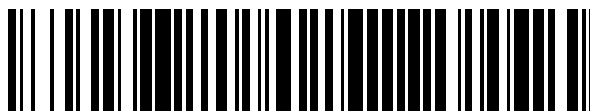


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 007**

51 Int. Cl.:

H01F 27/38 (2006.01)

H01F 29/02 (2006.01)

H01F 27/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2013 E 13004986 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2863403**

54 Título: **Transformador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.08.2016

73 Titular/es:

ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:

WEBER, BENJAMIN;
CORNELIUS, FRANK;
ZHANG, JIAHUA;
CARLEN, MARTIN y
STEINMETZ, THORSTEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 580 007 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Transformador

5 La invención se refiere a un transformador, que comprende un núcleo de transformador con al menos tres brazos del núcleo paralelos entre sí perpendiculares a los puntos de esquina de una superficie de base cubierta por un polígono, los cuales pasan en sus dos zonas extremas axiales respectivas en ambos lados a un segmento de yugo respectivo dispuesto transversalmente al mismo y, respectivamente, un arrollamiento principal dispuesto alrededor de un brazo respectivo del núcleo en una zona de arrollamiento similar a un cilindro hueco, en el que la sección transversal magnética de un brazo respectivo del núcleo es mayor que la sección transversal magnética de un segmento respectivo del núcleo (EP2490231).

10 Se conoce, en general, que en las redes de distribución de energía eléctrica se emplean transformadores para acoplar redes de alimentación de diferentes planos de la tensión entre sí. Tales transformadores están realizados en un plano de la tensión próximo al consumidor o bien al generador con frecuencia como transformadores secos y presentan, por ejemplo, tensiones nominales en el intervalo de 1 kV a 6 kV en el lado de baja tensión y tensiones nominales en el intervalo de 10kV a 30kV en el lado de la sobretensión. Estando las potencias nominales correspondientes, por ejemplo, en el intervalo de 0,5 MVA a 10 MVA. Pero también en el campo de las instalaciones de energía eólica tienen aplicación tales transformadores, de manera que aquí la potencia nominal de un transformador se ajusta a la potencia de una instalación de energía eólica correspondiente.

20 En virtud de las altas corrientes nominales en la zona de baja tensión, que pueden ser, por ejemplo, algunos 100A, los arrollamientos de baja tensión están realizados con frecuencia arrollados a partir de un conductor de cinta, correspondiendo la anchura de un conductor de banda la mayoría de las veces a la longitud axial completa de un arrollamiento del transformador respectivo. De acuerdo con la forma de realización y los requerimientos del transformador, el número de arrollamientos en el lado de baja tensión está, por ejemplo, en el intervalo en torno a diez arrollamientos, especialmente también en aplicaciones para instalaciones de energía eólica, donde la tensión generada en el lado del generador es correspondientemente reducida y se puede colocar a través del transformador en un nivel de trabajo más alto.

25 Para fines de regulación, un modo de proceder conocido consiste con preferencia en prever el (los) arrollamiento(s) en el lado de sobretensión de un transformador con varias tomas, que se pueden seleccionar, por ejemplo, por medio de un conmutador de fases respectivo, de manera que la relación de multiplicación del transformador es variable de esta manera en un intervalo de regulación. Una capacidad de regulación elevada es necesaria en aplicaciones para instalaciones de energía eólica para asegurar una adaptación del transformador a las condiciones marginales que resultan de diferentes relaciones del viento.

30 La parte activa de un transformador presenta un núcleo de hierro cerrado y al menos un arrollamiento de sobretensión y de tensión negativa con arrollamientos cerrados de número entero alrededor de los brazos respectivos del núcleo. La tensión inducida del bucle cerrado de conductores respectivo depende de la frecuencia de la red, la densidad del flujo y la sección transversal del núcleo.

35 Por una parte es un inconveniente que un conmutador de fases dispuesto en el lado de sobretensión es muy complejo de fabricar en virtud de la alta sollicitación de la tensión y que la regulación de la tensión se puede realizar mínima en aquella fase de la tensión que corresponde a la tensión inducida de un arrollamiento completo. En el caso de una regulación de la tensión, la fase de regulación mínima está limitada, por lo tanto, a la diferencia de la tensión entre dos arrollamientos. Esto es un inconveniente especialmente en los arrollamientos de cinta del lado de baja tensión mencionados anteriormente, por que en virtud de del número total relativamente bajo de arrollamientos, por ejemplo en el intervalo de diez, no es posible una regulación fina entorno a la multiplicación nominal.

40 Partiendo de este estado de la técnica, el cometido de la invención es preparar un transformador, que posibilita en el lado de baja tensión una regulación de la tensión en etapas más pequeñas de la tensión, de manera que se puede fabricar más fácilmente un conmutador de fases correspondiente en virtud de la sollicitación a la tensión entonces más reducida.

45 Este cometido se soluciona a través de un transformador del tipo mencionado al principio. Éste se caracteriza, respectivamente, por un arrollamiento adicional conectado eléctricamente con un arrollamiento principal respectivo, que está dispuesto alrededor de un segmento de yugo asociado, respectivamente.

50 La idea básica de la invención consiste en reducir la tensión inducida de uno o varios arrollamientos completos, que están previstos para fines de regulación, por que éstos no comprenden la sección transversal magnética de un brazo de núcleo completo, sino más bien rodean la sección transversal de un yugo respectivo. En el transformador con contorno poligonal típicamente la sección transversal de un yugo es, en efecto, menos que la sección transversal de un brazo de núcleo completo. De esta manera, también el flujo magnético rodeado por un arrollamiento y, por lo tanto, la tensión inducida, respectivamente, en el caso de la disposición sobre un yugo es menor que en el caso de

la disposición sobre un brazo del núcleo.

A través de circuito en serie correspondiente del arrollamiento principal y de un número con preferencia opcional de arrollamientos secundarios, que están dispuestos alrededor de un yugo respectivo del núcleo del transformador, se puede conseguir de manera ventajosa un escalonamiento más fino de la zona de regulación del transformador.

5 De acuerdo con una forma de configuración especialmente preferida de un transformador según la invención, el núcleo del transformador presenta la superficie básica de un triángulo equilátero. Tales formas se conocen, por ejemplo, bajo los nombres "Hexaformer" o "Núcleo Delta". Un núcleo delta presenta, por ejemplo, tres segmentos arrollados en forma de anillo, similares de un bastidor, que se unen entre sí de acuerdo con una vista en planta triángulo y dan como resultado un núcleo de transformador triangular. La forma simétrica de un núcleo de transformador de este tipo para transformadores favorece, por ejemplo, de manera ventajosa un comportamiento de funcionamiento simétrico.

15 Pero en un núcleo de delta se puede ilustrar también por qué la sección transversal de un yugo es menor que la sección transversal de un brazo de núcleo. La sección transversal circundante de un segmento de núcleo arrollado similar a un bastidor es igual a lo largo de su periferia. La sección transversal de un brazo de núcleo está formada por la suma de las secciones transversales de dos lados adyacentes entre sí de segmentos de núcleo vecinos, mientras que un yugo presenta la sección transversal circundante de un único segmento de bastidor, de manera que, en total, están formados tres brazos de núcleo y seis yugos, respectivamente, con la mitad del área de la sección transversal magnética.

20 Por lo tanto, de acuerdo con una forma de realización preferida del transformador según la invención, el área de la sección transversal magnética de un segmento de yugo es la mitad del área de la sección transversal magnética de un brazo de núcleo respectivo.

25 De acuerdo con una variante preferida del transformador según la invención, los arrollamientos principales y/o adicionales están formados por un conductor de banda plana respectiva. Los conductores de banda plana son adecuados de manera especial para la absorción de corrientes altas, lo que es especialmente ventajoso en un arrollamiento respectivo en el lado de baja tensión. Además, los conductores de banda plana presentan un factor de llenado alto correspondiente.

30 Siguiendo otra variante de configuración del transformador según la invención, al menos un arrollamiento de un arrollamiento adicional respectivo está guiado por un intersticio en el segmento de yugo. De esta manera se puede reducir adicionalmente la tensión inducida en el arrollamiento correspondiente del arrollamiento adicional, por que ahora solamente una parte del área de la sección transversal magnética del yugo está rodeada por el arrollamiento y la tensión inducida falla, por lo tanto, correspondientemente menos. Por lo tanto, se posibilita de una manera sencilla otro refinamiento de las secciones escalonadas en la multiplicación nominal, por ejemplo un intervalo de regulación de +/- 15 % en etapas de 1,5 %, respectivamente.

35 Un yugo es especialmente adecuado para ser dividido al menos a lo largo de una sección de su extensión axial por un intersticio en dos zonas de la sección transversal, por que un incremento condicionado por ello de la sección transversal geométrica (manteniendo la sección transversal magnética) no conduce a una elevación del tamaño de construcción del transformador. Si un intersticio estuviera dispuesto en la zona de los brazos de un transformador, en virtud de la oferta limitada de espacio dentro de una bobina que rodea el brazo respectivo, con una sección transversal geométrica constante, resultaría al menos en la zona del intersticio una reducción efectiva de la sección transversal magnética.

40 Evidentemente también es posible prever un número correspondientemente alto de intersticios y, por lo tanto, también en zonas de la sección transversal. La división puede ser, en principio, discrecional para cumplir los requerimientos de capacidad de regulación, por ejemplo 1/3 o 1/4. Pero también se pueden realizar fases específicas de la tensión, colocando varios arrollamientos alrededor de una parte del yugo, por ejemplo 3 arrollamientos alrededor de 1/4 de la sección transversal del yugo o 4 arrollamientos alrededor de 1/5 de la sección transversal del yugo. Si se colocan los arrollamientos por separado alrededor de una parte de la sección transversal del yugo, se puede utilizar el circuito a través de la selección del sentido del arrollamiento o bien de la polaridad del arrollamiento (adicional), para dejar que ésta actúe o bien por adición o sustracción. De esta manera, es posible reducir el número de los arrollamientos (adicionales) necesarios para la capacidad de regulación de la tensión.

45 De acuerdo con una forma de configuración preferida del transformador según la invención, el arrollamiento adicional respectivo está provisto con varias tomas que pueden acceder a diferentes arrollamientos del arrollamiento adicional respectivo. A través de la selección correspondiente de las tomas se puede realizar de manera ventajosa una zona de regulación deseada. Opcionalmente, el arrollamiento adicional presenta una zona de escalonamiento fino, que se caracteriza por tomas de arrollamientos del arrollamiento adicional que están guiadas a través del intersticio respectivo. Éstas presentan, respectivamente, una tensión inducida, que es menor que la tensión inducida de un arrollamiento que abarca completamente el yugo respectivo. Además, puede estar prevista una zona de escalonamiento aproximado, que se caracteriza por tomas de arrollamientos que abarcan en cada caso

completamente el yugo. A través del circuito en serie correspondiente de la zona de escalonamiento aproximado y fino se puede conseguir un escalonamiento fino sobre otra zona.

5 Según otra variante de la invención del transformador, están previstos medios de conmutación, para conectar el arrollamiento principal opcionalmente con una de las tomas del arrollamiento secundario, de manera que el número de los arrollamientos activos se puede adaptar de esta manera al arrollamiento principal y adicional conectado eléctricamente. Dado el caso están previstos medios de conmutación separados para la zona de escalonamiento aproximado y fino del arrollamiento adicional.

10 De acuerdo con otra forma de configuración del transformador, los medios de conmutación comprenden un conmutador escalonado y/o componentes electrónicos de potencia. Los conmutadores de fases han dado buen resultado para la selección opcional y la conexión de tomas de un arrollamiento del transformador como componente estándar. En caso necesario, también están previstos componentes electrónicos de potencia como tiristores o IGBT.

Otras posibilidades de configuración ventajosas se pueden deducir a partir de las otras reivindicaciones dependientes.

15 Con la ayuda de los ejemplos de realización representados en los dibujos deben describirse en detalle la invención, otras formas de realización y otras ventajas. En este caso:

La figura 1 muestra un primer transformador ejemplar.

La figura 2 muestra un segundo transformador ejemplar.

La figura 3 muestra un tercer transformador ejemplar.

La figura 4 muestra un circuito ejemplar de arrollamiento principal y arrollamiento adicional y

20 La figura 5 muestra una sección transversal a través de un segmento de yugo.

25 La figura 1 muestra un primer transformador ejemplar en una vista en sección 10. Un núcleo de transformador triangular (núcleo delta) está formado por tres segmentos de núcleo arrollamientos similares a un bastidor, cuyo segmento de yugo inferior está provisto con el número de referencia 12, 14, 16. Los segmentos de núcleo dispuestos adyacentes a las superficies de contacto están formados unos brazos de núcleo 18, 20 respectivos, que presentan la sección transversal doble de un yugo 12, 14, 16 respectivo. Alrededor de los brazos del núcleo 18, 20 están dispuestos arrollamientos principales 22 respectivos, que están conectados eléctricamente en cada caso con arrollamientos adicionales 24 dispuestos alrededor de los segmentos de yugo 12, 14, 16. Una regulación de la tensión de un arrollamiento principal 22 respectivo se puede refinar a través de la inducción de la tensión escalonada más reducida en el arrollamiento adicional 24 de manera ventajosa.

30 La figura 2 muestra un segundo transformador ejemplar en una vista en planta superior 30. Un núcleo de transformador triangular 50 está rodeado en forma de cilindro hueco en sus tres brazos por primeros arrollamientos principales primarios 32, 38, 44 en el lado de baja tensión dispuestos encajados entre sí radialmente dentro y por arrollamientos principales secundarios 34, 40, 46 en el lado de sobretensión dispuestos radialmente fuera. Los arrollamientos principales primarios dispuestos en el lado de baja tensión están conectados, respectivamente, eléctricamente con arrollamientos adicionales 36, 42, 48 dispuestos alrededor de los yugos superiores respectivos con tomas, que están conectadas con un conmutador de fases respectivo para la adaptación de la relación de multiplicación, lo que no se muestra, sin embargo, en la figura.

35 La figura 3 muestra un transformador similar como en la figura 2, pero en una lista lateral 60. Un brazo de núcleo respectivo está identificado con un rectángulo de trazos con el número de referencia 62 y un segmento de yugo respectivo está identificado con un rectángulo de trazos con el número de referencia 64, distinguiéndose ambos en su sección transversal magnética en el factor dos. Alrededor de los brazos de núcleo 62 están dispuestos primeros 66 y segundos 68 arrollamientos principales respectivos, que están conectados eléctricamente con arrollamientos adicionales 70 dispuestos alrededor de segmentos de yugos 64 respectivos.

45 La particularidad de los arrollamientos adicionales 70 consiste en que éstos no abarcan toda la sección transversal de un yugo respectivo, sino que éstos están guiados a través de un intersticio en el yugo, de manera que por cada arrollamiento se induce una tensión más reducida que si estuviera comprendida toda la sección transversal del yugo. De esta manera se posibilita una regulación más fina de la tensión. El llamado núcleo Hexaformer mostrado aquí, que está fabricado a partir de paquetes de chapas dispuestos arrollados, respectivamente, se ofrece de manera especial a tal fin por que en las zonas de yugos se puede prever de manera especialmente sencilla un intersticio entre paquetes de chapas vecinas.

50 La figura 4 muestra un circuito ejemplar 80 de un arrollamiento principal 82 y un arrollamiento adicional 84. Éstos están conectados, respectivamente, eléctricamente en serie, de manera que el arrollamiento adicional 84 dispone de varias tomas 86, que se pueden tomar opcionalmente a través de un conmutador de fases 88. Al comienzo y al final

del circuito en serie están previstas conexiones eléctricas 90 o bien 92.

La figura 5 muestra una sección transversal a través de un segmento de yugo ejemplar 100, cuya sección transversal magnética está formada por una primera zona de la sección transversal 102 así como una segunda sección transversal 104, de manera que en medio está previsto un intersticio 106, a través del cual están guiados dos arrollamientos 108, 110 de un arrollamiento adicional. El arrollamiento adicional se puede conectar a través de tomas 112, 114.

Lista de signos de referencia

| | | |
|----|-----|--|
| | 10 | Primer transformador ejemplar |
| | 12 | Primer segmento de yugo del primer transformador |
| 10 | 14 | Segundo segmento de yugo del primer transformador |
| | 16 | Tercer segmento de yugo del primer transformador |
| | 18 | Sección transversal del primer brazo de núcleo del primer transformador |
| | 20 | Sección transversal del segundo brazo de núcleo del primer transformador |
| | 22 | Primer arrollamiento principal del primer transformador |
| 15 | 24 | Primer arrollamiento adicional del primer transformador |
| | 30 | Segundo transformador ejemplar |
| | 32 | Primer arrollamiento principal primario del segundo transformador |
| | 34 | Primer arrollamiento principal secundario del segundo transformador |
| | 36 | Primer arrollamiento adicional del segundo transformador |
| 20 | 38 | Segundo arrollamiento principal primario del segundo transformador |
| | 40 | Segundo arrollamiento principal secundario del segundo transformador |
| | 42 | Segundo arrollamiento adicional del segundo transformador |
| | 44 | Tercer arrollamiento principal primario del segundo transformador |
| | 46 | Tercer arrollamiento principal secundario del segundo transformador |
| 25 | 48 | Tercer arrollamiento adicional del segundo transformador |
| | 50 | Núcleo del transformador |
| | 60 | Tercer transformador ejemplar |
| | 62 | Primer brazo del núcleo del tercer transformador |
| | 64 | Primer segmento de yugo del tercer transformador |
| 30 | 66 | Primer arrollamiento principal primario del tercer transformador |
| | 68 | Primer arrollamiento principal secundario del tercer transformador |
| | 70 | Primer arrollamiento adicional del tercer transformador |
| | 80 | Circuito ejemplar del arrollamiento principal y secundario |
| | 82 | Arrollamiento principal ejemplar |
| 35 | 84 | Arrollamiento adicional ejemplar |
| | 86 | Tomas |
| | 88 | Medio de conmutación |
| | 90 | Primera conexión |
| | 92 | Segunda conexión |
| 40 | 100 | Sección transversal a través del segmento de yugo ejemplar |
| | 102 | Primera zona de la sección transversal |
| | 104 | Segunda zona de la sección transversal |
| | 106 | Intersticio |
| | 108 | Primer arrollamiento del arrollamiento adicional |
| 45 | 110 | Segundo arrollamiento del arrollamiento adicional |
| | 112 | Primera toma |
| | 114 | Segunda toma |

REIVINDICACIONES

1.- Transformador (10, 30, 60), que comprende

- 5 • un núcleo de transformador (50) con al menos tres brazos del núcleo (62) paralelos entre sí perpendiculares a los puntos de esquina de una superficie de base cubierta por un polígono, los cuales pasan en sus dos zonas extremas axiales respectivas en ambos lados a un segmento de yugo (12, 14, 16, 64) respectivo dispuesto transversalmente al mismo,
- respectivamente, un arrollamiento principal (22, 32, 34, 38, 40, 44, 46, 66, 68, 62) dispuesto alrededor de un brazo respectivo del núcleo (62) en una zona de arrollamiento similar a un cilindro hueco,
- 10 • en el que la sección transversal magnética de un brazo respectivo del núcleo (62) es mayor que la sección transversal magnética (100) de un segmento respectivo del núcleo (12, 14, 16, 64).

caracterizado por

- 15 • respectivamente, un arrollamiento adicional (24, 36, 42, 48, 70, 84) conectado eléctricamente con un arrollamiento principal (22, 32, 34, 38, 40, 44, 46, 66, 68, 62), que está dispuesto alrededor de un segmento de yugo (12, 14, 16, 64) asociado, respectivamente.

2.- Transformador según la reivindicación 1, caracterizado por que el núcleo del transformador (50) presenta la superficie de base de un triángulo equilátero.

3.- Transformador según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que los arrollamientos principales (22, 32, 34, 38, 40, 44, 46, 66, 68, 62) y/o los arrollamientos adicionales (24, 36, 42, 48, 70, 84) están formados por un conductor de cinta plana respectivo.

4.- Transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el núcleo del transformador (50) es un núcleo Hexaformer o en forma de delta.

5.- Transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el área de la sección transversal magnética (100) de un segmento de yugo (12, 14, 16, 64) respectivo es la mitad del área de la sección transversal magnética de un brazo de núcleo (62) respectivo.

6.- Transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos un arrollamiento de un arrollamiento adicional (24, 36, 42, 48, 70, 84) respectivo está guiado a través de un intersticio (106) en el segmento de yugo (12, 14, 16, 64).

7.- Transformador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el arrollamiento adicional (24, 36, 42, 48, 70, 84) respectivo está provisto con varias tomas (86, 112, 114) que acceden a diferentes arrollamientos del arrollamiento adicional respectivo.

8.- Transformador según la reivindicación 7, caracterizado por que están previstos medios de conmutación (88) para conectar el arrollamiento principal (22, 32, 34, 38, 40, 44, 46, 66, 68, 62) opcionalmente con una de las tomas (88) del arrollamiento adicional (24, 36, 42, 48, 70, 84) respectivo, de manera que el número de los arrollamientos activos de los arrollamientos principales (22, 32, 34, 38, 40, 44, 46, 66, 68, 62) y de los arrollamientos adicionales (24, 36, 42, 48, 70, 84) respectivos conectados eléctricamente se pueden adaptar de esta manera.

9.- Transformador según la reivindicación 8, caracterizado por que los medios de conmutación (88) comprenden un conmutador de fases y/o componentes electrónicos de potencia.

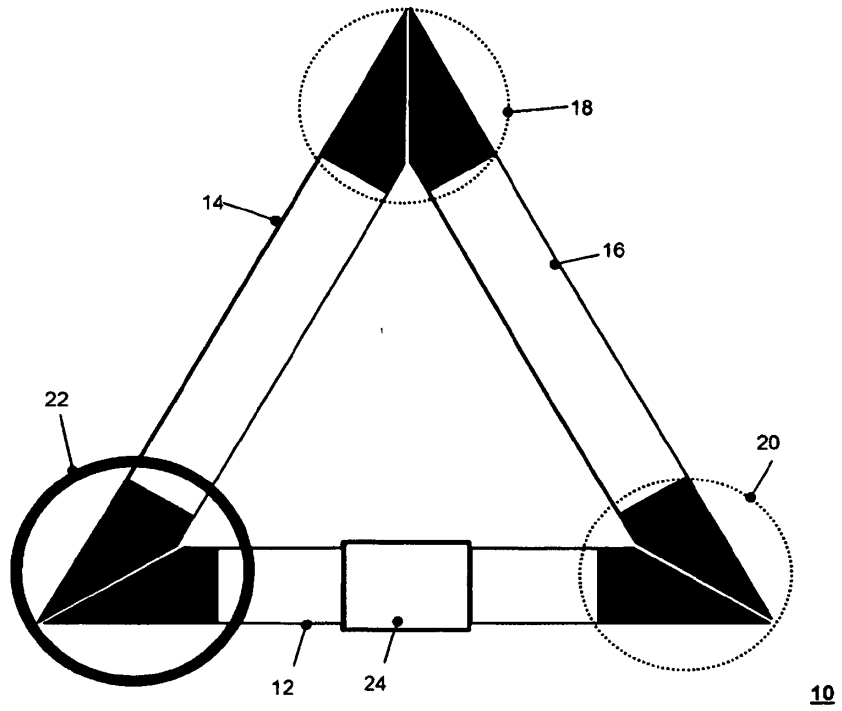


Fig. 1

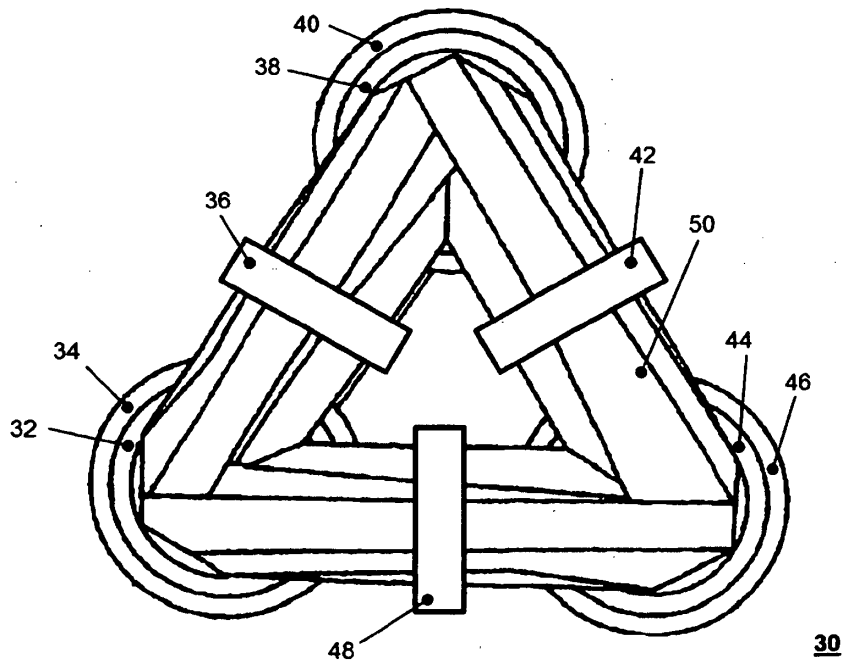


Fig. 2

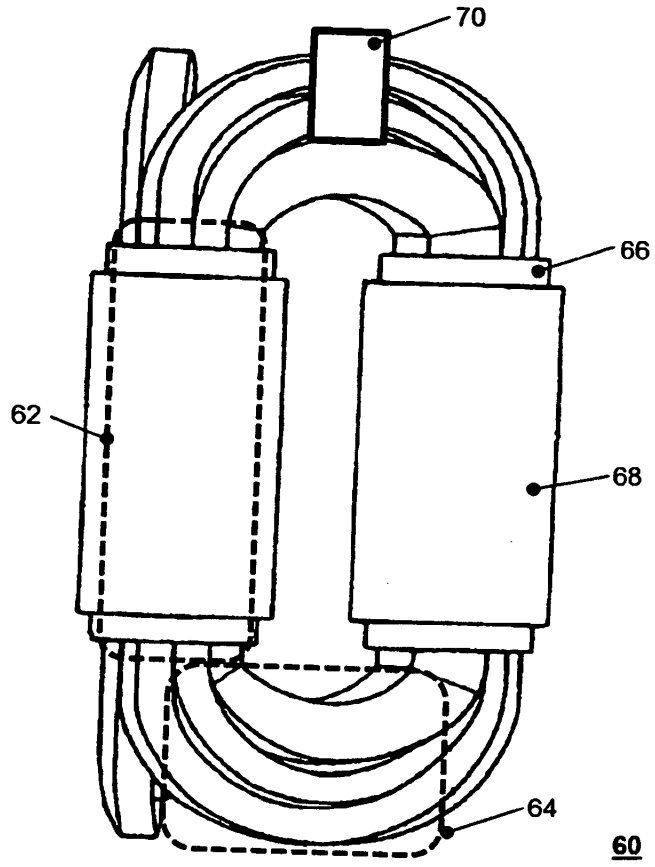


Fig. 3

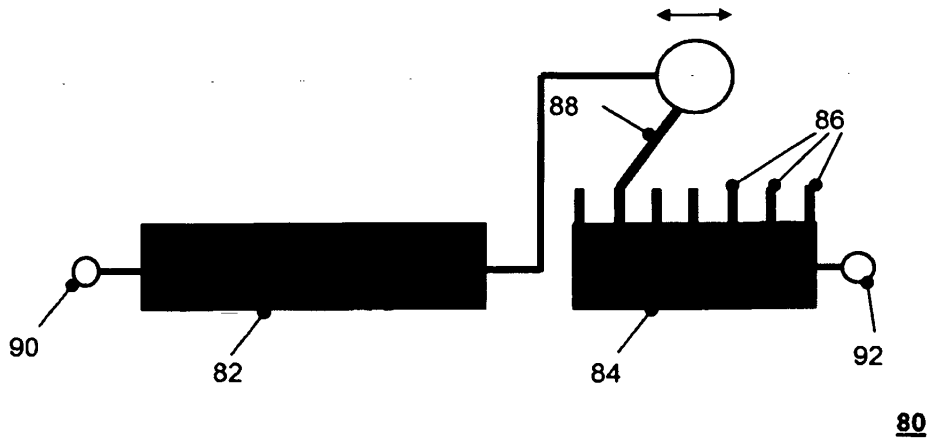


Fig. 4

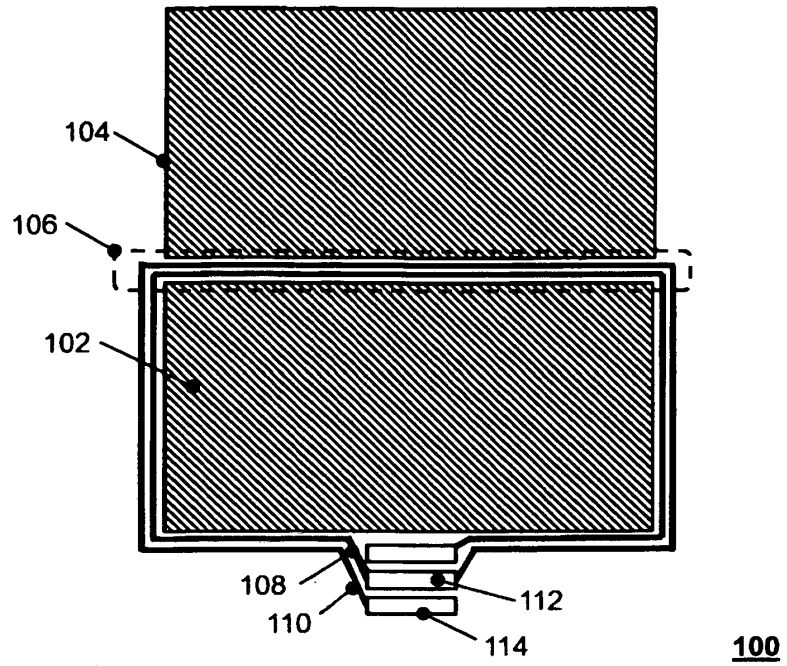


Fig. 5