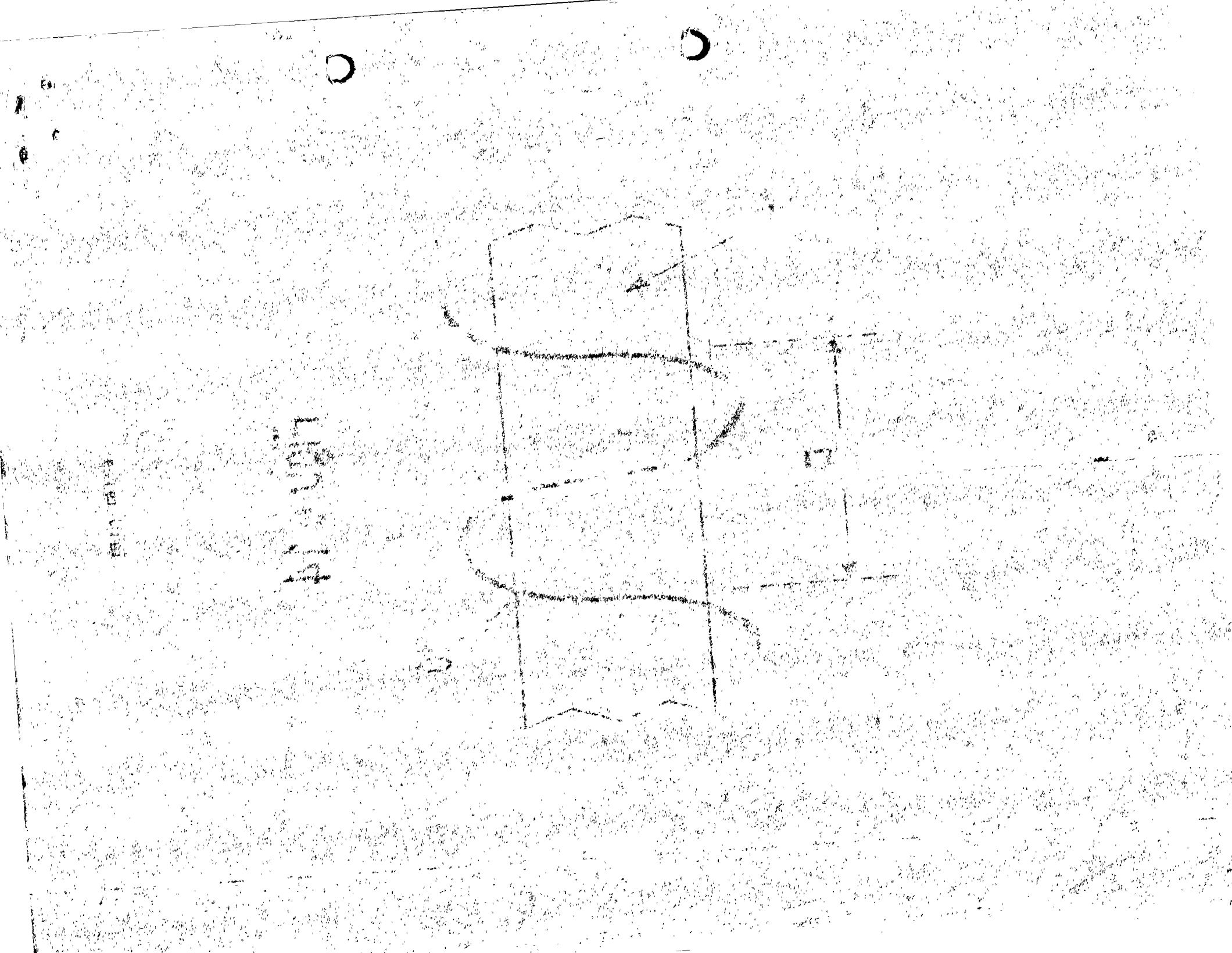
110

Figure13b



110





3. De la solicitud de Patente (según el caso)

Reivindicaciones *(artículo 30 D 486)*

- Con respecto al capítulo reivindicatorio, se sugiere presentarlo en folios independientes y no junto con el capítulo descriptivo.

- La reivindicación independiente 38 define un tejido caracterizado porque su estructura comprende una pluralidad de hilazas compuestas elásticas eléctricamente conductoras, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 21

  Dicha reivindicación no aporta ninguna característica estructural del tejido, salvo que incluye la invención (hilaza compuesta) definida en reivindicaciones anteriores. Así las cosas, la reivindicación en cuestión está señalando la aplicación o uso de la hilaza, lo cual es inaceptable. Cabe resaltar, que el capítulo descriptivo tampoco menciona ni sustenta las características estructurales de dicho tejido.

  Por lo expuesto anteriormente, la citada reivindicación junto con sus reivindicaciones dependientes deben ser eliminadas del capítulo reivindicatorio.

En conclusión, el capítulo reivindicatorio no cumpliría con el requisito de claridad de acuerdo con el artículo 30 de la Decisión 486.

4. Notificación

En cumplimiento del artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le indica que debe dar respuesta dentro del término de 60 días contados a partir de la fecha de notificación de la presente comunicación. En caso de no dar respuesta al presente requerimiento, o si a pesar de la respuesta subsistieran los impedimentos para la concesión, se denegará la patente.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única N° 10 de 2001.

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de División de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista, de fecha 21 NOV. 2008

CONCEPTO TÉCNICO No. 3048	**EXAMINADOR TÉCNICO** Código No. 202076