

P-2019/42374

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Re: Expediente No. **NC2019/0011573**

Solicitud de patente a nombre de **FONDAZIONE ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA y ENEL PRODUZIONE S.P.A.**

Yo, CAROLINA DAZA MONTALVO identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53, obrando como apoderada de las sociedades FONDAZIONE ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA y ENEL PRODUZIONE S.P.A., domiciliadas en Italia, solicitante de la patente de la referencia, en respuesta al oficio No. **3762** notificado electrónicamente el 22 de marzo de 2022, relacionado con los requerimientos de fondo de la solicitud, atentamente me permito presentar la siguiente información:

1. Reivindicaciones relativas a un uso

Indica el examinador que "[l]a reivindicación 12 no se considera patentable, teniendo en cuenta que reclama el uso del material multicapa".

A fin de superar la objeción, dicha reivindicación no se incluye en esta oportunidad.

2. Título

Afirma el examinador que el título de la no refleja el objeto divulgado en la descripción y las reivindicaciones. Siguiendo las recomendaciones del examinador, se ha modificado el título así "MATERIAL MULTICAPA RESISTENTE AL ARCO ELÉCTRICO Y SU PROCESO DE ELABORACIÓN".

3. Claridad y Modificación a las Reivindicaciones

Con fundamento en la facultad que confiere el artículo 34 de la Decisión 486 al solicitante para modificar la solicitud de patente en cualquier momento del trámite, presento junto con este memorial nuevo capítulo reivindicatorio, el cual consta de

ocho (8) reivindicaciones y reemplaza completamente el presentado anteriormente. Específicamente, se realizaron las siguientes modificaciones:

- 3.1.** Se ha modificado la reivindicación independiente 1 para incorporar las limitaciones de las reivindicaciones dependientes 2, 3 y 5, todas las cuales han sido, así como para especificar que el material protector multicapa reivindicado está libre de fibras de vidrio.
- 3.2.** En la reivindicación 1 se especifica que el elemento B es una capa de tela de fibras de poliéster retardantes a la llama.
- 3.3.** No se incluyen las antiguas reivindicaciones 2, 3, 5 y 12.
- 3.4.** En vista de dichas modificaciones, se ha reenumerado el pliego reivindicatorio y sus dependencias.
- 3.5.** La reivindicación 6 (nueva reivindicación 3) especifica que las partículas son de óxido de hierro (III) en ambas capas de caucho de silicona (C2 y C1).
- 3.6.** La reivindicación ahora incluye el valor de protección contra el arco eléctrico ATPV en J/m².
- 3.7.** Las reivindicaciones 2 a 8 ahora hacen referencia a un material multi-capas.

En cuanto a estas modificaciones, me permito decir que las mismas no amplían de ninguna manera la materia objeto de la presente solicitud y se realizaron con el ánimo de superar las objeciones planteadas por el examinador en su concepto técnico. Adicionalmente, En consecuencia, el presente capítulo reivindicatorio, que incluye seis (8) reivindicaciones, se ajusta a las disposiciones del artículo 30 de la Decisión 486/00.

4. Pago de tasas

Considerando que el presente memorial se presenta junto con modificaciones a las reivindicaciones se adjunta recibo por concepto de pago de tasa de modificación a las reivindicaciones y la descripción, según lo establecido en la **Resolución 59669 de 2020**.

En relación con el número de reivindicaciones, atentamente nos permitimos decir que no se adjunta tasa por concepto de reivindicaciones adicionales, toda vez que el nuevo capítulo reivindicatorio tiene un menor número de reivindicaciones que el anteriormente presentado.

5. Descripción

Indica el examinador que “[l]a unidad de medida cal/cm^2 encontrada en la página 28, no corresponde a las establecidas por el Sistema Internacional de Unidades, por lo tanto, se solicita hacer las conversiones respectivas a (J/cm^2) .”

Se han realizado las modificaciones respectivas haciendo la conversión a J/cm^2 .

6. Nivel inventivo

El Examinador establece en su concepto técnico la falta de nivel inventivo material multi-capa protector contra arco eléctrico y su proceso de elaboración en vista de los documentos DE102006056645 (D1) y US20040229043 (D2), siendo el documento D1 considerado como el estado de la técnica más cercano a la invención reclamada.

En este sentido, hacemos notar que el Artículo 18 de la Decisión 486/00 determina que *“una invención tiene nivel inventivo, si para una **persona del oficio normalmente versada en la materia técnica** correspondiente, esa invención no hubiese resultado obvia ni se hubiese derivado de manera evidente del estado de la técnica”*. (El subrayado es nuestro).

Lo anterior significa que el análisis de nivel inventivo **NO** es una comparación de los objetos de las anterioridades y la solicitud en estudio. El análisis de nivel inventivo **debe demostrar** la obviedad de la invención y establecer cómo ésta no contiene un salto cualitativo, que demuestre su altura inventiva, teniendo en cuenta que se hace **necesario demostrar** que la invención analizada carece de nivel inventivo y hubiese sido obvia para una persona versada en la materia.

Considerando la definición anterior, deseamos aclarar que los antecedentes citados por el examinador no sugieren ni hacen evidentes las ventajas técnicas del método reivindicado por la presente solicitud, al menos por las razones expuestas a continuación:

El documento D1 no trata, ni siquiera implícitamente, del problema técnico subrayado y resuelto por la presente invención que es proporcionar un material multicapa protector contra arco eléctrico, siendo el material multicapa adecuado para la preparación de Dispositivo de Protección Individual.

Retrocediendo en el tiempo, particularmente en el momento en que se presentó la presente solicitud, y poniéndonos en el lugar de la persona con conocimientos ordinarios en la materia, es ilógico pensar que habría considerado un documento relativo a un dispositivo de protección para cuerpos alargados, en particular para cables u objetos alargados similares, como combustible líneas, mangueras hidráulicas, arneses de cables y similares" (párr. [0001]).

Incluso suponiendo que D1 y otros pudieran considerarse relevantes para el objeto reivindicado, se sostiene que el experto en la materia que lo tuviera en cuenta nunca habría llegado a algo que se incluyera en los términos de la reivindicación 1, al menos para las siguientes razones.

En primer lugar, cabe señalar que las fibras de vidrio son una característica esencial del D1 material. Al respecto, el párr. [0013] y párr. [0029] aclara que la primera y la segunda capa de D1 están hechas de fibras de vidrio solas o fibras de vidrio entrecruzadas con fibras plásticas. Incluso cuando las fibras de vidrio se entrecruzan con fibras plásticas, las fibras de vidrio están presentes en una cantidad de al menos el 50% y preferiblemente en un porcentaje predominante con respecto al plástico (es decir, fibras de aramida).

Se debe tener cuidado de no excluir partes esenciales del documento necesarias para la plena apreciación de lo que dicha referencia sugiere justamente a un experto en la materia, siendo la enseñanza, de hecho, el material de múltiples capas representado en la Fig. 1 – Fig. 2 que, a nuestro entender, se puede resumir de la siguiente manera:

NE*	Capa de plástico adicional opcional igual que 4 + cargas minerales	(44)
NE*	Capa de impregnación opcional, igual que 3a pero se puede descargar (42)	(42)
5	Tercera capa - fibras de vidrio y/o fibras plásticas (19, 42)	Plástico: aramida o vectran (19)
4	Segunda capa - capa de plástico resina de silicona o una mezcla de resina de silicona/ caucho, poliuretano + óxido de metal + microesferas de vidrio huecas	(36-37) Si también está presente 3a el grado de impregnación entre la capa 4 y 3a es diferente, mucho mayor en 4
3a	Barniz o impregnación opcional: PTFE, silicona o poliuretano + óxido de metal + microesferas de vidrio huecas	(30-32)
3	Primera capa: fibras de vidrio solas o fibra de vidrio + fibras de aramida	(13), (14), (25), (29)

*NS: No se muestra en las figuras

La multicapa reivindicada de la presente invención está completamente libre de fibras de vidrio, la capa de tejido A está hecha de hecho de fibras de para-aramida, véase la reivindicación 1 .

En este sentido, se señala que D1 desaconseja firmemente (es decir, enseña) el uso de fibras de aramida solas (ver par. [0007]: "Se sabe que las fibras de aramida tienen una excelente resistencia a la tracción y una adecuada resistencia al corte.

Sin embargo, la desventaja es que estas fibras no son resistentes a los rayos UV.

Además, las fibras de aramida solo son resistentes al calor hasta aproximadamente 180°. Aunque las fibras de aramida se pueden tejer y trenzar, dichas mangueras no se pueden redondear y, por lo tanto, no se pueden ensamblar de manera razonable. Los intentos de hacer esto usando tales fibras han fallado").

En segundo lugar, al diseñar las pruebas comparativas, los inventores notaron que D1 no revela, de manera reproducible, cómo preparar el dispositivo de protección de cables. No se han incluido ejemplos en la especificación. En otras palabras, se podría hacer referencia a este documento del estado de la técnica una divulgación no habilitante.

No obstante, para corroborar los argumentos dados anteriormente, los inventores de la presente solicitud diseñaron una _ para medir la resistencia a la perforación ("valor de resistencia a la perforación") del material del estado de la técnica. Cuando la referencia de D1 guardó silencio sobre las características esenciales para replicar la invención, los inventores tuvieron que recurrir a la información proporcionada en la presente solicitud para poder realizar las pruebas comparativas (ver Declaración del Inventor Malena Esther Oliveros adjunta a este memorial junto con su traducción al idioma español).

Más específicamente, en la Declaración el inventor señaló que antes de describir la preparación de multicapas tipo D1, seguir las indicaciones de la patente de D1 para producir los materiales de comparación fue complejo y difícil de reproducir, ya que no tenía indicaciones precisas sobre el tipo de malla, número total de filamentos, arquitectura y características dimensionales de la malla tejida y de los filamentos que la componen. No se consideró el párrafo [0040] en la reproducción de multicapas, ya que el material plástico elegido como componente comparativo respecto al Material de la presente solicitud es una matriz de silicona no apta para ser procesada por coextrusión.

La elección de los materiales se hizo en base a la información química de los componentes, fibras de vidrio (E- glass), fibras de aramida, esferas huecas de vidrio, fibra de poliéster, óxido metálico.

Las proporciones para la construcción de los materiales son:

Malla (M1) capa 3, filamentos de fibras de vidrio y 30% de filamentos de fibras de aramida, porcentaje considerado en número de filamentos. Por ejemplo, 120 filamentos de vidrio y 36 filamentos de fibra de aramida con un espesor de malla final de 0,20 mm.

Malla (M2) capa 5, filamentos de fibra de vidrio y 30% de filamentos de fibra de aramida de igual número de fibras de poliéster co-presentes en la malla.

6% de esferas de vidrio huecas en peso con respecto a la matriz de silicona, se eligió este porcentaje porque no se especifica en D1 pero es comparable con el material del solicitante ' 794

5% de óxido metálico. También se eligió este porcentaje no especificado en el estado de la técnica porque se puede comparar con el material de la presente solicitud

Matriz de silicona mono componente para la capa plástica 4 cuyo espesor total, una vez finalizado el curado, se encuentra dentro de los rangos [0,32 - 0,70] mm

Muestras tipo A: metodología siguiendo el proceso descrito en la solicitud ' 794, es decir, capa 3 sumergida dentro de la capa 4 y, en su caso, adhesión final de la capa 5 impregnada de silicona y óxido metálico. A1, A2, A3 solo difieren en grosor.

Muestras tipo B: metodología siguiendo el diagrama mostrado en la patente de D1. Capa 3 impregnada con capa 4, capa 4 y si la hay también capa 5 impregnada con la matriz de silicona y óxido metálico. B1, B2, B3 y B4 solo difieren en grosor.

De otra parte, se desea llamar la atención que el solicitante descubrió inesperadamente que el material del solicitante tenía valores de resistencia a la punción significativamente superiores (es decir, calificado para la clase 2 según la norma EN 388) que el material de D1 (no calificado) y , por lo tanto, el material del solicitante podría usarse como un dispositivo de protección individual, mientras que el material de D1 no.

Como se explica mejor en la Declaración adjunta, esto es bastante sorprendente teniendo en cuenta que se obtuvieron mejores resultados en términos de resistencia a la punción no solo con respecto a las muestras B (es decir, las muestras obtenidas siguiendo el método de D1) sino también con respecto a las muestras A (es decir, los obtenidos siguiendo el método de la presente invención).

Además, se puede destacar que tanto para el método A como para el B con el mismo espesor y número de capas, es decir, los materiales B5 y A1, el valor de la resistencia a la perforación es en todo caso inferior al valor informado para el material de la presente solicitud.

Según el inventor, una posible explicación podría basarse en la consideración de que la naturaleza del material D1 está compuesta principalmente, entre un 50 y un 70%, por fibras de vidrio. El impacto en el valor de la perforación, como se muestra en la tabla, de la presencia de una o más capas de esta naturaleza es poco relevante a efectos de tener un valor superior a 60N.

Comparando los materiales A1 - B5 se puede extrapolar que, con el mismo número de capas, 2 ó 3, la variación del espesor de la capa plástica 4 influye en el valor de la resistencia a la perforación pero no de forma significativa, de hecho ninguna lo es comparable con el valor producido por el material de la presente solicitud.

Finalmente, los datos experimentales muestran que la homogeneidad de los materiales producidos, siguiendo las indicaciones del estado del arte de D1, está comprometida en comparación con el material de la presente solicitud ya que el error es mayor para cualquier tipo de proceso, A o B, y espesor considerado.

Por lo tanto, se ha demostrado que la presencia de fibras de vidrio, que son características esenciales según D1, impactan negativamente en la resistencia a la perforación del material multicapa.

- Ninguna de las referencias citadas sugiere modificar el dispositivo de protección deseables de D1 reemplazando las fibras de vidrio con fibras de aramida, sino que D1 enseña a no hacerlo (par. 7).

Por lo tanto, se sostiene que el camino que habría seguido la persona con conocimientos ordinarios en la materia en el momento en que se presentó la presente solicitud, como lo demuestra el estado de la técnica citado por el examinador, conduce en una dirección totalmente diferente a la invención reivindicada y que el objeto reivindicado por lo tanto no es obvio sobre el estado de la técnica como también lo demuestran los datos comparativos adjuntos.

Por consiguiente, las reivindicaciones 1 a 8 son inventivas sobre las enseñanzas combinadas de D1 y D2, cumpliendo así con el requerimiento según el artículo 18 de la Decisión 486.

7. Conclusión

Con los argumentos presentados puede concluirse que:

- i) La presente solicitud es clara, concisa y está debidamente soportada en la descripción, cumpliendo con los requerimientos del Artículo 30 de la Decisión 486;
- ii) La descripción de la presente solicitud cumple con los requerimientos del Artículo 28 de la Decisión 486;

iii) Las reivindicaciones actuales son patentables sobre D1 y D2, cumpliendo así con los requerimientos de los Artículos 16 y 18 de la Decisión 486.

Por tanto, atentamente me permito solicitar a ese Despacho otorgar el privilegio de patente solicitado a la solicitud en estudio, toda vez que cumple a cabalidad con los requerimientos de la Decisión 486/00.

En consecuencia, solicitamos a ese Despacho pronunciarse en relación con todos los argumentos presentados en este memorial dando estricta aplicación al principio del debido proceso consagrado en el artículo 29 de la Constitución Nacional.

8. Anexos

- Nuevo capítulo reivindicatorio conformado por ocho (8) reivindicaciones.
- Nueva descripción.
- Comprobante de por concepto de la modificación voluntaria de las reivindicaciones y descripción.
- Declaración del inventor Malena Esther Oliveros y su traducción al idioma español.

Señora Directora,



CAROLINA DAZA MONTALVO

C.C. 66.783.790 de Palmira Valle

TP-141563 CSJ

notificaciones@clarkemodet.com.co

REIVINDICACIONES

1. Un material multi-capa protector contra arco eléctrico, caracterizado por una capa de tela de fibras de para-arámida (A), remontado por una capa de tela de fibras de poliéster retardantes a la llama (B), y una capa de caucho de silicona (C2) que comprende micro-polvo de óxido de hierro (III), dicho material además comprende una capa adicional de caucho de silicona (C1), en medio entre dichas dos capas de telas fibrosas, y comprendiendo microesferas de vidrio huecas y micro-polvo de óxido de hierro (III) incorporado en dicha capa adicional de caucho de silicona (C1), dicho material multi-capa tiene un espesor inferior a 1 mm,

donde dichas microesferas de vidrio huecas son incorporadas en dicha capa (C1) en una cantidad comprendida entre 1 y 6% en peso con respecto al peso total de la capa en donde se incorporan, .

donde dicho micro-polvo de óxido de hierro (III) es incorporado en dicha capa (C1) and y en dicha capa (C2) en una cantidad comprendida entre 1 y 5% en peso con respecto al peso total de las capas en donde se incorporan, y,

donde dicha tela retardante de llama consiste de fibras de poliéster retardantes a la llama.

2. El material multi-capa de conformidad con la reivindicación 1, donde dichas microesferas de vidrio huecas tienen un tamaño de diámetro inferior a 150 μm .

3. El material multi-capa de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichas partículas de óxido de hierro (III) en ambas capas de caucho de silicona (C2 y C1) tienen un tamaño de diámetro promedio inferior a 5 μm .

4. El material multi-capa de conformidad con la reivindicación 1, donde el espesor del material comprende entre 0.60 y 0.75 mm.

5. El material multi-capa de conformidad con la reivindicación 1, donde el valor de protección contra el arco eléctrico ATPV es superior a $1.88 \times 10^9 \text{ J/m}^2$.

6. Un proceso para la fabricación del material multi-capa de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado por las siguientes etapas:

- i) preparar una solución de caucho de silicona en un solvente orgánico de la misma, agregar micro-polvo de óxido de hierro (III), transferir una primera mitad de la solución así obtenida en un contenedor abierto que tiene una anchura y longitud igual a aquellas del material muestra que se va a preparar;
- ii) colocar en el contenedor del paso i) anterior, una tela de fibras retardantes a la llama para cubrir dicha primera mitad de la solución;
- iii) agregar a una segunda mitad de la solución obtenida en el paso i) anterior, microesferas de vidrio huecas, seguido por el mezclado y transferencia de la mezcla así obtenida sobre dicha tela retardante de llama del paso ii);
- iv) evaporar parcialmente dicho solvente orgánico de dicho contenedor mediante secado al aire;
- v) colocar una tela de fibras de para-arámida para cubrir las capas subyacentes, y completar la evaporación del solvente.

7. Un artículo o un equipo de protección personal contra arco eléctrico recubierto por o fabricado con el material multi-capa conforme con la reivindicación 1.

8. El artículo o equipo de protección personal de conformidad con la reivindicación 7, que comprende un guante completamente fabricado con dicho material multi-capa.

MATERIAL MULTI-CAPA RESISTENTE AL ARCO ELÉCTRICO DE POCO

GROSOR

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere en general al campo de los materiales compuestos, y con mayor precisión se refiere a un material multi-capa nuevo, por sus características peculiares de aislamiento eléctrico y térmico, por su alta resistencia mecánica, y específicamente por su capacidad para protección
10 contra arco eléctrico, es útil en la fabricación de equipo de protección personal y de manera más general de elementos de trabajo para la protección de trabajadores durante sus actividades llevadas a cabo bajo voltaje eléctrico (bajo voltaje).

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El trabajo en sistemas eléctricos está regulado por leyes y disposiciones técnicas cada vez más rigurosas, enfocadas en eliminar, o al menos reducir, cualquier
20 situación de riesgo para el trabajador. En el caso donde los riesgos no pueden ser completamente eliminados mediante prevención, las reglas existentes se enfocan en el control de riesgos a través de la adopción de procedimientos estrictos y de métodos de trabajo bien establecidos, así como por medio

del uso de equipo especial y equipo de protección personal.

En situaciones de riesgo eléctrico, el equipo protector y dispositivos incluyen en particular visores incorporados en el casco, botas de caucho aislantes, guantes aislantes y
5 vestimenta resistente a riesgos eléctricos, que van a ser utilizados por los trabajadores, pero también tapetes, cubiertas para tubos y equipo variado con materiales aislantes. Una situación de peligro eléctrico reconocida como particularmente peligrosa para los trabajadores es aquella
10 del arco eléctrico, donde "arco eléctrico" significa una descarga eléctrica de alto voltaje continua entre dos conductores, lo cual produce un calor intenso y una luz muy fuerte. Este es un fenómeno potencialmente muy peligroso para un trabajador que esté cerca, en ocasiones letal, y es
15 particularmente pernicioso debido a que es un fenómeno accidental, debido al sobrevoltaje, para la presencia de partes oxidadas o impurezas sobre las superficies de partes eléctricamente activas, y por lo tanto no se espera. El desarrollo del calor que sigue al arco eléctrico puede
20 ocasionar quemaduras severas, pero también daños mecánicos debido a la explosión de aire rápidamente calentado o también daños químicos debido a la vaporización de metales que pueden generar humos tóxicos o lloviznas de metales fundidos. La emisión intensa de rayos ultravioleta y las variaciones

abruptas de presión debido al fenómeno del arco eléctrico también pueden provocar movimientos repentinos del trabajador, con posibles golpes y caídas. Incluso puede haber fracturas e intoxicaciones entre los efectos dañinos
5 provocados por el arco eléctrico, aunque las quemaduras siguen siendo el principal daño provocado y el más común.

Los dispositivos protectores aislantes en caucho y piel actualmente en uso son ciertamente dispositivos útiles para la protección personal del trabajador sujeto a riesgo
10 eléctrico, pero el acoplamiento de los dos materiales tiene como resultado un alto grosor final del dispositivo. De esta manera, por un lado el trabajador adquiere un mayor grado de seguridad contra el riesgo de choques eléctricos y quemaduras; pero por otra parte, pierde mucho en el manejo,
15 comodidad y facilidad de uso de los dispositivos en sí mismos. Cuando el dispositivo es un guante, es particularmente riesgoso debido a que incrementa el riesgo de accidentes en lugar de prevenirlos. Por ejemplo, en el mercado existen guantes de arco eléctrico que tienen este
20 tipo de inconveniente: son incómodos y tienen baja maniobrabilidad y transpirabilidad.

Por otra parte, hay en el mercado diferentes modelos de guantes protectores más cómodos, delgadas, pero no ofrecen garantía de seguridad contra el riesgo de arco eléctrico para

quien los usa. En este sentido, la Tabla 1 a continuación muestra los valores de grosor máximos de acuerdo con las normas reguladoras que se requieren para obtener la flexibilidad apropiada de guantes aislantes para cada clase ASTM prevista para este tipo de dispositivo de protección:

TABLA 1

Clase	Espesor (mm)		
	Guantes aislantes	Guantes compuestos con piel	Guantes largos compuestos con piel
00	0.50	1.8	-
0	1.00	2.3	-
1	1.50	-	3.1
2	2.30	-	4.2
3	2.90	-	4.2
4	3.60	-	-

Como se muestra en la Tabla 1, la clasificación ASTM clasifica todos los guantes aislantes de caucho comerciales en las clases de 00 a 4, donde guantes aislantes para uso en instalaciones de bajo voltaje se incluyen en las clases 00 y 0, mientras que en las clases 1 a 4 están aquellas para uso en sistemas de alto voltaje. Las reglas de seguridad actuales también establecen que, para garantizar la protección mecánica correcta contra cortaduras, abrasiones y pinchazos,

además de los guantes aislantes para protección contra el riesgo eléctrico, siempre deben usarse guantes de piel sobre guantes aislantes, con un incremento adicional en el espesor e incluso menor maniobrabilidad.

5 WO 2008/096262 divulga un material laminado que tiene propiedades de aislamiento térmico que comprende un adhesivo a base de silicona, y un método para la preparación del mismo.

US 2004/0229043 divulga un material compuesto multi-capa
10 que tiene una primera capa polimérica protectora de una composición de fluoropolímero y una segunda capa polimérica sin fluoropolímeros.

Por lo tanto, hasta ahora, por lo que respecta a lo que los Solicitantes tienen conocimiento, permanece sin resolver
15 el problema técnico de tener materiales disponibles para la producción de equipo de protección personal que sea realmente efectivo en la protección de los trabajadores en situaciones de riesgo de arco eléctrico, y que también pueda ser procesado en artículos de grosores reducidos, de manera que
20 también pueden ser utilizados para la producción de recubrimientos o guantes delgados sin que este equipo pierda su capacidad de manejo y comodidad de uso.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Partiendo de los problemas antes mencionados, los Solicitantes han descubierto un nuevo material multi-capa que puede combinar la necesidad de una seguridad completa en
5 situaciones de riesgo eléctrico, en particular el riesgo de arco eléctrico, con la necesidad de un espesor reducido del material de manera que puede ser utilizado, por ejemplo, para crear recubrimientos protectores o para producir equipo de protección personal, tales como guantes, sin limitar la
10 flexibilidad y capacidad de manejo del equipo en sí mismo.

El nuevo material multi-capa de la presente invención, también cuando se produce en un espesor reducido, realmente muestra propiedades sorprendentes, pudiendo cumplir con los requerimientos mecánicos, térmicos y eléctricos arriba
15 mencionados: en particular el material de la invención mostrado por poseer una alta resistencia mecánica a las cortaduras, pinchazos, abrasiones, desgarres y alta resistencia a la tensión y elongación. Este también cumple de manera óptima con los requerimientos de resistencia térmica
20 mostrando la capacidad de aislamiento térmico y el retraso en la transmisión de calor debido a la exposición a las flamas. Finalmente, posee excelentes propiedades de protección contra los efectos del arco eléctrico.

Además, gracias al bajo espesor, el material multi-capa

de la invención ha resultado ser útil para preparar un recubrimiento sobre cualquier tipo de equipo de protección personal o dispositivo destinado a la protección de trabajadores en situaciones de riesgos eléctricos, en particular, para la protección contra el arco eléctrico.

Un aspecto particularmente conveniente adicional del presente material es que puede ser fabricado por medio de un proceso muy sencillo, iniciando desde materiales de bajo costo que están ampliamente disponibles.

Por lo tanto un tema de la presente invención es un material multi-capa, conforme a lo definido en la primera de las presentes reivindicaciones.

Un proceso para la preparación del material antes mencionado, su uso para el recubrimiento y/o para la fabricación de artículos para la protección contra los riesgos eléctricos, en particular los riesgos de arco eléctrico, y los artículos así obtenidos, conforme a lo definido en las presentes reivindicaciones independientes subsiguientes, son un tema adicional de la presente invención.

Características importantes adicionales del presente material multi-capa del proceso para su preparación y de su uso de acuerdo con la invención, se reportan en la siguiente descripción detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 es una representación esquemática de la estructura multi-capa de la invención material, en una modalidad preferida de la misma;

5 La figura 1a es una imagen en secciones del material del Ejemplo 1 tomado por un microscopio electrónico de barrido, en donde están visibles una capa de tela de fibras de aramídica (PRF), una capa de caucho de silicona que contiene óxido de hierro (III) y esferas de vidrio huecas (P-Fe₂O₃-GS),
10 una capa que contiene caucho de silicona, óxido de hierro (III) y fibra de poliéster (P-Fe₂O₃-PE);

La figura 2 es una ilustración esquemática de los principales pasos del proceso para la preparación del material multi-capa ilustrado en la figura 1, de acuerdo con
15 esta invención;

La figura 3 es un análisis termogravimétrico (TGA) como una función de la temperatura del material multi-capa de la invención con esferas de vidrio huecas, PE (FR) PPRF_Fe₂O₃GS (línea continua) y, como una referencia de comparación, del
20 mismo material sin esferas de vidrio huecas, PE (FR) PPRF_Fe₂O₃ (línea punteada);

La figura 4 es (A) una imagen que ilustra la prueba de resistencia al desgarre descrita en el siguiente ejemplo 2, y (B) valores en Newton de la resistencia al desgarre para el

material de la invención con esferas de vidrio huecas (PE(FR)PPRF-Fe₂O₃GS) y, como una referencia de comparación, para el mismo material sin esferas de vidrio huecas (PE(FR)PPRF-Fe₂O₃). La línea punteada (a) corresponde al valor
5 mínimo de la resistencia al desgarre (25N) del nivel 2 conforme a lo definido en las disposiciones legales relacionadas;

La figura 5 (A) es una imagen que ilustra la prueba de resistencia a la perforación descrita en el siguiente ejemplo
10 2, y (B) valores de la resistencia a la perforación para el material de la invención que tiene esferas de vidrio huecas (PE(FR)PPRF-Fe₂O₃GS) y, como una referencia de comparación, para un mismo material sin esferas de vidrio huecas (PE(FR)PPRF-Fe₂O₃). La línea punteada corresponde al valor
15 mínimo en Newton de la resistencia a la perforación (60N) definida para el nivel 2 en las disposiciones legales relacionadas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

20 El material multi-capa de la invención tiene un espesor inferior a 1 mm, de preferencia inferior a 0.8, con mayor preferencia inferior a 0.75 mm, y comprende un sustrato de tela de fibras de para-arámida, una capa de tela de fibras retardadoras de llama, de preferencia que consiste de fibras

de poliéster retardadoras de llama, y una capa de caucho de silicona, y además comprende una capa adicional de caucho de silicona, intermedia entre las dos capas de telas fibrosas y comprendiendo microesferas de vidrio huecas y micro-polvo de
5 óxido de hierro (III) incorporado en la matriz polimérica que consiste de la capa de caucho de silicona.

En un aspecto particular de la presente invención, en el material multi-capas final, la relación entre la matriz polimérica y las telas, cada una en general destinada se hace
10 referencia en todas las capas presentes respectivamente de matriz polimérica y de tela, puede variar entre 1.1 y 2.4.

La cantidad de óxido de hierro (III) en la forma de un micro-polvo y la cantidad de microesferas de vidrio huecas están compuestas, por ejemplo, entre 1 y 5% y respectivamente
15 entre 1 y 6% en peso con respecto al peso total de la capa en donde se incorporan, es decir, para 100 g de silicona de la capa exterior o de la capa intermedia, se utilizan por ejemplo, 1 a 5 g de óxido de hierro (III), mientras que para 100 g de silicona en la capa intermedia, se utilizan de 1 a 6
20 g de microesferas de vidrio huecas. En esta invención, por "micro-polvo" de óxido de hierro (III), polvo de Fe_2O_3 significa en donde las partículas de óxido preferiblemente tienen un tamaño de diámetro promedio más pequeño que 5 μm . Las microesferas de vidrio huecas añadidas a la capa

intermedia de caucho de silicona típicamente tienen un diámetro menor que 150 μm .

De acuerdo con una modalidad preferida de la invención, correspondiente a un espesor óptimo del material mientras se
5 mantienen todas las características de resistencia aquí descritas, la cantidad de caucho de silicona utilizado puede variar en el rango entre 24 y 26% en peso, con mayor preferencia es de aproximadamente 25% en peso, mientras que el espesor de la capa de tela de las fibras retardantes a la
10 llama es 0.22 ± 0.01 mm y el espesor de la capa de tela de fibras aramídicas es 0.07 ± 0.01 mm.

De acuerdo con una modalidad particular, para 100 g de caucho de silicona en la capa exterior, se utilizaron 5 g de óxido de hierro (III), mientras que para 100 g de caucho de
15 silicona de la capa intermedia, se utilizaron 5 g de óxido de hierro (III) y 6 g de microesferas de vidrio huecas.

En la presente invención, a menos que se especifique de otra manera, los porcentajes de un componente en un material compuesto indican porcentajes en peso con respecto al peso
20 total del material en sí mismo.

De acuerdo con una modalidad particularmente preferida de la presente invención, el material multi-capas de esta invención de preferencia tiene un espesor comprendido entre 0.60 y 0.75 mm, estos valores permiten que el material ejerza

una protección óptima contra el arco eléctrico manteniendo al mismo tiempo la mejor flexibilidad y manejabilidad. A dichos valores del espesor, el presente material puede ser clasificado entre 00 y 0 de acuerdo con los parámetros de la clasificación ASTM en la Tabla 1 anterior, pero posee una capacidad de protección comparable con aquella de los guantes aislantes acoplados con guantes de piel con un espesor entre 1.8 y 2.3.

Con referencia a la figura 1 aquí anexa, se representa de manera esquemática una modalidad de la estructura multicapa del presente material, en donde A indica el substrato de tela de fibras de para-arámida, B indica la capa de tela retardante a la llama, mientras que C1 y C2 respectivamente indican la capa intermedia de caucho de silicona que comprende microesferas de vidrio y micro-polvo de óxido de hierro (III), y la capa exterior de caucho de silicona y micro-polvos de óxido de hierro (III).

En la presente invención, por caucho de silicona se pretende indicar un caucho de silicona de un solo componente, cuyo proceso de curado inicia a temperatura ambiente sin la necesidad de un agente de curado. Se prefieren los cauchos de silicona que son de auto-nivelación y que tienen buenas propiedades mecánicas una vez endurecidos, por ejemplo, un caucho de silicona con una viscosidad de aproximadamente

350,000 mPa s conocido con el nombre comercial de Elastosil®.

Las dos capas de tela A y B típicamente son telas biaxiales, es decir, cada una consiste de dos capas paralelas de fibras tejidas.

5 Tal como se describió en detalle en la siguiente parte experimental, los inventores han encontrado que este material multi-capas tiene buenas características mecánicas en términos de resistencia a la abrasión, rompimiento, perforaciones y cortaduras, y al mismo tiempo tiene una resistencia térmica
10 igualmente buena en términos de transmisión de calor por contacto, convección y radiación, y en términos de resistencia a la llovizna de metal fundido.

Además, tal como se describe en detalle en lo sucesivo, el presente material es clasificable como un material de
15 clase 2 de acuerdo con el criterio de clasificación de Stoll de los desempeños térmicos de los materiales hacia el arco eléctrico. Además, el mismo material resultó ser resistente contra el arco eléctrico en un ambiente abierto con un índice ATPV (Valor de Rendimiento Térmico del Arco)
20 experimentalmente determinado, como se describió en detalle en lo sucesivo, dentro de los valores reconocidos por las disposiciones legales para garantizar la protección contra el arco eléctrico. El presente material entonces es adecuado para el uso en la fabricación de equipo de protección

personal contra el arco eléctrico.

Gracias a su espesor reducido y a la flexibilidad mostrada, este material ha resultado ser particularmente adecuado para la fabricación de guantes y de cualesquiera
5 otros artículos o dispositivos de protección, los cuales requieren flexibilidad del material y manejabilidad del usuario.

Artículos y dispositivos de protección, en particular guantes, son fabricados con el presente material multi-capa
10 de manera que la capa de caucho de silicona mira hacia fuera, mientras que el substrato de tela de fibras de para-arámida constituye la capa interior. De acuerdo con una modalidad preferida del material de la invención, particularmente conveniente para la fabricación de dispositivos de protección
15 destinados a estar en contacto con la piel de un usuario, el material arriba definido además comprende al menos una capa polimérica adicional sobre el substrato de tela de fibras de para-arámida, para incrementar adicionalmente la comodidad y suavidad de la capa más interior en contacto con la piel.

20 De manera más general, se pretende que el material multi-capa de la invención, gracias a su grosor reducido, también se pueda utilizar para recubrir superficies, equipo y dispositivos de protección hechos de otros materiales sin protección contra el arco eléctrico, para proporcionarles

este tipo de protección.

Además del material multi-capa y los dispositivos de protección hechos con éste, antes descritos, el tema de esta invención es también un proceso para la preparación del material multi-capa, particularmente conveniente debido a que es simple de llevar a cabo y utiliza materiales de partida que son fáciles de encontrar en el mercado a bajo costo. El presente proceso para la preparación del material multi-capa de la invención comprende los siguientes pasos:

10 i) preparar una solución de un caucho de silicona de un solo componente, curable a temperatura ambiente, en un solvente orgánico del mismo, agregar micro-polvo de óxido de hierro (III), transferir una primera mitad de la así obtenida solución en un contenedor abierto que tenga una anchura y
15 longitud igual a aquellas del material muestra que se va a preparar;

ii) colocar en el contenedor del paso i) anterior, una tela de fibras retardantes a la llama para cubrir dicha primera mitad de la solución;

20 iii) agregar a una segunda mitad de la solución obtenida en el paso i) anterior, microesferas de vidrio huecas, seguido por el mezclado y transferencia de la así obtenida mezcla en dicha tela retardante de llama del paso ii);

iv) evaporar parcialmente dicho solvente orgánico de

dicho contenedor mediante secado con aire;

v) colocar una tela de fibras de para-arámida para cubrir las capas subyacentes, y completar la evaporación del solvente.

5 El proceso para la preparación del presente material multicapa se ilustra esquemáticamente en la Figura 2 anexa también, en donde A, B y C indican respectivamente la tela de fibras de para-arámida, la tela retardante de llama y la solución de caucho de silicona, mientras que C1 y C2 indican
10 respectivamente la capa intermedia de caucho de silicona que comprende microesferas de vidrio huecas y micro-polvo de óxido de hierro y la capa más exterior de caucho de silicona comprendiendo el micro-polvo de óxido de hierro.

La preparación de la solución en el paso i) es llevada a
15 cabo agitando bien la solución después de haber agregado el micro-polvo de óxido de hierro (III), por ejemplo mediante un sonicador ultrasónico, con agitación hasta que lograr la dispersión completa del micro-polvo. La así obtenida solución toma una coloración en rojo del color de óxido férrico, y
20 después se divide en dos partes. En el paso iii) del presente proceso, a una mitad de la solución se le agregan las microesferas de vidrio huecas, cuya dispersión en el caucho de silicona puede ser auxiliado por simple agitación mecánica.

Tanto la tela de fibras de para-arámida como la tela de fibras de poliéster retardante de llama, la cual es la tela retardante de llama preferiblemente utilizada en esta invención, son productos muy disponibles en el mercado. Al
5 igual que las telas antes mencionadas, también los cauchos de silicona son productos fácilmente disponibles en el mercado, a bajos costos. Los inventores también han observado que las telas en cuestión tienen una excelente compatibilidad con los cauchos de silicona, en donde por "compatibilidad" se quiere
10 decir una buena habilidad de la tela para ser impregnada con el elastómero, obteniéndose buena adhesión y estabilidad de la multi-capa. Por lo tanto, con el simple proceso antes descrito fue posible preparar un material multi-capa estable, bastante compacto sin la adición de adhesivos o agentes
15 reticuladores.

Los siguientes ejemplos experimentales son proporcionados como una ilustración no limitativa de la presente invención.

EJEMPLO 1

20 Producción del material multi-capa de la presente invención

Se disolvieron 130 g de caucho de silicona Elastosil® E43 (Wacker Chemie AG, viscosidad 350,000 mPa.s) en 400 ml de heptano. A esta solución polimérica que tiene un volumen final de 530 mL se agregaron 6.5 mg de óxido de hierro (III)

en polvo (granulometría inferior a 5 μm y pureza $\geq 99\%$, comercializado por Sigma Aldrich); la solución final así obtenida fue de un color rojo intenso y tiene una viscosidad final de 7.28 $\mu\text{Pa.s}$. La mitad de la solución obtenida fue transferida en un contenedor adecuado para la preparación de la multi-capa que tiene el tamaño deseado, es decir en el presente caso en un contenedor de un tamaño 40x60 cm. En esta solución se colocó un substrato de tela de poliéster retardante de llama con un tamaño de 35x55 cm, que tiene un peso específico inferior a $135 \text{ g/m}^2 \pm 5\%$ (comercializado por Cometex S.r.l.).

A la mitad del volumen remanente de la solución orgánica de caucho de silicona se añadieron 7.8 mg de microesferas de vidrio con un diámetro de $75 \mu\text{m} < d < 150 \mu\text{m}$ E-SPHERES® (fabricado por Omega Minerals Germany GmbH), después se colocó bajo agitación mecánica. La mezcla así obtenida fue transferida en la tela de poliéster retardante de llama y se dejó reposar en el aire durante 30 minutos obteniendo así una evaporación parcial del solvente orgánico, y el inicio de la reticulación del elastómero. Solo en este punto se colocó encima un substrato de tela of fibras de para-arámida, con un peso específico inferior a $60 \text{ g/m}^2 \pm 5\%$ (comercializado por G. Angeloni S.r.l.), del mismo tamaño que del previo. La evaporación de solvente fue llevada a su fin en el aire, a

fin de completar el curado de elastómero.

Se obtuvo entonces una muestra de material multicapa de tamaño 35x55 cm y espesor de 0.64 ± 0.04 mm. Este material final, que fue además flexible y cómodo al tacto, consistió de 49% de caucho de silicona, 40% of fibras de para-arámida y poliéster, 6% de esferas de vidrio y 5% de micro-polvo de óxido de hierro.

EJEMPLO 2

Prueba experimental en el material multi-capa de la invención

La muestra del material preparado como se describió antes en el Ejemplo 1 se probó en diversos experimentos para diferenciar sus características que son relevantes para la protección contra los riesgos eléctricos, térmicos y mecánicos, como se describe en lo sucesivo. Además, se llevó a cabo un análisis termogravimétrico en este material, en paralelo con una muestra del mismo material libre de microesferas de vidrio, con el objetivo de evaluar la estabilidad térmica y más en general el comportamiento a diferentes temperaturas con respecto, por ejemplo, a la resistencia a la degradación. Tal como se puede observar en la figura 3, se observó una degradación inferior del material de la invención (línea continua) a altas temperaturas (aproximadamente a temperaturas superiores a 500°C), con respecto al material de referencia sin microesferas de vidrio

(línea punteada).

Valoración de la resistencia al fuego

La muestra del material obtenido en el Ejemplo 1 ha mostrado
5 un tiempo de llama más corto que 15 segundos en la siguiente
prueba de laboratorio.

Dos varillas con cuatro conectores de cocodrilo de
aluminio fueron colocadas en una bancada de soporte de
laboratorio, a la cual se fijó la muestra del material bajo
10 análisis en sus cuatro esquinas, manteniéndolo tenso.
Posteriormente una flama de quemador Bunsen con gas propano
fue acercada al centro de la superficie de muestra, dejando
la flama quieta en su lugar durante 10 segundos y después
cronometrando con un instrumento cronométrico el tiempo de
15 inflamabilidad de la muestra.

Prueba de certificación del material

El material de la invención preparado como se describió antes
en el Ejemplo 1 fue probado en diversas pruebas para la
20 certificación de conformidad del material a las clases de
resistencia térmica y mecánica de acuerdo con las
disposiciones legales actuales, en un laboratorio acreditado
para llevar a cabo dichas pruebas en el Centro Tessile
Cotoniero e Abbigliamento SpA, Busto Arsizio (VA), Italia.

En particular, por medio de un equipo Instron para la prueba universal de resistencia mecánica, la resistencia del material fue probada en diversas pruebas de resistencia hacia los diferentes tipos de riesgo mecánico indicados en la siguiente tabla 2, junto con sus resultados respectivos y con los niveles de rendimiento indicados por la disposición legal EN 388 para ese resultado.

TABLA 2

10	Tipo de resistencia mecánica probada	Datos detectados de resistencia	Nivel de rendimiento del material de la invención de acuerdo con EN388
	Resistencia a la abrasión (ciclos)	2000 ciclos	3
15	Resistencia al corte con cuchilla (índice)	Índice promedio: 1.5	1
	Resistencia al desgarrar (Newton)	>75 N	5
	Resistencia a la perforación (Newton)	71 N	2
20	Resistencia a la tracción (Newton)	2100 N	2

La resistencia a la abrasión fue medida como ciclos requeridos para raspar completamente la superficie de la muestra de material, siguiendo el método de prueba EN388:2004

Par 6.1. El equipo de prueba fue Martindale, el tamaño de los tubos era 38 cm de diámetro, la presión aplicada fue de 9 kPa, el agente de abrasión fue Klingspor PL31B gritt 180. El final de la prueba coincidió con el primer agujero. La
5 resistencia al corte con cuchilla fue indicado por un índice calculado con base en el número de pasadas de una cuchilla a velocidad constante sobre la superficie del material, necesarias para cortar el material.

El método de prueba aplicado fue aquel reportado en la
10 disposición legal UNI EN 388:2004 Par 6.2 proporcionando un acondicionamiento de las muestras para 24 horas a 23°C con 50% de U.R. La resistencia al desgarre indica la fuerza requerida al desgarre del material, y se midió mediante la aplicación del método de prueba UNI EN388:2004 Par 6.3
15 utilizando como un equipo un dinamómetro y acondicionado las muestras durante 24 horas a 20°C con 50% de U.R. La velocidad de la tracción aplicada en la prueba fue de 100 mm/min, el tamaño de las muestras fue de 100x50 mm, la distancia entre las pinzas de 50 mm.

20 La resistencia a la perforación indica, de acuerdo con las pruebas llevadas a cabo, la fuerza necesaria para perforar la muestra de material con una punta de acero de 1 mm de diámetro. La disposición que se siguió fue la UNI EN 388:2004 par 6.4. El equipo utilizado fue un dinamómetro y la

velocidad de la prueba fue 100mm/min. Las muestras tuvieron una forma circular con un diámetro de 40 mm y el acondicionamiento se llevó a cabo durante 24 horas a 23°C con 50% de U.R.

5 La resistencia a la tracción es indicada a la máxima fuerza de tracción aplicada a la muestra de material provocando la ruptura, y la prueba se lleva a cabo siguiendo la disposición UNI EN ISO 13934-1:2013 utilizando un dinamómetro y acondicionando las muestras de tamaño 200x50 mm
10 durante 24 horas a 20°C con 65% de U.R. La velocidad de la prueba fue 100 mm/min sin pretensión aplicada.

El material de la invención preparado de acuerdo con lo que se divulga en el Ejemplo 1 fue entonces probado en pruebas de resistencia a diferentes tipos de riesgo térmico
15 indicados en la siguiente Tabla 3, junto con los resultados respectivos y los niveles de rendimiento proporcionados por la disposición legal EN 407 para ese resultado determinado.

Tabla 3

	Tipo de resistencia térmica probada	Datos detectados de resistencia	Nivel de rendimiento del material de la invención de acuerdo con EN 407
5	Resistencia a la propagación de llama limitada (segundos)	< 2 segundos	4
	Resistencia al calor por contacto (segundos)	21 segundos	1
10	Resistencia al calor por convección (segundos)	>10 segundos	3 (B2)
	Resistencia al calor radiante (segundos)	>17 segundos	1 (C1)
15	Resistencia a pequeñas lloviznas de metal fundido (número de gotas)	Número de gotas >25	3

La propagación de la llama limitada se lleva a cabo siguiendo el método UNI EN ISO 15025:2003 Met. A. Una llama definida, que proviene de un quemador es aplicada durante 10 segundos a la superficie o al borde inferior de las muestras, verticalmente orientadas. Se registra la información sobre la dispersión de la llama y sobre la incandescencia residual, así como la información sobre la formación de desechos,

quemado de desechos o de un agujero. Se registra el tiempo de persistencia de la llama y el tiempo de incandescencia residual. Las muestras del tamaño 200x160 mm son acondicionadas durante 24 horas a 20°C y con 65% de U.R.

5 La determinación de la transmisión de calor por contacto es llevada a cabo de acuerdo con el método UNI EN 702: 1996 el cual involucra el uso de un calorímetro y de un cilindro de calentamiento con formas circulares de 80 mm de diámetro acondicionado durante 24 horas a 20°C y 15% de U.R. El
10 cilindro de calentamiento es calentado hasta la temperatura de contacto (250°C) y el espécimen es colocado en el calorímetro. El cilindro de calentamiento es bajado sobre el espécimen por el calorímetro a una velocidad constante (5 mm/min). El límite de tiempo es determinado al controlar la
15 temperatura del calorímetro.

La transmisión de calor por convección fue determinada de acuerdo con la regulación UNI EN 367:1993. Un espécimen horizontalmente orientado fue sometido a flujo térmico de 80 kW/m² emitidos desde una llama de un quemador de gas
20 conectado ahí debajo. El calor fue medido por un calorímetro colocado sobre el espécimen. El Índice de Transferencia de Calor HTI fue calculado con base en el tiempo en s para obtener un incremento en la temperatura de 12 o 24°C del calorímetro. El gas utilizado para la prueba fue butano. El

tamaño del espécimen fue 14 x 14 cm y fue acondicionado durante 24 horas a 20°C con U.R. de 65%.

La transmisión del calor radiante fue determinada de acuerdo con la disposición UNIEN ISO 6942:2004 Met. B. Un
5 espécimen unido a un armazón fue expuesto a una fuente de calor radiante (barras de carburo de silicio eléctricamente calentadas). El Índice de Transferencia de Calor RHTI fue calculado con base en el tiempo en s para obtener un incremento de temperatura de 12 y 24°C del calorímetro. Las
10 dimensiones del espécimen son 23 x 8 cm y son acondicionadas durante 24 horas a 20°C con U.R. 65%.

La resistencia al contacto con pequeñas lloviznas de metal fundido fue determinada siguiendo la disposición UNI EN 348 -1993. Mediante la proyección de gotas sobre la
15 superficie de un espécimen colocado verticalmente se midió el número de gotas necesarias para provocar un incremento de temperatura de 40 K en el calorímetro colocado detrás del material. El tamaño del espécimen fue de 120 x 20 acondicionado durante 24 horas a 20°C con un U.R. de 65%.

20

Valoración de las propiedades de aislamiento eléctrico y de la resistencia al alto voltaje

Se realizaron pruebas de laboratorio para valorar la capacidad del aislamiento eléctrico del material obtenido en

el Ejemplo 1, de la siguiente forma.

Para probar el aislamiento eléctrico se dejó pasar una corriente con un probador para pequeñas distancias (1 cm) sin medir un paso de corriente.

5 Para resistencia al alto voltaje, un capacitor que consiste de dos placas de cobre fue colocado en series con un generador de alto voltaje (voltaje máximo hasta de 30 KVolt). Entre las placas de este capacitor se colocó la muestra del material de la invención: para voltajes de aproximadamente 20
10 KVolt no se observó un cambio o ruptura del material dieléctrico, incluso para los tiempos de trabajo de aproximadamente 2 horas.

En estas pruebas no se detectó corriente, para indicar la habilidad del aislamiento eléctrico del material.

15 Para el mismo material, los inventores también han estudiado, siempre a una escala de laboratorio, las propiedades de la resistencia a los altos voltajes como una función de tiempo, monitoreando la muestra de material después de la aplicación de un voltaje de aproximadamente 20
20 kV en corriente directa. Estos experimentos mostraron que el material era estable cuando se sometía a estas condiciones críticas durante al menos 2 horas; no se observó un signo visible de degradación de la muestra, la cual también mantuvo sus propiedades mecánicas intrínsecas.

Valoración de la resistencia contra el arco eléctrico

El material de la invención, preparado como se describió en el Ejemplo 1, fue entonces probado contra el arco eléctrico en los siguientes dos experimentos.

5 La primera prueba fue llevada a cabo en el laboratorio de certificación de la compañía ArcWear, en Louisville, Estados Unidos, de acuerdo con el procedimiento estándar descrito en el trabajo en tiempo real - Vestimenta protectora Contra el Peligro Térmico de un Arco Eléctrico en IEC 61482-
10 1-1:2009. En tres paneles, radialmente acomodados, equidistantes de un electrodo colocado en el centro, se fijaron tantas muestras del material bajo examinación. Cada panel fue conectado a un generador de descarga de alta energía. Los valores obtenidos de las pruebas han mostrado la
15 ausencia de destello del material hasta $2.13 \times 10^9 \text{ J/m}^2$ (51 cal/cm²) ATPV.

La segunda prueba fue llevada a cabo en los laboratorios de certificación de la compañía Centro Tessile Cotoniero e Abbigliamento SpA, Busto Arsizio (VA), Italia, y se enfocó en
20 determinar la clase de protección contra arco eléctrico del material, utilizando el método de prueba del arco forzado y directo en la cámara de prueba (de acuerdo con la disposición CEI-EN 61482-1-2:2008 par 5.4.1). El material resultó adaptarse a la clase II / 7KA de acuerdo con la disposición

del producto IEC 61482-2:2009.

EJEMPLO 3

Fabricación de un guante de protección con el material multicapa de la invención

5 Se fabricó un guante de protección en las instalaciones de la compañía Molinari Guanti S.r.l. en Modena, Italia, con el material preparado como se describió en el Ejemplo 1. Después que el guante fue fabricado cosiendo piezas cortadas apropiadamente del material, las costuras fueron aisladas
10 aplicando la solución polimérica con óxido de hierro (III) sobre las costuras y dejando la pieza en descanso para curación.

De esta manera, el guante ha sido impermeabilizado para que no entre agua, conforme a lo requerido por las pruebas de
15 certificación de resistencia dieléctrica a las cuales son sometidas los guantes protectores cuando están destinados para uso bajo tensión eléctrica. De esta manera, el guante producido fue también mecánicamente resistente, térmicamente resistente y resistente contra el arco eléctrico en la misma
20 extensión que el material mismo, debido a que fue fabricado con el material y las costuras fueron tratadas con la misma solución de polímero con óxido de hierro (III).

La presente invención se ha descrito aquí con referencia a una modalidad preferida de la misma. Puede haber otras

modalidades, todas pertenecientes al mismo núcleo inventivo, conforme a lo definido por el alcance de protección de las reivindicaciones enlistadas en lo sucesivo.

EN LA OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS

Examinador: KESSLER JR, THOMAS JOSEPH Unidad de arte: 1782

Re: solicitud de Malena Esther OLIVEROS

serie: 16/494,794

Fecha: 17-09-2019

Para: MATERIAL MULTICAPA RESISTENTE AL ARCO
ELÉCTRICO DE BAJO ESPESOR

Número de confirmación: 1076

DECLARACIÓN PRESENTADA BAJO 37 CFR § 1.132

Comisionado de Patentes
apartado de correos 1450
Alejandría, VA 22313-1450

Yo, Malena Esther Oliveros , declaro lo siguiente:

1. Soy un inventor en la solicitud de patente identificada anteriormente.
2. Soy investigador post doctorado de FONDAZIONE ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA y ENEL PRODUZIONE SPA , el actual cesionario de la solicitud de patente arriba identificada.
3. Obtuve una licenciatura en Ciencias de los Materiales de la Universidad de Milán-Bicocca en 2005 y un doctorado en Ciencias de los Materiales de la Universidad Autónoma de Barcelona en 2011.
4. Tengo más de 10 años de experiencia trabajando en el campo de la ciencia de materiales con estudios de materiales híbridos de polímeros y biopolímeros, incluyendo desarrollos, ingeniería y aplicaciones de productos para la industria.
5. He revisado y estoy familiarizado con la solicitud de patente identificada anteriormente (USSN 16/494,794, en adelante, "la Solicitud

'794"), las reivindicaciones pendientes con sus enmiendas, la Acción de la Oficina del 7 de febrero de 2022 y la referencia del estado de la técnica citada Biermaier (DE 102006056645).

6. Se me ha informado que una persona con conocimientos ordinarios en la materia es una persona hipotética que se supone que conocía la técnica pertinente en el momento de la invención del solicitante.

7. Hago esta declaración para presentar resultados de pruebas experimentales que respalden la patentabilidad de la invención reivindicada.

A. Diseño Experimental

8. La resistencia a la perforación (*es decir* , "valor de resistencia a la perforación") es una característica mecánica esencial requerida de un dispositivo de protección individual para el cual está diseñado el material de la aplicación '794.

9. El valor de la resistencia a la perforación se mide de acuerdo con la norma EN 388, que es un estándar industrial muy conocido para determinar la resistencia a la perforación.

10. Para ser adecuado para su uso como Dispositivo de Protección Individual, el valor de la resistencia a la perforación debe ser > 60 Newtons, lo que se denomina "clase 2".

11. Por ejemplo, descrito en el Ejemplo 2 de la Solicitud '794, el valor de resistencia a la perforación medido para el material reivindicado en la Solicitud '794 es de 71 Newtons, que está en la clase 2 según la norma EN388. Y así, el material de la Aplicación '794 es adecuado para la fabricación de Dispositivos de Protección Individual.

12. El estado de la técnica de Biermaier no menciona la resistencia a los pinchazos de sus materiales, diseñé un experimento para comparar esta diferencia estructural del material multicapa de la Solicitud '794 versus el

estado de la técnica más cercano, que es el material de Biermaier citado por el examinador.

13. Para preparar el material de la Solicitud '794, seguí el procedimiento descrito en el Ejemplo 1 de la Solicitud '794. La probeta obtenida fue cortada y acondicionada a temperatura $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa $(50\pm 5)\%$ antes de realizar los distintos ensayos, utilizando Instron 3365, Waltham, MA, USA, equipado con una celda de carga de 5 kN a una velocidad de cruceta de 100 mm/min. El material '794 fue cortado para tener muestra con diámetro de 40 mm según UNI EN 388:2004 ("EN 388") Par. 6.4 estándares de prueba. La muestra se probó en el modo de compresión usando una herramienta de acero de estilete como se describe en el Párrafo. 6.4.2, y las Figuras 7 y 8 de la norma EN 388. La muestra se colocó sobre el soporte y se sujetó centralmente en un dispositivo de retención con su superficie exterior hacia el estilete. Los desplazamientos se realizaron a 100 mm/min y se registró la fuerza máxima de rotura (Newton).

14. Para preparar el material de Biermaier comparable más cercano, seguí el esquema de la Figura 1 y la Figura 2 descrito en el Párrafo [0022] - [0024] de las reivindicaciones de Beirmaier, ya que Biermaier no informa ni la metodología ni el procedimiento para su preparación. Se entrelazó una capa de fibras de vidrio con fibras de aramida para crear una malla interconectada (capa 3) y en algunos materiales esta capa se interconectó con fibras de poliéster para tener una nueva (capa 5). Se siguieron dos procedimientos diferentes para producir los materiales de Biermaier. En el tipo A los materiales están completamente impregnados con la matriz de silicona, esferas de vidrio y partículas de óxido metálico. Los composites se dejaron curar hasta la completa evaporación del solvente y el material resultante se acondicionó y ensayó. En el caso del material Tipo B, la capa de matriz de silicio se realizó por curado del polímero por evaporación del solvente. Esta capa de silicio se colocó sobre una capa (capa 3) o entre dos

capas (capa 3 y 5), estas mallas se impregnaron con la solución orgánica de partículas de silicio y óxidos metálicos. Estos compuestos se dejaron secar, acondicionaron y finalmente se probaron.

15. En el procedimiento Biermaier tipo A, la capa de silicio 4 se curó en presencia de las fibras. Por otro lado, en el procedimiento de Aplicación '794, la segunda matriz de silicio C1 que consta de esferas de vidrio es semicurada antes del posicionamiento de la capa final A que está hecha de fibras de aramida.

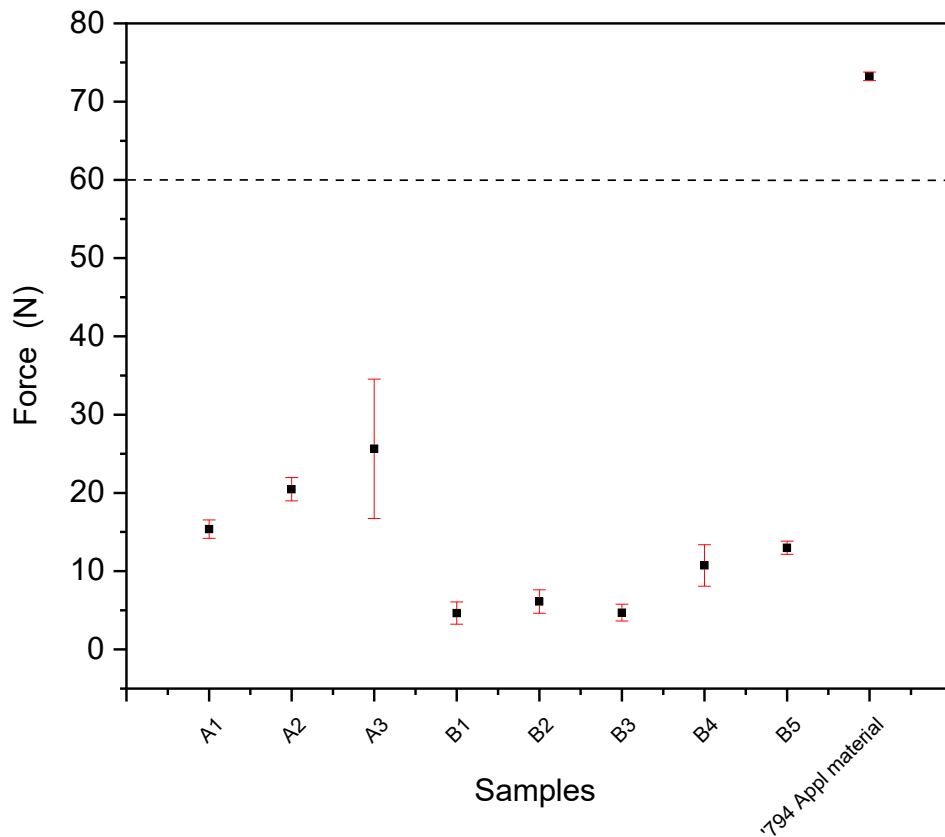
16. En el procedimiento Biermaier tipo B, la capa de silicona 4 se curó sola y se usó en el ensamblaje de los materiales Biermaier junto con una capa impregnada 3 para crear un material final de dos capas y, finalmente, otra capa impregnada 5, para crear un material final de tres capas. material.

17. Biermaier se probaron con Instron 3365, Waltham, MA, EE. UU., equipado con una celda de carga de 5 kN a una velocidad de cruceta de 100 mm/min, por modo de compresión utilizando una herramienta de acero con punta como se describe en el Párrafo. 6.4.2, y Figura 7 y 8 de la norma EN 388. Los especímenes fueron cortados y acondicionados a temperatura (23 ± 2) °C y humedad relativa (50 ± 5) % antes de realizar los ensayos. Los materiales fueron cortados para tener muestras con diámetro de 40 mm según la UNI EN 388:2004 Par. 6.4 estándares de prueba. Las muestras se colocaron sobre el soporte y se sujetaron centralmente en un dispositivo de retención con su superficie exterior hacia el estilete. Los desplazamientos se realizaron a 100 mm/min y se registró el pico máximo de fuerza de rotura (Newton) para cada probeta.

B. Resultado Experimental

18. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 1:

Componentes materiales	Espesor promedio (mm)	n capas	Valor promedio de resistencia a la perforación (N)
Biermaier A1	0,77±0,05	3	15,37±1,17
Biermaier A2	0,86±0,03	3	19,48±2,33
Biermaier A3	0,94±0,03	3	25,63±8,90
Biermaier B1	0,85±0,17	2	4,64±1,41
Biermaier B2	0,80±0,04	2	6,12±1,51
Biermaier B3	0,74±0,13	2	4,70±1,07
Biermaier B4	1,00±0,01	2	10,73±2,65
Biermaier B5	0,72±0,03	3	13,00±0,84
'794 Material de aplicación	0,72±0,02	3	73,22±0,54



19. Como se muestra arriba, los experimentos llevados a cabo de acuerdo con la norma EN 388 usando materiales basados en las enseñanzas de Biermaier en los Párrafos [0012] - [0044] dieron como resultado valores medios de resistencia a la perforación $< 25,63$ Newtons.

20. En otras palabras, los valores de resistencia a la perforación de los materiales de Biermaier fueron consistentemente al menos un 35% más bajos que el valor de resistencia a la perforación del material de la Solicitud '794.

21. Esto significa que el material de Biermaier no cumpliría con la clase 2 de la norma EN 388 antes mencionada, y por lo tanto, no es adecuado para su uso como Dispositivo de Protección Individual.

22. La diferencia en el valor de resistencia a la perforación de los materiales de la aplicación '794 sobre Biermaier es bastante significativa porque significa que el material de la aplicación '794 califica para su uso como dispositivo de protección individual, y el material de Biermaier no.

23. Esto es bastante sorprendente ya que Biermaier enseña que la presencia de fibras de vidrio es esencial, pero el solicitante descubrió que las fibras de vidrio impactan negativamente en la resistencia a la perforación del material multicapa. Esto también es inesperado ya que Biermaier enseña a evitar el uso de fibras de aramida (Biermaier, ¶ 0007), pero el Solicitante descubrió que el uso de fibras de aramida era muy superior a las fibras de vidrio de Biermaier.

El abajo firmante declara por la presente que todas las declaraciones hechas en este documento basadas en el conocimiento son verdaderas, y que todas las declaraciones hechas basadas en la información y la creencia se consideran verdaderas; y además, que estas declaraciones se hicieron con el conocimiento de que las declaraciones falsas intencionales y similares se castigan con una multa o prisión, o ambas, según la Sección 1001 del Título 18 del Código de los Estados Unidos, y que dichas declaraciones falsas intencionales pueden poner en peligro la validez de la solicitud o cualquier patente emitida sobre la misma.

Malena Esther Oliveros

IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

Examiner: KESSLER JR, THOMAS JOSEPH Art Unit: 1782
Re: Application of: Malena Esther OLIVEROS
Serial No.: 16/494,794
Filed: 09-17-2019
For: ARC FLASH RESISTANT MULTILAYERED
MATERIAL HAVING LOW THICKNESS

Confirmation No.: 1076

DECLARATION SUBMITTED UNDER 37 C.F.R. § 1.132

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

I, Malena Esther Oliveros, do hereby declare the following:

1. I am an inventor in the above-identified patent application.
2. I am a researcher post doctorate of FONDAZIONE ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA and ENEL PRODUZIONE S.P.A., the current assignee of the above-identified patent application.
3. I obtained a B.S. in Material Science from University of Milan-Bicocca in 2005 and a PHD in Material Science from University Autònoma of Barcelona in 2011.
4. I have over 10 years of experience working in the field of the material science with studies of polymer and biopolymers hybrid materials, including developments, engineering and applications of products for the industry.
5. I have reviewed and am familiar with the above identified patent application (U.S.S.N. 16/494,794, hereinafter, “the ’794 Application”), the pending claims as amended, the Office Action of February 7, 2022, and the cited prior art reference Biermaier (DE 102006056645).
6. I have been informed that a person of ordinary skill in the art is a hypothetical person who is presumed to have known the relevant art at the time of the Applicant’s invention.

7. I make this declaration to present experimental evidence results in support of the patentability of the claimed invention.

A. Experimental Design

8. The resistance to perforation (*i.e.*, “puncture resistance value”) is an essential mechanical characteristic required of an Individual Protective Device for which the ‘794 Application material is designed for.

9. The puncture resistance value is measured in accordance with Norm EN 388, which is a well-known industrial standard to determining puncture resistance.

10. To be suitable for use as an Individual Protection Device, the puncture resistance value should be > 60 Newtons, which is referred to as “class 2”.

11. For example, described in Example 2 of the ‘794 Application, the puncture resistance value measured for the ‘794 Application claimed material is 71 Newtons, which is in class 2 according to the EN388 Norm. And thus, the ‘794 Application material is suitable for the manufacture of Individual Protective Devices.

12. The Biermaier prior art does not mention the resistance to punctures of his materials, I designed an experiment to compare this structural difference of the multi-layered material of the ‘794 Application versus the closest prior art, which is the material of Biermaier as cited by the Examiner.

13. To prepare the ‘794 Application material, I followed the procedure described in the Example 1 of the ‘794 Application. The specimen obtained was cut and conditioned at temperature $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ and relative humidity $(50 \pm 5)\%$ before performing the various tests, using Instron 3365, Waltham, MA, USA, equipped with a 5 kN load cell at a cross-head speed of 100 mm/min. The ‘794 material was cut in order to have sample with diameter of 40 mm according to the UNI EN 388:2004 (“EN 388”) Par. 6.4 test standards. The sample was tested in compression mode using a stylus steel tool as described into the Paragraph. 6.4.2, and Figures 7 and 8 of the EN 388 standard. The specimen was placed onto the support and clamped centrally in retaining device with its exterior surface towards the stylus. The displacements were done at 100mm/min and the peak force at break (Newton) registered.

14. To prepare the closest comparable Biermaier material, I followed the scheme in Figure 1 and Figure 2 described in Paragraph [0022] – [0024] of the Beirmaier claims as Biermaier does not report either the methodology nor procedure for his preparation. A glass

fibers layer was intertwined with aramid fibers to create an interconnected mesh (layer 3) and in some materials this layer interconnected with polyester fibers to have a new (layer 5). Two different procedures were followed to produce the Biermaier's materials. In the type A the materials are fully impregnated with the silicone matrix, glass spheres and metal oxide particles. The composites were let cured till complete evaporation of the solvent and the resulted material conditioned and tested. In the case of the material Type B, the layer of silicon matrix was done by curing of the polymer due to the evaporation of solvent. This silicon layer was placed on a layer (layer 3) or between two layers (layer 3 and 5), these meshes impregnated with the organic solution of silicon and metal oxides particles. These composites were let dry, conditioned and finally tested.

15. In the Biermaier type A procedure, the silicon layer 4 was cured in presence of the fibers. On the other hand, in the '794 Application procedure, the second silicon matrix C1 that comprises of glasses spheres is semicured before the positioning of the final layer A that is made from aramid fibers.

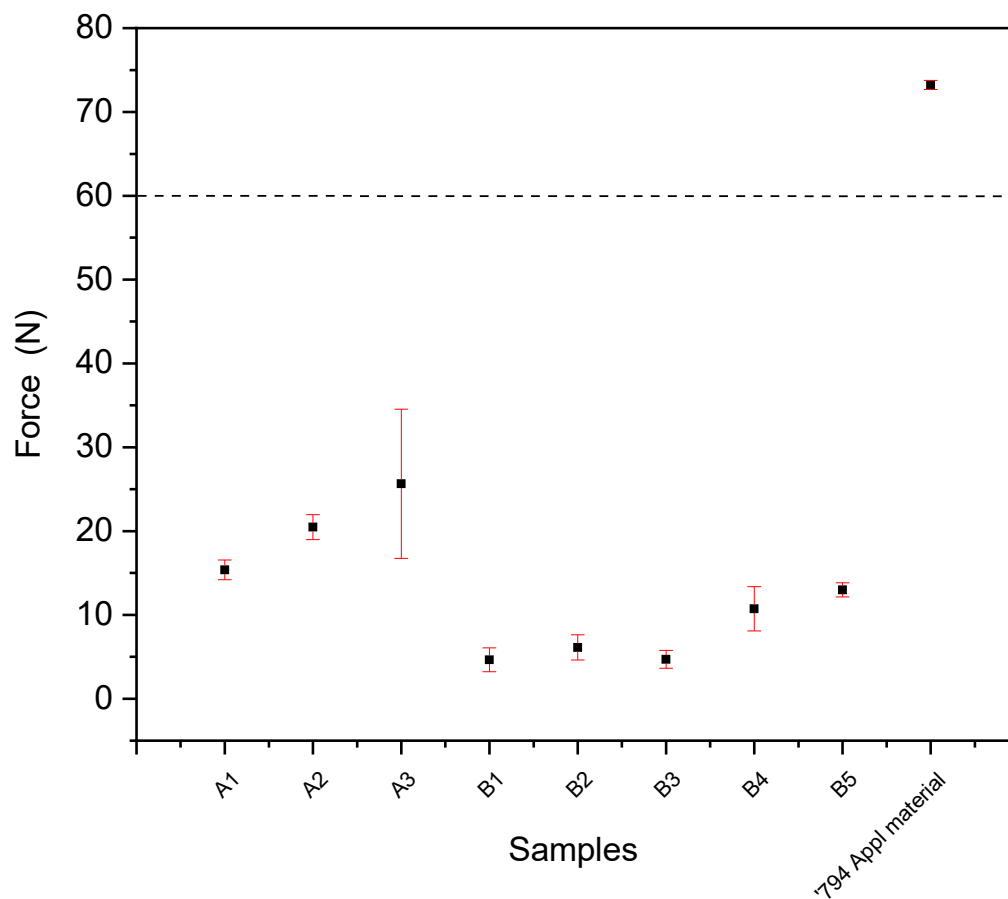
16. In the Biermaier type B procedure, the silicon layer 4 was cured alone and was used in the assembling of the Biermaier materials together with an impregnated layer 3 to create a two layers final material and eventually another impregnated layer 5, to create a three layers final material.

17. The '794 Application materials and the Biermaier material were then tested with Instron 3365, Waltham, MA, USA, equipped with a 5 kN load cell at a cross-head speed of 100 mm/min, by compression mode using a stylus steel tool as described into the Paragraph. 6.4.2, and Figure 7 and 8 of the EN 388 standard. The specimens were cut and conditioned at temperature (23 ± 2) °C and relative humidity (50 ± 5) % before performing the tests. The materials were cut in order to have samples with diameter of 40 mm according to the UNI EN 388:2004 Par. 6.4 test standards. The specimens were placed onto the support and clamped centrally in retaining device with its exterior surface towards the stylus. The displacement were done at 100mm/min and the maximum peak force at break (Newton) registered for each specimen.

B. Experimental Result

18. The results are shown below in Table 1:

Material components	Thickness average (mm)	N. layers	Puncture resistance average value (N)
Biermaier A1	0.77±0.05	3	15.37±1.17
Biermaier A2	0.86±0.03	3	19.48±2.33
Biermaier A3	0.94±0.03	3	25.63±8.90
Biermaier B1	0.85±0.17	2	4.64±1.41
Biermaier B2	0.80±0.04	2	6.12±1.51
Biermaier B3	0.74±0.13	2	4.70±1.07
Biermaier B4	1.00±0.01	2	10.73±2.65
Biermaier B5	0.72±0.03	3	13.00±0.84
'794 Application material	0.72±0.02	3	73.22±0.54



19. As shown above, the experiments carried out according to the EN 388 standard using materials based on Biermaier's teachings in the Paragraphs [0012] - [0044] resulted in a puncture resistance average values < 25.63 Newtons.

20. In other words, the puncture resistance values of Biermaier's materials were consistently at least 35% lower than the puncture resistance value of the '794 Application material.

21. This means that Biermaier's material would not comply with class 2 aforementioned EN 388 standard, and thus, is not suitable for use as Individual Protection Device.

22. The difference in puncture resistance value of '794 Application materials over Biermaier is quite significant because it means that the '794 Application material qualifies for use as an Individual Protection Device, and Biermaier's material does not.

23. This is quite surprising since Biermaier teaches that the presence of glass fibers is essential, yet Applicant discovered that glass fibers negatively impact the puncture resistance of the multi-layered material. This is also unexpected since Biermaier teaches away from using aramadic fibers (Biermaier, ¶ 0007), yet Applicant discovered that using aramadic fibers was far superior to Biermaier's glass fibers.

The undersigned hereby declares that all statements made herein based upon knowledge are true, and that all statements made based upon information and belief are believed to be true; and further, that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

DATED:

Malena Esther Oliveros



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2019/0011573

Recibo: 22-52943

Fecha: 15/06/2022

CAROLINA MERCEDES DAZA MONTALVO

CC: 66.783.790

Pago PSE No: 686791

CUS: 1506603636

Patente PCT

MATERIAL MULTI-CAPA RESISTENTE AL ARCO ELÉCTRICO DE POCO GROSOR

Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-03	Modificaciones / Correcciones al registro Patente PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 176,000	\$ 176,000
TOTAL					\$ 176,000