



No. 11-100104- 00000-0000

Fecha: 2011-08-08 15:19:26
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 45

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE Nº _____

54. TÍTULO TRANSFORMADOR DE PASO DE FLUJO CONTINUO DE METAL AMORFO Y MÉTODO DE FABRICACIÓN.

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL H01F 27/24

71. SOLICITANTE HURST, John Shirley.

DOMICILIO North Carolina, Estados Unidos de América.

74. APODERADO DILIA MARIA RODRIGUEZ D'ALEMAN

22. BOGOTÁ, D.C. _____

**FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL**

SOLICITUD DE:

1

☒

Patente de Invención

☐

Patente de Modelo de Utilidad

☒

Capítulo I.

☐

Capítulo II.

2

**SOLICITANTE
(71)**

Nombre: HURST, John Shirley

Dirección: 2004 Sugar Mill Road, Indian Trail,
North Carolina, Estados Unidos de América.

Nacionalidad o domicilio: North Carolina,
Estados Unidos de América.

Lugar de Constitución: Estados Unidos de
América.

Teléfono:

Fax:

E-mail

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Número

3

**REPRESENTANTE
O APODERADO
(74)**

Nombre: DILIA MARÍA RODRÍGUEZ
D'ALEMAN

Dirección: Carrera 11 No. 86-53, piso 6

Teléfono: 6 181088

Fax: 6350824

E-mail: clarkemodet@clarkemodet.com.co

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Número

41.654.882

TP

20824 CSJ

4

**INVENTOR (ES)
(72)**

Nombre: HURST, John Shirley y VOLLRATH, Jorgen

Dirección: 2004 Sugar Mill Road, Indian Trail, North Carolina, Estados Unidos
de América y 4001 Alice Flagg Lane #307, Indian Trail, North Carolina,
Estados Unidos de América.

Nacionalidad o domicilio: Estadounidenses

5

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/US2010/000247 Fecha 29 de enero de 2010

Publicación Internacional No. WO 2010/090717 A1 Fecha 12 de agosto de 2010

**6 TÍTULO (54) TRANSFORMADOR DE PASO DE FLUJO CONTINUO DE METAL
AMORFO Y MÉTODO DE FABRICACIÓN.**

7 Clasificación Internacional (51) H01F 27/24

8 Prioridad

SI

☒

NO

☐

(33) País de Origen

Estados Unidos de América

Estados Unidos de América

(32) Fecha

05 de febrero de 2009

14 de abril de 2009

(31) Número de Solicitud

61/206.907

61/212.660

9 Comprobante de pago No. 11-68287 // 11-68380 // 11-72818 // 11-65300 // 11-68527

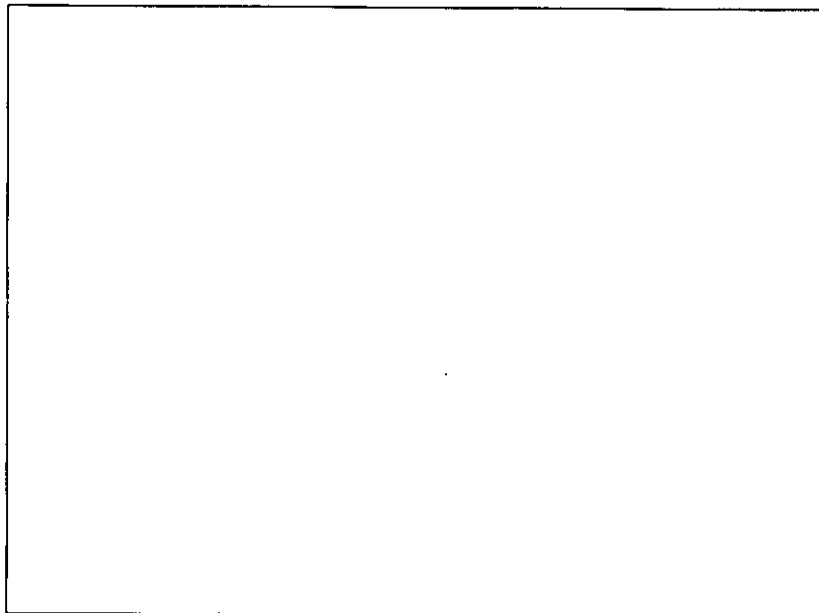
Fecha 14 de julio de 2011 // 28 de julio de 2011.

10

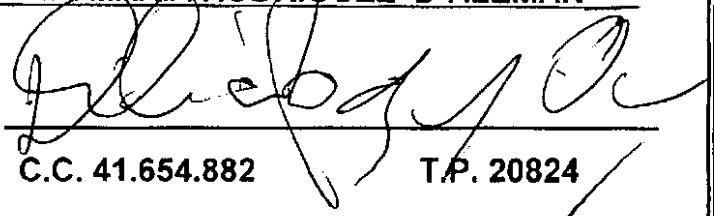
ANEXOS

- ☐ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica
- ☐ Poderes si fuere el caso
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante
- ☐ Declaraciones
- ☐ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA
- ☐ De ser el caso copia de contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas
- ☐ De ser el caso, certificado de deposito del material biológico
- ☐ Arte final 12 X 12 .
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional
- ☐ Otros

11 FIGURA CARACTERÍSTICA



12 Solicito la concesión de la patente

NOMBRE : DILIA MARÍA RODRÍGUEZ D'ALEMANFIRMA: 

C.C. 41.654.882

T.P. 20824

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0068287

Bogotá D.C., Julio 14 de 2011 - 17:01:05

RECIBIDO DE : CLARKE MODET

NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	411701570	14/07/2011	92.500.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00	571.000.00
				\$571.000.00

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-100104- -00000-0000

Fecha: 2011-08-08 15:19:26 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 45

2

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Líneas: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Julio 14 de 2011 - 17:01:45

P-3051

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0068380

Bogotá D.C., Julio 14 de 2011 - 17:01:05

RECIBIDO DE : CLARKE MODET

NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	411701570	14/07/2011	92.500.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	200.000.00	200.000.00
				\$200.000.00

SON: **DOSCIENTOS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 11-100104-00000-0000
Fecha: 2011-08-08 15:19:26 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 45

3

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0072818

Bogotá D.C., Julio 28 de 2011 - 16:47:13

RECIBIDO DE : CLARKE MODET

NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	432287623	28/07/2011	40.700.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	50.000.00	50.000.00
				\$50.000.00

SON: **CINCUENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 11-100104- -00000-0000
Fecha: 2011-08-08 15:19:26 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 45

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Julio 28 de 2011 - 16:47:43

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 11 - 0065300
		Bogotá D.C., Julio 06 de 2011 - 12:44:22

RECIBIDO DE : CLARKE MODET NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
RECIBO DE CA	999999999	65274	06/07/2011		507.000.00

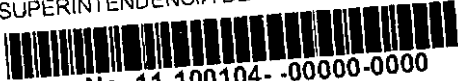
*** Conceptos Pagados ***			
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO Vr. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	15.000.00 15.000.00
			\$15.000.00
=====			

SON: **QUINCE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: 

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-100104-00000-0000

Fecha: 2011-08-08 15:19:26 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 45

5

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0068527

Bogotá D.C., Julio 14 de 2011 - 17:01:05

RECIBIDO DE : CLARKE M. DET

NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	411701570	14/07/2011	92.500.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	VR. UNIDITARIO	VR. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	5.000.00	5.000.00
				\$5.000.00

SON: **CINCO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 11-100104-00000-0000
Fecha: 2011-08-08 15:19:26 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTE IYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 45

6

RESUMEN

En un núcleo de transformador trifásico, las tiras de metal amorfo son enrolladas en anillos que son combinados en marcos y ensambladas para definir núcleos con secciones transversales de piernas que tienen más de 4 lados para facilitar el enrollado de los devanados del transformador en las piernas usando tubos de devanado. Las capas de metal amorfo son aseguradas una con relación a la otra y el núcleo hecho más rígido usando resina, capas de acero de silicio incluidas en el núcleo de metal amorfo, o al usar dispositivos de sujeción o amarre.

7

TRANSFORMADOR DE PASO DE FLUJO CONTINUO DE METAL AMORFO Y

MÉTODO DE FABRICACIÓN

Esta solicitud es una solicitud no provisional que reivindica prioridad de las solicitudes de patente provisionales de EE.UU. 61/206.907 presentada el 5 de Febrero de 2009 de John Hurst y 61/212.660 presentada el 14 de Abril de 2009 de John Hurst y otros.

Campo de la Invención

Esta invención se relaciona con transformadores. En particular, se refiere a transformadores hechos de un metal amorfo.

Antecedentes de la Invención

Los transformadores operan bajo el principio que cuando dos alambres están dispuestos en proximidad el uno con el otro y una corriente alterna pasa a través de los alambres, una corriente alterna es inducida en el otro alambre por medio de un efecto conocido como inducción electromagnética. Por medio del enrollado de los alambres en bobinas y la ubicación de las bobinas a lo largo de un eje común, la cantidad de acoplamiento electromagnético y la cantidad de corriente inducida se incrementarán con relación a alambres derechos paralelos. El acoplamiento puede también ser incrementado por la ubicación de una sustancia ferromagnética, conocida como un núcleo, dentro de las bobinas.

Con el tiempo, los núcleos han sido mejorados para minimizar las pérdidas. En el caso de aplicaciones de baja frecuencia, dichos transformadores de potencia usados en la red nacional (típicamente 50 a 60 Hz) con el fin de reducir las corrientes de Foucault en el núcleo, lo cual causa pérdidas de calor, los núcleos están típicamente implementados en capas.

En los Estados Unidos, la potencia eléctrica destinada para aplicaciones comerciales e industriales es producida como de tres fases. La uso doméstico, la

potencia es típicamente también generada como de tres fases pero en la mayoría de las aplicaciones, sólo se utiliza una fase, las otras dos fases son usadas para otros hogares.

Como se mencionó anteriormente, un problema importante en el diseño de transformadores es la pérdida de energía, y en la industria de distribución de energía las oportunidades para pérdida de energía son numerosas. A partir de la estación de generación, la potencia eléctrica es transmitida a altos voltajes a lo largo de líneas de distribución usando transformadores elevadores, también conocidos como transformadores de generación. Varias etapas de transformadores reductores, que incluyen transformadores de subestación y transformadores de distribución, son luego usadas para “reducir” el voltaje a los niveles utilizables, por ejemplo, 110 a 240 voltios, para usuarios residenciales e industriales. Un estimado del 10% de toda la electricidad generada se pierde debido a ineficiencia en la distribución. Dos tipos de pérdidas pueden ser identificadas en los transformadores: pérdidas de carga o pérdidas de bobina que varían dependiendo de la carga del transformador, y pérdidas de no carga o pérdidas de núcleo que se presentan en los núcleos magnéticos y se llevan a cabo en la vida del transformador sin importar la carga. Las pérdidas de no carga representar una porción significativa de energía perdida durante la distribución de potencia. Por lo tanto, no es sorprendente que mucho trabajo se haya ido en mejorar los núcleos de los transformadores.

Para facilitar el entendimiento de los varios problemas involucrados en la fabricación de transformadores, se den distinguir dos tipos de transformadores: transformadores de fase simple, y trifásicos.

En el caso de los transformadores de fase simple, un devanado primario simple comparte su flujo electromagnético con un devanado secundario simple. Con el fin de mejorar el flujo, los núcleos ferromagnéticos han sido comúnmente usados para suministrar un paso de flujo común para las dos bobinas. Una configuración de núcleo de fase simple es el núcleo de transformador toroidal 100 mostrado en la Figura 1. Sin

a

embargo, se apreciará que una vez el núcleo es formado, con el fin de obtener devanados de cobre para la primera bobina 102 en el núcleo 100, una bobina que es suficientemente pequeña para pasar a través de la ventana 106 del núcleo debe ser pasada repetidamente a través de la ventana con el fin de enrollar la bobina en el núcleo. En el caso del segundo devanado 106, la bobina debe ser lo suficientemente pequeña para acomodarse al tamaño reducido de ventana causado por el primer devanado. Un acercamiento alternativo es formar los devanados de forma separada y cortar el núcleo con el fin de deslizar los devanados en el núcleo. El corte de estos núcleos, sin embargo, causa varios quiebres o rupturas en la continuidad del material de núcleo, lo cual lleva a interferencia en el paso de flujo magnético y pérdidas de núcleo. Esto es típicamente dirigido por subsecuentemente templar el núcleo para minimizar estas pérdidas, como se menciona en mayor detalle a continuación.

En la potencia trifásica, los devanados primario y secundario están conectados como una conexión delta (Figura 2) como una conexión en estrella (Figura 3).

Una variedad de configuraciones de núcleo han sido desarrollados con los años, incluyendo el núcleo E, como se muestra en la Figura 4, el cual incluye una sección de tres piernas 400 en la forma de una E y una sección de barra 402 que cierra el lado abierto de la sección E. La E incluye una pierna media 404, una pierna superior 406, y una pierna inferior 408 que se extienden desde un yugo 410.

Los núcleos E son universalmente utilizados a 50 y 60 Hz e implementados en configuración en carcasa enrollada (los devanados primario y secundario enrollados en la parte superior entre si alrededor de la barra o pierna media 404) configuración en núcleo enrollado (los devanados primario y secundario enrollados alrededor de la pierna superior 406 y la pierna inferior 408, respectivamente). Con el fin de reducir las pérdidas de corriente Foucault, el núcleo está típicamente hecho de capas delgadas de metal apilado en la parte de arriba de otro. Por ejemplo, en el núcleo E el yugo 410, las piernas 404, 406, 408 y la barra 402 son cortadas a la longitud y la forma apropiada a partir de una tira de metal que es típicamente entregado en la forma de un carrete. Las 10

varias secciones cortadas son luego apiladas en la parte superior de otra en capas para formar la configuración deseada. En las esquinas, se han desarrollado varias configuraciones de capas que se superponen, por ejemplo, configuraciones de vuelta trasera y vuelta de paso para minimizar las pérdidas causadas por el cambio de dirección de flujo en las esquinas.

Una familia de los transformadores que ha evolucionado para evitar algunos de los problemas asociados con las pérdidas de núcleo en las esquinas del núcleo, involucra lo que se reconoce como núcleos de transformador enrollado. En lugar de apilar capas de metal uno sobre el otro para definir las secciones de pierna y de yugo, el núcleo se forma por medio del devanado de varios anillos de capas múltiples y la combinación de los anillos en diferentes configuraciones para definir un núcleo.

Los núcleos grandes enrollados de fase simple, y algunos núcleos trifásicos han sido producidos por Cogent Power y Metgals. Los núcleos trifásicos hechos por Cogent Power, Inc. De Burlington, Ontario incluyen un diseño similar al de Metglas, que involucra un diseño de 5 piernas que comprende elementos de núcleo de 4 cuadrados redondeados, anular o toroidal dispuestos a lado y lado como se muestra en la Figura 5. Otro arreglo trifásico de Cogent Power hace uso de tres núcleos de configuración rectangular redondeados con un núcleo toroidal grande que forma el perímetro externo de la estructura y dos núcleos toroidales más pequeños dispuestos dentro del más grande de cómo se muestra en la Figura 6. Estos núcleos tienen la ventaja de evitar la superposición de las capas de núcleo en las esquinas con lo que se suministra un paso de flujo continuo antes de que las bobinas sean ubicadas (o dispuestas) en el núcleo. Sin embargo, con el fin de ubicar los devanados de cobre o bobinas en las piernas de núcleo, estas construcciones comúnmente involucran cortar el material de núcleo y rejuntar las tiras cortadas después de la instalación de las bobinas. El proceso de corte y reincorporación de crea quiebres en las capas del núcleo que incrementan significativamente las pérdidas de núcleo.

11

Otra configuración es divulgada en la Patente de EE.UU. No. 6.668.444 de Ngo, presentada el 25 de abril de 2001 y emitida en Diciembre 30 de 2033. Esta se muestra en la Figura 7, e involucra cortar una tira de material de núcleo en segmentos de tiras, los cuales son luego ensamblados en grupos 700, los cuales luego son dispuestos en configuración escalonada para definir un paquete rodado 702, en donde luego los paquetes rodados de paso son dispuestos en la parte de superior de otro y conectados a los conjuntos adyacentes de paquetes rodados de paso. Se apreciará que aunque esta construcción de núcleo hace uso de capas que tienen una configuración enrollada que evita las esquinas puntudas con los quiebres en las capas de núcleo, sin embargo ésta típicamente involucra cientos y hasta miles de quiebres en la tira de metal amorfo lo que causa varias interrupciones en el paso de flujo, lo cual lleva a pérdidas en el núcleo.

Esto ha llevado al desarrollo de configuraciones de núcleo que son enrolladas pero que evitan la necesidad de cortar las piernas de núcleo con el fin de ubicar las bobinas del transformador en las piernas. Estos núcleos enrollados no cortados serán, para propósitos de esta solicitud, definidos como núcleos de transformados de paso de flujo continuo toda vez que ellas evitan los cambios repentinos de dirección y los quiebres en las capas del núcleo. En particular, con el fin de lograr esta configuración de paso de flujo continuo, las bobinas del transformador necesitan ser enrolladas en las piernas del núcleo en lugar de estar enrolladas de forma separada y luego ubicadas en las piernas. Esto puede ser logrado en una de dos formas. Una aproximación es por medio del uso de una bobina que pasa a través de la ventada del núcleo del transformador. Como se mencionó anteriormente, el uso de una bobina es, sin embargo, muy limitado por limitaciones de diseño ya que requiere espacio de ventana suficiente entre las piernas de núcleo para permitir que la bobina pase a través de la ventana aún cuando las otras piernas ya están enrolladas con las bobinas que tienen el efecto de reducir el tamaño de la ventana.

J2

La aproximación alterna, y la que es la base de la presente invención involucra el uso de tubos de devanado que son unidos alrededor de la pierna en una forma rotativa y así permite que las bobinas sean enrolladas en las piernas mediante la rotación de los tubos. Esto, sin embargo, requiere que las secciones transversales de la pierna sean sustancialmente redondas con el fin de minimizar su espacio de aire entre las piernas del núcleo y los devanados de la bobina. Para propósitos de esta solicitud, el término sección transversal sustancialmente redonda se referirá a una sección transversal de múltiples lados que tiene más de 4 lados (más lados que un simple cuadrado o rectángulo) para incrementar el factor de llenado del material de núcleo dentro del círculo definido por los devanados de bobina que son enrollados alrededor de la pierna de núcleo y así suministrar un factor de llenado mayor del suministrado por una pierna de núcleo de sección transversal cuadrada o rectangular. Con el fin de lograr dicha sección transversal no rectangular, los núcleos son fabricados de un conjunto completo de anillos biselados, los cuales involucran un proceso que significativamente más complejo y requiere más manipulación que en el caso de un conjunto sencillo de elementos de núcleo toroidal.

Dicha configuración de núcleo, es el núcleo hexaformado, el cual ha estado públicamente disponible desde Marzo 16 de 2000 y se muestra en la Figura 8. Esta configuración de núcleo está descrita en mayor detalle en la solicitud de patente de los EE.UU. 09/623.285 (patente US 6.683.524 de Hoglund, presentada como solicitud PCT el 2 de septiembre de 1999). El núcleo hexaformado define piernas con una sección transversal hexagonal, la cual es suficientemente redondeada para permitir que las bobinas devanadas en las piernas usen los tubos de devanado mientras que mantienen un factor de llenado alto (material de núcleo en el círculo definido por las bobinas que están enrolladas en el tubo de devanado). Otra configuración de núcleo de paso de flujo continuo que permiten el devanado en la pierna, es la configuración Wiegand como se describe en la patente US 2.544.871 de Wiegand, presentada el 24 de abril de 1947 y emitida el 13 de marzo de 1951, la cual hace uso de tiras laterales paralelas de material

enrollado. Otros dos núcleos de paso de flujo continuo que permiten el devanado en la pierna son el núcleo Haihong producido por Haihong en China, y el núcleo Manderson descrito en la patente US 4.557.037 de Manderson, presentada el 20 de julio de 1982 y emitida el 10 de diciembre de 1985, los cuales difieren del núcleo hexaformado y del núcleo de Wiegand en que ellos hacen uso de material enrollado con lados cónicos.

En un acercamiento alterno, con el fin de reducir las pérdidas de núcleo, el uso de una aleación de metal amorfo como un material de núcleo ha encontrado una cantidad de interés. Sin embargo, debido a la naturaleza del metal amorfo, el cual será discutido en mayor detalle a continuación, los núcleos hechos de metal amorfo han mantenido una configuración simple en la cual la pierna del núcleo tiene una sección transversal cuadrada o rectangular simple. Dicho transformador de metal amorfo se describe en la patente US 6.844.799 de Attarian, la cual describe el uso de laminaciones de metal amorfo. Un tipo de metal amorfo descrito en Attarian es el uso de una aleación metálica amorfa a base de cobalto (a base de Co), o una aleación de cobalto-hierro (CoFe) que también puede incluir vanadio (por ejemplo, CoFe—V que tiene 49% de Co, 49% de Fe y 2% de Vanadio (V)). Como se describe en la patente de Attarian, las aleaciones metálicas amorfas son producidas por solidificación rápida de metal fundido y exhiben excelentes propiedades magnéticas como se describe en el artículo titulado "Aleaciones Metálicas Amorfas" en la publicación sin fecha titulada "AMOS.RTM. Núcleos Amorfos" por AMOTECH (Advanced Material On TECHNOlogy).

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el metal amorfo tiene características físicas que lo hacen mucho más difícil de trabajar que el acero de silicio. El amorfo es por su naturaleza un material muy delgado resbaladizo que carece de rigidez y por lo tanto es extremadamente difícil de manejar. Las capas de metal amorfo usado para construir un núcleo son típicamente significativamente más delgadas que las capas de acero de silicio usadas en los transformadores de acero de silicio. Las capas de metal amorfo tienen un grosor del orden de únicamente 0.001 pulgadas (0.0254 mm) ya que la producción de un metal amorfo requiere que la aleación amorfa sea enfriada

u

rápidamente con el fin de evitar que se forme estructura de grano y así requiere que la aleación sea fabricada de forma muy delgada.

De acuerdo con esto, las capas son del orden de 8 a 12 veces más delgadas que cualquier acero de silicio convencionalmente usado en transformadores, y son muy resbaladizas. Aún cuando se construye como cientos de capas de material amorfo, este permanece flexible y no tiene rigidez propiamente soportada encontrada en la construcción de acero de silicio de un grosor similar. Como resultado, los núcleos de transformado de metal amorfo ha sido limitado en el pasado ampliamente a transformadores de fase simple con un núcleo con forma de C simple o núcleo anular, el cual típicamente tiene forma similar a una dona cuadrada con esquinas redondeadas tal como las descritas en el sitio Web de Metglas www.metglas.com, o como núcleos crudos trifásicos que involucran núcleos anulares múltiples dispuestos lado a lado para definir un diseño de 5 piernas o de 3 piernas. Estos núcleos tienen piernas con una sección transversal cuadrada o rectangular, y por lo tanto no son adecuados para devanar las bobinas de transformadores en las piernas por medio de tubos de bobina dado que el factor de llenado entre las bobinas y el núcleo sería muy bajo.

El diseño de núcleo de Ngo descrito anteriormente también ha sido implementado usando metal amorfo pero de nuevo la sección transversal de pierna es un cuadrado o rectángulo simple y por lo tanto no es adecuado para devanar bobinas de transformadores en las piernas por medio de tubos de devanado.

Con el fin de evitar las pérdidas y limitar la necesidad de recocer típicamente involucradas con los núcleos cortados, la presente invención suministra un núcleo trifásico de paso de flujo continuo implementado por lo menos en parte a partir de un metal amorfo.

Resumen de la Invención

De acuerdo con la invención, se suministra un núcleo de transformador trifásico que comprende una configuración de núcleo de paso de flujo continuo, en donde al menos parte del núcleo incluye metal amorfo.

Para propósitos de esta solicitud, el término núcleo de paso de flujo continuo comprende un núcleo enrollado que no es cortado con el fin de ubicar las bobinas del transformador en el núcleo. El núcleo puede ser formado en parte a partir de metal amorfo y en parte a partir de acero de silicio, el cual puede ser acero de silicio orientado en grano o acero de silicio no orientado en grano. Por ejemplo, unas pocas capas, por ejemplo, dos capas de acero de silicio pueden ser usadas para formar las capas internas del núcleo, seguido por varios cientos o varios miles de capas de metal amorfo, opcionalmente seguido por unas pocas capas de acero de silicio en el medio del núcleo, seguido por otros miles de capas de metal amorfo, y finalmente formando unas pocas capas de acero de silicio para formar las capas externas del núcleo. Por lo menos las capas internas de acero de silicio pueden ser tratadas para mayor rigidez, por ejemplo, por ejemplo por recubierto y horneado, para definir un tubo interno para soportar el metal amorfo. Para propósitos de esta solicitud, un núcleo que incluye metal amorfo y acero de silicio será referido como un núcleo híbrido. Un núcleo híbrido de transformador de paso de flujo continuo que incluye múltiples anillos, puede como un aspecto de la invención ser construido con algunos anillos enrollados completamente o predominantemente a partir de metal amorfo y algunos anillos enrollados de acero de silicio. En este sentido, dado que las capas de acero de silicio (o capas de otro material de soporte que tiene mayor rigidez que el metal amorfo) están espaciadas dentro de las capas amorfas o enrolladas en el interior o el exterior del anillo amorfo para suministrar el anillo amorfo con mayor integridad estructural, dichas capas de soporte serán referidas acá como que forman un esqueleto interno.

En lugar de usar capas de acero de silicio dentro de un anillo de metal amorfo con el fin de soportar las capas amorfas, o adicional a dichas capas de acero de silicio, al menos algunas de las capas de metal amorfo pueden ser aseguradas con 16

relativamente una de la otra por medio de hacer uso de un polímero, el cual incluye por lo menos una resina entre las capas, por ejemplo aplicada electrostáticamente como un polvo o una niebla. El polímero también puede ser aplicado a la superficie externa del núcleo, por ejemplo usando bandas (bandas de resina impregnadas que también son conocidas como banda estatora) o como un líquido o pasta que es cepillada o rociada para cubrir el núcleo con una capa o cubierta de polímero. El material de fibra de vidrio, por ejemplo tajada de fibra de vidrio puede ser incluido en la resina que es aplicada a la superficie externa del núcleo, o puede subsecuentemente ser aplicada a la resina en la superficie del núcleo antes de que la resina sea curada completamente. Cualquier cubierta externa tal como una capa de resina o un recubrimiento formado alrededor de la superficie externa del núcleo será, para propósitos de esta solicitud, también referida como un esqueleto externo.

El núcleo de paso de flujo continuo puede comprender tres marcos, cada uno incluye múltiples anillos o ciclos o devanados (por ejemplo, tres anillos) dispuestos dentro de otro, en donde los marcos incluyen secciones de pierna sustancialmente paralelas derechas que se conectan a las secciones de pierna de los marcos adyacentes para definir piernas de núcleo compartidas y un juego con forma triangular de yugos que definen la parte superior e inferior del núcleo. Por lo tanto, la configuración del núcleo puede incluir tres piernas ubicadas en cada una de las tres esquinas de un triángulo y que se extiende perpendicular al plano del triángulo, así como tres yugos superiores dispuestos en la forma de un triángulo y tres yugos inferiores dispuestos en la forma de un triángulo. Por medio del uso de tres anillos o ciclos para cada marco y la conexión de cada marco a marcos similares en cualquier lado, cada pierna común puede estar dispuesta para tener una sección transversal sustancialmente hexagonal como se propone en la configuración de núcleo hexaformado (mencionado anteriormente). Las capas de cada ciclo están típicamente fuera de centro con relación a las otras, para definir un ciclo o anillo con una forma cónica cuando es vista desde el lado, y los anillos o ciclos que forman un marco se

17

ubican uno dentro de otro en una configuración con ángulo (con los ejes rotacionales para definir el marco). Los múltiples anillos pueden, por el contrario, ser enrollados en la parte superior de otro cerca de un eje rotacional común para definir un marco que se combina con otro marco similar para definir una pierna de núcleo seccional transversal sustancialmente circular, en donde al menos algunos de los anillos incluyen metal amorfo para definir anillos de metal amorfo o anillos de metal parcialmente amorfo.

Adicionalmente, de acuerdo con la invención, se suministra un método para mejorar la eficiencia de los núcleos de transformador de paso de flujo continuo, que comprende formar tres marcos, cada uno hecho de tres o más bobinas o ciclos hechos al menos parcialmente de metal amorfo, que dan forma a los marcos para definir secciones de pierna y yugos, y que conectan los marcos con marcos adyacentes por medio de la conexión de las piernas de los marcos.

Mediante hacer uso de las piernas de núcleo de sección transversal sustancialmente circular que permiten el devanado en la pierna y así evitar el corte del núcleo para ubicar las bobinas en las piernas de núcleo amorfas o parcialmente amorfas, la presente invención suministra un núcleo y proceso de construcción de transformador que hace menos crítico el paso de recocido, y opcionalmente permite que se evite el recocido. En el caso de una resina curada térmicamente, el calor para el curado de la resina puede ser suministrado como un calor externa, por ejemplo en la forma de un horno convencional o infrarrojo. Para propósitos de esta solicitud, los términos resina y polímero serán usados de forma intercambiable.

Adicionalmente, de acuerdo con la invención se suministra un método para fabricar un transformador trifásico con un núcleo de metal amorfo o núcleo híbrido que comprende formar un núcleo de transformador de metal amorfo con tres piernas, y devanar al menos un devanado de transformador en el núcleo usando un tubo de devanado, evitando así tener que cortar el núcleo con el fin de recibir el devanado.

Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, se suministra un método para fabricar un núcleo de transformador de metal amorfo con una configuración de 18

paso de flujo continuo, por ejemplo configuración de hexaformado, en donde el núcleo está hecho de tres marcos, cada marco de al menos tres anillos, al menos uno de los anillos está compuesto al menos parcialmente de múltiples capas de metal amorfo, que comprende asegurar las múltiples capas de metal amorfo con relación uno con el otro para evitar que ellos se deslicen entre si. Típicamente, las capas de metal amorfo están enrolladas en una cabeza de devanado a partir de un carrete de metal amorfo. El aseguramiento de las capas de metal amorfo una con la otra, puede comprender suministrar un esqueleto interno, por ejemplo, uno o más grupos de capas de acero de silicio que están incluidas en cada uno de los ciclos o anillos para suministrar mayor rigidez a los anillos. El aseguramiento puede adicionalmente incluir suministrar resina entre las capas. La resina puede ser rociada en las capas a partir de cabezas rociadoras a medida que el metal amorfo es enrollado para definir un ciclo. La resina puede tomar la forma de un polvo o partículas líquidas pequeñas, las cuales pueden ser cargadas electrostáticamente y aplicadas electrostáticamente a uno o ambos lados de las capas de metal amorfo.

Adicional a la resina entre las capas, o en lugar de la resina entre las capas, el núcleo puede ser suministrado con un esqueleto externo. El esqueleto externo puede tomar la forma de un recubrimiento superficial. En el caso de recubrir el núcleo, un proceso de horneado-sumersión-horneo puede ser incluido en el tratamiento del núcleo para deshacerse de la humedad y mejorar la penetración de recubrimiento en el núcleo promoviendo el flujo del recubrimiento.

También, adicional a la resina entre las capas o en lugar de la resina entre las capas, el núcleo puede estar cubierto con una capa de resina, por medio de la aplicación de resina en la superficie externa del núcleo para definir un esqueleto externo. La aplicación de la resina puede ser lograda por la inmersión del núcleo en un baño de resina o por rociado o cepillado de la resina en el núcleo. La resina aplicada entre las capas de metal amorfo o a la superficie externa del núcleo puede ser una

resina sensible a la luz ultravioleta o una resina curable térmicamente o una resina de dos partes que hace uso de un catalizador con el fin de curar la etapa B o la etapa A.

Dado que las tiras de metal amorfo son de ancho limitado, la presente invención suministra un método para formar un núcleo de transformador que es más ancho que el ancho de una tira de metal amorfo simple. De acuerdo con la invención, se suministra un método para formar un núcleo de transformador de metal amorfo que comprende devanar dos o más tiras de metal amorfo una junto a la otra, preferiblemente de forma simultánea y preferiblemente en la misma cabeza de devanado, para definir un ciclo de combinación amplio, y asegurar los devanados de metal amorfo uno al otro y las capas de metal amorfo una con relación a la otra por medio de la inclusión de uno o más conjuntos o grupos de capas de acero de silicio en el ciclo, en donde uno o más grupos de capas de acero de silicio se forman a partir de una tira de acero de silicio que tiene un ancho que corresponde al ancho combinado de las dos o más tiras de metal amorfo.

Breve Descripción de las Figuras

La figura 1 muestra un transformador de núcleo toroidal del arte previo.

La figura 2 es una representación de una conexión delta.

La figura 3 es una representación de una conexión estrella.

La figura 4 es una vista tridimensional de un núcleo E del arte previo.

La figura 5 muestra un núcleo trifásico amorfo del arte previo.

La figura 6 muestra otro núcleo amorfo trifásico del arte previo.

La figura 7 muestra una vista tridimensional de otro núcleo amorfo trifásico del arte previo en estado desensamblado.

La figura 8 muestra una vista tridimensional de un núcleo de configuración hexaformada del arte previo.

La figura 9 es una vista lateral de una bobina o ciclo de un núcleo de configuración hexaformada.

20

La figura 10 es una vista tridimensional de una modalidad de un núcleo de transformador trifásico de metal amorfo de la invención.

La figura 11 muestra una modalidad de la formación de ciclos enrollados para un núcleo de paso de flujo continuo de metal amorfo de acuerdo con la invención.

La figura 12 muestra otra modalidad de la formación de un núcleo de paso de flujo continuo de metal amorfo de acuerdo con la invención.

La figura 13 muestra una vista tridimensional de una estación de aplicación de recubrimiento para un transformador de acuerdo con la invención.

La figura 14 muestra una gráfica de una modalidad de un proceso para formar un transformador de metal amorfo que tiene una configuración hexaformada.

La figura 15 muestra una modalidad de una estación de estiramiento de marco de la invención.

La figura 16 es un gráfico tridimensional de un método de fabricación de ciclo de metal amorfo de la invención, y

La figura 17 es una vista seccional a través de dos secciones de pierna adyacentes de otro tipo de núcleo de paso de flujo continuo trifásico.

Descripción Detallada de la Invención

La presente invención incluye la producción de cualquier transformador trifásico de metal amorfo de paso de flujo continuo. Como se definió anteriormente, para propósitos de esta solicitud, un núcleo de paso de flujo continuo comprende un núcleo que no involucra quiebres en las capas de núcleo o requiere cortar las capas de núcleo, con el fin de ubicar (posicionar) los núcleos en la pierna del núcleo. Esto por lo tanto, requiere el devanado de las bobinas de transformador en las piernas del núcleo. Como se mencionó anteriormente, esto se puede lograr bien sea por el uso de una bobina que pasa a través de la ventana del núcleo del transformador o por el uso de un tubo de devanado. El uso de una bobina es muy limitado por limitantes de diseño ya que requiere suficiente espacio de ventana para permitir que la bobina pase a través de la

21

ventana aún cuando las otras piernas ya estén enrolladas con bobinas y así tienen el efecto de reducir el tamaño de la ventana.

La alternativa, u la que será adoptada por la presente invención es el uso de tubos de devanado que están unidos alrededor de las piernas en una forma rotable y así permitir que las bobinas se enrollen en las piernas por medio de la rotación de los tubos. Así, sin embargo, requiere que las secciones transversales de la pierna tengan una sección transversal sustancialmente redondeada con el fin de minimizar el espacio de aire entre las piernas de núcleo y los devanados de bobina (maximizar el factor de llenado). Dicho núcleo trifásico de paso de flujo continuo es el núcleo hexaformado, el cual comprende tres marcos 800, cada uno hecho de tres anillos de metal, bobinas o ciclos 802, los ciclos o anillos 802 se pivotan en uno con relación al otro, y cada bobina 802 comprende múltiples capas de metal, las capas están desplazadas una con relación a la otra para definir una superficie biselada, cada anillo o bobina por lo tanto tiene una configuración cónica cuando es vista desde el lado como se muestra en la Figura 9. Para propósitos de esta solicitud, los anillos, bobinas o ciclos del núcleo serán referidos como anillos. Teniendo los tres anillos dispuestos adentro de otro y con un ángulo o pivotados uno con relación a otro, el marco resultante 800 puede ser deformado para definir dos lados sustancialmente paralelos, y forzados en enganchamiento con los otros marcos 800 para definir tres piernas 810 que se extienden verticalmente ubicadas en las esquinas de un triángulo y que se extienden sustancialmente perpendicular al plano del triángulo, y que definen yugos superior e inferior 812, 814 que conectan los extremos superior e inferior de las piernas 810. Como es evidente a partir de la figura 8, los dos conjuntos de yugos en la parte superior e inferior tienen una forma sustancialmente triangular. La configuración particular mostrada en la Figura 8, que involucra 3 ciclos por marco 800 resulta en piernas de núcleo 810 que tienen una sección transversal sustancialmente hexagonal. Por lo tanto, se apreciará que cada marco 800 define un yugo superior e inferior y dos medias piernas para formar piernas completas cuando se conectan a los marcos adyacentes de

forma tridimensional, y suministra un paso de flujo continuo. La estructura y algunos de los beneficios de la configuración anterior se mencionan en la referencia "**Comparación entre transformadores trifásicos de núcleo tipo E convencional y hexa**" por Sonja Lundmark, de Energía y Ambiente, Universidad Chalmers de Tecnología, División de Ingeniería Eléctrica de Potencia, Yuriy V. Serdyuk, y Stanislaw M. Gubanski del Departamento de Materiales y Tecnología de Fabricación, Div. De Ingeniería de Alto Voltaje, Universidad Chalmers de Tecnología, y Benny Lärking de Hexaformer Production AB, Västervik, Suecia, el cual es incluido acá por referencia.

La presente invención también aplica a otras configuraciones de núcleo trifásico de paso de flujo continuo, que incluye núcleos en los cuales los anillos en el marco comparten un eje rotacional común en lugar de estar con un ángulo uno en relación con el otro como en el núcleo hexaformado.

De acuerdo con la invención, el presente solicitante suministra un nuevo transformador trifásico amorfo suministrando un método para formar tiras de metal amorfo en una configuración de núcleo de paso de flujo continuo. Como un aspecto de la invención, las capas de metal amorfo son aseguradas juntas para evitar que se deslicen una con relación a la otra. El metal amorfo es también suministrado con un esqueleto interno o externo para dar a la estructura una mayor rigidez, o también ambos, un esqueleto interno y otro externo. Otro aspecto de la invención involucra un proceso para fabricar transformadores de metal amorfo sin necesidad que requiera un paso de recocer al proveer un núcleo con piernas de sección transversal sustancialmente circular, y devanar las bobinas conductoras en las piernas usando un tubo de devanado, evitando así el daño excesivo a las capas de núcleo a través del corte del núcleo. Para propósitos de esta solicitud, una sección transversal sustancialmente circular incluye cualquier forma multifacética que tiene más de 4 lados. Eliminar el recocido se deshace de un paso importante que consume tiempo y costos que típicamente ha sido un requerimiento de los transformadores de metal amorfo en el pasado.

23

De acuerdo con la invención, una modalidad para un transformador trifásico involucra hacer uso de una configuración hexaformada, la cual incluye devanar el metal amorfo en conjuntos de tres anillos, cada conjunto dispuesto para definir un marco y que usa tres marcos conectados entre sí en una configuración tridimensional para definir las piernas de sección transversal hexagonal. Con el fin de devanar los devanados conductores en el núcleo, la presente invención hace uso de tubos de devanado que se sujetan sobre cada una de las piernas y rotan con relación a las piernas durante el proceso de devanado de la bobina, con lo cual los tubos de devanado son opcionalmente asegurados con relación a las piernas y forman parte del transformador completado. La presente invención, por lo tanto, evita los problemas asociados con el núcleo trifásico Ngo y los suministrados por Metglas y Cogent Power, los cuales, con el fin de ubicar los devanados en las piernas del núcleo, requieren cientos y hasta miles de cortes o quiebres en la tira de metal amorfo que hacen el núcleo. Al evitar tener que cortar el metal amorfo como en los núcleos de metal amorfo del arte previo de Metglas, Cogent Power, y Ngo, las pérdidas de núcleo pueden ser reducidas sustancialmente y un proceso de fabricación de un transformador puede ser suministrado evitando el recocido del núcleo.

Una modalidad de un transformador trifásico de metal amorfo de la invención, se muestra en la Figura 10. Como se discutió anteriormente, la tira de metal amorfo usada para formar cada uno de los anillos o ciclos 1000 es aproximadamente 8 a 12 veces más delgada que el acero de silicio y es altamente resbaladiza y flexible. Para cada anillo 1000, con el fin de asegurar las varias capas de metal amorfo una con relación a la otra, la presente invención por lo tanto suministra una o más capas de acero de silicio 1002, las cuales en esta modalidad son definidas por dos capas de acero de silicio orientado en no grano, el cual también sirve para suministrar al anillo una mayor rigidez. La presente invención también propone en una modalidad suministrar un soporte interno en la forma de una o más capas de acero de silicio antes del devanado de las capas de metal amorfo en la parte superior. En esta modalidad, dos capas de acero de

21

silicio orientado de no grano 1004 es usado en el lado interno de cada ciclo 1000. Las capas interna y externa del acero de silicio definen un esqueleto interno para el anillo amorfo.

En otra modalidad, capas adicionales de acero de silicio orientado en no grano son intercaladas entre las capas del metal amorfo, para suministrar integridad estructural adicional. Por ejemplo, en una modalidad una capa doble de acero orientado en no grano fue introducida después de devanar aproximadamente un tercio de las capas de metal amorfo, y una capa doble adicional de acero orientado de no grano fue introducida después que otro tercio de las capas de metal amorfo había sido enrollado. Adicionalmente, las capas dobles interna y externa del acero orientado de no grano fueron incluidas para suministrar un total de 4 capas dobles de acero orientado de no grano. Se apreciará que más o menos de 4 juegos de capas de soporte de acero de silicio pueden ser usados para el esqueleto interno, y que otros materiales pueden ser usados para formar el esqueleto interno. También, mientras que cada juego de capas de acero de silicio en las modalidades anteriores incluían sólo dos capas, se apreciará que más de 2 capas podrían ser utilizadas. En algunas modalidades en las cuales las capas de acero de silicio fueron usadas para las capas internas, las capas de acero de silicio fueron hechas más rígidas por medio de la sumersión de las mismas en barniz y horneadas antes de devanar el metal amorfo sobre ellas.

Otra dificultad presentada por el uso de metal amorfo en núcleos de transformado es el hecho que las tiras de metal amorfo son típicamente producidas en anchos limitados. La presente invención suministra un método para formar un núcleo de transformador que es más ancho que el ancho de una tira de metal amorfo. En la modalidad mostrada en la Figura 16, un núcleo de configuración hexaformada de metal amorfo está hecho y que incluye ciclos que son más anchos que el ancho de una tira de metal amorfo. En esta modalidad, dos tiras de metal amorfo 1600, 1602 son enrolladas una junto a la otra en una cabeza de devanado común. Dado que el ancho de ciclo combinado en esta modalidad fue requerido para ser más del ancho de una tira simple

25

pero menos del ancho de dos tiras, una tira completa fue usada para la tira 1600, mientras que una segunda tira fue abierta a lo largo al ancho deseado para suministrar el ciclo 2000 que tiene un ancho que, cuando es combinado con la tira 1600, suministra el ancho total de ciclo deseado. Con el fin de asegurar los devanados de metal amorfo el uno con el otro y las capas de metal amorfo una con relación a la otra, tres juegos o grupos de capas de acero de silicio, cada uno que comprende dos capas, fueron incluidos en el devanado del ciclo. En la Figura 16, sólo un juego interno 1610 y un juego medio 1612 de capas de acero de silicio se muestran, la capa externa aún tiene que ser enrollada. Las capas de acero de silicio 1610, 1612 tienen un ancho que corresponde al ancho combinado de las tiras de capas de metal amorfo 160, 1602 y así ayudan a sostener juntos los ciclos de metal amorfo adyacentes. De esta forma la presente invención permite que los ciclos amorfos para hexaformado y otros núcleos de configuración de paso de flujo continuo sean hechos a cualquier ancho por medio del suministro del número deseado de ciclos de metal amorfo uno seguido del otro y asegurándolos al incluir capas de acero de silicio que tienen un ancho que corresponde al ancho combinado de los múltiples ciclos de metal amorfo. Mientras que la modalidad anterior enrolla los ciclos de metal amorfo 1600, 1602 uno seguido al otro en una cabeza de devanado común, los ciclos pueden ser formados de forma separada y luego combinados usando un juego externo de capas de metal amorfo.

Otro núcleo de transformador trifásico de paso de flujo continuo implementado usando material amorfo, se muestra en la Figura 17. El núcleo mostrado en la Figura 17 se ve similar a las configuraciones de núcleo hexaformado y Manderson en que suministra tres marcos cada uno hecho de anillos múltiples que están conectados a lo largo de secciones de pierna para definir piernas de núcleo dispuestas en las esquinas de un triángulo, y cada uno con una sección transversal sustancialmente hexagonal.

Sin embargo, a diferencia de Manderson el núcleo de la presente invención evita el uso de una tira cónica magnética al hacer uso de anillos múltiples de enrollado que se enrollan en un punto para definir múltiples anillos cónicos. Como se muestra en la

2b

Figura 17, los marcos que hacen el núcleo de la presente invención, cada uno incluye un anillo interno primario 1710 y múltiples anillos secundarios 1712. La presente invención también evita el uso de marcos hechos de múltiples anillos que tienen un ángulo con relación al otro como en la configuración hexaformada. En contraste, la presente invención tiene todos los anillos en un marco enrollado en la parte superior de otro y que comparte un eje rotacional común. Al menos uno de los anillos puede ser formado parcialmente o completamente de metal amorfo. En la modalidad de la Figura 17, el anillo interno 1710 está hecho de metal amorfo.

Así los marcos, están hechos cada uno de un primer o más interno anillo 1710 que es enrollado de metal amorfo de forma de compensación para definir una forma de sección transversal de paralelogramo con ángulos interiores de 60 grados y de 120 grados. Cada marco además incluye cuatro anillos adicionales 1712 en esta modalidad que también son enrollados en modo de compensación, cada uno de dichos anillos es compensado en la misma dirección del anillo más interno 1710. En esta modalidad, dos de los anillos adicionales son también enrollados usando metal amorfo. Se apreciará que el anillo más interno llena parte de un hexágono. Los anillos subsecuentes o adicionales en esta modalidad se seleccionan para llenar (junto con el anillo más interno) una parte sustancial de una mitad del círculos circunscrito, para lograr secciones de pierna que cuando se combinan con las secciones de pierna adyacentes suministrar piernas de núcleo con un factor de llenado que es mejor que el de las piernas con una sección transversal hexagonal.

En otra modalidad, mostrada en la Figura 11, en lugar de suministrar capas de acero de silicio estructurales para sostener las capas de metal amorfo, una resina es rociada en la superficie de la tira de metal a medida que es enrollada, suministrando así una resina entre las capas y uniendo las tiras adyacentes entre sí. En la presente modalidad, uno o más puntos de resina 1100 son aplicados durante cada rotación del proceso de devanado, sin embargo las boquillas de rociamiento 1102 que aplican la resina en esta modalidad, pueden por el contrario estar dispuestas para aplicar

27

continuamente una película de resina en la superficie de la tira de metal amorfo a medida que es enrollada y como se representa por el ejemplo ilustrativo indicado por el numeral de referencia 1104. La resina puede ser aplicada en forma de niebla (pequeñas gotas de líquido) o forma de polvo y pueden ser aplicadas electrostáticamente a las capas de metal amorfo. En la medida, a medida que la resina entre las capas es curada por luz ultravioleta en el caso de una resina curable con UV, la resina se selecciona para curar únicamente la etapa B inicialmente, permitiendo así la deformación siguiente del anillo, ya que se volverá más clara de la discusión anterior. Si la resina es una resina de dos partes que se cura a temperatura ambiente, la resina o cantidad de endurecedor (catalizador) se selecciona para suministrar un tiempo de cura suficientemente largo para permitir que los anillos sean combinados en marcos y los marcos se deformen.

En aún otra modalidad, mostrada en la Figura 12, un recubrimiento es aplicado al exterior del núcleo completado 1200 para definir una capa encapsuladora 1202 que sostiene las capas amorfas y previene que se deslicen una con relación a la otra. La capa encapsuladora puede ser aplicada sin primero aplicar puntos de resina 1100 o película de resina 1104 a la superficie de las capas de metal amorfo o adicional a dicha resina 1100, 1104. De forma similar, la capa encapsuladora 1202 puede ser provista adicional a las capas de acero de silicio 1002, 1004. En la modalidad de la Figura 12, la capa encapsuladora 1202 toma la forma de un barniz o una resina que fue aplicada antes que los devanados de cobre del transformador fueron aplicados a las piernas. En el caso del barniz, una secuencia de horneado-sumersión-horneado fue utilizada, en la cual el núcleo fue calentado hasta aproximadamente 200 grados C, donde luego el núcleo fue sumergido en un recipiente 1204 que contiene barniz y luego horneado nuevamente para endurecer el barniz. En otra modalidad, un recubrimiento de resina fue aplicado al núcleo al llenar el recipiente 1204 con resina y sumergir el núcleo en la resina o al aplicar la resina usando un cepillo o al rociarla usando una boquilla rociadora. En el caso de un recubrimiento de resina, una resina curable por ultravioleta

o resina de dos partes puede ser usada en lugar de una resina térmica evitando así tener que hornear el núcleo con el fin de curar la resina. En otra modalidad, una resina fue aplicada al núcleo adicional al proceso de barnizado al aplicar la resina después de que el núcleo ha sido sujetado a un proceso de horneado-sumersión-horneado. Como se volverá más claro de la discusión del proceso de ensamble de la Figura 14, una modalidad, la cual se muestra en la Figura 13, involucra de nuevo aplicar un recubrimiento, por ejemplo un recubrimiento de barniz, después aplicar los devanados conductores del transformador, al sumergir el transformador en un baño de barniz 1304 o al rociar o cepillar el barniz sobre el transformador.

Una modalidad de un proceso para la fabricación de un transformador trifásico de metal amorfo con una configuración hexaformada de acuerdo con la invención es ilustrada en la Figura 14. En esta modalidad, nueve bobinadoras de núcleo 1400 son usadas para devanar las nueve bobinas o ciclos de metal amorfo para hacer el núcleo de metal amorfo con la configuración hexaformada de acuerdo con la invención. Cada una de las bobinadoras de núcleo 1400 incluye un motor eléctrico 1402 que impulsa una cabeza 1404. Una placa guía 1406 es montada en un eje común con la cabeza 1404 para soportar las capas de metal amorfo y cualquier capa de acero de silicio a medida que ellas son enrolladas en la cabeza. De acuerdo con una modalidad de la invención discutida anteriormente, dos capas de acero orientado en no grano son enrolladas en cada una de las cabezas 1404 de un carrete 1410 que está montado en una cabeza de carrete giratoria 1412 que tiene calibradores móviles radialmente para agarrar el carrete una vez éste es posicionado en la cabeza 1412. En esta modalidad, los carretes de metal amorfo son luego montados en las cabezas de carrete 1412 y las capas de metal amorfo son enrolladas en la parte superior de las dos capas de acero de silicio orientado en no grano. Luego, dos capas adicionales de acero de silicio orientado en no grano son enrolladas en la parte superior de las capas de metal amorfo a partir de los carretes de acero de silicio orientado en no grano montado en las cabezas de carrete 1412 para completar los nueve ciclos o bobinas. De acuerdo con la

29

configuración hexaformada, los juegos internos de ciclos formados en las tres bobinadoras internas 1422 se forman a partir de tiras de metal que son dos veces lo ancho para los ciclos medio y externo. Con el fin de suministrar tres ciclos para cada marco en donde los tres ciclos se ajustan uno dentro del otro como se requiere por la configuración hexaformada, el ciclo interno es formado en una cabeza de carrete de diámetro más pequeño para suministrar una bobina o ciclo más pequeño que los ciclos medio y externo, mientras que el ciclo externo es el más grande y está enrollado en la cabeza de carrete más grande- Como se representa en la estación 1430, los tres marcos son luego formados por la ubicación de un ciclo externo sobre un ciclo interno, y la ubicación de un ciclo medio en un ángulo del ciclo interno, y repetir esto para cada uno de los tres marcos que harán el núcleo. Los ciclos para cada marco son luego temporalmente sujetos entre sí para retener la posición de los anillos con una relación al otro hasta la deformación del marco como se discutió anteriormente.

Los marcos son deformados al tomar los marcos a una estación de estiramiento de marco 1432, la cual se muestra en mayor detalle en la Figura 15. La estación de estiramiento permite ajustar apropiadamente el tamaño de las cabezas de presión a ser ubicadas dentro de la ventana del marco y movidas hacia afuera para deformar el marco. Este paso de deformación sirve el doble propósito de crear un marco con secciones de pierna sustancialmente paralelas rectas y ayuda en asegurar los ciclos uno con relación al otro. Los marcos son luego conectados y sujetos entre sí. Como se discutió anteriormente, los marcos pueden ser asegurados entre sí por medio de barnizado durante una etapa de horneado-sumersión-horneado o al suministrar un recubrimiento de resina que actúa como un esqueleto externo, o por un barniz y un subsecuente recubrimiento de resina. Las piernas del núcleo pueden alternativamente o adicionalmente ser aseguradas una a la otra por medio de material de banda impregnado de resina, también denominado como banda estatora en la cual la resina ha sido típicamente curada a etapa B para dejar la banda flexible. Una vez la banda

estatora ha sido enrollada alrededor de las piernas, ésta es calentada para curarla a su final o etapa A.

Como se muestra en la Figura 15, la estación de estiramiento incluye un marco 1500 que soporta de forma deslizante dos montajes de cabeza de presión 1502, 1504. El montaje 1502 es conectado a un pistón neumático 1502 para acomodar diferentes tamaños de ventanas de marco, y puede ser bloqueado en lugar. Apropiadamente, las cabezas de presión 1508 ajustadas en tamaño son montadas en los montajes 1502, 1504 para acoplarse a las superficies internas opuestas del marco para ser estiradas. El montaje 1502 es luego movido neumáticamente hacia afuera para deformar el marco a su forma deseada.

En el proceso descrito anteriormente, los anillos fueron enrollados en cabezas bobinadoras redondeadas y subsecuentemente deformados. Esto tiene la ventaja que la devanadora puede ser rotada más rápidamente que en el caso de una cabeza bobinadora no circular.

Una vez cada uno de los marcos ha sido deformado y las abrazaderas temporales removidas, los lados derechos de los marcos son unidos para definir tres piernas de sección transversal sustancialmente hexagonal.

En una modalidad, las piernas derechas son aseguradas una a la otra al usar abrazaderas o mordazas o cinta. Luego, la presente modalidad suministra una resina encapsuladora que es pintada o rociada en el núcleo o es aplicada al sumergir el núcleo en un recipiente de resina 1438 como se indica en el numeral de referencia 1440. En esta modalidad, el material de fibra de vidrio en la forma de tajada de fibra de vidrio es incluido en la resina. Como se mencionó anteriormente, en una modalidad una resina térmica es usada para el recubrimiento externo, la cual es horneada y actúa parcialmente como un paso de recocido. Al evitar una configuración de núcleo que requiere cortar el núcleo o quiebres en el núcleo con el fin de ubicar las bobinas, recociendo el metal amorfo en gran parte superfluo. Sin embargo, en una modalidad un paso de recocido es introducido con el fin de mejorar las pérdidas. Como se mencionó

31

anteriormente, el uso de resina térmicamente curada que requiere hornear con el fin de curar la resina, puede por lo tanto en el futuro permitir que el paso de curado sea combinado con un recocido del material suministrado, una resina es usada que tiene una temperatura de curado que se acerca a la temperatura de recocido efectiva del metal amorfo (aproximadamente 300 grados C). En la presente modalidad, sin embargo, una resina curable con luz ultravioleta es usada, la cual es curada usando luces UV 1448 como se muestra en la estación 1450. Esto ahorra tiempo dado que el proceso de curado con UV es más rápido y también evita la necesidad de hornos costosos de alto consumo de energía. Una vez que la resina es curada, los tubos de bobina son aplicados a las piernas del núcleo, y las bobinas conductoras se enrollan en los tubos como se indicó anteriormente, y como se ilustra acá en la estación de devanado 1460. El devanado secundario puede primero ser enrollado en el tubo de devanado, donde luego el devanado primario es enrollado en la parte superior del devanado secundario. En otra modalidad, el devanado secundario es enrollado en la parte del devanado primario. Este proceso es repetido para cada una de las piernas. En esta modalidad, el transformador resultante es sumergido en un baño de barniz en la estación 1470. El barniz de este recubrimiento es luego horneado.

Mientras que la presente solicitud describe modalidades específicas, se apreciará que los varios aspectos de la invención pueden ser implementados en diferentes formas sin salirse de los principios descritos en esta descripción.

REIVINDICACIONES

1. Un núcleo de transformador trifásico, que comprende una configuración de núcleo de paso de flujo continuo, en donde al menos parte del núcleo incluye metal amorfo.
2. El núcleo de la reivindicación 1, en donde el núcleo se forma parcialmente a partir de metal amorfo y en parte a partir de acero de silicio.
3. El núcleo de la reivindicación 1, en donde el núcleo incluye tres marcos, cada marco incluye múltiples anillos en los cuales al menos uno de los anillos en cada marco incluye capas de metal amorfo.
4. El núcleo de la reivindicación 3, en donde los anillos que incluyen metal amorfo comprenden múltiples capas internas de acero de silicio y múltiples capas externas de acero de silicio, las capas interna y externa intercalando múltiples capas de metal amorfo entre ellas.
5. El núcleo de la reivindicación 3, en donde al menos algunos de los anillos incluyen múltiples capas internas de acero de silicio que ha sido tratado con recubrimiento que mejora la rigidez para definir un tubo de soporte interno para las capas de metal amorfo.
6. El núcleo de la reivindicación 1, en donde el núcleo incluye múltiples capas de metal amorfo, al menos algunas de las cuales son aseguradas una con relación a la otra por medio de una resina.
7. El núcleo de la reivindicación 6, en donde la resina forma una capa sustancialmente constante entre las capas de metal amorfo.
8. El núcleo de la reivindicación 7, que además comprende correas impregnadas de resina enrolladas alrededor de las piernas de núcleo.
9. El núcleo de la reivindicación 8, en donde la resina en las correas ha sido curada a etapa B y es curable a etapa A mediante calentamiento subsecuente.
10. El núcleo de la reivindicación 7, en donde las capas de material enrollado en 33

cada uno de los anillos están desplazadas una respecto a la otra para definir un anillo con una forma troncocónica cuando es vista desde el lado, y los anillos de cada marco son ubicados uno dentro de otro en una configuración de ángulo, con el eje rotacional de al menos uno de los anillos en cada marco que es relativo en ángulo a los ejes rotacionales de los otros anillos en el marco.

11. El núcleo de la reivindicación 7, en donde cada marco incluye múltiples anillos que comparten un eje rotacional común.
12. Un método para mejorar la eficiencia de núcleos de transformador trifásico de paso de flujo continuo, que comprende
 devanar los múltiples anillos, al menos uno de los anillos es enrollado al menos parcialmente a partir de metal amorfo,
 formar tres marcos de los anillos, y
 combinar los marcos en un núcleo.
13. El método de la reivindicación 12, que además comprende aplicar resina entre al menos algunas de las capas de metal amorfo.
14. El método de la reivindicación 13, en donde la resina es aplicada electrostáticamente como un polvo o niebla.
15. El método de la reivindicación 12, que además comprende aplicar una resina a la superficie externa del núcleo para cubrir el núcleo con una capa o cubierta de resina.
16. El método de la reivindicación 15, que además comprende aplicar una fibra de vidrio a la superficie externa del núcleo.
17. El método de la reivindicación 12, que además comprende recocer o configurar el dominio del metal amorfo.
18. El método de la reivindicación 12, que además comprende calentar el núcleo y sumergir el núcleo en barniz mientras el núcleo aún está caliente.
19. El método de la reivindicación 12, que además comprende suministrar para cada anillo que es enrollado al menos parcialmente a partir de metal amorfo, un anillo 

interno de soporte hecho de múltiples capas de acero de silicio barnizado.

20. Un método para formar un anillo de núcleo de transformador amplio de metal amorfo que comprende devanar dos o más tiras de metal amorfo una junto a la otra para definir un anillo amplio de combinación hecho de dos o más anillos adyacentes, y asegurar las capas de material amorfo entre sí y asegurar los anillos de metal amorfo uno con relación al otro al incluir uno o más juegos de capas de acero de silicio, en donde el uno o más juegos de capas de acero de silicio se forman a partir de acero de silicio que tiene un ancho que corresponde al del anillo de combinación.

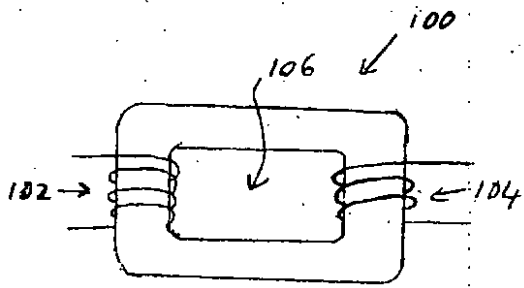


Fig 1
(Prior Art)



Fig 2
(Prior Art)



Fig 3
(Prior Art)

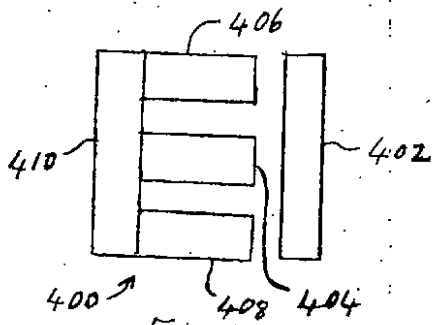


Fig 4
(Prior Art)

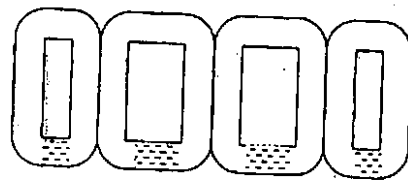


Fig 5
(Prior Art)

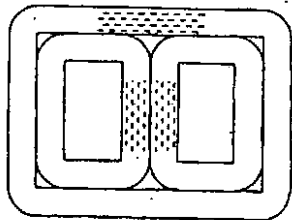


Fig 6
(Prior Art)

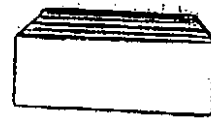


Fig 9
(Prior Art)

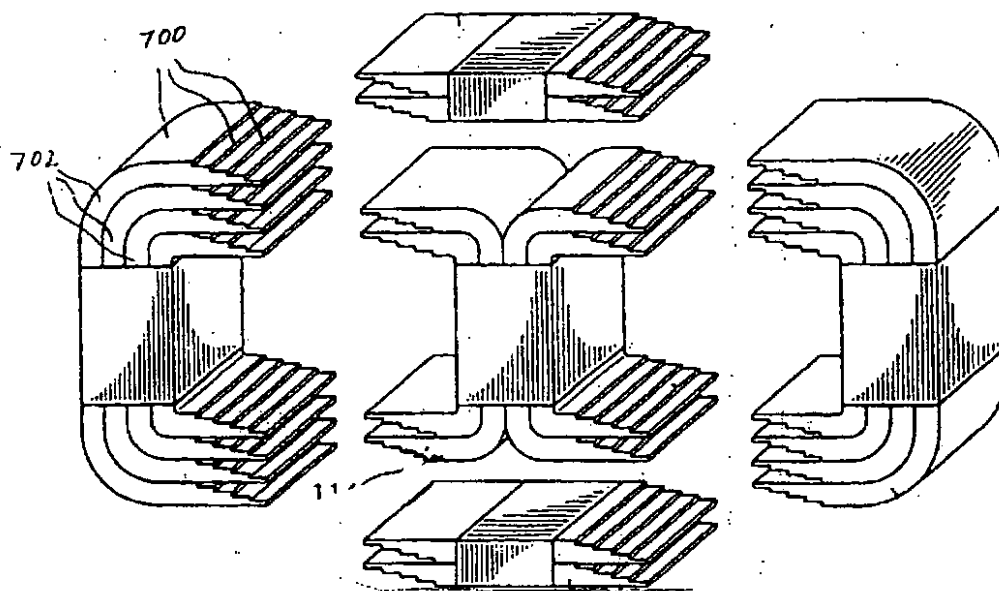


Fig 7
(Prior Art)

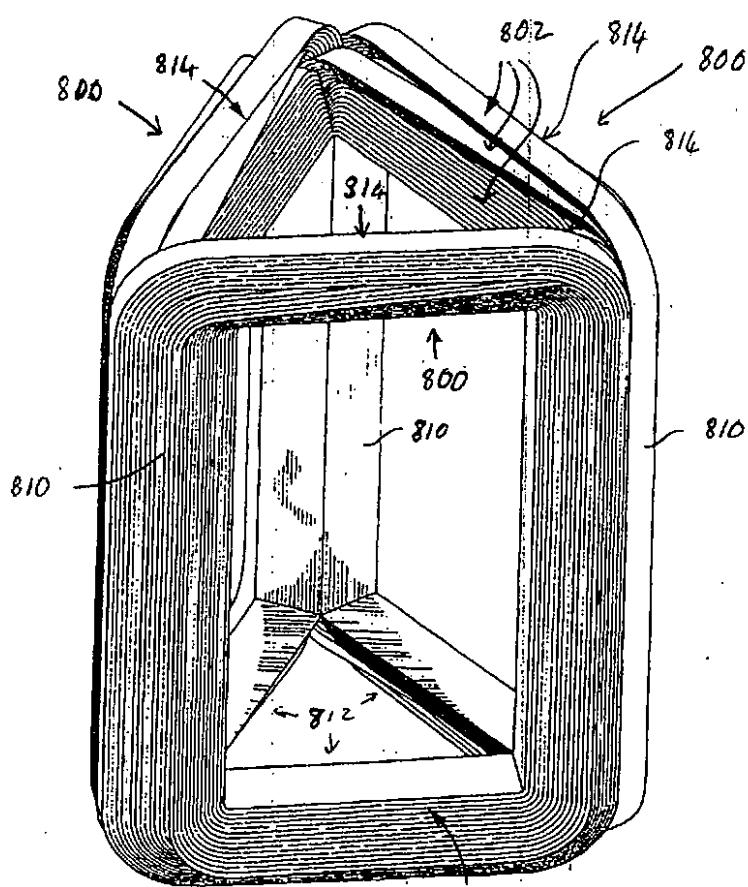


Fig 8 (Prior Art)

37

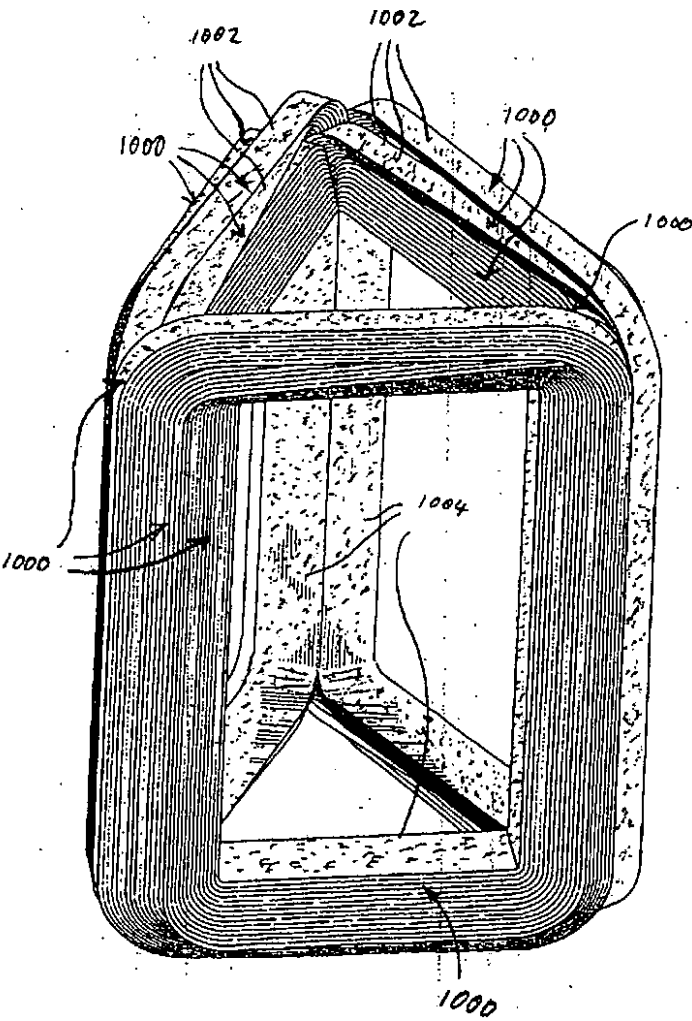
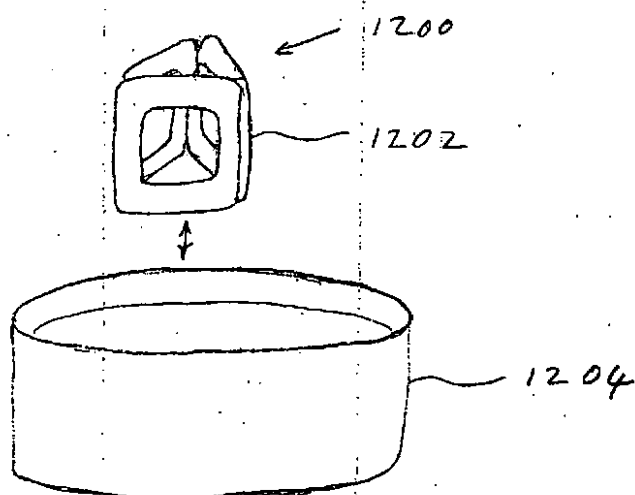
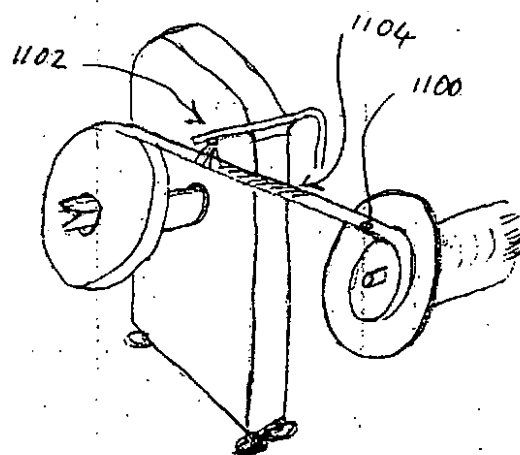


FIG. 10



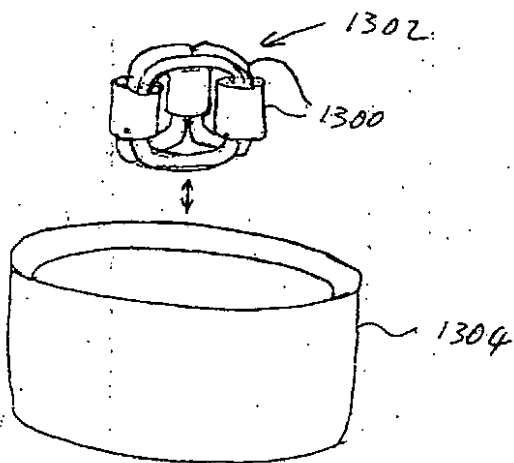
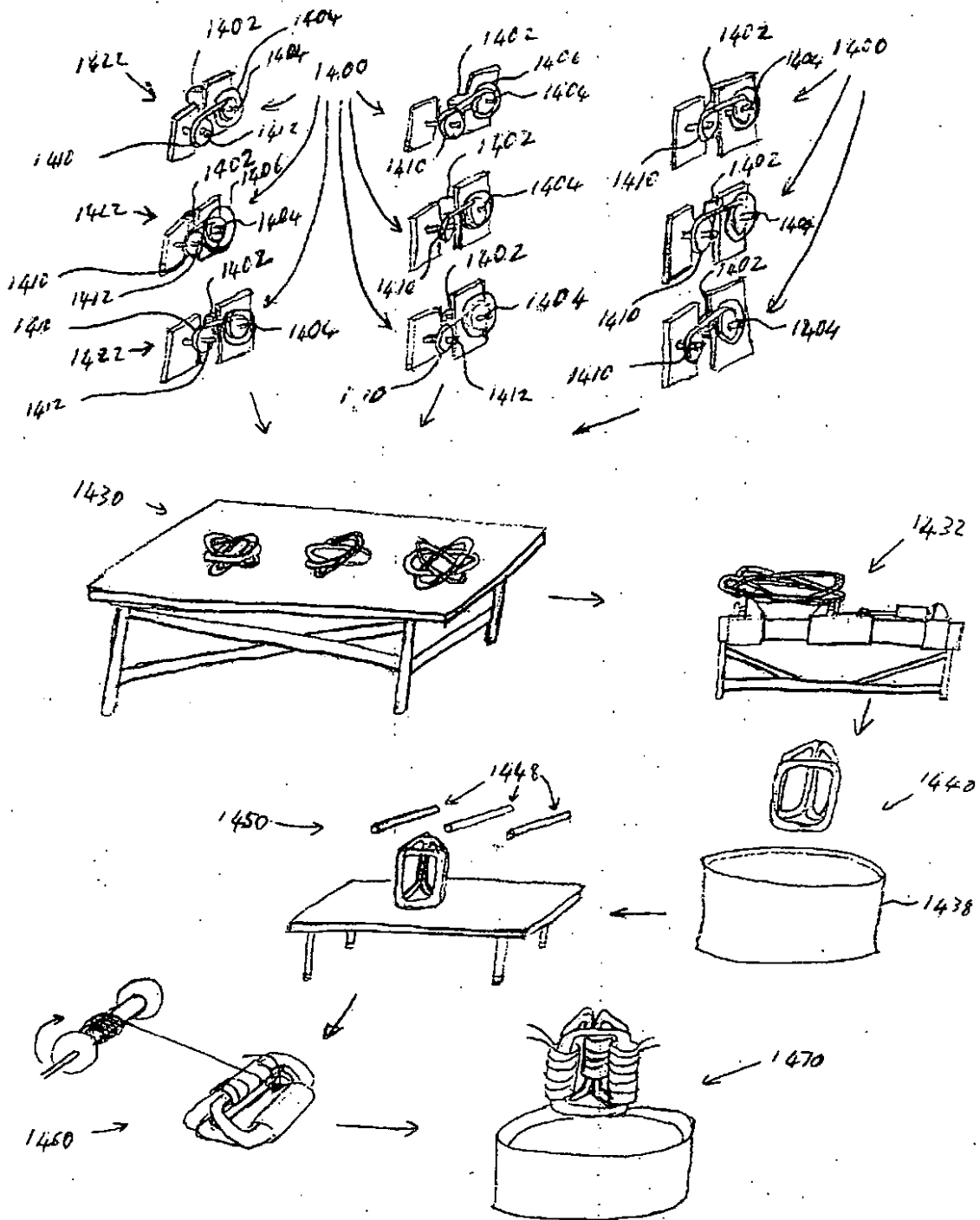


Fig 13

Fig. 14



11

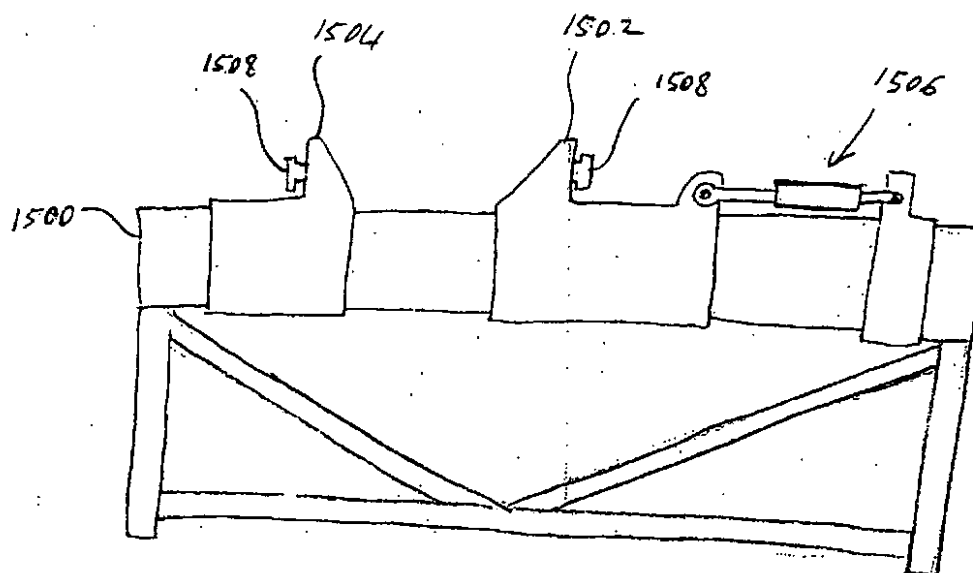


Fig 15

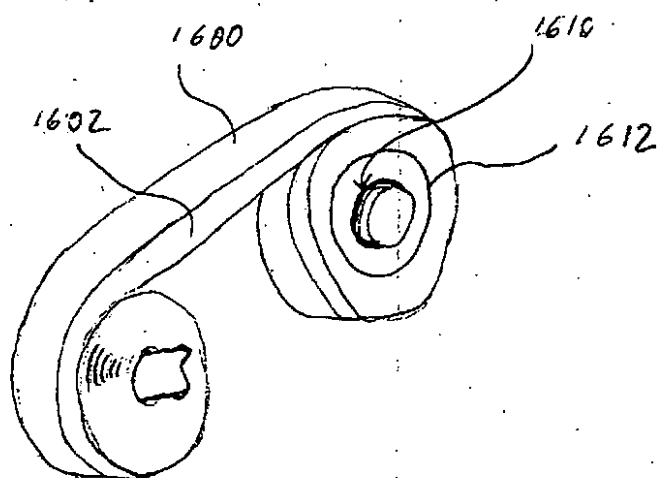


Fig 16

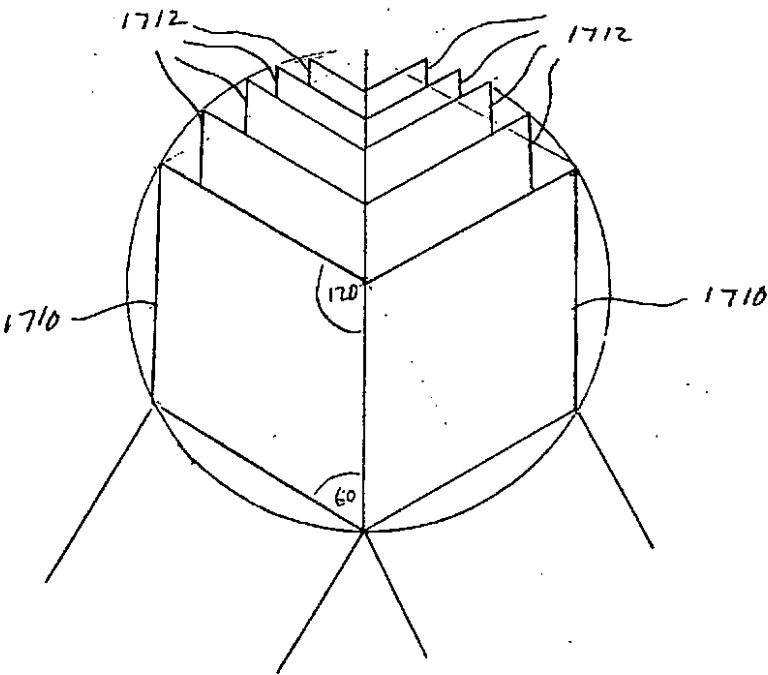


Fig 17



- (51) International Patent Classification:
H01F 27/24 (2006.01)
- (21) International Application Number:
PCT/US2010/000247
- (22) International Filing Date:
29 January 2010 (29.01.2010)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
61/206,907 5 February 2009 (05.02.2009) US
61/212,660 14 April 2009 (14.04.2009) US
- (72) Inventor; and
(75) Inventor/Applicant (for US only): VOLLRATH, Jurgen [DE/US]; 4001 Alice Flagg Lane #307, Indian Trail, NC (US).
- (74) Agent: VOLLRATH, Jurgen; 588 Sutter Street #531, San Francisco, CA 94102 (US).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Continued on next page]

(54) Title: AMORPHOUS METAL CONTINUOUS FLUX PATH TRANSFORMER AND METHOD OF MANUFACTURE

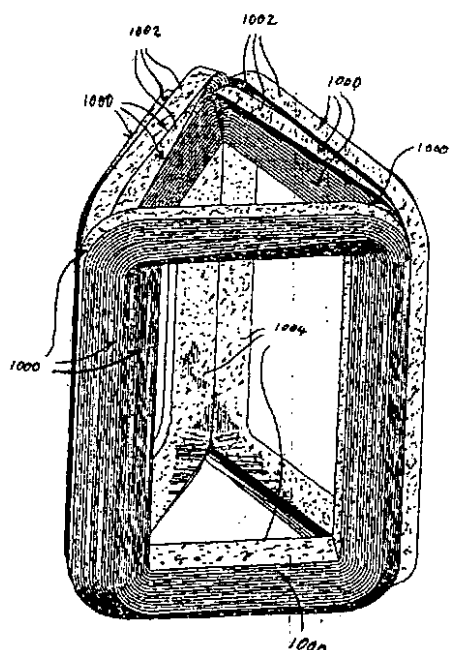


FIG. 1 D.

(57) Abstract: In a three phase transformer core, amorphous metal strips are wound into rings that are combined into frames and assembled to define cores with leg cross sections that have more than 4 sides to facilitate winding transformer windings onto the legs using winding tubes. The amorphous metal layers are secured relative to one another and the core made more rigid using resin, silicon steel layers included in the amorphous metal core, or by using strapping or tying devices.



(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report (Art. 21(3))



No. 11-100104- -00000-0000

Fecha: 2011-08-08 15:19:26 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 45

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE U. ☐

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☒	Indicación que se solicita una PCT
☒	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☒	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐