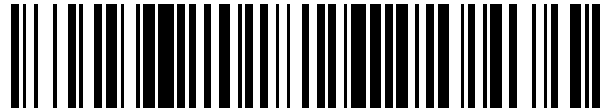


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 509 015**

51 Int. Cl.:

H02K 3/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2008 E 08708355 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014 EP 2115858**

54 Título: **Máquina eléctrica de fases múltiples**

30 Prioridad:

29.01.2007 DE 102007005742

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

16.10.2014

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

**WOLF, GERT;
PFITZKE, NORBERT;
BERGER, THOMAS;
RAU, EBERHARD y
SHENDI, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 509 015 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

Máquina eléctrica de fases múltiples

Estado de la Técnica

5 La invención se refiere a una máquina eléctrica de fases múltiples, en particular un generador de fases múltiples, con un estator, que presenta un cuerpo de núcleo que presenta una división de ranuras circunferenciales y una disposición de arrollamiento con arrollamientos que forman varias fases. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una máquina eléctrica de varias fases correspondiente.

10 Una máquina eléctrica de varias fases del tipo mencionado al principio se conoce, por ejemplo, como generador de corriente alterna. Este generador de corriente alterna presenta un estator (montante) con un cuerpo de núcleo (hierros de estator), en cuyas ranuras están insertados arrollamientos para tres, dos por tres o seis fases. Los arrollamientos están dispuestos en este caso desplazados entre sí. En el caso de un generador trifásico aparece a través de fuerzas electromagnéticas un ruido magnético no deseado. Para la reducción de este ruido magnético están previstas disposiciones de arrollamiento, que están constituidas, por ejemplo, por dos sistemas parciales separados eléctricamente. Cada sistema parcial está constituido por tres fases, que están desplazadas alrededor de 120° eléctricamente unas con respecto a las otras. Para cada fase del primer sistema parcial, una fase del segundo sistema parcial está dispuesta desplazada alrededor de 30° eléctricamente. Los arrollamientos de cada uno de los dos sistemas parciales están conectados por ejemplo en estrella o en triángulo. Cada punto de conexión (salida de corriente, o bien conexión del arrollamiento) de un arrollamiento está conectado con un puente rectificador. En general, se utilizan seis puentes rectificadores. Los arrollamientos utilizados son arrollamientos prefabricados, que son creados, por ejemplo, mediante conformación de unidades de arrollamiento en forma de estrella con secciones circunferenciales rectangulares. A continuación se introducen estas unidades de arrollamiento en el cuerpo del núcleo configurado como paquete de chapas de estator. En el caso de un sistema dos veces trifásico se introducen seis de estas unidades de arrollamiento en forma de estrella, de manera que para cada fase de un primer sistema trifásico está presente una fase del otro sistema trifásico, que está dispuesta desplazada alrededor de 30° eléctricamente. A través del número alto de las fases (número de fases) en el caso de máquinas de seis fases y de dos por tres fases resulta – con el mismo número de polos magnéticos de un rotor correspondiente – un número más elevado de ranuras que en máquinas eléctricas con número de fases más elevado. Un número alto de ranuras limita, sin embargo, el diámetro de los alambres de arrollamiento utilizados con respecto al diámetro del estator. Además, una máquina eléctrica con número más elevado de fases debe fabricarse con mayor precisión.

30 Por lo demás, el documento EP 2006/122985 A publica una máquina eléctrica de cinco fases con un estator con un cuerpo de núcleo, que presenta en su periferia una división de ranuras. Cada arrollamiento y cada ranura de un grupo de ranuras que se extiende alrededor de la división polar están asociados a una fase.

Publicación de la invención

35 La invención publica una máquina eléctrica de varias fases con las características de la reivindicación 1. Una disposición de este tipo tiene la ventaja de que se reducen tanto el ruido magnético como también el ruido de la circulación. Otra ventaja consiste en que se reduce la ondulación de la tensión rectificadora del generador y de esta manera se mejoran la potencia y el rendimiento. Otra ventaja consiste en que la estructura sencilla de la máquina se puede utilizar para emplear un procedimiento de fabricación económico y en este caso obtener una calidad todavía mejorada de la realización. Para la formación de una disposición de arrollamiento de la máquina eléctrica de acuerdo con la invención se utilizan, por ejemplo, arrollamientos prefabricados. Éstos se pueden fabricar mecánicamente y se pueden montar mecánicamente en el cuerpo del núcleo (el hierro del estator), por ejemplo, insertar, introducir o bien enchufar. Los arrollamientos están dispuestos en esta caso radialmente y alineados entre sí en dirección circunferencial. Una máquina eléctrica de cinco fases permite frente a una máquina eléctrica con un sistema de dos por tres fases o bien una máquina eléctrica de seis fases un diámetro mayor del alambre, puesto que a partir del número más reducido de las ranuras con el mismo diámetro del estator (diámetro del estator) resulta una superficie mayor de las ranuras con un número de polos y un circuito de arrollamiento correspondientemente iguales. Debido al diámetro mayor del alambre, la robustez y la capacidad de carga mecánica de la máquina eléctrica son más altas. Además, el número más reducido de ranuras posibilita unos límites de tolerancia de fabricación más altos. Al mismo tiempo el comportamiento de ruido de una máquina eléctrica de cinco fases es más favorable que en una máquina eléctrica de tres fases. Por posición radial debe entenderse la posición exacta en dirección radial para el arrollamiento en las cabezas de arrollamiento.

En particular, está previsto que las conexiones de cabeza de arrollamiento respectivas de un arrollamiento están dispuestos en una posición radial aproximadamente unitaria y específica para cada arrollamiento.

55 Con ventaja está previsto que el número de las ranuras corresponda a un múltiplo del número de las fases. De esta manera es posible un llamado arrollamiento del diámetro, que es de mayor rendimiento.

De acuerdo con un desarrollo de la invención, está previsto que el número de las posiciones radiales corresponda al

número de las fases o a un múltiplo del número de las fases. Con un número de las fases de cinco, el número de las capas radiales (número de las posiciones radiales) de las uniones de cabeza de arrollamiento es en particular igualmente de cinco, de manera que resulta una disposición del arrollamiento constituido de manera especialmente sencilla y robusta.

5 Además, está previsto que los arrollamientos sean arrollamientos sencillos o arrollamientos distribuidos. En el caso de un arrollamiento sencillo, las uniones de las cabezas de arrollamiento que se conectan en las secciones de arrollamiento, se extienden después de la salida axial desde la ranura en una dirección circunferencial, o bien esencialmente en una dirección circunferencial. En el caso de un arrollamiento distribuido, las uniones de la cabeza de arrollamiento que se conectan en las secciones de arrollamiento, se extienden después de la salida axial desde la ranura esencialmente igualmente distribuidas en ambas direcciones circunferenciales. Los arrollamientos de inserción configurados como arrollamientos sencillos se pueden introducir fácilmente en el cuerpo del núcleo. Puesto que cada una de las uniones de las cabezas de arrollamiento está insertada en una posición radial asociada a ella, el relleno de las ranuras con las secciones de arrollamiento correspondientes en el caso de arrollamientos sencillos es, sin embargo, sólo reducido. A través de la utilización de arrollamientos distribuidos se eleva el relleno de las ranuras. Durante el relleno con arrollamientos sencillos resultan, con el mismo factor de llenado, frente al arrollamiento distribuido unas fuerzas de montaje más elevadas, con lo que resulta una probabilidad mayor de una aparición de daños en el alambre.

20 En particular, está previsto que los arrollamientos están configurados como arrollamientos de bucle o como arrollamientos ondulados. Ambos son tipos de arrollamiento, que se pueden introducir mecánicamente en el cuerpo del número. Además, está previsto que cada una de las ranuras presente una anchura máxima de la ranura, que es mayor que el doble del diámetro de un hilo de arrollamiento, a partir del cual se arrollan los arrollamientos. De esta manera, en el caso de presencia simultánea de un aislamiento de ranura en una ranura se pueden disponer dos secciones de arrollamiento adyacentes entre sí en la misma capa radial en la dirección circunferencial. Esto optimiza la utilización de arrollamientos distribuidos.

25 En particular, está previsto que cada una de las ranuras presente en su extremo radialmente interior una muesca de ranura, cuya anchura de la muesca de ranura es menor que el doble del diámetro del alambre de arrollamiento. A través de esta ranura sólo parcialmente abierta con anchura mínima de la muesca de ranura se retienen los alambres introducidos en la ranura para las secciones de arrollamiento que se encuentran especialmente por pareja adyacentes entre sí de los arrollamiento, de manera que resulta una anchura suficientemente pequeña de la muesca de la ranura.

Además, está previsto que la anchura máxima de la ranura sea menor que una altura del yugo del cuerpo del núcleo configurado como paquete de chapas del estator.

35 De acuerdo con un desarrollo de la invención está previsto que la relación de la anchura máxima de la ranura con respecto a la altura del yugo esté en el intervalo entre 0,5 y 0,9. De esta manera se aplica para la relación de la anchura de la ranura O con respecto a la altura del yugo R: $0,5 < O/R < 0,9$.

En particular, está previsto que cada una de las ranuras presente una profundidad de la ranura, en la que la relación entre la altura del yugo y la profundidad de la ranura está en el intervalo entre 0,3 y 0,5. Por lo tanto, para la relación de la altura del yugo R con respecto a la profundidad de la ranura Q se aplica: $0,3 < R/Q < 0,5$.

40 Con ventaja, está previsto que la relación de la altura del yugo con respecto a la periferia exterior del estator se menor que 0,015. La altura del yugo, en el caso de ranuras dispuestas radialmente en el interior, es la altura radial entre el diámetro exterior del cuerpo del núcleo y el fondo de la ranura. De esta manera resulta un comportamiento de flexión óptimo para el paquete de estator plano previsto, además, en un desarrollo de la invención, que se dobla después de la inserción de los arrollamientos en una forma redonda.

45 Con ventaja, está previsto un rotor con un número de polos que, multiplicado por el número de fases, da como resultado el número de las ranuras. Si el estator está diseñado en el caso de cinco fases, por ejemplo, para un rotor con doce polos, entonces resulta un número de 60 ranuras.

50 Además, está previsto que el rotor presente una parte activa magnéticamente con un diámetro exterior y con una longitud axial, de manera que el diámetro exterior es mayor que la longitud de la parte magnéticamente activa. La longitud axial de la parte magnéticamente activa del rotor es la llamada longitud del hierro del rotor. Ésta resulta a partir de la distancia axial exterior entre dos mitades de ruedas polares con núcleo dispuesto en medio.

Con ventaja, está previsto al menos un ventilador radial, que está montado en una superficie frontal axial del rotor, de manera que el ventilador radial genera una corriente de aire predominantemente radial, que está dirigida sobre una parte de las uniones de las cabezas de arrollamiento que forman dos cabezas de arrollamiento. A través de esta corriente de aire se refrigera el estator sobre la superficie relativamente grande de la cabeza de arrollamiento.

55 El rotor presenta polos magnéticos en forma de garras, que se extienden axialmente hacia dentro. Los linguetes

polares (linguetes de garras) configurados en forma de garras engranan en forma alterna como polo Sur y polo Norte y cubren el arrollamiento de excitación en forma de bobinas anulares, que se encuentra sobre el núcleo polar.

5 De acuerdo con un desarrollo de la invención, está previsto que dos linguetes de garras adyacentes, que engranan uno dentro del otro, de diferente polaridad presentan una distancia axial de sus puntas de los linguetes de garras, de manera que la distancia axial de las puntas de los linguetes de garras está entre 0,7 veces y 1,0 vez la longitud axial del cuerpo del núcleo.

Además, está previsto que los linguetes de garras presentan un chaflán en sus cantos ascendentes y/o sus cantos descendentes con respecto a la dirección circunferencial. A través de un chaflán seleccionado de forma correspondiente en los cantos se puede reducir adicionalmente el ruido magnético de la máquina eléctrica.

10 Además, está previsto que el rotor esté constituido en el tipo de construcción de polos de garras con dos mitades de ruedas polares, y presente un núcleo que se encuentra axialmente entre las mitades de ruedas polares, de manera que las garras configuradas esencialmente de forma trapezoidal presentan superficies polares, que están colocadas opuestas al taladro del estator.

15 De acuerdo con un desarrollo de la invención está previsto que entre los linguetes de garras estén dispuestos unos imanes permanentes para la compensación del flujo de dispersión. Los imanes permanentes sirven para reducir el flujo de dispersión entre dos linguetes polares adyacentes, de diferente polaridad magnética, o bien incluso elevar el flujo principal del circuito magnético.

20 Además, está previsto que el cuerpo del núcleo presente una longitud axial del cuerpo del núcleo y lo imanes permanentes presenten una longitud magnética axial unitaria, de manera que la longitud magnética axial está entre 0,6 veces y 1,2 veces la longitud axial del cuerpo del núcleo.

En particular, está previsto un rectificador en circuito de puente, con el que están conectados los arrollamientos. Los arrollamientos pueden estar conectados en este caso de diferente manera.

25 Además, está previsto que el circuito de puente comprenda diez elementos de diodos. En el caso de una máquina polifásica configurada como generador, el circuito de puente es con preferencia un rectificador de puente de 10 impulsos para una máquina de 5 fases, que presenta diez elementos de diodo. En particular, está previsto que los arrollamientos de la disposición de arrollamiento estén conectados en menos de diez puntos de conexión eléctrica con el circuito de puente. Se suprime una conexión en dos sistemas separados, como en el circuito de dos por tres fases.

30 Con ventaja está previsto que los arrollamientos estén conectados en una disposición de pentagrama. Esto significa que los arrollamientos están conectados entre sí de tal manera que están dispuestos de acuerdo con un pentagrama (pentagrama / estrella de cinco puntas). A este respecto, en el caso de cinco fases resultan cinco puntos de conexión. Para la conexión de los arrollamientos de acuerdo con un pentagrama, el ángulo de las fases α de los arrollamientos conectados directamente entre sí corresponde aproximadamente a 36° o bien exactamente a 36° .

35 De manera alternativa, está previsto que los arrollamientos estén conectados en una disposición de estrella fraccionaria, en la que cada uno de los arrollamientos está constituido por dos partes de arrollamiento fraccionados entre sí. La disposición de estrella fraccionaria presenta cinco punto de conexión, así como un punto de estrella común. Las piezas de arrollamiento conectadas directamente con el punto de estrella están conectados desplazados unos con respecto a los otros eléctricamente alrededor de 72° . Entre cada uno de los puntos de conexión y el punto de estrella están dispuestas dos piezas de arrollamiento en el cuerpo del núcleo de tal manera que las piezas de arrollamiento desfasadas a través de una inserción desplazada en la dirección circunferencial en la ranuras un ángulo de las fases α' de aproximadamente o bien exactamente 36° entre sí.

Otras ventajas se deducen a partir de las reivindicaciones dependientes.

45 La invención se refiere, además, a un procedimiento para la fabricación de una máquina eléctrica de varias fases. En particular de una máquina eléctrica mencionada anteriormente, que presenta un cuerpo de núcleo que presenta una división circunferencial de las ranuras. Está previsto que el número de las fases sea cinco y que para la creación del estator se monten un número de arrollamientos de acuerdo con el número de las fases o un múltiplo del número de las fases secuencialmente en el cuerpo del núcleo, de manera que los arrollamientos presentan secciones de arrollamiento que se insertan en ranuras asociadas, entre las cuales está configurada, respectivamente, una unión de cabezas de arrollamiento y las uniones de cabezas de arrollamiento de los arrollamientos individuales se estratifican radialmente por capas entre sí. A continuación se inserta el estator en el cuerpo de la máquina. En un procedimiento de este tipo, se prefabrican los arrollamientos y/o el estator de manera que es posible una introducción sencilla y efectiva de los arrollamientos. Para obtener un ruido magnético lo más reducido posible, el número de las fases es cinco, siendo el número de los arrollamientos a insertar cinco o un múltiplo de cinco. En particular, está previsto que la unión de los arrollamientos se realice de forma sucesiva. El número de los procesos de unión corresponde al número de las fases o a un múltiplo del mismo. De esta manera, se consiguen capas radiales que se suceden unas

5 detrás de las otras. El número de los arrollamientos que deben montarse individualmente corresponde al número de las fases o a un múltiplo del número de las fases, por lo que el número de las capas radiales corresponde de la misma manera al número de las fases o a un múltiplo del mismo. En configuración conveniente de la invención, los arrollamientos en la cabeza de arrollamiento que están radiales directamente adyacentes se montan alrededor de un número predeterminado de divisiones de ranuras desplazadas entre sí, el llamado desplazamiento de las ranuras, en el cuerpo del núcleo.

Con ventaja está previsto que el número de las capas radiales corresponda al número de las fases.

10 Además, está previsto que los arrollamientos sean arrollamientos sencillos. En el caso de un arrollamiento sencillo, las uniones de la cabeza de arrollamiento que se conectan en las secciones de abollamiento se extienden después de la salida axial desde la ranura en una dirección circunferencial o bien esencialmente en una dirección circunferencial.

A tal fin está previsto especialmente que el desplazamiento de las ranuras sea $5 \cdot m + 4$ ranuras, siendo m un número entero mayor o igual a 0. De esta manera, la cabeza de arrollamiento es más uniforme en su forma y se reduce el ruido de la circulación.

15 De manera alternativa, está previsto que los arrollamientos sean arrollamientos distribuidos. En el caso de un arrollamiento distribuido, las uniones de la cabeza de arrollamiento que se conectan en las secciones de arrollamiento se extienden después de la salida axial desde la ranura esencialmente igual distribuidas en ambas direcciones circunferenciales.

20 A tal fin está previsto de manera ventajosa que el desplazamiento de las ranuras sea $5 \cdot m + 1$, siendo m un número entero mayor que 0.

Con ventaja está previsto que los arrollamientos estén configurados como arrollamientos de bucle o como arrollamientos ondulados.

En configuración conveniente de la invención, la creación del estator comprende las siguientes etapas:

25 - inserción de capas de los arrollamientos en un paquete de chapas de estator que presenta dos extremos de paquetes de chapa de estator,

- flexión redonda del paquete de chapas de estator con abollamientos de inserción y

- conexión por unión el material de los dos extremos de los paquetes de chapas de estator, de manera que resulta un cuerpo de núcleo cilíndrico del estator.

30 A través de la inserción secuencial de los arrollamientos en un paquete plano de chapas de estator se simplifica el proceso de montaje y se evitan daños de los alambres que forman los arrollamientos. A través de la flexión doblada siguiente del paquete de chapa de estator con arrollamientos insertados se obtiene un cuerpo de núcleo del estator, que presenta en particular una configuración de forma cilíndrica hueca. El cuerpo de núcleo que resulta de esta manera se puede premontar completamente a continuación en el cuerpo de máquina.

35 Por lo demás, está previsto que las uniones de la cabeza de arrollamiento formen cabezas de arrollamiento, que son estampadas antes de la inserción de los arrollamientos en el paquete de estator plano y a través de la estampación adoptan una forma predeterminada, de manera que la altura total radial de todos los arrollamientos estratificados entre sí corresponde aproximadamente a la profundidad de la ranura. En este caso resulta especialmente durante la configuración de arrollamientos planos para la inserción en un paquete plano de chapas de estator que las uniones de la cabeza de arrollamiento forman cabeza de arrollamiento, a partir de las cuales se estampan las uniones de la
40 cabeza de arrollamiento de al menos un arrollamiento. En este caso, las uniones de la cabeza de arrollamiento están dispuestas radialmente por capas.

Además, está previsto que las secciones de arrollamiento de los arrollamientos sean estampadas antes de la inserción de los arrollamientos en el paquete de estator plano y a través de la estampación adopten una forma predeterminada, de manera que ésta se adapta a la sección transversal de la ranura.

45 En un desarrollo de la invención está previsto, además, que de manera alternativa, el procedimiento para la creación del estator comprenda las siguientes etapas:

- prefabricación de los arrollamientos a partir de al menos un alambre de arrollamiento continuo en una forma de unidades de arrollamiento en forma de anillo esencialmente planas,

50 - conformación de unidades de arrollamiento en forma de anillo en unidades de arrollamiento en forma de estrella con secciones de arrollamiento, entre la que está configurada, respectivamente, una unión de la cabeza de

arrollamiento y

- montaje siguiente superpuesto de los arrollamientos radiales directamente adyacentes en la cabeza de arrollamiento alrededor de un número predeterminado de divisiones de la ranura desplazados entre sí en las ranuras de un cuerpo de núcleo cilíndrico.

- 5 Las unidades de arrollamiento en forma de estrella presentan en este caso secciones de arrollamiento rectas, que se extienden en esta fase de fabricación en dirección radial y se insertan más tarde en dirección axial en las ranuras. Entre las secciones rectas de arrollamiento se encuentran piezas de arrollamiento que se extienden, respectivamente, en dirección circunferencial, que forman más tarde las uniones de la cabeza de arrollamiento. El número predeterminado de divisiones de la ranura corresponde al llamado desplazamiento de la ranura.
- 10 En este caso, está previsto con preferencia que las unidades de arrollamiento en forma de estrella estén divididas en dos mitades y sean giradas en una división polar una con respecto a la otra, resultando unidades de arrollamiento para arrollamientos distribuidos. En otro arrollamiento, las uniones de la cabeza de arrollamiento que se conectan en las secciones de arrollamiento se extienden después de la salida axial desde la ranura esencialmente igual distribuidas en ambas direcciones circunferenciales. En este caso, se dividen las unidades de arrollamientos inicialmente en forma de anillo, transformadas en forma de estrella, en dos mitades, se giran alrededor de una división polar una con respecto a la otra, con lo que se obtienen unidades de arrollamiento para arrollamientos distribuidos. Los arrollamientos prefabricados de esta manera se pueden fabricar mecánicamente y se pueden introducir mecánicamente en el cuerpo de núcleo, lo que es especialmente efectivo y eficiente.

Breve descripción de los dibujos

- 20 A continuación se explica en detalle la invención en varios ejemplos de realización con la ayuda de los dibujos correspondientes. La invención no está limitada a los ejemplos de realización. En este caso:
- La figura 1 muestra una representación en sección de una máquina eléctrica configurada como generador de polos de garras.
- La figura 2 muestra un estator para una máquina eléctrica con un arrollamiento ondulado distribuido.
- 25 La figura 3 muestra una vista en planta superior sobre el estator de la figura 2.
- La figura 4 muestra una vista en planta superior sobre un estator con arrollamientos ondulados sencillos.
- La figura 5 muestra un diagrama de un circuito de puente de un estator de 5 fases en disposición de pentagrama.
- La figura 6 muestra un diagrama de una conexión de un estator de 5 fases en una disposición como estrella fraccionaria.
- 30 La figura 7 muestra un rotor de polos de garras con ranuras preparadas para el equipamiento magnético.
- La figura 8 muestra dos linguetes de garras con un imán permanente.
- La figura 9 muestra una sección transversal a través de una zona de un cuerpo de núcleo con una ranura.
- La figura 10 muestra un diagrama, en el que la corriente del generador es aplicada a través de la relación entre la anchura de la ranura y la altura del yugo.
- 35 La figura 11 muestra un diagrama, en el que la corriente del generador es aplicada a través de la relación entre la altura del yugo y la profundidad de la ranura.
- La figura 12 muestra una unidad de arrollamiento en forma de anillo.
- La figura 13 muestra una unidad de arrollamiento en forma de estrella.
- 40 La figura 14 muestra etapas de fabricación de un arrollamiento distribuido de una unidad de arrollamiento inicialmente en forma de anillo.
- La figura 15 muestra (en principio) un paquete de estator plano en forma de paralelepípedo.
- La figura 16 muestra (en principio) un cuerpo de núcleo cilíndrico de un paquete de estator previamente plano, doblado redondo.
- 45 La figura 17 muestra una cabeza de arrollamiento con conectores de la cabeza de arrollamiento dispuestos por capas, y

Las figura 18 a 26 muestran diversas representaciones (en principio) de los ejemplos de realización de los arrollamientos en el cuerpo del núcleo.

Descripción de los ejemplos de realización

5 La figura 1 muestra una máquina eléctrica 2 de varias fases configurada como generador 1, como se utiliza, por ejemplo, en automóviles. La máquina eléctrica 2 presenta un estator 3 con un cuerpo de núcleo 4 y una disposición de arrollamiento 5. El estator 3 es soportado por medio de dos placas de cojinete, una placa de cojinete de accionamiento 7 dirigida hacia la polea 6 y una placa de cojinete 8 de anillo rozante. En este caso, el estator 3 rodea radialmente un rotor 10 dispuesto sobre un árbol 9. El rotor 10 presenta dos pletinas polares de garras, en cuya periferia exterior están dispuestos unos linguetes de garras 13, 14 configurados esencialmente de forma trapezoidal y que se extienden en cada caso en dirección axial. Ambas pletinas de polos de garras están dispuestas en el rotor de tal forma que sus linguetes de garras, que se extienden en dirección axial, engranan unos dentro de los otros y alternan en la periferia del rotor entre sí como polo Norte y polo Sur. De esta manera, resultan espacios intermedios de polos de garrar necesarios magnéticamente entre los linguetes de garras magnetizados en sentido opuesto y que están colocados enfrentados en dirección circunferencial. Las puntas de los linguetes de garras 15, 16 de linguetes de garras 13, 14 opuestos entre sí en dirección circunferencial tienen una distancia axial A. El rotor 10 está constituido esencialmente de forma cilíndrica y presenta un núcleo 17, que mantiene a distancia las dos pletinas de polos de garras y que está rodeado por un arrollamiento de excitación 18 en forma de anillo. Las pletinas de polos de garras 11, 12, el núcleo 17 y el arrollamiento de excitación 18 forman una parte 30 magnéticamente activa del rotor 10 con una longitud C. En este caso, el rotor 10 tiene un diámetro exterior B, el árbol 9 está alojado a ambos lados, respectivamente, en un rodamiento 19, 20, que están dispuestos en cada caso en una de las dos placas de cojinete 7, 8. Detrás de la placa de cojinete de anillo rozando 8 – fuera de la placa de cojinete – se encuentra en este ejemplo de realización un circuito de puente 21 de 10 impulsos no representado en detalle y un regulador de campo eléctrico que regula la excitación electromagnética del rotor 10, que contacta con el arrollamiento de excitación 18, de manera que tanto el circuito de puente de 10 impulsos como también el regulador de campo pueden estar dispuestos dentro de la polaca de cojinete de anillo rozante. El circuito de puente 21 de 10 impulsos está configurado en este caso como rectificador de puente 22 y se representa en las figuras 5 y 6 como diagrama. En las superficies frontales 23, 24 del rotor 10 se conecta axialmente en cada caso un ventilador radial 25, 26. Los ventiladores radiales 25, 26 sirven para la refrigeración de la máquina eléctrica 2, en particular del estator 3 sobre sus cabezas de arrollamiento 27, 28. A tal fin, se aspira aire fresco axialmente a través de orificios de entrada de aire 29, se invierten en dirección radial y se desvían sobre al menos una parte de las cabezas de arrollamiento 27, 28, de manera que las refrigera. El cuerpo de núcleo 4 configurado especialmente como paquete de chapas de estator 31 tiene una longitud del cuerpo de núcleo axial D. La longitud de estator E de todo el estator 3 es el doble de la longitud axial de la cabeza de arrollamiento F mayor que la longitud D del cuerpo de núcleo 4.

35 Resulta la siguiente función de la máquina eléctrica 2 configurada como generador: si se acciona el árbol 9 de forma giratoria por un accionamiento a través de la polea 6, entonces el rotor 10 gira se induce en la disposición de arrollamiento 5 del estator 3 – en el caso de flujo de corriente a través del arrollamiento de excitación 18 – una tensión alterna polifásica, que es rectificadora a través del rectificador de puente 22, en el que está conectada una disposición de arrollamiento 32 del estator 3. De manera alternativa, la disposición de arrollamiento 32 puede estar conectada también, de acuerdo con la representación en la figura 20, sobre o en la proximidad de una cabeza de arrollamiento.

45 La figura 2 muestra el estator 3 con cuerpo de núcleo 4. El cuerpo de núcleo 4 presenta una división inicial de la ranura, que está constituida por doce grupos de ranuras 34. Cada grupo de ranuras 34 se extiende sobre una división polar y presenta 5 ranuras 35, 36, 37, 38, 39. Cada una de estas ranuras 36 a 39 de un grupo de ranuras 34 está asociada a una de las cinco fases. En general, en el estator 3 representado en la figura 2 resultan, por lo tanto, 60 ranuras 36 a 39 en cinco fases, de manera que este estator 3 está diseñado para un rotor 10 con doce polos magnéticos. En el cuerpo del núcleo 4 de la figura 2 están montados cinco arrollamientos 45, 46, 47, 48, 49 configurados como arrollamientos 40, 41, 42, 43, 44 distribuidos, de manera que éstos están configurados como arrollamientos ondulados 50, 51, 52, 53, 54. Cada uno de los arrollamientos ondulados 50, 51, 52, 53, 54 está constituido igual, pero insertados en ranuras 35, 36, 37, 38, 39 asociadas a ellos. La estructura del arrollamiento 49 configurado como arrollamiento ondulado 54 marcado oscuro se representa aquí a modo de ejemplo. En el caso de un arrollamiento ondulado 54, en cada caso de forma periódica una sección de arrollamiento 55 (conductor activo) insertada activamente en una ranura 39 asociada sigue a un arrollamiento de la cabeza de arrollamiento 56, de manera que se obtiene un arrollamiento 54 de forma ondulada. Mientras que la sección de arrollamiento 55 está insertada en una ranura 39 asociada, la unión de cabeza angular 56 cubre, respectivamente, una de las zonas extremas 57, 58 que se conectan en el paquete hasta la ranura correspondiente 39 del grupo de ranuras 34 siguiente. La secuencia que se sucede periódicamente de una sección de arrollamiento 55 y una unión de la cabeza de arrollamiento 56 en forma ondulada permite la aparición del arrollamiento ondulado 54. Las uniones de la cabeza de arrollamiento 56 están dispuestas en este caso radialmente por capas, de manera que cada una de las uniones de la cabeza de arrollamiento 56 y cada una de las secciones de arrollamiento 55 de una posición radial H, I, J, K, L asociada a su arrollamiento 49 correspondiente están insertados en el cuerpo del núcleo 4. Por la posición radial H, I, J, K, L de un arrollamiento 45, 46, 47, 48, 49 debe entenderse la posición radial respectiva de este arrollamiento en

la cabeza de arrollamiento. El arrollamiento correspondiente – por ejemplo el arrollamiento 49 – corresponde entonces en el circuito correspondiente a una fase, que está asociada a esta posición radial L. Las uniones de cabeza de arrollamiento 56 de cada uno de los arrollamientos 45, 46, 47, 48, 49 configura en ambas zonas extremas 57, 58 del cuerpo de núcleo 4 las cabezas de arrollamiento 27, 28.

5 La figura 3 muestra una vista en planta superior sobre el estator 3 de la figura 2.

La figura 4 muestra una vista en planta superior sobre un estator 4 con arrollamientos ondulados sencillos. El cuerpo del núcleo 4 del estator 3 presenta, respectivamente, doce grupos de ranuras 34, respectivamente, con cinco ranuras cada uno 35, 36, 37, 38, 39, que se extienden desde el lado interior 59 del cuerpo de núcleo 4 radialmente en el interior de éste. Entre las ranuras 35, 36, 37, 38, 39 resultan dientes 61, 62, 63, 64, 65 con superficies dentadas 66 ensanchadas en el lado interior radial 59. Estas superficies dentadas 66 ensanchadas de dos dientes 61, 62, 63, 64, 65 vecinos permiten aparecer en el lado interior 59, respectivamente, una muesca de ranura 67 estrechada, cuya anchura de la muesca de la ranura N es menor que la anchura máxima de la ranura O en dirección circunferencial de la ranura 35, 36, 37, 38, 39. Las dimensiones correspondientes se muestran en la figura 4. Las figuras 3 y 4 muestran, respectivamente, cinco arrollamientos ondulados 50, 51, 52, 53, 54, que están montados en cinco capas radiales H, I, J, K, L diferentes de las uniones de la cabeza de abollamiento en el cuerpo del núcleo 4. En el arrollamiento ondulado distribuido representado en la figura 5 tiene lugar un relleno claramente más elevado de las ranuras 35, 36, 37, 38, 39, de manera que las uniones de la cabeza de arrollamiento 56 de los arrollamientos distribuidos 40, 41, 42, 43, 44 están dispuestas radialmente por capas. A tal fin, en cada caso dos secciones de arrollamiento 55 de un arrollamiento distribuido 40, 41, 42, 43, 44 se encuentran sobre una capa radial en una ranura 35, 36, 37, 38, 39 asociada. En el estator 3 representado en la figura 4 con arrollamientos ondulados 50, 51, 52, 53, 54 sencillos, el relleno de las ranuras 35, 36, 37, 38, 39 individuales es menor, de manera que también aquí a cada uno de los arrollamientos 40, 41, 42, 43, 44 están asociadas ranuras fijas 35, 36, 37, 38, 39 de los grupos de ranuras 34 y de las posiciones radiales H, I, J, K, L correspondientes de las uniones de la cabeza de arrollamiento.

La figura 5 muestra un circuito 70 de acuerdo con un pentagrama (pentagrama) 71 de la disposición de arrollamiento 5. El circuito puede estar dispuesto en el rectificador de puente 22 o en la proximidad de una cabeza de arrollamiento 27, 28. A tal fin, el arrollamiento 45 y el arrollamiento 46 están conectados en el punto de conexión 72 con una toma central de la primera derivación del puente 73. El arrollamiento 46 está conectado con el arrollamiento 47 en el punto de conexión 74 y con la cuarta derivación del puente 75, el arrollamiento 47 está conectado con el arrollamiento 48 en el punto de conexión 76 con la segunda derivación del puente 77. El arrollamiento 48 está conectado con el arrollamiento 49 en el punto de conexión 78 con la quinta derivación de puente 79 y el arrollamiento 49 está conectado con el arrollamiento 45 en el punto de conexión 80 con la tercera derivación de puente 81. El ángulo de fase α entre los arrollamientos 45, 46, 47, 48, 49 conectados en los puntos de conexión 72, 74, 76, 78, 80 se representa a modo de ejemplo en los puntos de conexión 78 y 74. El ángulo de fases α tiene aproximadamente o bien exactamente 36° . Las derivaciones del puente 73, 75, 77, 79, 81 presentan, respectivamente, dos diodos 83 configurados como diodos rectificadores 82.

La figura 6 muestra el circuito de la disposición de arrollamiento 5 como estrella fraccionaria. El circuito puede estar dispuesto en al rectificador de puente 22 o en la proximidad de una cabeza de arrollamiento. Respectivamente, dos partes 85, 86 desfasadas entre sí en un ángulo de las fases α' de los arrollamientos 45, 46, 47, 48, 49 están conectadas en serie en el punto de conexión 87 respectivo. A tal fin, las dos partes 85, 86 están insertadas desplazadas entre sí en el cuerpo del núcleo 4, de tal manera que éstas presentan, respectivamente, un ángulo de las fases α' , respectivamente, de aproximadamente o bien exactamente 36° . Los arrollamientos 45, 46, 47, 48, 49 están conectados, por una parte, en un punto común de la estrella 88 y, por otra parte, en los puntos de conexión 72', 74', 76', 78', 80' y las derivaciones de puente 73, 75, 77, 79, 81 del rectificador de puente 22 de cinco fases.

La figura 7 y la figura 8 muestran en una representación tridimensional un rotor 10 de la máquina eléctrica 2 representada en la figura 1. La superficie envolvente 90 del rotor 10 se forma por dos por seis linguetes de garras 13, 14 (polos en forma de garras), que están dispuestos alternando en la periferia. Entre un linguete de garra 13 y un linguete de garra 14 se encuentra un espacio intermedio 97, que está delimitado por flancos 91 de los linguetes de garras 13,1 4. En los flancos 9 se encuentra, respectivamente, una ranura polar 92, 93, que se extiende sobre la longitud completa del linguete de garras 13, 14. En cada uno de los espacios intermedios 97 se puede insertar un imán permanente 94, que es retenido por un elemento de retención 95 entre los linguetes de garras 13, 14. A tal fin, un canto 96 del elemento de retención 96 en forma de listón encaja en ambos lados en las ranuras polares 92, 93. Los imanes permanentes 94 sirven en este caso para la compensación del flujo de dispersión magnético entre los linguetes de garras 13, 14 magnéticos en sentido opuesto. A través de la compensación del flujo de dispersiones eleva la cesión de potencia. Para la reducción del ruido magnético, los linguetes de garras 13, 14 se pueden biselar en sus cantos ascendentes y/o descendentes con respecto a la dirección circunferencial.

También se puede utilizar un rotor sin imanes permanentes, de manera que entonces se pueden suprimir medidas correspondientes para la fijación de los imanes, como por ejemplo las ranuras polares 92, 93.

La figura 9 muestra una sección transversal a través de una zona del cuerpo de núcleo 4 con una ranura 35, 36. 37.

- 38, 39 en la que se insertan las secciones de arrollamiento 55 de alambre de arrollamiento 60. La figura 9 ilustra las relaciones de tamaño entre la anchura de la muesca de ranura N, la anchura máxima de la ranura O y la profundidad Q de las ranuras 35, 36, 37, 38, 39, la altura del yugo R del cuerpo de núcleo 4 y el diámetro P del alambre de arrollamiento 60. La altura del yugo R es la distancia radial entre el fondo de una ranura en el cuerpo de núcleo 4 y el diámetro exterior opuesto del cuerpo de núcleo 4.
- La figura 10 muestra un diagrama, en el que la corriente rectificada del generador se representa en amperios sobre la relación entre la anchura máxima de la ranura O y la altura del yugo R. En este caso, la curva característica del generador I1 muestra en el intervalo de $0,5 < O/R < 0,9$ un desarrollo plano a nivel alto hasta 90 A.
- La figura 11 muestra un diagrama, en el que la corriente rectificada del generador se representa en amperios sobre la relación entre la altura del yugo R y la profundidad de la ranura Q. En este caso, la curva característica L2 muestra en el intervalo $0,3 < R/Q < 0,5$ un desarrollo casi constante en aproximadamente 85 A.
- La figura 12 muestra una unidad de arrollamiento 100 aproximadamente en forma de anillo y con preferencia plana como fase previa para la creación de la unidad de arrollamiento 105 en forma de estrella, que se representa en la figura 13. La unidad de arrollamiento 105 en forma de estrella presenta secciones rectas del arrollamiento 55', que se extienden en esta fase de fabricación en dirección radial y se insertan más tarde en dirección axial en las ranuras. Entre las secciones de arrollamiento rectas 55' se encuentran piezas de arrollamiento 56', que se extienden en cada caso en dirección circunferencial, que forman más tarde las uniones de la cabeza de arrollamiento 56.
- La figura 14 muestra en tres etapas (figuras 14a – 14c) la fabricación de un arrollamiento ondulado distribuido formador por unidades de arrollamiento 100 en forma de anillo. En una fase previa (figura 14a) se crean unidades de arrollamiento 100 en forma de anillo, cuya primer mitad 101 está arrollada en una primera dirección (flecha 102) y cuya segunda mitad 103 está arrollada en la dirección opuesta (flecha 104). A partir de esta fase previa se crean unidades de arrollamiento 105 en forma de estrella, ver también la figura 14b. Las unidades de arrollamiento 105 en forma de estrella se dividen en dos mitades 101', 103', que están formadas a partir de las mitades 101, 103 de las unidades de arrollamiento 100 en forma de anillo. Las mitades 101', 103' se giran a continuación alrededor de una división polar en dirección circunferencial entre sí (flecha 106), de manera que resulta una unidad de arrollamiento para un abollamiento distribuido 107, ver también la figura 14c.
- La figura 15 muestra un ejemplo de un paquete plano de chapas de estator 108, que presenta dos extremos de paquete de chapas de estator 109, 110. A través de la flexión redonda del paquete de chapa de estator 108 y de la conexión siguiente de los dos extremos del paquete de chapas de estator 109, 110 resulta el cuerpo de núcleo 4 mostrado en la figura 16 con un lugar de unión 120. En el procedimiento de acuerdo con la invención, se introducen los arrollamientos 45, 46, 47, 48, 49 antes de la flexión redonda en el paquete de chapas de estator 108, éstas no se representan en la figura 16.
- Todas las tres representaciones de la figura 17 muestran las uniones de la cabeza de arrollamiento 56 de una fase. La flecha 111 apunta en dirección axial, la flecha 112 apunta en dirección circunferencial y la flecha 113 apunta en dirección radial.
- La figura 17a muestra las secciones de arrollamiento de un arrollamiento realizado de acuerdo con la invención en la ranura y en la cabeza de arrollamiento para una división polar. Se representa la transición de las secciones de arrollamiento a las uniones de la cabeza de arrollamiento de un arrollamiento en la vista en planta superior desde el taladro. La representación de la figura 17b muestra en una sección longitudinal la transición de las secciones de arrollamiento en la ranura hacia las uniones de la cabeza de arrollamiento en la zona de la cabeza de arrollamiento, que se encuentran en la posición radial más exterior.
- La representación de la figura 17c muestra en una sección longitudinal la transición de las secciones de arrollamiento en la ranura a las uniones de la cabeza de arrollamiento en la zona de la cabeza de arrollamiento, que se encuentran en la segunda posición radialmente más exterior.
- Las figuras 18 a 26 muestran diferentes formas de realización y esquemas de abollamiento de acuerdo con la invención. La figura 18 muestra un estator con arrollamiento ondulado sencillo, en el que están marcadas las uniones de la cabeza de arrollamiento de una fase.
- La figura 19 muestra una vista sobre una cabeza de arrollamiento de un arrollamiento ondulado sencillo, en el que están marcadas las uniones de la cabeza de arrollamiento de una fase.
- La figura 20 muestra una vista desde el taladro sobre un estator desplegado en un plano con seis polos y treinta ranuras 35, 36, 37, 38, 29, en el que cada fase está constituida por un arrollamiento ondulado sencillo 50, 51, 52, 53, 54, con conexiones 72, 74, 76, 78, 80 correspondientes, por ejemplo para la conexión en disposición de pentagrama en un rectificador de acuerdo con la figura 5.
- La figura 21 muestra una vista desde el taladro sobre un estator desplegado en un plano con seis polos y treinta

ranuras 35, 36, 37, 38, 39 con un arrollamiento ondulado distribuido, con conexiones 72, 74, 76, 78, 80 correspondientes por ejemplo para la conexión en disposición de pentagrama en un rectificador de acuerdo con la figura 5.

5 La figura 22 muestra un esquema de arrollamiento para un estator con seis polos y treinta ranuras 35, 36, 37, 38, 39, con un arrollamiento ondulado sencillo, con conexiones 72, 74, 76, 78, 80 correspondientes, por ejemplo para la conexión en disposición de pentagrama en un rectificador de acuerdo con la figura 5.

La figura 23 muestra un esquema de arrollamiento para un estator con seis polos y treinta ranuras 35, 36, 37, 38, 39 con un arrollamiento ondulado distribuido, con conexiones 72, 74, 76, 78, 80 correspondientes, por ejemplo para la conexión en disposición de pentagrama en un rectificador de acuerdo con la figura 5.

10 La figura 24 muestra un esquema de arrollamiento para un arrollamiento de bucles sencillo para un estator con doce polos y sesenta ranuras 35, 36, 37, 38, 39, con conexiones 72, 74, 76, 78, 80 correspondientes, por ejemplo para la conexión en disposición de pentagrama en un rectificador de acuerdo con la figura 5.

15 La figura 25 muestra una vista desde el taladro sobre una parte de un estator desplegado en un plano, con un arrollamiento de bucles sencillo, en el que está marcada la fase radial más interior. Entre las uniones de la cabeza de arrollamiento 56 está dispuesto, respectivamente, un conector de bucles 114.

La figura 26 muestra finalmente una vista desde el taladro sobre una parte de un estator desplegado en un plano con arrollamiento de bucles distribuido, en el que está marcada la fase radialmente más interior.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Máquina eléctrica de fases múltiples, en particular generador (1) de fases múltiples, con un estator (3), que presenta un cuerpo de núcleo (4) que presenta una división circunferencial de las ranuras y una disposición de arrollamiento (5) con varios arrollamientos (45, 46, 47, 48, 49) que forman fases y el número de fases es cinco, en el que cada arrollamiento (45, 46, 47, 48, 49) y cada ranura (35, 36, 37, 38, 39) de un grupo de ranuras que se extiende sobre la división de los polos está asociada a una de las fases y los arrollamientos (45, 46, 47, 48, 49) presentan secciones de arrollamiento (55) que encajan en ranuras (35, 36, 37, 38, 39) correspondientes, entre la cuales está configurada, respectivamente, una unión de la cabeza de arrollamiento (56), caracterizada porque las uniones de la cabeza de arrollamiento (56) de arrollamientos diferentes (45, 46, 47, 48, 49) están dispuestas radialmente por capas entre sí.
- 10 2.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque las uniones respectivas de la cabeza de arrollamiento (56) de un arrollamiento (45, 46, 47, 48, 49) están dispuesta en una posición radial unitaria (H, I, J, K, L).
- 15 3.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque el número de las ranuras (35, 36, 37, 38) corresponde a un múltiplo del número de las fases.
- 4.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque el número de las posiciones radiales (H, I, J, K, L) corresponde al número de las fases o a un múltiplo del número de las fases.
- 5.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque los arrollamientos (40, 41, 42, 43, 44) son arrollamientos sencillos o arrollamientos distribuidos (45, 46, 47, 48, 49).
- 20 6.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque los arrollamientos (40, 41, 42, 43, 44) están configurados como arrollamientos de bucle o como arrollamientos ondulados (50, 51, 52, 53, 54).
- 7.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque cada una de las ranuras (35, 36, 37, 38, 39) presenta una anchura máxima de la ranura (O) que es mayor que el doble del diámetro (P) de un alambre de arrollamiento (60), del que están arrollados los arrollamientos (45, 46, 47, 48, 49).
- 25 8.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque cada una de las ranuras (35, 36, 37, 38, 39) presenta en su extremo radialmente interior una muesca de ranura (67), cuya anchura de la muesca de la ranura (N) es menos que el doble del diámetro (P) del alambre de arrollamiento (60).
- 9.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque la anchura máxima de la ranura (O) es menor que una altura del tugo (R) del cuerpo del núcleo (4) configurado como paquete de chapas de acero.
- 30 10.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque la relación entre la anchura máxima de la ranura (O) y la altura del yugo (R) del paquete de chapas del estator está en el intervalo entre 0,5 y 0,9.
- 35 11.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque cada una de las ranuras (35, 36, 37, 38, 39) presenta una profundidad de la ranura (Q), en la que la relación entre la altura del yugo (R) y la profundidad de la ranura (Q) está en el intervalo entre 0,3 y 0,5.
- 40 12.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada por un rotor (10) con un número de polos que, multiplicado por el número de fases, da como resultado el número de las ranuras (35, 36, 37, 38, 39).
- 13.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque el rotor presenta una parte (30) activa magnéticamente con un diámetro exterior (B) y con una longitud axial (C), en la que el diámetro exterior (B) es mayor que la longitud (C) de la parte magnéticamente activa (30).
- 45 14.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque el rotor (10) está constituido en tipo de construcción de polos de garras con dos mitades de ruedas polares y presenta un núcleo que se encuentra axialmente entre las mitades de ruedas polares, en la que las garras configuradas esencialmente de forma trapezoidal presentan superficies polares, que están colocadas opuestas al taladro del estator.
- 50 15.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque entre los linguetes de garras (13, 14) están dispuestos imanes permanentes (94) para la compensación del flujo de dispersión.

- 16.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque el cuerpo de núcleo (4) presenta una longitud axial (D) del cuerpo de núcleo y los imanes permanentes (94) presentan una longitud magnética axial (M) esencialmente unitaria, en la que la longitud magnética axial (M) está entre 0,6 veces y 1,2 veces la longitud axial (D) del cuerpo de núcleo.
- 5 17.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada por un rectificador en circuito de puente (21) con el que están conectados los arrollamientos (45, 46, 47, 48, 49).
- 18.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque el circuito de puente comprende diez elementos de diodos.
- 10 19.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque los arrollamientos (45, 46, 47, 48, 49) están conectados en una disposición de pentagrama (71).
- 20.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque los arrollamientos (45, 46, 47, 48, 49) están conectados en una disposición de estrella fraccionaria (84), en la que cada uno de los arrollamientos (45, 46, 47, 48, 49) está constituido por dos lugares de arrollamiento fraccionarios (85, 86) entre sí.
- 15 21.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque en cada caso dos linguetes de garras (13, 14) colocados opuestos entre sí en el lado circunferencial, magnetizados en sentido opuesto, presentan una distancia axial (A) de sus puntas de linguetes de garras (15, 16), en la que la distancia axial (A) de las puntas de linguetes de garras (15, 16) está entre 0,7 veces y 1,0 vez la longitud axial (D) del cuerpo de núcleo.
- 20 22.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque los linguetes de garras (13, 14) presentan un chaflán en sus cantos ascendentes (98') y/o en sus cantos descendentes (98) con respecto a la dirección circunferencial.
- 23.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque la relación entre la altura del yugo (R) y la periferia exterior del estator es inferior a 0,015.
- 25 24.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada por al menos un ventilador radial (25, 26), que está montado en una superficie frontal axial del rotor, en la que el ventilador radial (25, 26) genera una corriente de aire predominantemente radial, que está dirigida sobre una parte de las uniones de la cabeza de arrollamiento (56), que forman dos cabezas de arrollamiento (27, 28), de los arrollamientos (45, 46, 47, 48, 49).
- 30 25.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones, caracterizada porque los arrollamientos están conectados entre sí, en la que la conexión está dispuesta en la proximidad de una cabeza de arrollamiento o en el rectificador.
- 26.- Máquina eléctrica de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 24, caracterizada porque los arrollamientos están conectados entre sí en puntos de conexión, de manera que al menos dos arrollamientos a conectar salen desde las ranuras vecinas.
- 35 27.- Procedimiento para la fabricación de una máquina eléctrica de varias fases, en particular de una máquina eléctrica de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, con un estator, que presenta un cuerpo de núcleo que presenta una división circunferencial de la ranura y una disposición de arrollamiento con varios arrollamientos que forman fases, en el que el número de las fases es cinco y para la creación del estator se montan una pluralidad de números de fases de forma secuencial en el cuerpo del núcleo, de manera que los arrollamientos presentan secciones de arrollamiento insertadas en ranuras asociadas, entre las que está configurada en cada caso una unión de la cabeza de arrollamiento y las uniones de la cabeza de arrollamiento de los arrollamientos individuales son estratificada radialmente por capas entre sí.
- 40 28.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 27, caracterizado porque los arrollamientos son arrollados como arrollamientos sencillos.
- 45 29.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 28, caracterizado porque se montan arrollamientos radialmente directamente vecinos desplazados con un desplazamiento de las ranuras entre sí en el cuerpo de núcleo y el desplazamiento de las ranuras 5^m+4 ranuras, de manera que m es un número entero mayor o igual a 0.
- 50 30.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 27, caracterizado porque los arrollamientos son arrollados como arrollamientos distribuidos.
- 31.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 30, caracterizado porque se montan arrollamientos radialmente directamente vecinos desplazados con un desplazamiento de las ranuras entre sí en el cuerpo de núcleo y el

desplazamiento de las ranuras $5'm+1$ ranuras, de manera que m es un número entero mayor o igual a 0.

32.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 27 a 31, caracterizado porque los arrollamientos son configurados como arrollamientos de bucle o como arrollamientos ondulados.

5 33.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 27 a 32, caracterizado porque para la creación del estator se realizan las etapas siguientes:

- inserción de capas de los arrollamientos en un paquete de chapas de estator que presenta dos extremos de paquetes de chapa de estator,
- flexión redonda del paquete de chapas de estator con abollamientos de inserción y
- conexión por unión el material de los dos extremos de los paquetes de chapas de estator, de manera que

10 resulta un cuerpo de núcleo cilíndrico del estator.

15 34.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 27 a 33, caracterizado porque las uniones de la cabeza de arrollamientos forman cabezas de arrollamientos, que son estampadas antes de la inserción de los arrollamiento en el paquete plano de estator y adoptan a través de la estampación una forma predeterminada, en el que la altura total de todos los arrollamientos estratificados entre sí corresponde aproximadamente a la profundidad de la ranura.

35.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 27 a 34, caracterizado porque las secciones de los arrollamientos son estampada antes de la inserción de los arrollamientos en el plano de estator plano y porque a través de la estampación adoptan una forma predeterminada, de manera que se adapta a la sección transversal de la ranura.

20 36.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 27 a 35, caracterizado porque para la creación del estator se realizan las siguientes etapas:

- prefabricación de los arrollamientos a partir de al menos un alambre de arrollamiento continuo en una forma de unidades de arrollamiento en forma de anillo esencialmente planas,
- conformación de unidades de arrollamiento en forma de anillo en unidades de arrollamiento en forma de

25 estrella con secciones de arrollamiento, entre la que está configurada, respectivamente, una unión de la cabeza de arrollamiento y

- montaje siguiente superpuesto de los arrollamientos radiales directamente adyacentes en la cabeza de arrollamiento alrededor de un número predeterminado de divisiones de la ranura desplazados entre sí en las ranuras de un cuerpo de núcleo cilíndrico.

30 37.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque las unidades de arrollamiento en forma de estrella están divididas esencialmente en dos mitades y son giradas alrededor de una división polar entre sí, de manera que resultan unidades de arrollamiento para arrollamientos distribuidos.

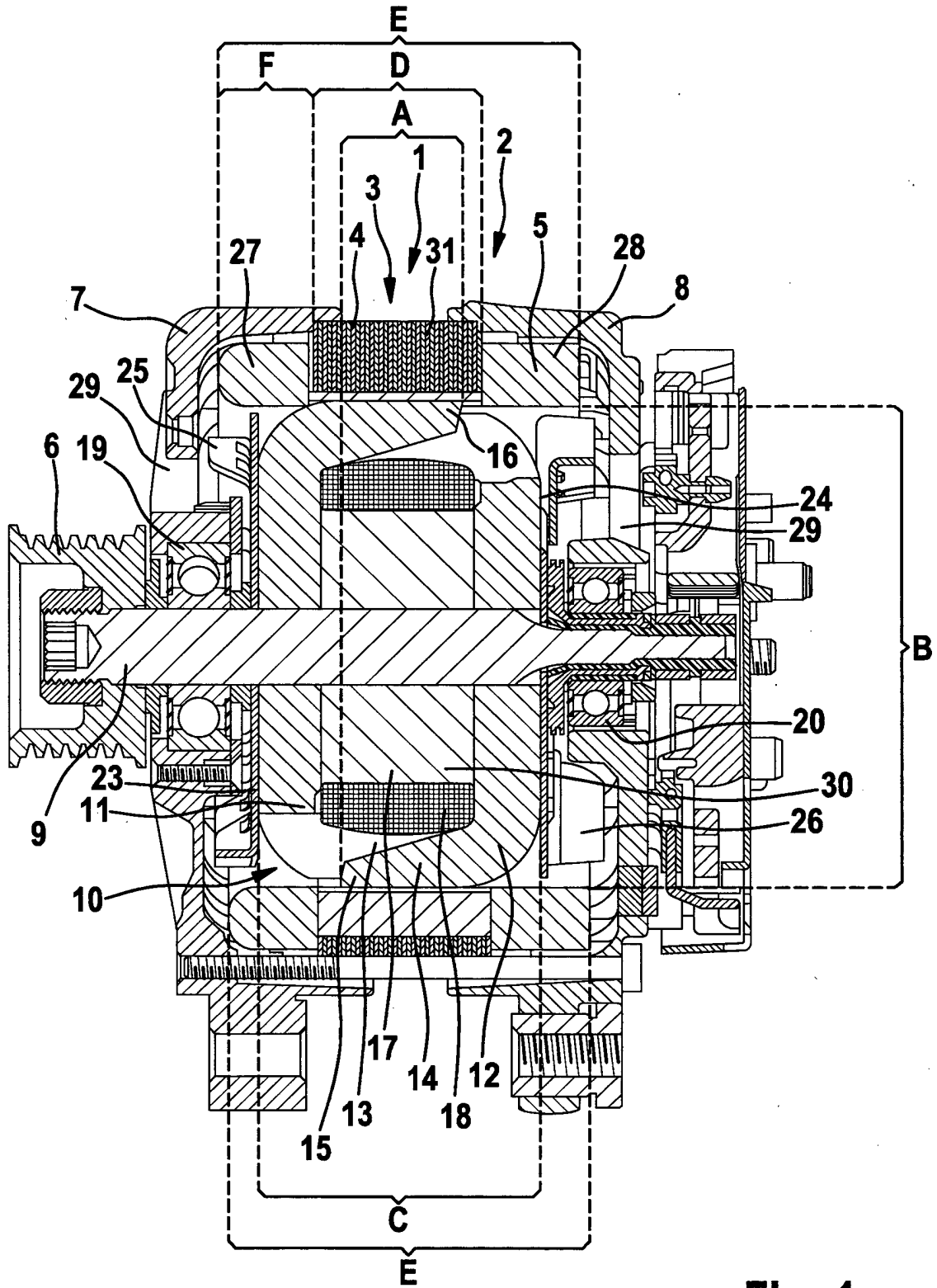


Fig. 1

Fig. 2

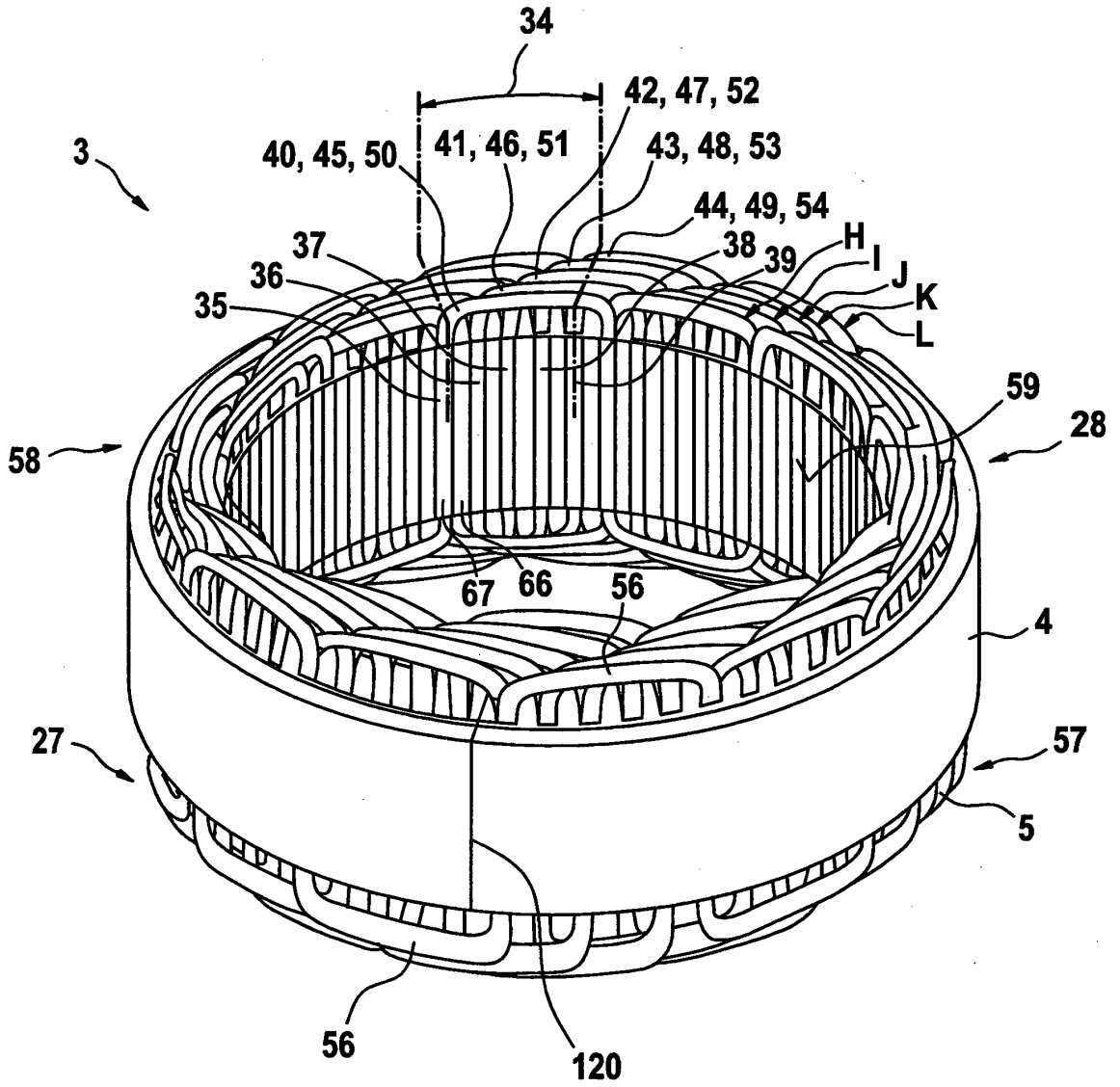


Fig. 3

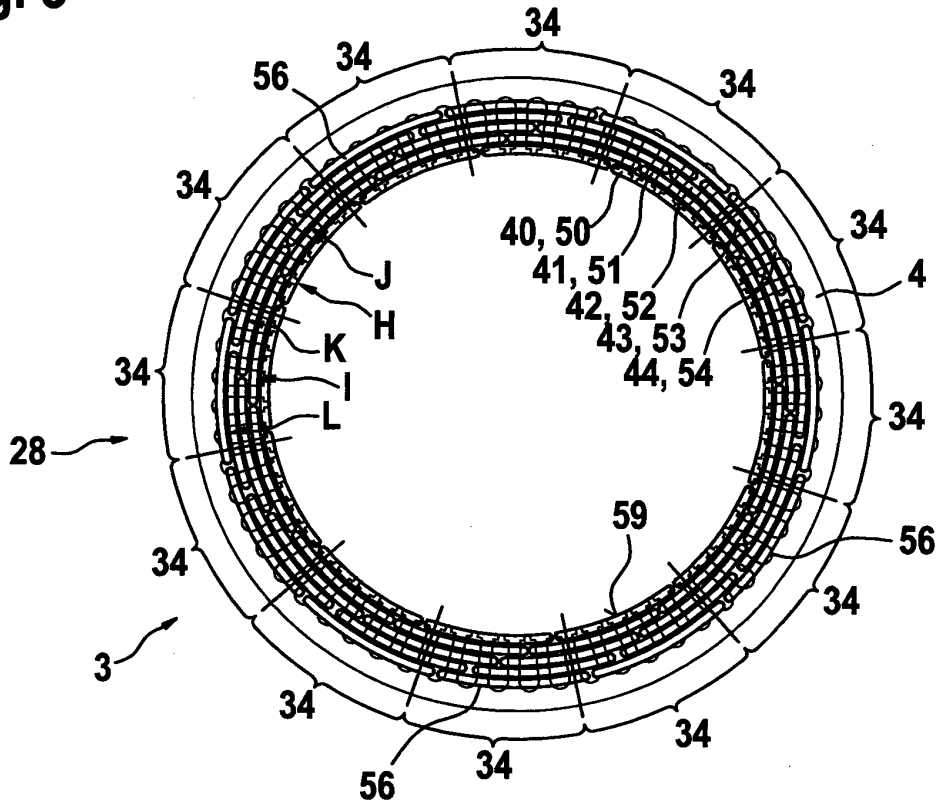


Fig. 4

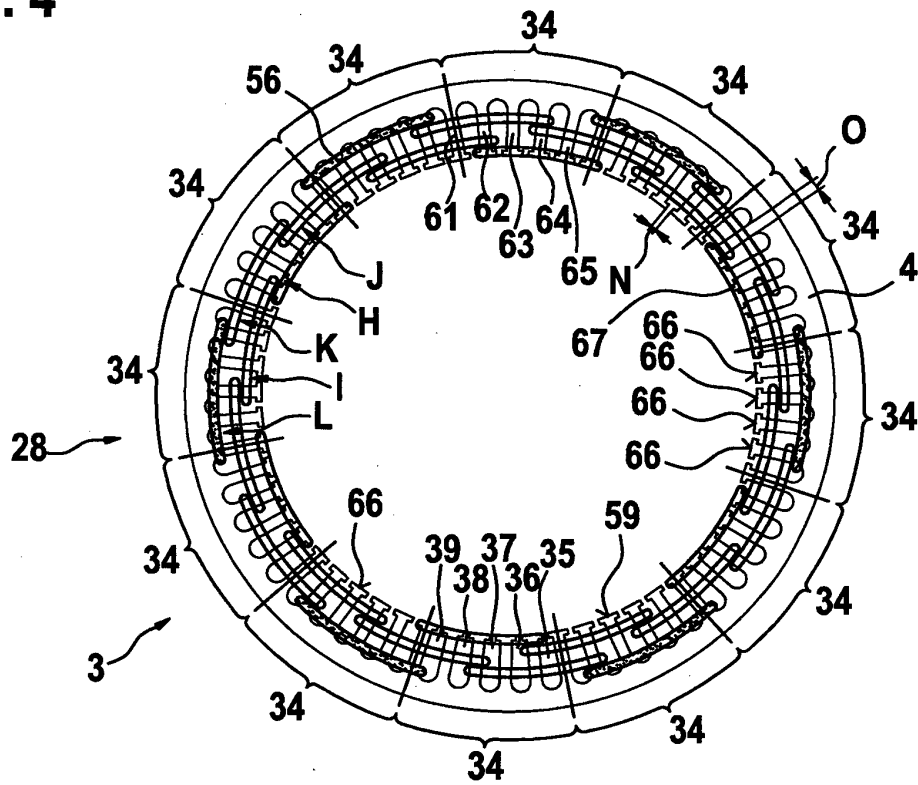


Fig. 5

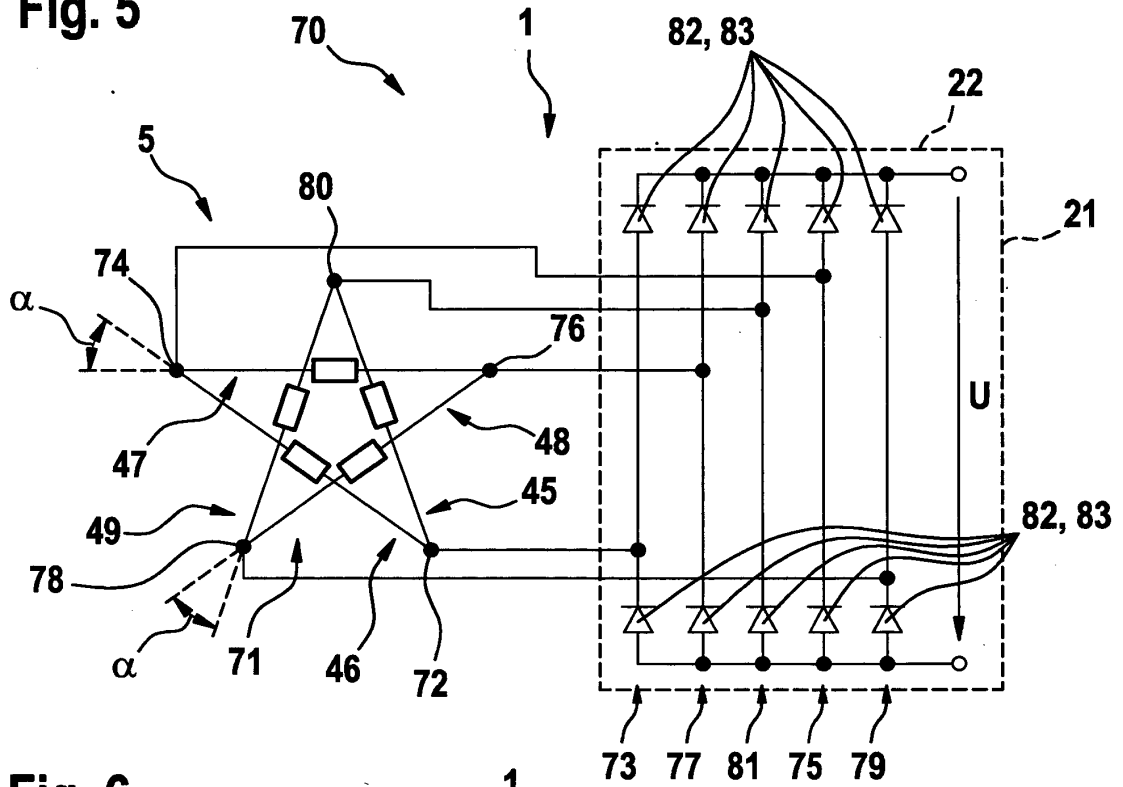


Fig. 6

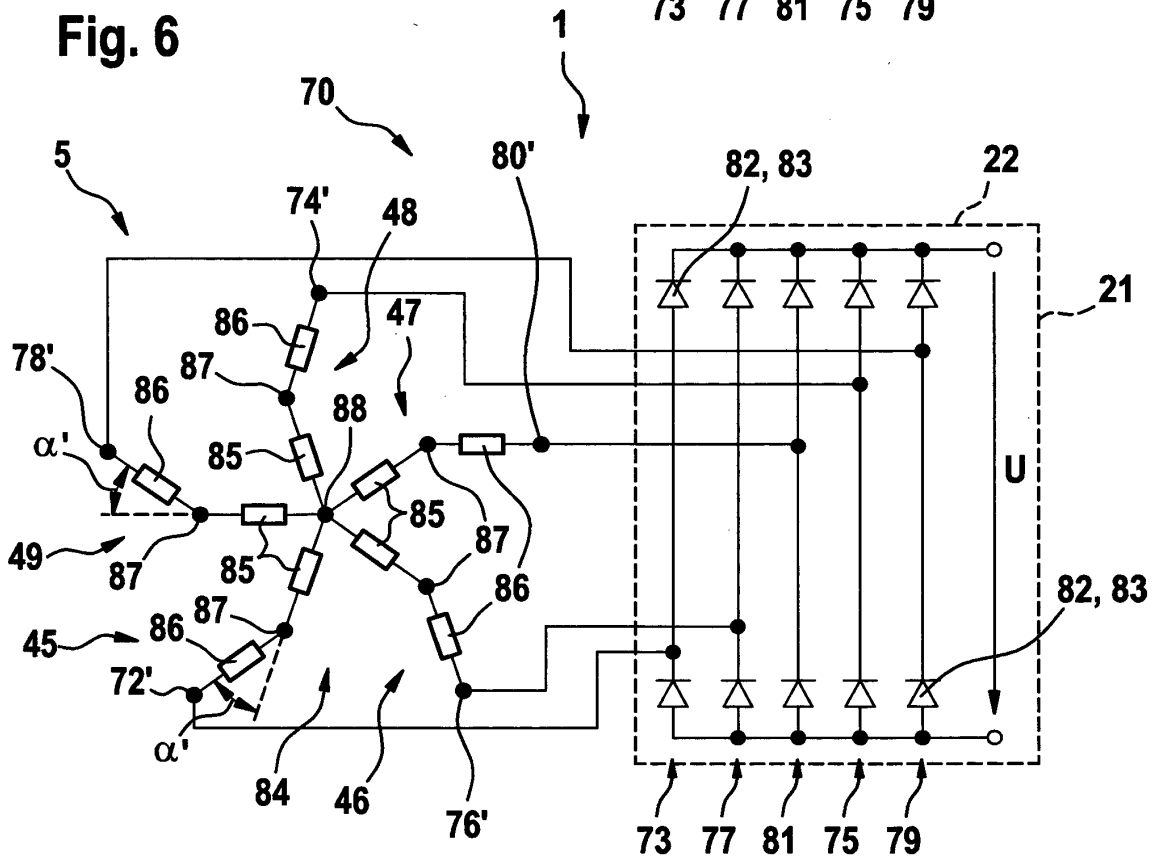


Fig. 7

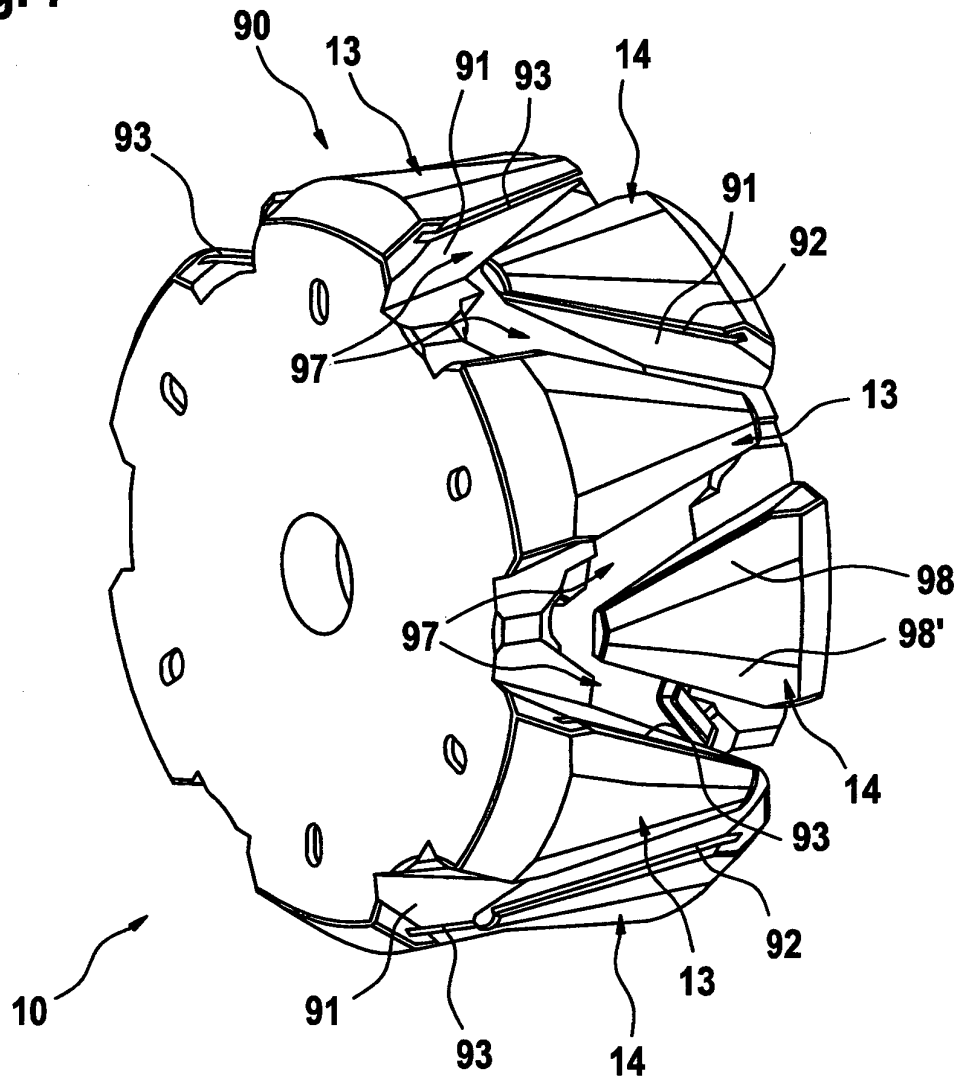


Fig. 8

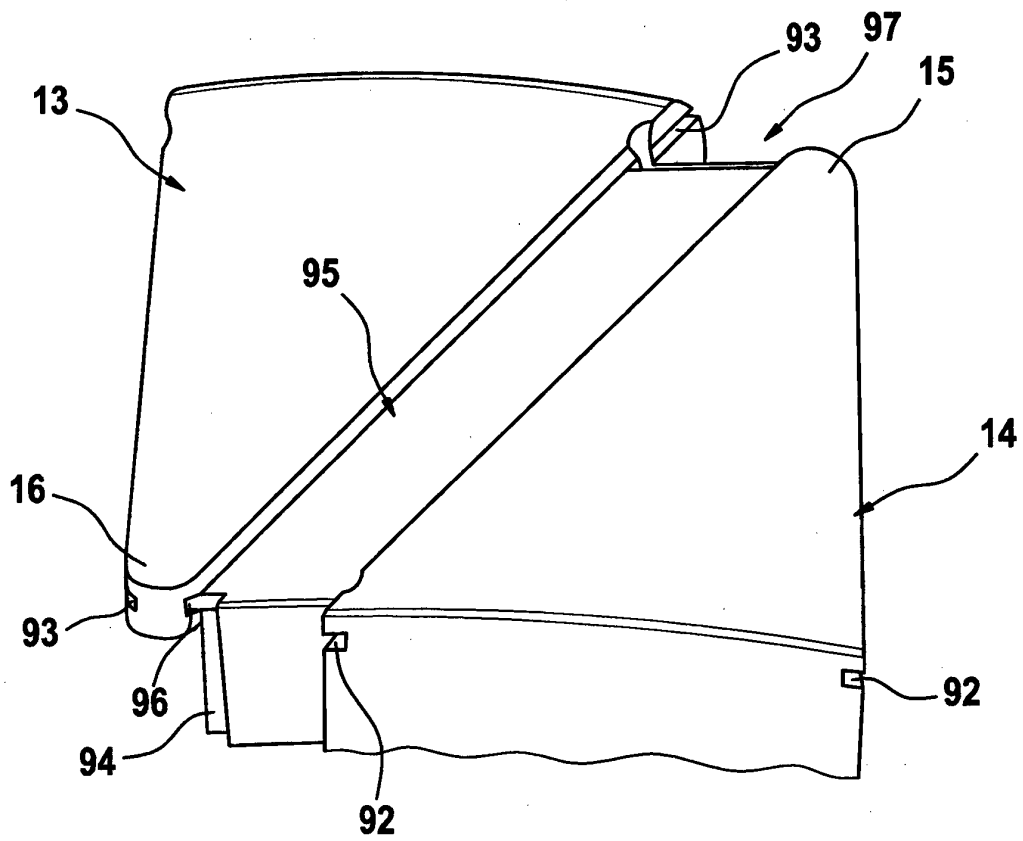


Fig. 9

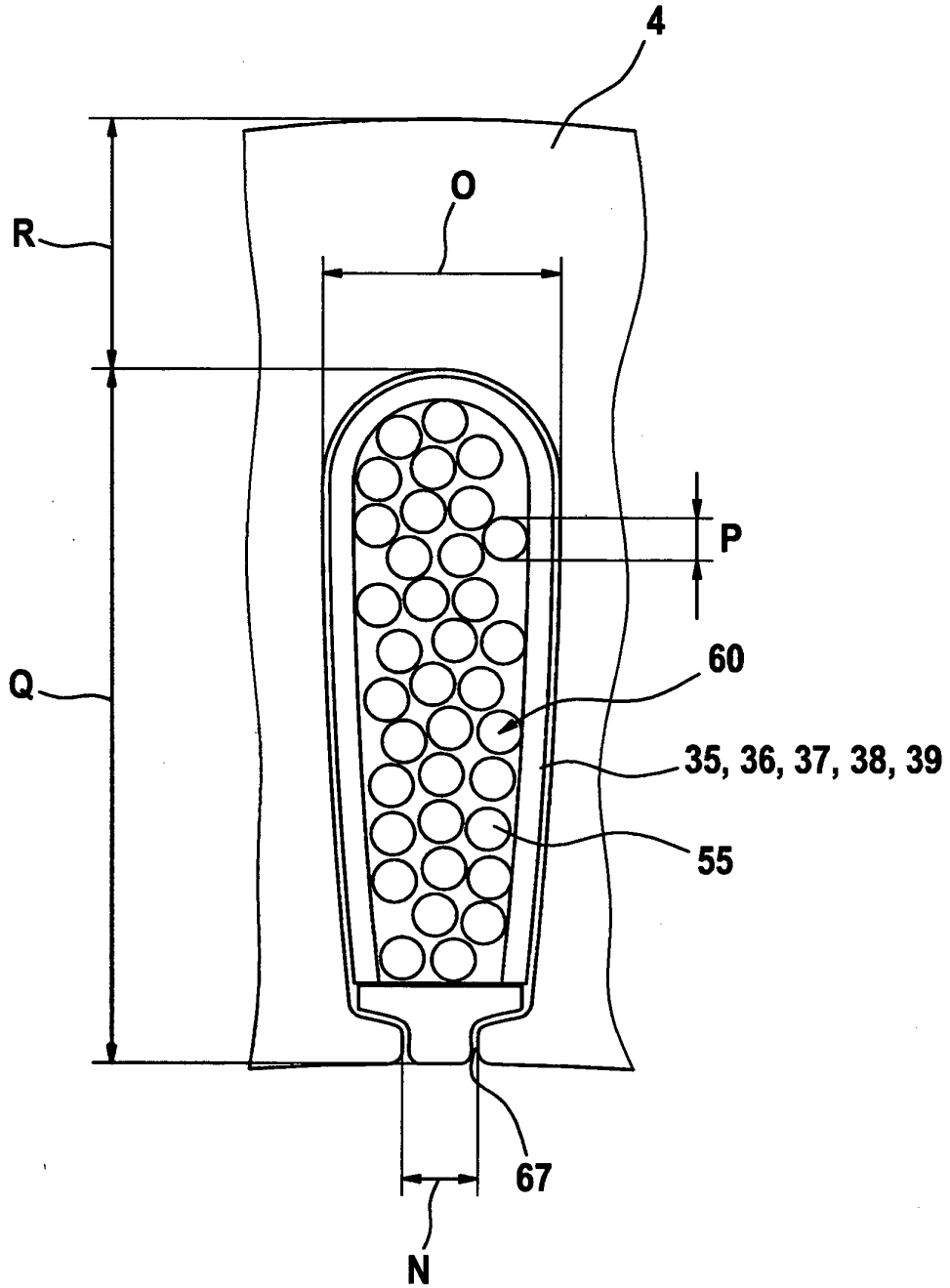


Fig. 10

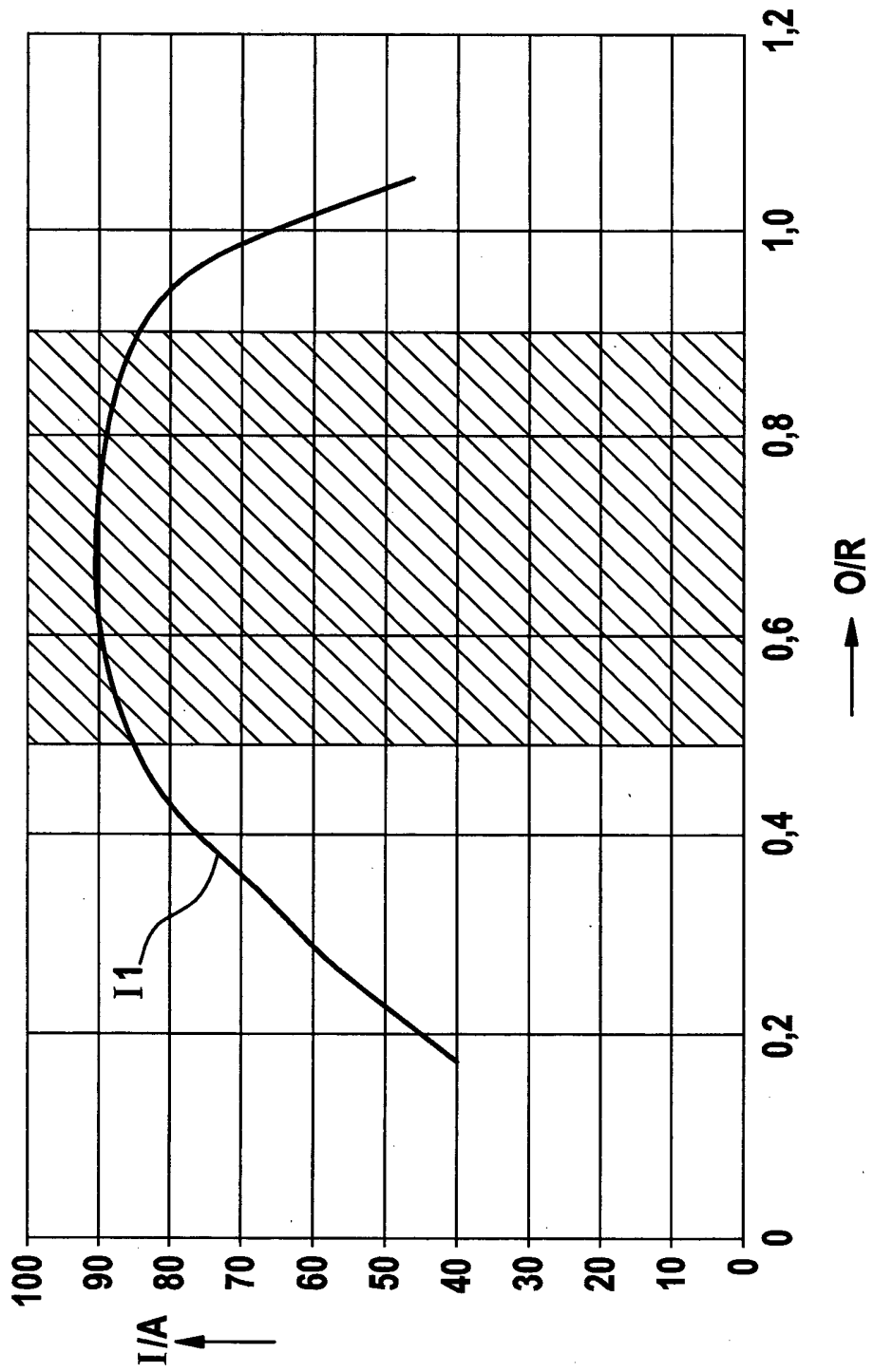


Fig. 11

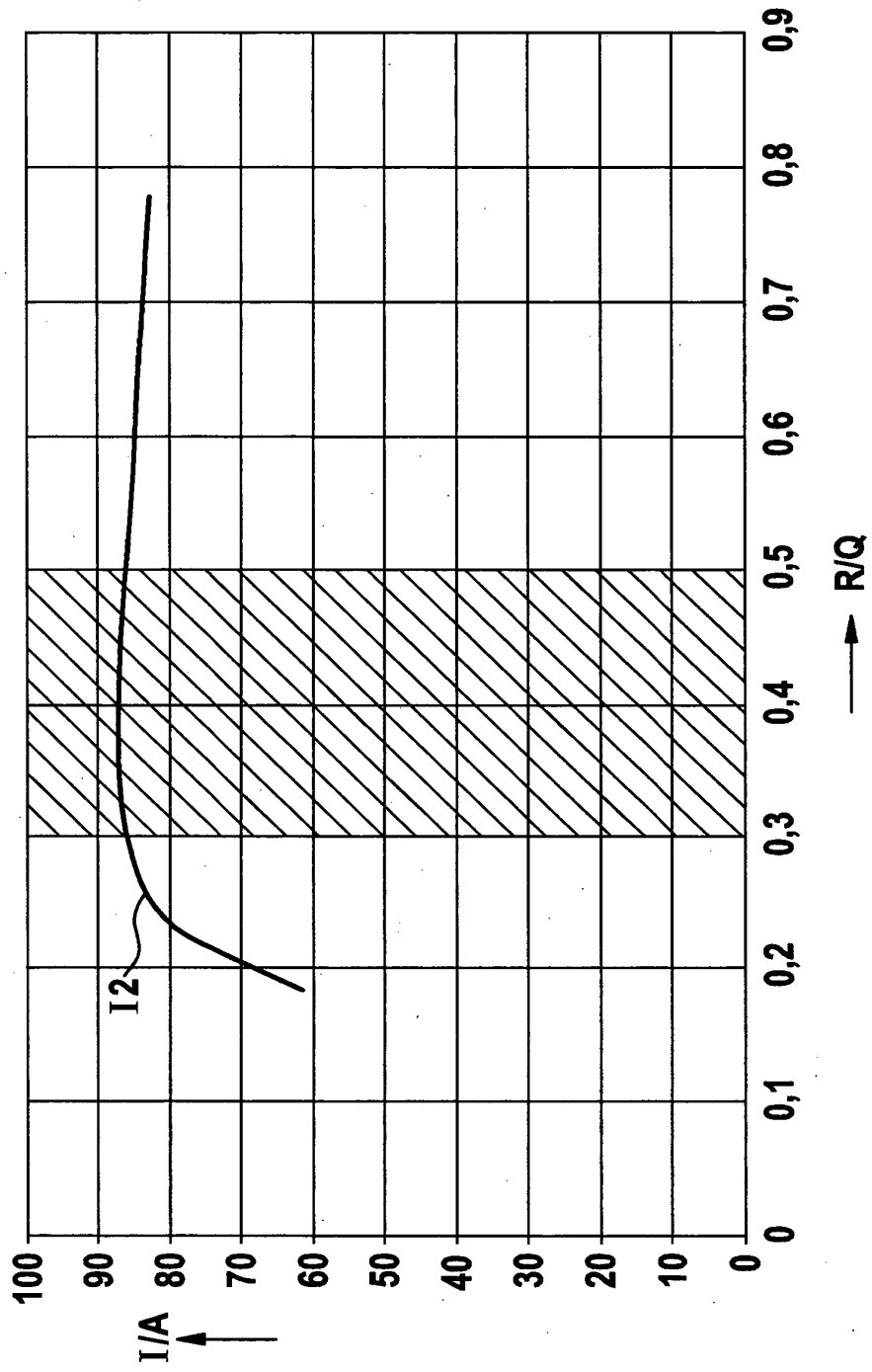


Fig. 12

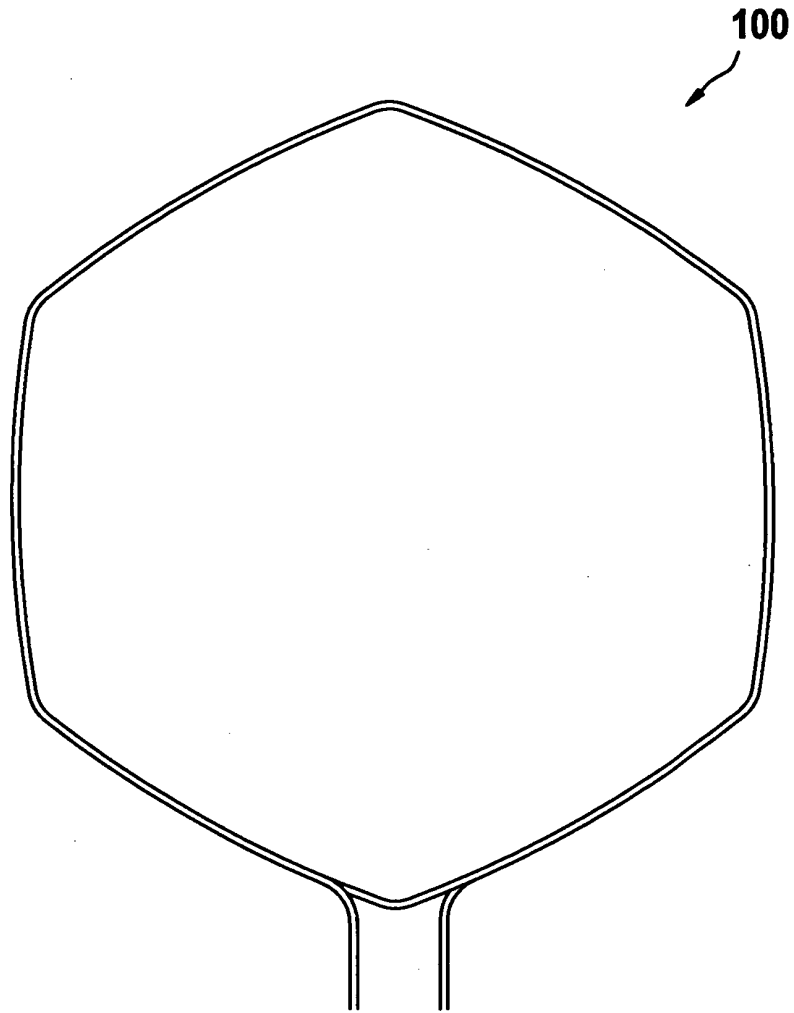
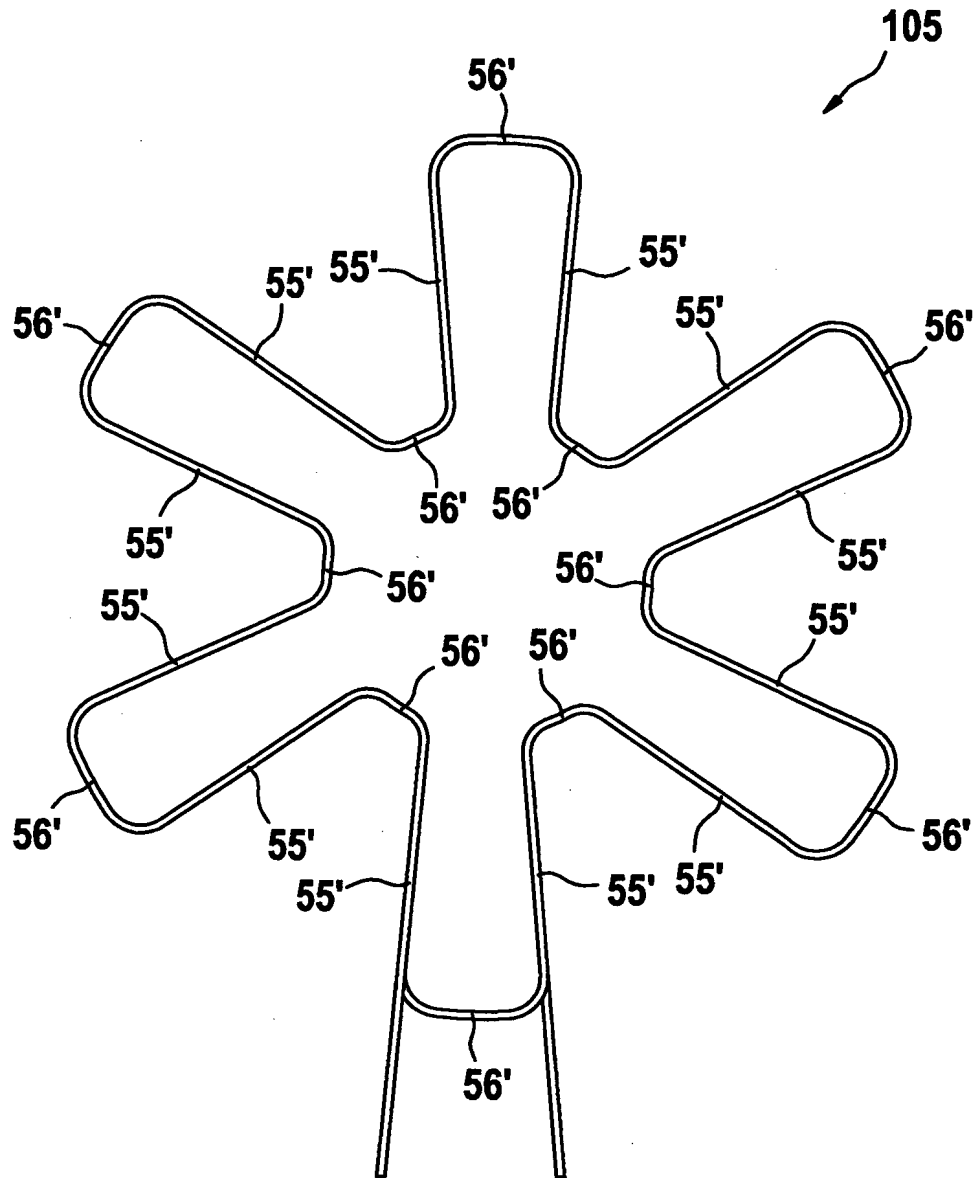


Fig. 13



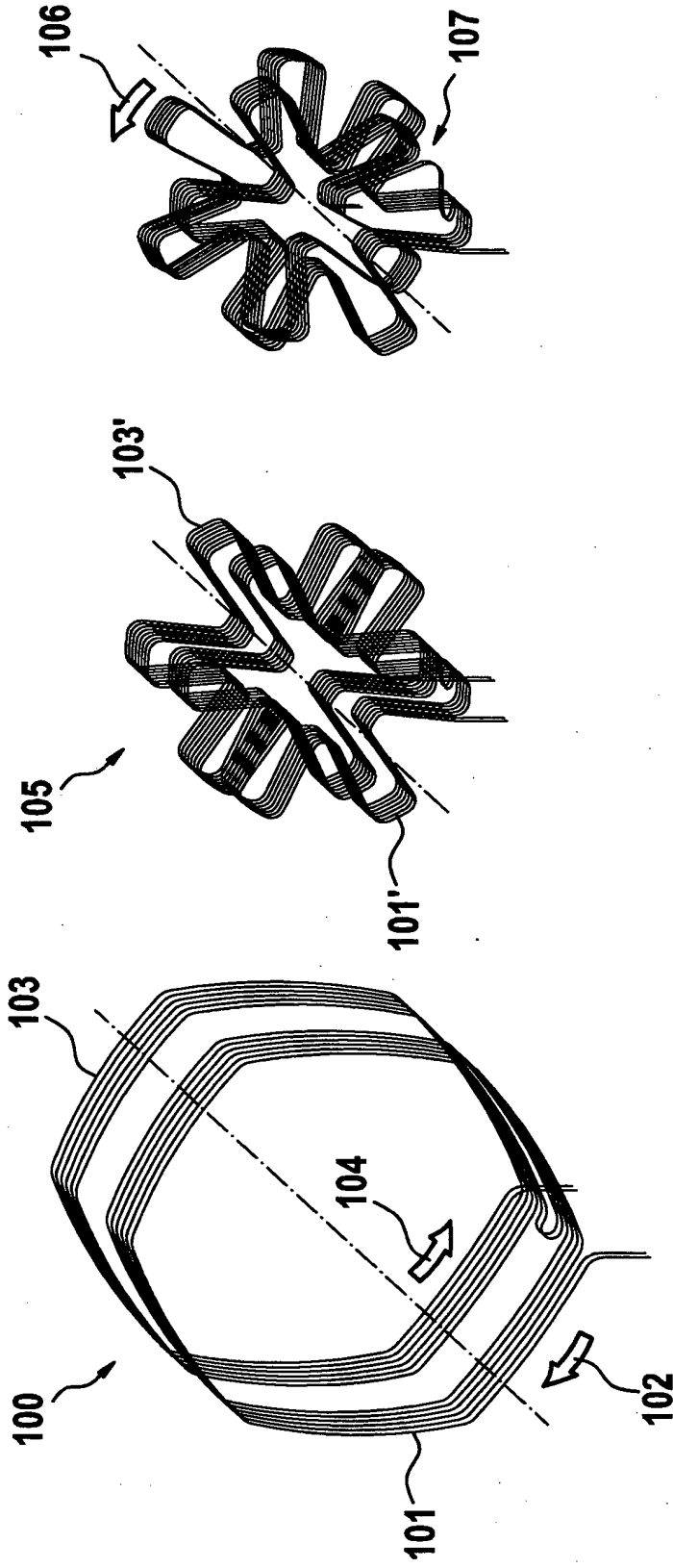


Fig. 14a

Fig. 14b

Fig. 14c

Fig. 15

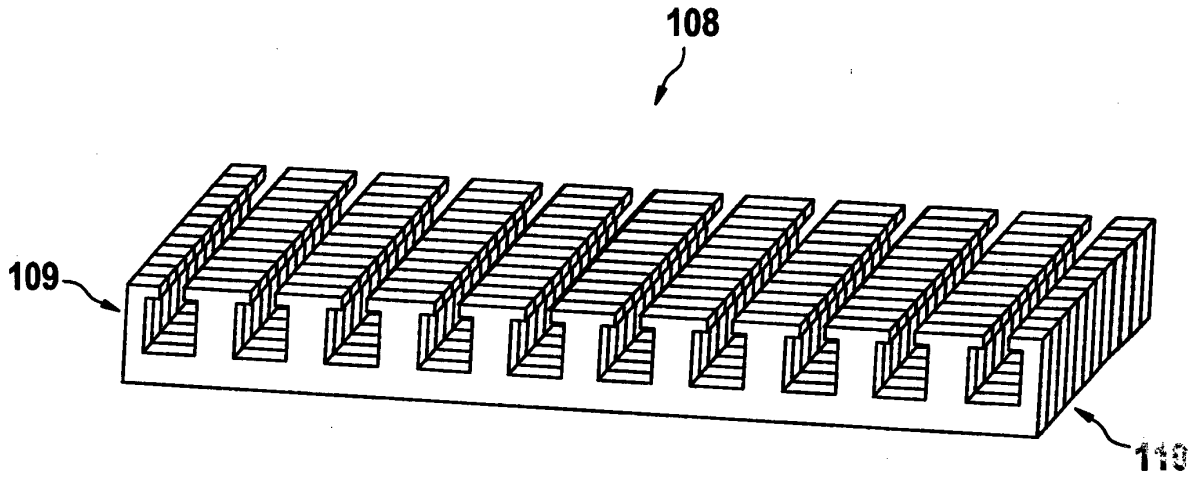
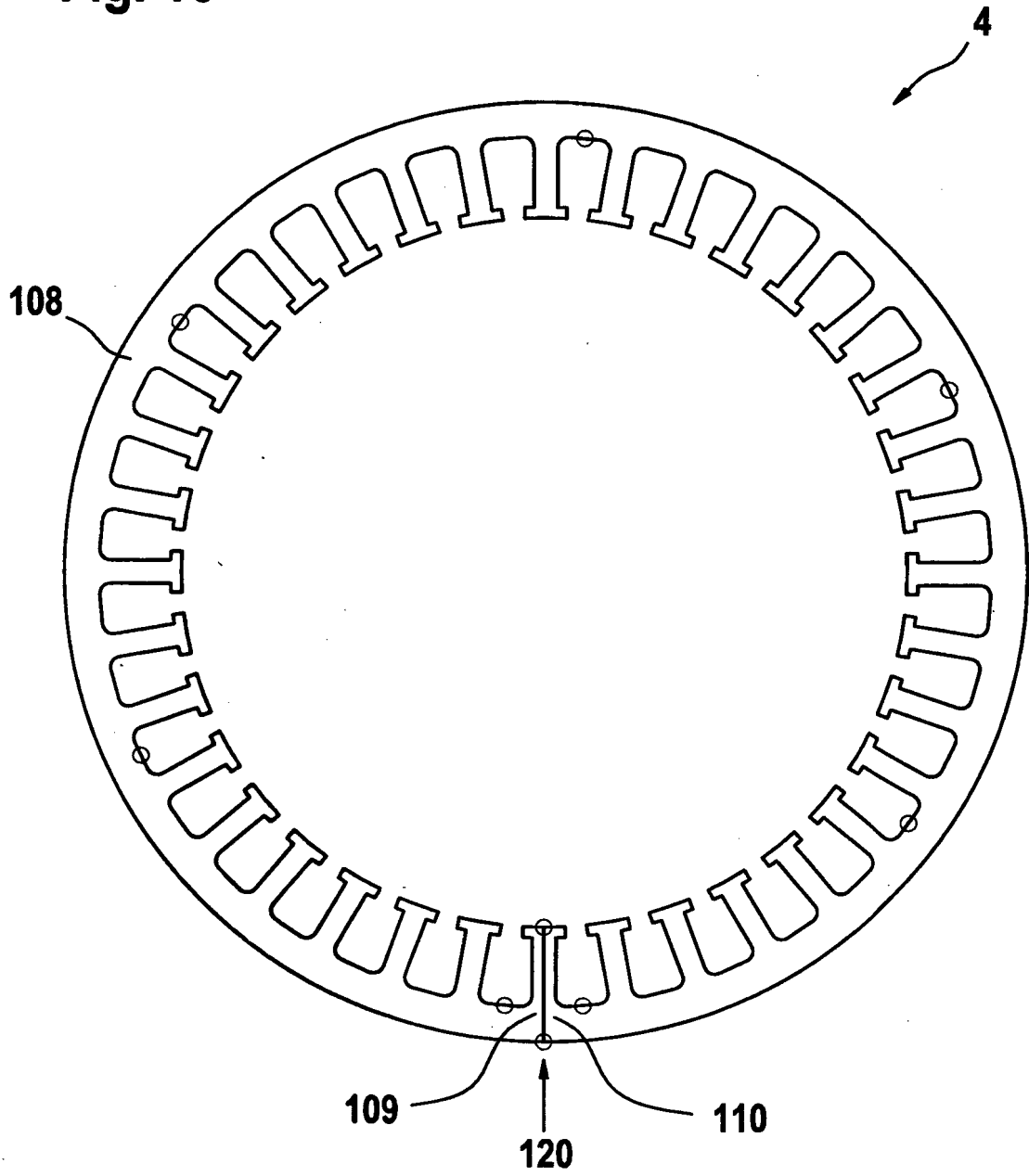


Fig. 16



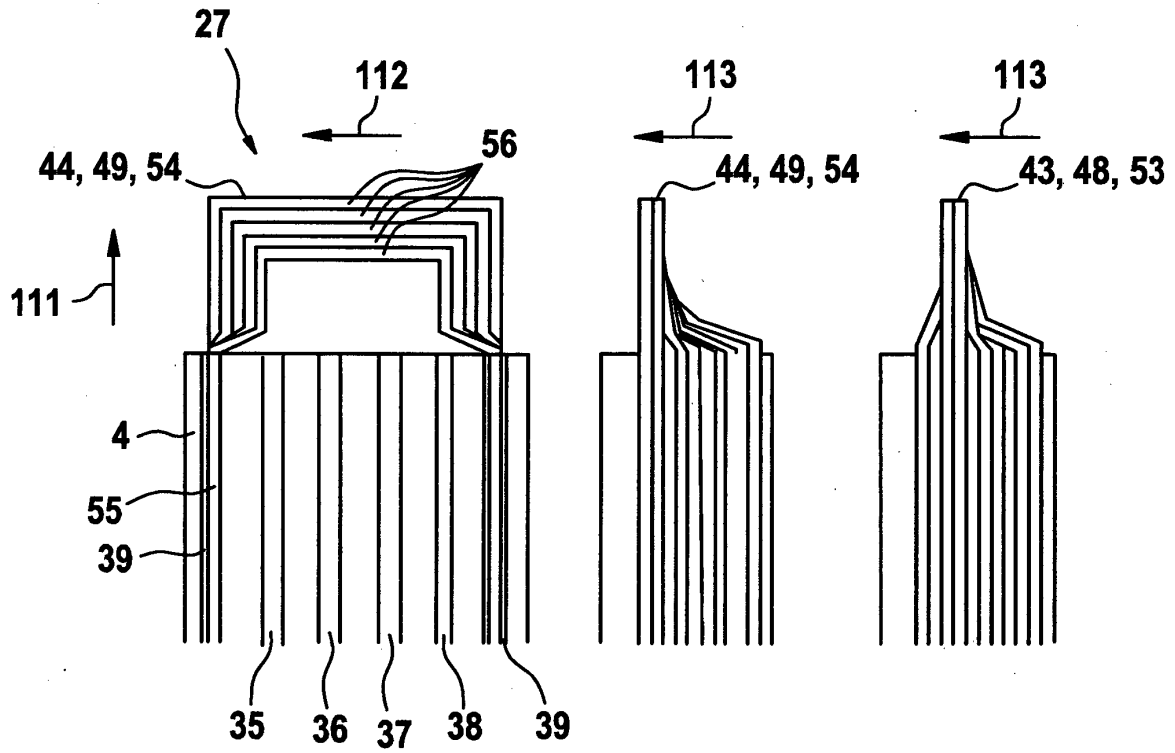


Fig. 17a

Fig. 17b

Fig. 17c

Fig. 18

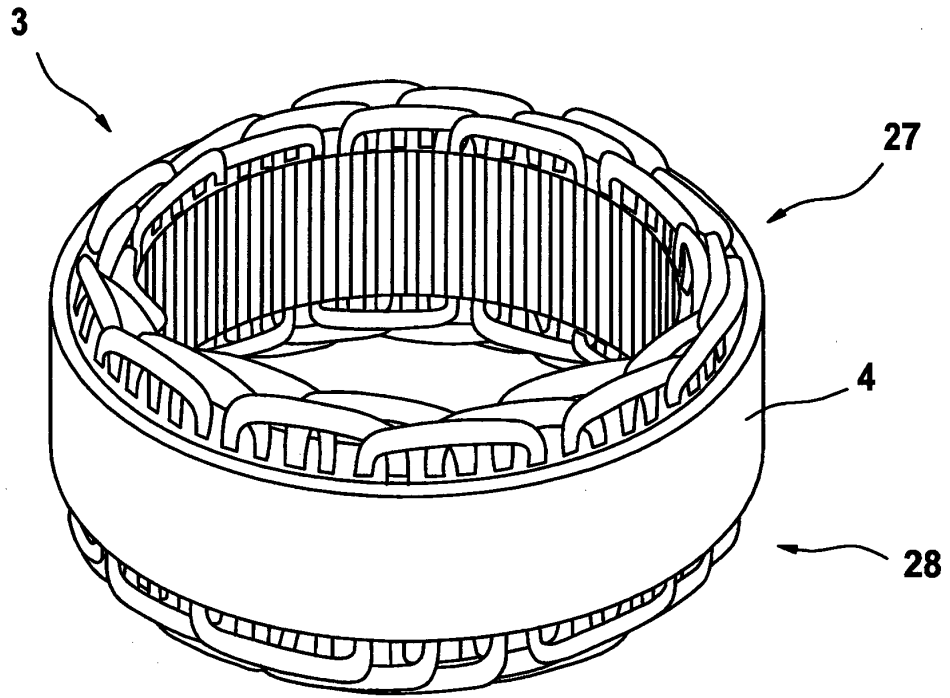


Fig. 19

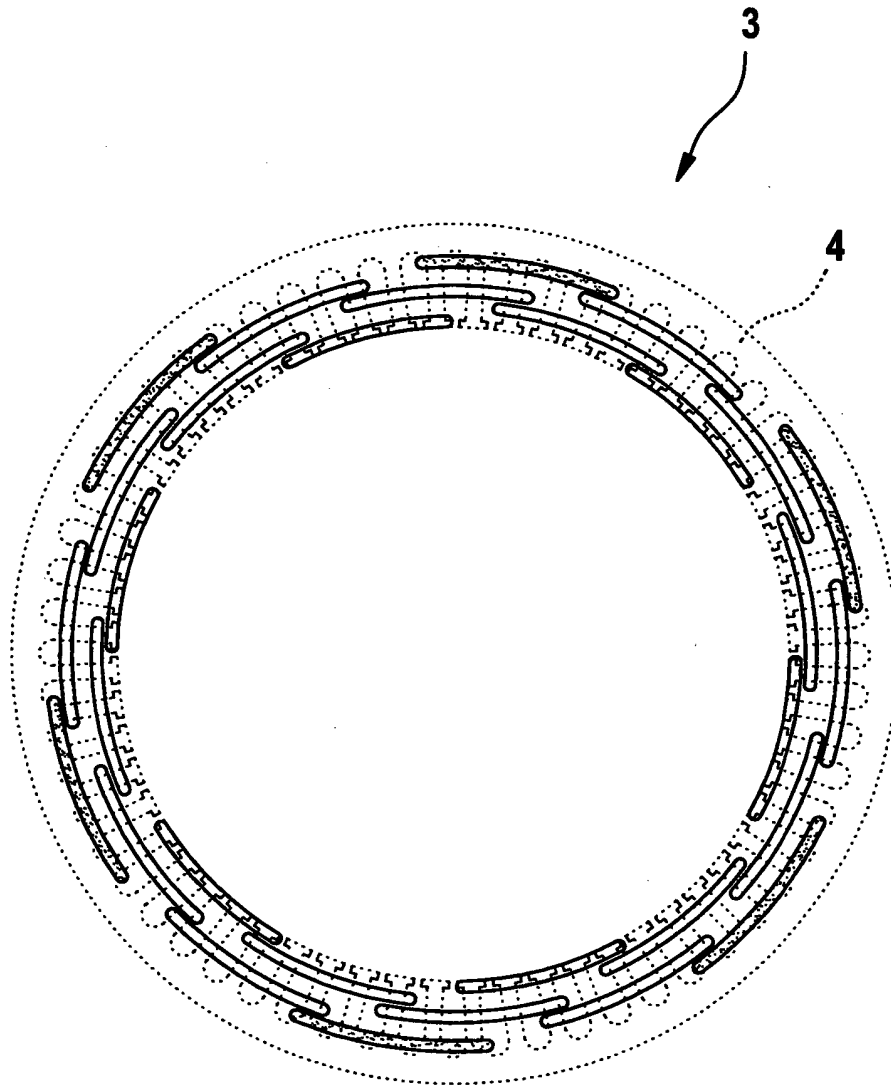


Fig. 20

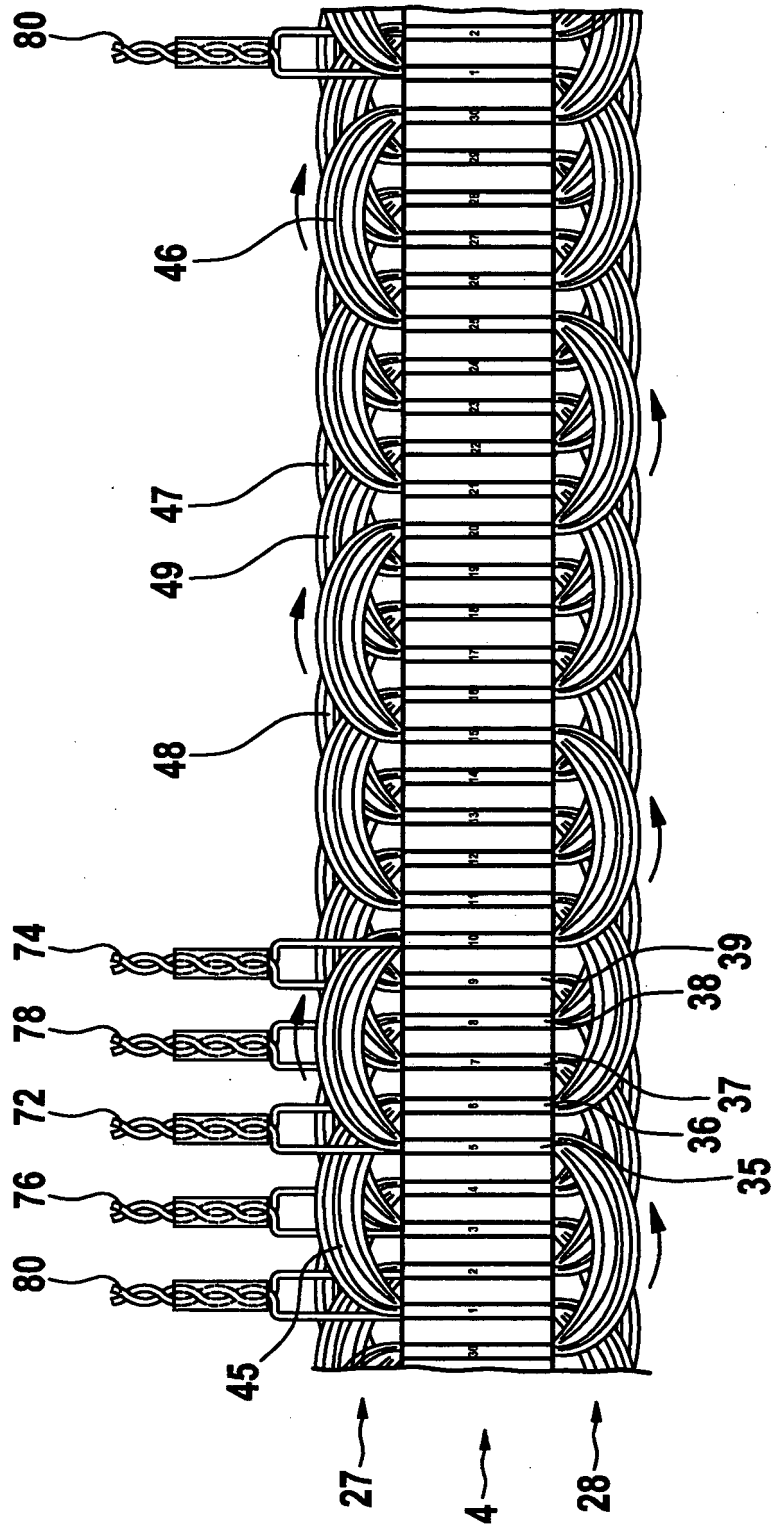


Fig. 21

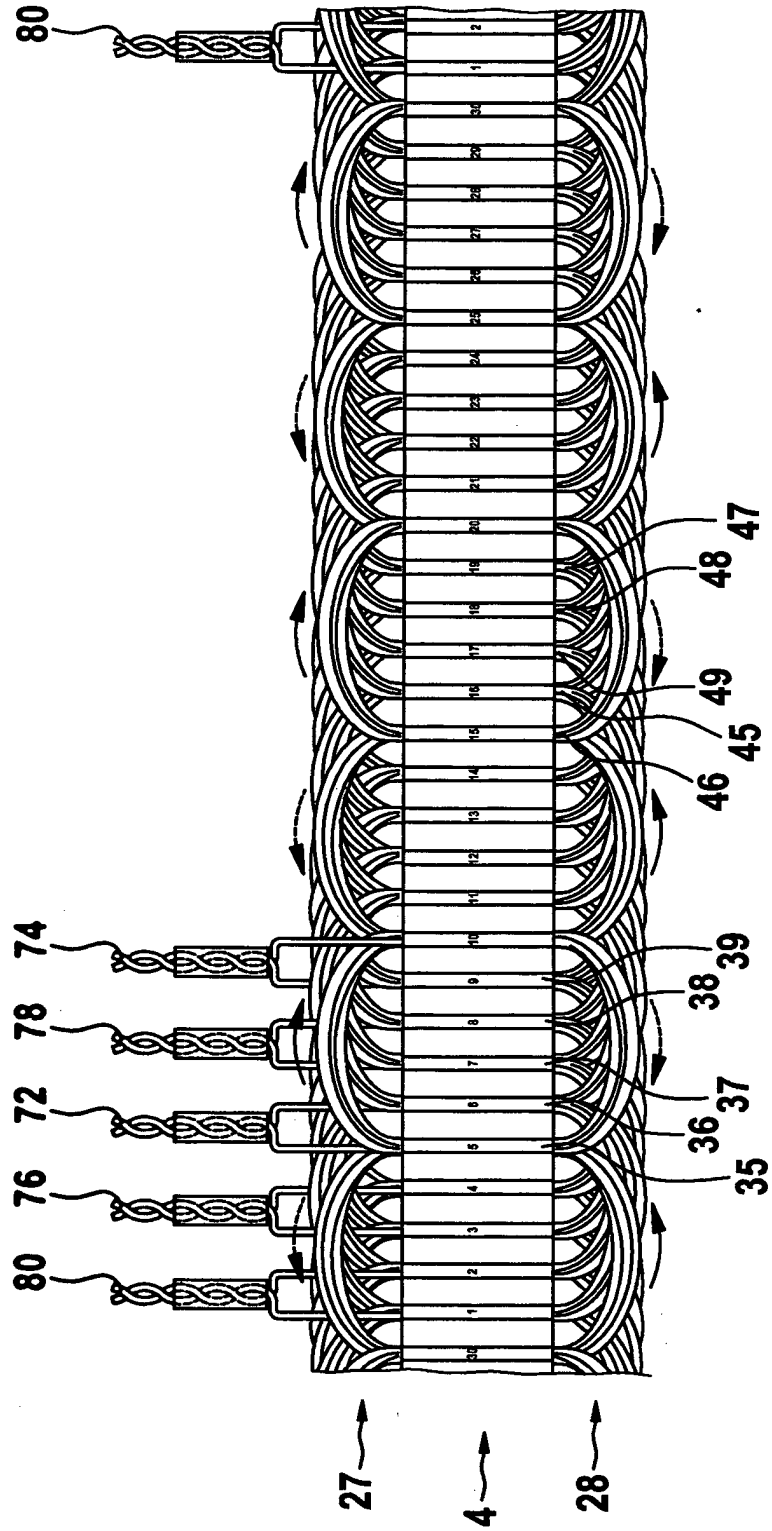


Fig. 22

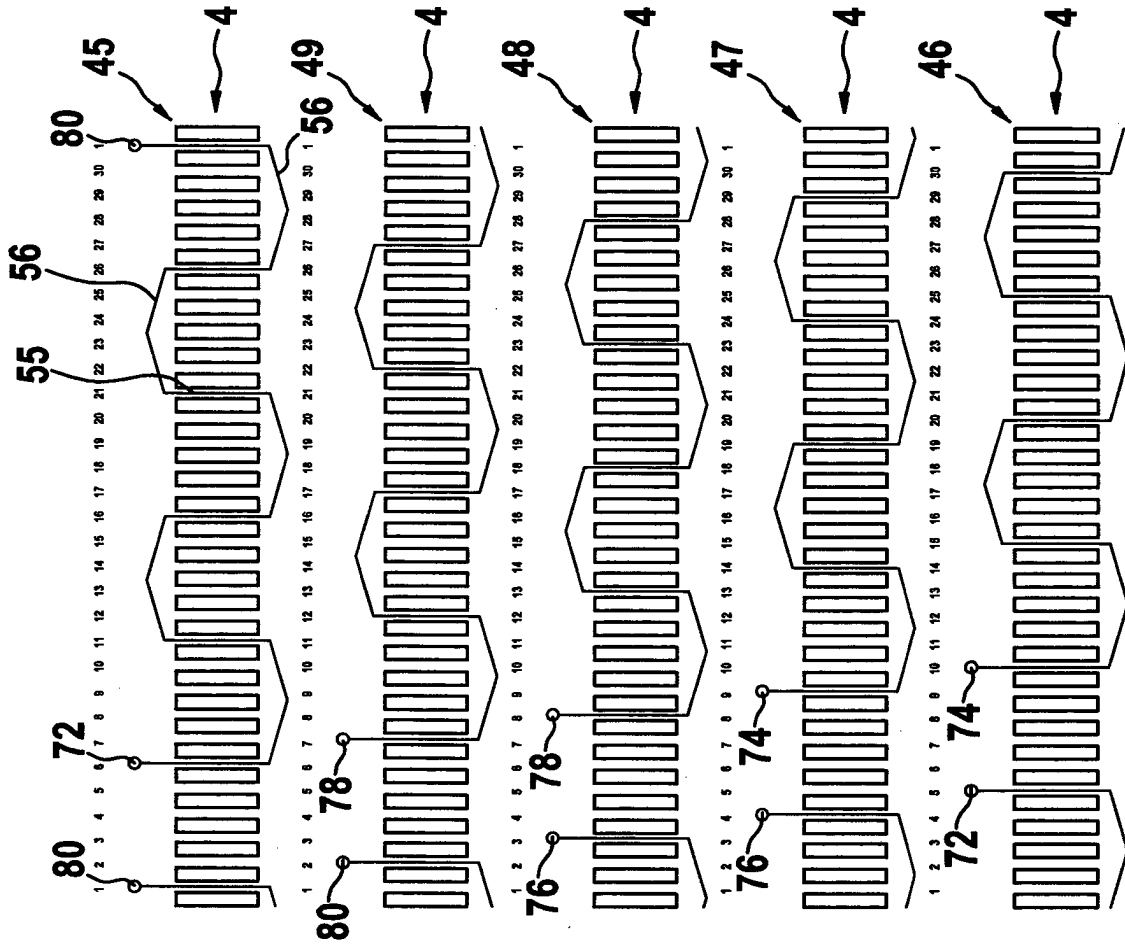


Fig. 23

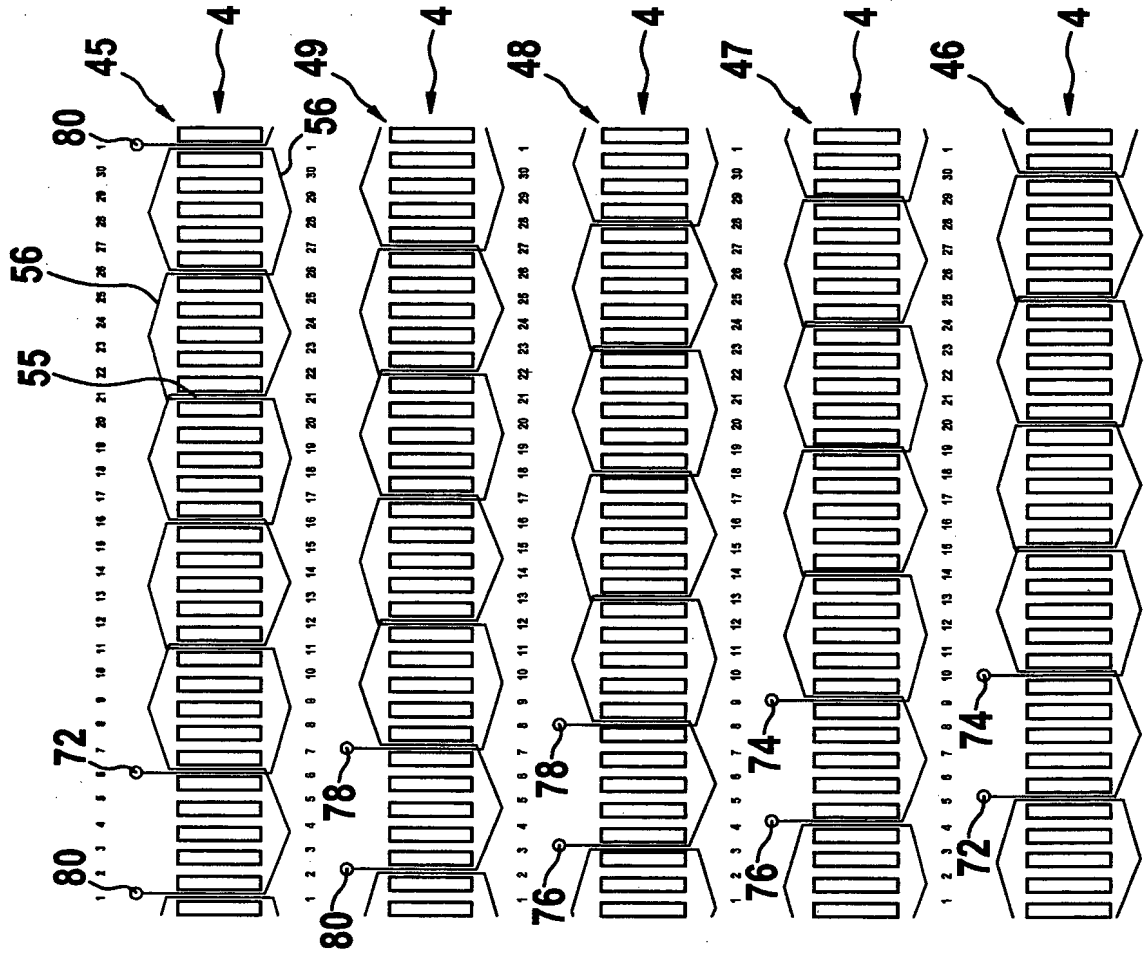
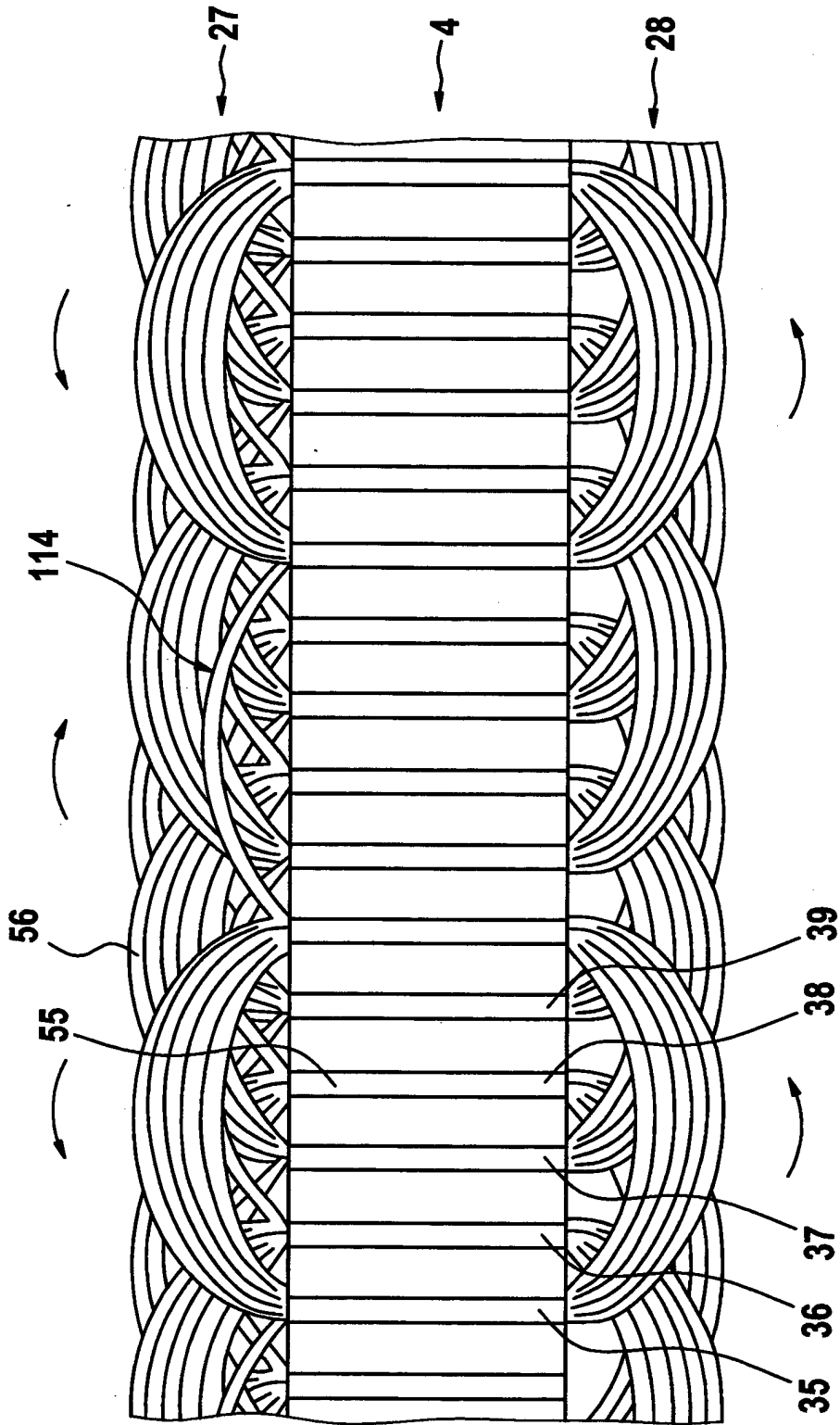


Fig. 25



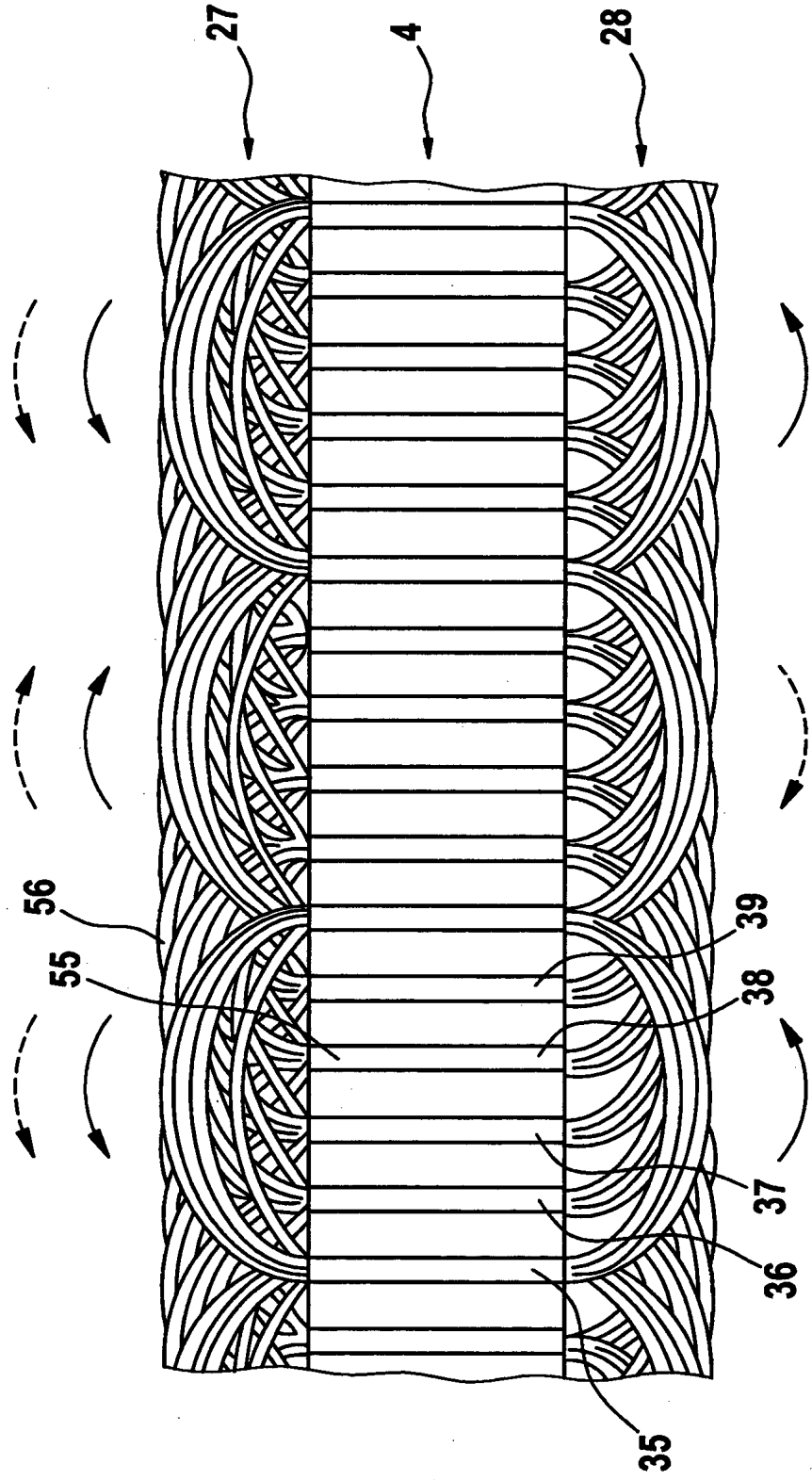


Fig. 26