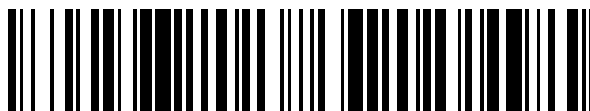


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 652**

51 Int. Cl.:

H02K 15/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2001** **E 01907382 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016** **EP 1171945**

54 Título: **Método para producir un núcleo que puede excitarse de forma magnética con una bobina del núcleo para una máquina eléctrica.**

30 Prioridad:

20.01.2000 DE 10002385

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

29.07.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KREUZER, HELMUT;
RAU, EBERHARD;
WILLMOTT, ADAM;
FUSSEY, ALAN;
NEIL, WILLIAMS;
HENNE, MARTIN y
PFLUEGER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 578 652 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

Método para producir un núcleo que puede excitarse de forma magnética con una bobina del núcleo para una máquina eléctrica.

Estado del arte

- 5 Por la publicación de la solicitud japonesa 9-103 052 ya se conoce un método de producción para el estator de una máquina eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Para producir dicho estator primero se troquelan láminas de chapa individuales y una cantidad determinada de esas láminas de chapa se apilan cubriéndose unas a otras hasta alcanzar la anchura axial deseada del núcleo. Las láminas de chapa apiladas mencionadas forman el núcleo del estator, el cual de un lado presenta dientes y ranuras orientados paralelamente unos con respecto a otros, habituales para un estator. Un bobinado del núcleo realizado como un bobinado ondulado distribuido, ya enrollado, se presenta aproximadamente en una forma plana, donde a continuación es insertado en las ranuras del núcleo, esencialmente plano. El conjunto plano formado por el núcleo y el bobinado del núcleo presenta un así llamado excedente del bobinado, es decir que cada fase individual de en total tres fases posee un lado del bobinado que en principio no se encuentra inserto en las ranuras. Dicho conjunto formado por el núcleo y el bobinado del núcleo seguidamente es curvado de forma circular de manera que se produce un estator usual, cilíndrico hueco. De este modo, los lados excedentes del bobinado finalmente deben ser insertados en las ranuras correspondientes antes de finalizar la fabricación del estator.

20 Condicionado por su fabricación, el núcleo presenta dos extremos que, al ser curvado de forma circular el núcleo, deben ser colocados alineados unos junto a otros con el bobinado del núcleo. Esos dos extremos están insertados de forma geométrica en el fondo de la ranura, de una ranura del núcleo.

En el estado del arte mencionado, se considera desventajoso que, a pesar del buen acceso a las ranuras, el nivel de carga no es óptimo.

Ventajas de la invención

25 La invención se basa en el conocimiento de que las ranuras ampliadas antes del curvado circular del paquete de láminas deben ser admitidas de manera que el bobinado insertado, ya antes del curvado circular, corresponda al menos aproximadamente a la forma de las ranuras después del curvado circular, donde se considera completamente deseable un cierto prensado dentro del bobinado insertado.

El objeto indicado se alcanzará a través de las características de las reivindicaciones independientes 1 y 13.

30 Por lo tanto, de acuerdo con el método acorde a la invención para producir un núcleo para una máquina eléctrica, se prevé que todos los lados del bobinado del núcleo sean prensados y moldeados en una herramienta, en un molde de ranura, antes de ser introducidos en las ranuras del núcleo. Dicha medida se considera muy ventajosa, porque de ese modo se alcanzan factores de carga de las ranuras relativamente elevados, del 55% y más. Gracias a ello se impide que el conjunto premontado, formado por el núcleo plano y el bobinado del núcleo, durante el curvado circular en el molde cilíndrico hueco, deba iniciar el trabajo de moldeo, de manera que debido a ello el núcleo resulte moldeado de forma no admisible.

A través de las medidas que figuran en las reivindicaciones dependientes resultan mejoras y perfeccionamientos ventajosos del método acorde a la reivindicación principal.

40 En otra variante de la invención se prevé que, en un paso posterior, en los dos extremos que deben unirse unos con otros en dirección circunferencial, respectivamente esté realizado un medio diente, es decir que los bordes de unión del paquete de láminas no se sitúen en una ranura, del modo conocido, sino dentro de un diente que rodea la ranura. A través de dicha medida se dificulta la unión de los bordes; pero si una bobina con excedente del bobinado se introduce en el núcleo, entonces dicho excedente del bobinado debe introducirse en una ranura justo antes de finalizar el curvado circular del núcleo, así como del estator. Si esa ranura ya está completamente formada no existe el riesgo de que ese lado del bobinado del excedente del bobinado resulte apretado entre los dos extremos, en los bordes de unión. De manera segura se impide un daño de ese último lado del bobinado introducido, en particular en el caso de un proceso de fabricación que se desarrolla con rapidez. Asimismo, se evita que un aislamiento de ranura colocado alrededor del último lado del bobinado que debe ser introducido se deslice hacia abajo desde el mismo al insertar el lado del bobinado, de manera que al menos el proceso de fabricación no resulta obstaculizado debido a ello. Otra ventaja de un diente realizado a la mitad reside en el hecho de que la resistencia magnética no se interrumpe en la guía del flujo magnético del núcleo del estator, de manera que se reducen las pérdidas magnéticas.

Si se fabrica el bobinado del núcleo, los lados individuales de la bobina o del lazo ocupan un espacio en forma de vaina que generalmente es más grande que el espacio de la ranura propiamente dicho, después del curvado circular del núcleo. Si los lados del bobinado se prensan antes de la inserción en el núcleo, respectivamente en un molde de ranura de una herramienta, la cual corresponde a la forma final de la ranura del núcleo, entonces los lados del bobinado se moldean y el espacio en forma de vaina de los lados del bobinado se adapta al espacio de la ranura propiamente dicho después del curvado circular del estator, así como del núcleo. Gracias a ello se evita que, durante el curvado circular del estator, es decir del núcleo con el bobinado del núcleo, los dientes individuales del núcleo ejerzan fuerzas de deformación, de manera que posiblemente resulten también curvados, lo cual probablemente dañaría el núcleo en gran medida. Si en el molde de ranura de la herramienta se considera al menos una parte del grosor de una capa de aislamiento, reduciendo el molde de la ranura de la herramienta en una parte de esa clase en la circunferencia del molde de ranura, entonces los lados del bobinado como máximo son presionados levemente entre dos dientes, a través de la capa de aislamiento. Debido a ello, los lados del bobinado, así como el bobinado del núcleo, son mantenidos en su posición con un efecto de amortiguación leve, de manera que amortiguan posibles vibraciones de los lados del bobinado, evitando un desgaste de una capa de laca en los alambres de la bobina y, por último, un posible cortocircuito. En particular al considerar el grosor total de la capa de aislamiento, donde el molde de ranura de la herramienta en todo el grosor de la capa de aislamiento es de menor tamaño que el molde de ranura de las ranuras del núcleo, la capa de aislamiento no resulta dañada.

Si un bobinado del núcleo se enrolla con un así llamado excedente del bobinado, entonces se alcanza una estructura ampliamente simétrica de las dos cabezas del bobinado, a ambos lados del núcleo del estator. Las cabezas del bobinado, en particular en el área del punto de unión, no presentan una escotadura en forma de cuña que represente una abertura de paso, las cuales, durante la circulación de aire, podrían conducir a un nivel de ruido más elevado. Además, la estructura simétrica de las cabezas del bobinado, alcanzada a través del excedente del bobinado, conduce a que la resistencia a la flexión del conjunto, formando por el núcleo y el bobinado del núcleo, sea ampliamente constante a lo largo o sobre la circunferencia del estator. Gracias a ello, el conjunto, formado por el núcleo y el núcleo del bobinado, fabricado y curvado en un molde anular cilíndrico, presenta una circularidad particularmente buena.

Si el bobinado del núcleo presenta al menos un lado excedente del bobinado y la distancia entre al menos ese lado excedente del bobinado con respecto al lado no excedente del bobinado situado más próximo, es mayor que la distancia entre dos ranuras contiguas, entonces la introducción del lado excedente del bobinado en la primera ranura se facilita antes de que finalice el curvado circular del núcleo, de manera que se evitan cargas de tracción entre el lado excedente del bobinado y el último lado del bobinado que se encuentra en la última ranura. Si al prensar los lados del bobinado en el molde de ranura se saca al menos un lado excedente del bobinado del plano que no determina el lado excedente del bobinado, entonces durante el curvado circular y la inserción posterior de las bobinas excedentes se evita que los lados del bobinado impacten con el extremo del núcleo, provocando probablemente un daño.

Un bobinado del núcleo realizado como un bobinado imbricado de dos capas ofrece la ventaja de que, por una parte, cada lazo de un bobinado de fase presenta alambres en la circunferencia interna y, con ello, en el área de la parte superior del diente y, por otra parte, posee alambres en el área del fondo de la ranura. Puesto que el enfriamiento de las cabezas del bobinado generalmente es mejor en la circunferencia interna que en la circunferencia externa, gracias a esto se alcanza un enfriamiento finalmente uniforme de un lazo y, con ello, también de un bobinado de fase completo. De este modo no sólo un bobinado de fase se enfría de manera uniforme, sino también todo el bobinado del núcleo. Cada bobinado de fase individual puede diseñarse con la misma carga.

Si el bobinado del núcleo se diseña como un bobinado imbricado simple de una capa, entonces el bobinado del núcleo no presenta lados excedentes del bobinado, donde al curvar de modo circular el conjunto, formado por el núcleo y el bobinado del núcleo, no deben insertarse lados excedentes del bobinado y el proceso de curvado circular en el molde cilíndrico anular puede realizarse de forma sencilla y sin dificultades sin lados excedentes del bobinado.

En otra variante de la invención se prevé curvar previamente en cierto grado el núcleo proporcionado antes de la inserción del bobinado del núcleo en las ranuras mediante su dorso del núcleo, es decir, mediante el lado no ranurado, de manera que las aberturas de las ranuras se amplían para la inserción de los lados del bobinado. A través de este paso del método, en el caso de aberturas de las ranuras muy reducidas del núcleo aún plano, es posible introducir en el núcleo bobinados con lados del bobinado que son más anchos que la abertura de la ranura. Lo mencionado posibilita realizaciones relativamente más anchas de las partes superiores del diente y, con ello, permite alcanzar un buen pasaje del campo magnético desde un rotor hacia el núcleo, lo cual aumenta considerablemente el grado de efectividad. A través de ese paso del método también es posible utilizar alambres, cuya dimensión más reducida en la sección transversal es más grande que la anchura de la abertura de la ranura en el estado aún plano del núcleo del estator, así como alambres que presentan una sección transversal no circular.

Si el excedente del bobinado es insertado en al menos una ranura antes de finalizado el curvado del núcleo en el molde cilíndrico anular, y después de eso es realizado el curvado, entonces la abertura de la ranura es más ancha que en el caso del núcleo ya curvado, gracias a lo cual se simplifica la inserción del excedente del bobinado.

Para que el núcleo curvado en el molde anular cilíndrico ya no pueda deformarse nuevamente en la parte elástica de la flexión, se prevé unir unos con otros los extremos del núcleo, por adherencia de materiales.

Dibujos

5 A continuación la presente invención se explicará en detalle en los ejemplos de ejecución, haciendo referencia a los dibujos correspondientes. Las figuras muestran:

Figura 1: el desarrollo del método para producir el núcleo acorde a la invención con bobinado del núcleo;

Figura 2: una vista lateral de un núcleo en una forma cuboide y una vista superior de un bobinado del núcleo con las conexiones del bobinado del núcleo, así como su asociación a las ranuras del núcleo;

Figura 3: una representación espacial de una fase de un bobinado imbricado de dos capas;

10 Figura 4: una vista de conjunto esquemática de las tres fases del bobinado del núcleo, formado por un bobinado imbricado de dos capas según la figura 3;

Figura 5: detalles de un excedente del bobinado, del bobinado de la figura 4;

Figura 6A: una sección transversal de un lado del bobinado inmediatamente antes del enrollado;

15 Figura 6B: un lado del bobinado como en la figura 6A, en una herramienta de prensado después de un proceso de prensado;

Figura 6C y

Figura 6D: detalles del contorno de un lado del lazo después del prensado;

Figura 7: el excedente del bobinado y su ubicación con respecto a los lados no excedentes del bobinado que están situados más próximos;

20 Figura 8: una sección transversal de una ranura con un lado del bobinado insertado, antes del curvado circular;

Figura 9: una sección de una vista lateral del núcleo curvado circularmente casi por completo, con un dispositivo auxiliar para presionar las bobinas excedentes en las ranuras 1 a 3;

Figura 10: una variante del dispositivo de la figura 9 para presionar las bobinas excedentes en las ranuras 1 a 3;

Figura 11: una vista de la sección transversal de una ranura después del curvado circular;

25 Figura 12: otro ejemplo de ejecución para aislar un lado del bobinado;

Figura 13: una sección de un lado del bobinado aislado según la figura 12, en una ranura;

Figura 14: una vista espacial de una fase individual de un bobinado imbricado simple de una capa;

Figura 15: un bobinado del núcleo en un núcleo en forma de cuboide, formado por un bobinado imbricado simple de una capa, trifásico;

30 Figura 16: un ejemplo de ejecución sencillo de un bobinado ondulado distribuido;

Figuras 17A, 17B y 17C: otro ejemplo de ejecución de un método de producción;

Figura 18A: una sección de un núcleo con una ranura curvada hacia arriba y un lado del bobinado introducido;

Figura 18B: una sección de la ranura de la figura 17A después del curvado circular del núcleo;

Figura 19A: un núcleo con un bobinado del núcleo después de finalizada su fabricación;

35 Figura 19B: una sección del núcleo con el bobinado del núcleo en el área del punto de unión;

Figura 20: una máquina eléctrica con un núcleo acorde a la invención con bobinado del núcleo.

Descripción de los ejemplos de ejecución

En la figura 1 se representa un desarrollo esquemático del método acorde a la invención, con los pasos esenciales. En un paso del método S1 se proporciona un núcleo 24 que presenta una forma esencialmente cuboide 20, véase también la figura 2. El núcleo 24 presenta ranuras 32 que se extienden paralelamente de un lado 28. Un bobinado del núcleo 40 posee secciones del alambre de ranura 105 que posteriormente se disponen en las ranuras 32. Las secciones del alambre de ranura 105 que deben disponerse conformando un grupo se denominan como lados del bobinado 36. El bobinado del núcleo 40 que presenta los lados del bobinado 36 es prensado en una herramienta de prensado 44 (figura 6B), de manera que los lados del bobinado 36 se moldean, adecuándose al contorno de una ranura 32, en el paso del método S2. En otro paso posterior y sucesivo del método, el paso S3, el bobinado del núcleo 40 prensado con sus lados del bobinado 36 es insertado en las ranuras 32 del núcleo, véase también la figura 8. En el paso del método S4 el núcleo 24, junto con el bobinado del núcleo 40, es moldeado en un molde anular cilíndrico 52, con ranuras 32 orientadas radialmente hacia el interior.

En la figura 2 se representa una vista lateral del núcleo 24 en forma de cuboide. El núcleo 24 posee una forma de cuboide 20 con superficies frontales 56 que están apartadas unas de otras. Las superficies frontales 56 están unidas unas con otras a través de una superficie dorsal 60 y de una superficie de la ranura 64. Las dos superficies frontales 56, la superficie dorsal 60, así como la superficie de la ranura 64, determinan una sección transversal del núcleo rectangular; el núcleo 24 posee dos extremos 61, los cuales respectivamente poseen una superficie del extremo 68. El núcleo 24 posee en total treinta y seis ranuras 32, donde todas están orientadas de forma paralela unas a otras y se encuentran dispuestas en un plano común. Las ranuras 32 están abiertas en la misma dirección y terminan en aberturas de las ranuras 72, situadas todas en la superficie de ranura 64. Las ranuras 32 están delimitadas por dientes 76 de flancos paralelos. Los dientes 76 poseen una parte superior del diente 78 que termina en la superficie de la ranura 64, así como una base del diente 80. Las bases 80 de los dientes 76 se sitúan todas en un plano que está dispuesto paralelamente con respecto a la superficie dorsal 60. Los dientes 76 poseen una sección transversal o forma del perfil 82, de manera que los dientes 76 se extienden de forma paralela con respecto a las superficies del extremo 68. Cada parte superior del diente 78 posee dos molduras del diente 84, véase también la figura 8, las cuales se extienden en dirección circunferencial en el núcleo 24 curvado en el molde anular cilíndrico 52. Cada diente 76 está estructurado de forma simétrica con respecto a un plano central del diente 86 que está orientado paralelamente con respecto a las superficies del extremo 68. En el núcleo 24, en ambas superficies del extremo 68, está realizado un diente 88 dividido en dos partes, en el plano central del diente 86. Entre los dos medios dientes 88 están dispuestos treinta y cinco dientes 76 realizados de forma completa, de manera que en total resultan treinta y seis ranuras 32, y en el estado curvado de forma circular del núcleo 24 treinta y seis dientes 76, donde un diente está formado por dos medios dientes 88.

Los dientes completos 76 y los medios dientes 88, con su base del diente 80, están unidos unos con otros de una pieza con un dorso del núcleo 89. El dorso del núcleo forma una guía del flujo magnético de todos los dientes completos y medios dientes 76 y 88.

Sobre el núcleo 24 se representa el bobinado del núcleo 40 que, con respecto al núcleo 24, está representado abatido hacia el interior en 90 grados en el plano de la figura. El bobinado del núcleo 40 representado en la figura 2 es un bobinado imbricado de dos capas trifásico 90. El bobinado imbricado trifásico 90, enrollado a partir de alambre 91 revestido o laqueado 91, se compone de la primera fase 93 con los alambres de conexión U y X, de la segunda fase 96 con las conexiones de bobinado del núcleo V e Y, así como de la tercera fase 99 con los alambres de conexión W y Z. El bobinado imbricado 90, con su conexión del bobinado del núcleo U, se encuentra insertado en una ranura 32 con un número de ranura 1, el alambre de conexión del bobinado del núcleo Z está insertado en una ranura 32 con un número de ranura 2 y el alambre de conexión del bobinado del núcleo V está insertado en una ranura 32 con un número de ranura 3. Mientras que las conexiones del bobinado del núcleo U, Z y V, así como X, W e Y, así como todos los lados del bobinado 36 situados entre medio, están introducidas en las ranuras con los números de ranura 1 a 36, el bobinado del núcleo 40 presenta un así llamado excedente del bobinado total 102 que, al insertarse el bobinado del núcleo 40 en el núcleo 24, en principio no se inserta en las ranuras 32.

En la figura 3 se representa la primera fase 93 de la figura 2 en una forma de ejecución en principio idéntica. La primera fase 93, tal como las otras dos fases, se compone de secciones de alambre de ranura 105, así como de alambres de unión 107 que unen las respectivas secciones de alambre de ranura 105. Los dientes 1 a 34 representados por debajo de la representación de la primera fase 93 indican qué secciones de alambre de ranura 105 se apoyan o se insertan en qué ranuras con los números de ranura 1 a 34.

En la figura 4 se ilustra una representación de la sección transversal de las tres fases 93, 96 y 99, tal como se representan en la figura 2, donde a modo de ejemplo se indica sin embargo solamente la primera fase 93. Las otras dos fases 96 y 99 están realizadas de forma análoga. Los números 1 a 36, así como 3, indican los números de las ranuras. Partiendo de la ranura 32 con el número de ranura 1, en un primer paso desde el extremo de la fase U, una sección de alambre de ranura 105 se dispone en una posición correspondiente a la ranura 32 con el número de

ranura 1. A la sección de alambre de ranura 105, U1 se conecta un alambre de unión 107 no representado, el cual llega hasta la posición de la ranura 32 con el número de ranura 4. El bobinado continúa con la sección de alambre de ranura 105, U2. A la sección de alambre de ranura 105, U2 se conecta otro alambre de unión 107 que se enrolla con una sección de alambre de ranura 105, U3 nuevamente en la posición de la ranura 32 con el número de ranura 1. El esquema del bobinado continúa con otro alambre de unión 107 en una posición en la ranura 32 con el número de ranura 4, sobre una sección de alambre de ranura 105, U4 y desde allí, tal como se representa en la figura 4, continúa de forma alternada mediante alambres de unión 107 y secciones de alambre de ranura 105, U5 en la posición de la ranura 32 con el número de ranura 7 y así sucesivamente, tal como se representa de forma gradual, finalmente hasta la ranura 32, desde la cual se saca nuevamente la sección de alambre de ranura 105, U48, donde el extremo de la fase X representa por último la primera fase 93. Puede observarse que más allá de la ranura 32 con el número de ranura 36 se encuentran dispuestas dos secciones de alambre de ranura 105, U45 y U47 que a su vez posteriormente se insertan en la ranura 32 con el número de ranura 1 y, con ello, sobre las secciones de alambre de ranura 105, U3 y U1. En la representación de la figura 4 puede observarse claramente que las secciones de alambre de ranura 105 individual se apoyan tanto en una primera capa 110, como también en una segunda capa 112. Lo mencionado es válido para las tres fases 93, 96 y 99. La primera capa 110, posteriormente, se apoyará en el interior de las ranuras 32 y la segunda capa 112 en el área de las aberturas de las ranuras 72. La representación de la primera fase 93 en la figura 3 difiere de las representaciones en la figura 4 y en la figura 2, lo cual afecta la ubicación de las secciones de alambre de ranura 105 individuales en las capas individuales, donde sin embargo esto no se considera relevante para el método de producción, ni tampoco en cuanto al efecto eléctrico.

En la figura 5, a modo de secciones y de forma ampliada, se representa el área de los lados del bobinado 36 que se insertan en las ranuras 32 con los números de ranura 34, 35 y 36, así como los excedentes del bobinado 115 individuales de las tres fases 93, 96 y 99. Una distancia d1 entre un lado del bobinado 36 de la segunda fase 96 y el lado del bobinado 36 de la tercera fase 99 corresponde a la distancia de dos ranuras 32 en el estado en forma de cuboide del núcleo 24, véase también la figura 2. La distancia entre el lado del bobinado 36 de la tercera fase 99 y el primer excedente del bobinado 115 individual de la primera fase 93 se indica con la referencia d2. Dicha distancia representa la distancia entre el último lado del bobinado 36 que debe insertarse antes del curvado circular y el primer excedente del bobinado 115 que ya no puede insertarse en el núcleo plano 24. La distancia d2 es mayor que la distancia d1. La distancia de los excedentes del bobinado 115 individuales de las tres fases 93, 96 y 99 entre sí corresponde a la distancia d1.

En la figura 6A se representa la sección transversal de un lado del bobinado 36 individual. La sección transversal de un lado del bobinado 36 individual se compone en primer lugar de las secciones transversales de secciones de alambre de ranura 105 que se encuentran dispuestas en principio de forma más o menos desordenada dentro de una determinada superficie envolvente 118. A diferencia de la representación en las figuras 3, 4 y 5; en este caso se han enrollado más lazos o bobinados. Tal como ya se mencionó en la figura 1, los lados del bobinado 36 son moldeados en una herramienta de prensado antes de la inserción en las ranuras 32 del núcleo 24, de manera que la superficie envolvente 118 finalmente adopta la forma de ranura 119 de la herramienta de prensado 44, véase también la figura 6B. Para ello, el lado del bobinado 36 se inserta primero suelto en el molde de ranura 119 de la herramienta de prensado 44, según la dirección de la flecha en la figura 6B. A continuación, un punzón 120 presiona el lado del bobinado 36 en el molde de ranura 119, moldeando plásticamente el lado del bobinado 36, de manera que el mismo adopta de manera permanente la forma de ranura 119 como superficie envolvente 118 externa. El molde de ranura 119 de la herramienta de prensado 44 puede realizarse de manera que el mismo corresponda a la forma de la sección transversal de las ranuras 32 después del curvado. En una variante se prevé que el molde de ranura 119 corresponda al molde de la sección transversal de las ranuras 32, restando al menos una parte del grosor del material d_{iso} de una capa de aislamiento 123, véanse también las figuras 6C y 6D, así como la figura 8.

Si el bobinado del núcleo 40, tal como se representa en la figura 4, es enrollado con un excedente del bobinado total 102, entonces el excedente del bobinado total 102 se ubica al nivel de la segunda capa 112. Con el prensado del bobinado del núcleo 40 en la herramienta de prensado 44 se prevé que el excedente del bobinado total 102 sobresalga al mismo tiempo desde el plano formado por la segunda capa 112. Los excedentes del bobinado individuales 115 poseen lados inferiores que posteriormente se orientan hacia la primera capa 110. Dichos lados inferiores de los excedentes del bobinado 115 individuales son elevados a través del prensado en la herramienta de prensado 44, más allá de la segunda capa 112, situándose en una curva K que se ubica dentro del diámetro posterior del núcleo 24 posteriormente circular.

Después del prensado y del moldeado de los lados del bobinado 36, del bobinado del núcleo 40, el bobinado del núcleo 40 con los lados del bobinado 36 se introduce en las ranuras 32 revestidas con el material aislante 123.

El conjunto premontado, formado por el núcleo 24, el material aislante 123 y el bobinado del núcleo 44, en el siguiente paso del método S4, es moldeado en un molde anular cilíndrico 52 con ranuras 32 orientadas radialmente hacia el interior. Se comienza con el medio diente 88 que limita con la ranura 32, con el número de ranura 36. El medio diente 88 es curvado relativamente en una herramienta hacia el diente 76 situado más próximo, entre las ranuras 32 con los números de ranura 35 y 36, de manera que las partes superiores de los dientes 78 se aproximan unas a otras y las aberturas de las ranuras 72 se reducen. Al mismo tiempo, una sección dorsal 140 es curvada

entre el medio diente 88 y el diente 76, entre las ranuras 32 con los números de ranura 35 y 36, de manera que se reduce el ángulo entre el diente 76 y la sección dorsal 140, donde lo mismo es válido con respecto al medio diente 88. Este proceso de moldeo continúa hasta que finalmente el diente 76 es curvado entre las ranuras 32 con los números de ranura 3 y 4 hacia el diente 76, entre las ranuras 32 con los números de ranura 2 y 3.

- 5 Antes del final del curvado circular del núcleo 24, sin embargo, primero deben insertarse en las ranuras 32 los tres excedentes del bobinado 115 de las tres fases 93, 96 y 99, con los números de ranura 3, 2 y 1. Para ello, los excedentes del bobinado 115 individuales son insertados o empujados, respectivamente mediante un punzón 126, en las ranuras 32 con los números de ranura 2, 3. De acuerdo con una variante esto es posible para los excedentes del bobinado 115, también mediante un único punzón 127, véase también la figura 10.
- 10 En lugar del revestimiento de una ranura 32 con una capa aislante 123, antes de la inserción de un lado del bobinado 36 moldeado y del cierre posterior de la ranura mediante una lámina de cierre de ranura 124, véase también la figura 11, en una variante también es posible que los punzones 126 y 127 estén provistos de láminas de cierre de ranuras 124, para que las láminas de cierre de ranuras 124 puedan ser empujadas hacia las ranuras 32 al mismo tiempo con los excedentes del bobinado 115. Su posición en las ranuras 32 se asegura igualmente a través de las aberturas de las ranuras 72 estrechadas durante el curvado circular del núcleo 24, por debajo de las molduras del diente 84. Asimismo, en otra variante se prevé utilizar del mismo modo un aislamiento de la ranura de dos partes, en base a una capa aislante 123 y a una lámina de cierre de la ranura 124. De este modo, antes de la inserción en el núcleo 24, en el bobinado del núcleo 40 ya moldeado, así como en sus lados del bobinado 36, sobre los lados, se aplica la capa aislante 123 y eventualmente se adhiere, la cual posteriormente se sitúa en el fondo de la ranura. La lámina de cierre de la ranura 124 es empujada hacia las ranuras 32, del mismo modo que antes, mediante los punzones 126 y 127 provistos de láminas de cierre de ranuras 124, con los excedentes del bobinado 115. En otra variante se prevé aplicar la capa aislante 123 de una pieza en los lados del bobinado 36 moldeados antes de la inserción en una ranura 32, véase la figura 12. En el ejemplo de ejecución allí mostrado la capa aislante 123 es colocada alrededor del lado del bobinado 36, de manera que dos extremos 130 de la capa aislante 123 se superponen y se adhieren uno al otro entre las dos superficies contiguas de los extremos. En esa variante, todo el bobinado del núcleo 40 se coloca en las ranuras 32 del núcleo 24 después del moldeo de los lados del bobinado 36, con la capa aislante 123; véase la figura 13.
- 15
- 20
- 25

- En la figura 14 se representa espacialmente un bobinado imbricado simple. Ese bobinado imbricado representa a su vez la primera fase 93 de un bobinado del núcleo 40. Al igual que en el caso del bobinado imbricado de dos capas de la figura 3 ó 4, se enrolla comenzando desde una posición de una ranura 32 con el número de ranura 1, de manera que un primer lazo es enrollado hacia las ranuras 32 con los números de ranura 1 y 4, donde finalmente en un paso triple referido a las distancias de las ranuras, se disponen otras bobinas. Por último, la primera fase 93 finaliza con el extremo X en la ranura 32 con el número de ranura 34. Una segunda fase 96 estructurada de forma correspondiente se coloca sobre la primera fase 93 para formar un bobinado del núcleo 40 que comienza en una ranura 32 con el número de ranura 2 hasta una ranura 32 con el número de ranura 35. Lo mismo sucede con una tercera fase 99 que comienza en la ranura con el número 3 hasta la ranura con el número de ranura 36. Un bobinado del núcleo 40 estructurado de ese modo no presenta ningún excedente del bobinado total 102. En la figura 15 se representa un núcleo 24 con setenta y dos ranuras. En este caso, una primera fase 93, partiendo desde una ranura 32 con el número de ranura 1, es enrollado hacia las ranuras 1 y 7, para después de una cantidad de bobinados determinada ser enrollado alrededor de las ranuras 2 y 8. Finalmente, con un alambre de unión de bobinas, después del enrollado de esa segunda bobina en las ranuras 13 y 19, otra bobina continúa enrollándose en las ranuras 14 y 20, hasta que por último, en total después de otras ocho bobinas, el bobinado de fases 93 en la ranura con el número 68, nuevamente el alambre, es conducido desde el núcleo 24. Comenzando en la ranura 32 con el número de ranura 3 se inicia con la segunda fase 96, para finalmente, en la ranura con el número 70, conducir el alambre de la segunda fase 98 nuevamente desde el núcleo 24. El bobinado de la tercera fase 99 comienza en la ranura con el número 5 y concluye en la ranura con el número 72.
- 30
- 35
- 40
- 45

- En la figura 16 se representa la primera fase 93 en forma de un bobinado ondulado distribuido 135. El alambre 91, comenzando en la ranura 32 con el número de ranura 1, es conducido hacia la ranura 4 mediante una sección de alambre de unión 107, desde allí a su vez hacia la ranura 7 mediante otra sección de alambre de unión 107 y, tal como se muestra en la figura 16, continúa enrollándose hasta que un primer excedente del bobinado 115 se origina en una posición correspondiente a la ranura 1. Desde allí es enrollado hacia atrás, mediante las ranuras 34 a 4. Un segundo bobinado de fase 96 es enrollado hacia atrás de forma análoga, partiendo desde la ranura 2 hacia la ranura 2, y un excedente del bobinado 115 formado allí es enrollado nuevamente hacia atrás, hacia la ranura 5, una tercera fase, comenzando en la ranura 3, es enrollada hasta formar un excedente del bobinado 115 en la ranura 32 con el número de ranura 3 y desde allí es enrollada nuevamente hacia atrás, hacia la ranura 32 con el número de ranura 6. Un núcleo 24 con un bobinado del núcleo 40, diseñado de ese modo como bobinado ondulado distribuido 35, es igualmente adecuado para el método acorde a la invención.
- 50
- 55

- En otro ejemplo de ejecución se proporciona primero el núcleo 24. En las ranuras 32, el bobinado 40 es enrollado con el alambre 91 o un bobinado 40 prefabricado es introducido en las ranuras 32. El bobinado 40 aún no se encuentra prensado. A continuación, con lados de la ranura 170 de una ranura 32, respectivamente alineados, un
- 60

elemento guía 173 es colocado sobre el lado 28 del núcleo 24 orientado posteriormente radialmente hacia el interior, de manera que entre los elementos guía 173 se regula una distancia constante. Un punzón de moldeo 176 con un contorno interno 179 a continuación se desplaza a través de los dos elementos guía 173, de manera que es guiado hacia el lado del bobinado 115. Las secciones de alambre de ranura 105 del lado del bobinado 115 son forzadas hacia el contorno interno 179 y son moldeadas de manera que las secciones transversales de los lados del bobinado 115, después del moldeo, corresponden a la sección transversal de una ranura 32 después del curvado circular del núcleo 24, véase la figura 17A y la figura 17B.

De manera alternativa, también es posible moldear una tras otra respectivamente secciones de alambre de ranura 105 enrolladas en una ranura 32.

Antes del enrollado o de la inserción del bobinado 40, dependiendo de la necesidad, puede aplicarse previamente una capa aislante 123.

Después del moldeo, el punzón de moldeo 176 se extrae nuevamente de la ranura 32; los elementos guía 173 son retirados del núcleo 24, véase la figura 17C.

A continuación, ese núcleo 24 con bobinado 40 se trabaja en los otros pasos del método, tal como se muestra en la figura 9 ó en la figura 10 y como se describe haciendo referencia a dichas figuras.

En otro ejemplo de ejecución se prevé utilizar alambre 91, cuya dimensión de la sección transversal es mayor que la anchura de la abertura de la ranura 72 en la dirección circunferencial del núcleo 24, cuando aún presenta la forma de un cuboide 20. Si un bobinado de esa clase se enrolla con un alambre sinfín 91, por ejemplo un alambre 91 con una sección transversal rectangular, tal como se utiliza para bobinados denominados como bobinados de barra, del modo en que se realiza en las tres ejecuciones de bobinados ya descritas, entonces no es posible una inserción del bobinado del núcleo 40. Para remediar esa situación, el núcleo 24 es curvado sobre su superficie dorsal 60 antes de la inserción del bobinado del núcleo 40, de manera que las aberturas de las ranuras 72 se amplían y el bobinado del núcleo 40 puede ser introducido. Si el bobinado del núcleo 40 está introducido, del modo antes descrito, también en este caso, a continuación el núcleo 24 con el bobinado del núcleo 40 es curvado de forma circular y las aberturas de las ranuras 72 se estrechan, véase la figura 18B. En comparación con bobinados de barra tradicionales que con frecuencia presentan el doble de interconexiones soldadas o unidas mediante soldadura blanda como ranuras 32, la inversión para establecer interconexiones se limita a los extremos del alambre U a Z.

El ejemplo de ejecución según las figuras 18A y 18B no se limita a la utilización de alambres con las dimensiones correspondientes de la sección transversal. Más bien, lo mencionado es válido también para bobinados del núcleo 40 con lados del bobinado 36 que son prensados de manera que, debido a su anchura en dirección circunferencial, no pueden insertarse en la abertura de la ranura 72, sino solamente después de la ampliación de la abertura de la ranura, después del curvado del núcleo 24 sobre su superficie dorsal 60.

Para mejorar la estabilidad de la forma de los lados del bobinado 36 prensados puede utilizarse un así llamado esmalte horneado para fijar los lados del bobinado 36. Lo mencionado por ejemplo es posible debido a que se utiliza un alambre 91 ya tratado con un esmalte de ese tipo, cuya capa de esmalte se calienta en la herramienta de prensado 44, tomando al menos un estado viscoso pegajoso, de manera que los alambres 91 pueden adherirse unos a otros, donde después de enfriarse y solidificarse se unen unos a otros de forma fija, de modo que posteriormente pueden trabajarse con facilidad.

El factor de carga de la ranura eléctricamente efectivo se define aquí como la relación de la sección transversal de la superficie, de la suma de todas las secciones transversales, dispuestas en una ranura 32, de la parte eléctricamente activa de las secciones de alambre de ranura 105, referido a la sección transversal de la ranura 32 después del curvado circular. Dentro del marco de la invención se prevé realizar un factor de carga eléctricamente efectivo de al menos el 55%. Este límite inferior representa un requerimiento mínimo para la efectividad eléctrica. Técnicamente apenas es posible un límite superior del 75%. Un factor de carga de la ranura más elevado conduce a fuerzas tan elevadas durante el prensado de los lados del bobinado 36, que una capa de esmalte resulta dañada en los alambres 91 y, de ese modo, los cortocircuitos en el bobinado del núcleo 40 lo inutilizan. Se alcanza una buena solución considerando las tolerancias de fabricación y la viabilidad técnica en el caso de un factor de carga de la ranura en un rango de entre 57% y 70%.

En la figura 19A se representa un estator 150 en base a un núcleo 24 estructurado a partir de láminas 153, con un bobinado imbricado simple como bobinado del núcleo 40. En la figura 18B se representa un punto de unión 156, formado a partir de las dos superficies del extremo 68 situadas una junto a otra, del núcleo 24 curvado de forma circular. Para no separar el núcleo 24 curvado de forma circular alrededor de la parte elástica del curvado, en el punto de unión 156 se fija una costura de soldadura 160 para unir de forma fija uno con otro los dos extremos 61 del núcleo 24.

En la figura 20 se muestra una representación simbólica de una máquina eléctrica 140 con el estator 150 acorde a la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para producir un núcleo (24) que puede excitarse de forma magnética, con un bobinado del núcleo (40) para una máquina eléctrica, según el cual en un primer paso del método (S1) se proporciona el núcleo (24) que presenta una forma esencialmente cuboide (20) con ranuras (32) que se extienden paralelamente de un lado, en cuyas ranuras (32), en un paso del método (S2), los lados del bobinado (36) del bobinado del núcleo (40) se insertan en las mismas, y posteriormente, en un paso del método (S3), el núcleo (24) junto con el bobinado del núcleo (40) se moldea en un molde anular cilíndrico (52) con ranuras (32) orientadas radialmente hacia el interior, caracterizado porque respectivamente todos los lados del bobinado (36) que se insertan en cada ranura (32), antes de la inserción en la ranura (32), son prensados y moldeados en una herramienta (44) en un molde de ranura (119).
- 10 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el núcleo (24) es fabricado de manera que en sus extremos (61) que deben unirse unos con otros en dirección circunferencial respectivamente está realizado un medio diente (88).
- 15 3. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los lados del bobinado (36) del bobinado del núcleo (40) son prensados en un molde de ranura (119) que corresponde a una forma de la sección transversal de las ranuras (32) del núcleo (24).
- 20 4. Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los lados del bobinado (36) del bobinado del núcleo (40) son prensados en un molde de ranura (119) que corresponde a la forma de la sección transversal de las ranuras (32) del núcleo (24) restando al menos una parte de un grosor (d_{ISO}) de una capa de aislamiento (123).
5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el bobinado del núcleo (40) es enrollado con al menos un excedente del bobinado (115).
6. Método según la reivindicación 5, caracterizado porque una distancia (d_2) de un lado del bobinado (36) excedente con respecto a un lado del bobinado (36) contiguo no excedente es enrollado de un tamaño mayor que una distancia (d_1) entre dos ranuras (32).
- 25 7. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque a través del prensado de los lados del bobinado (36) en el molde de ranura (119) al menos un lado del bobinado (36) excedente es sacado de manera permanente desde un plano formado por los lados del bobinado (36) no excedentes.
8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el bobinado del núcleo (40) está realizado como un bobinado imbricado de dos capas.
- 30 9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el núcleo (24), antes de la inserción de la bobina del núcleo (40) en las ranuras (32), es curvado sobre sus partes posteriores del núcleo (89), de manera que las aberturas de las ranuras (72) se amplían para la inserción de los lados del bobinado (36).
10. Método según una de las reivindicaciones precedentes 1 a 4, caracterizado porque el bobinado del núcleo (40) está realizado como un bobinado imbricado simple de una capa.
- 35 11. Método según una de las reivindicaciones precedentes 1 a 9, caracterizado porque un excedente del bobinado (115) es insertado en al menos una ranura (32) antes del final del curvado del núcleo (24), dentro del molde anular cilíndrico (52).
12. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque después del curvado del núcleo (24) en el molde anular cilíndrico (52), los extremos (61) se unen uno con otro por adherencia de materiales.
- 40 13. Método para producir un núcleo (24) que puede excitarse de forma magnética, con un bobinado del núcleo (40) para una máquina eléctrica, según el cual en un primer paso del método (S1) se proporciona el núcleo (24) que presenta una forma esencialmente cuboide (20) con ranuras (32) que se extienden paralelamente de un lado, en cuyas ranuras (32), en un paso del método (S2), los lados del bobinado (36) del bobinado del núcleo (40) se insertan en las mismas, y posteriormente, en un paso del método (S3), el núcleo (24) junto con el bobinado del núcleo (40) se moldea en un molde anular cilíndrico (52) con ranuras (32) orientadas radialmente hacia el interior, caracterizado porque respectivamente todos los lados del bobinado (36) que se insertan en cada ranura (32), después de la inserción en la ranura (32) mediante un punzón de moldeo (176), de manera que todos los lados del bobinado son moldeados de forma conjunta, de modo que su contorno externo corresponde a una ranura (32) del núcleo (24) curvado de forma circular.
- 45 14. Núcleo (24) que puede excitarse de forma magnética con un bobinado del núcleo (40) para una máquina eléctrica (140), producido según una de las reivindicaciones precedentes.
- 50

15. Núcleo (24) que puede excitarse de forma magnética con un bobinado del núcleo (40) para una máquina eléctrica (140) según la reivindicación 14, caracterizado porque el núcleo (24) presenta un punto de unión (156), en el cual sus dos superficies del extremo (68) está unidas una a la otra.
- 5 16. Núcleo (24) que puede excitarse de forma magnética con un bobinado del núcleo (40) para una máquina eléctrica (140) según la reivindicación 14 ó 15, caracterizado porque los dos extremos (61) están unidos uno con otro por adherencia de materiales.
17. Núcleo (24) que puede excitarse de forma magnética con un bobinado del núcleo (40) para una máquina eléctrica (140) según una de las reivindicaciones 14 a 16, caracterizado porque a ambos lados del punto de unión (156) se encuentra dispuesta respectivamente al menos una conexión del bobinado del núcleo.
- 10 18. Estator (150) para una máquina eléctrica (140), el cual es un núcleo (24) que puede excitarse de forma magnética con un bobinado del núcleo (40), producido según una de las reivindicaciones precedentes 14 a 17.
19. Máquina eléctrica (140), en particular un generador, con un estator (150) según la reivindicación 18.

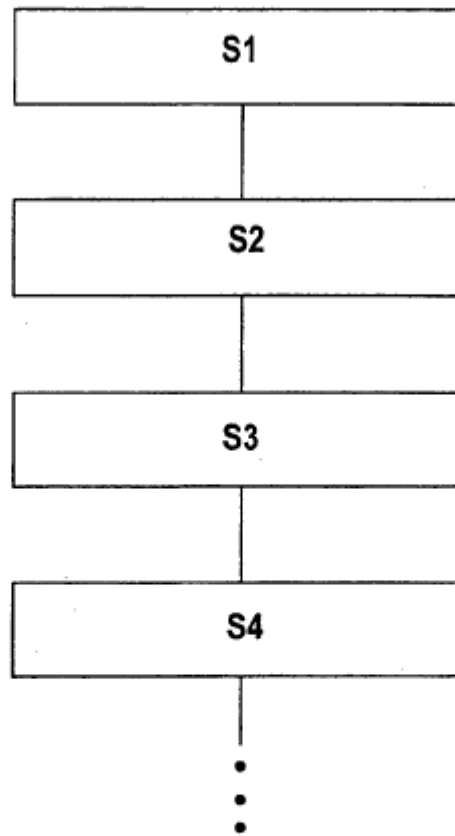


Fig. 1

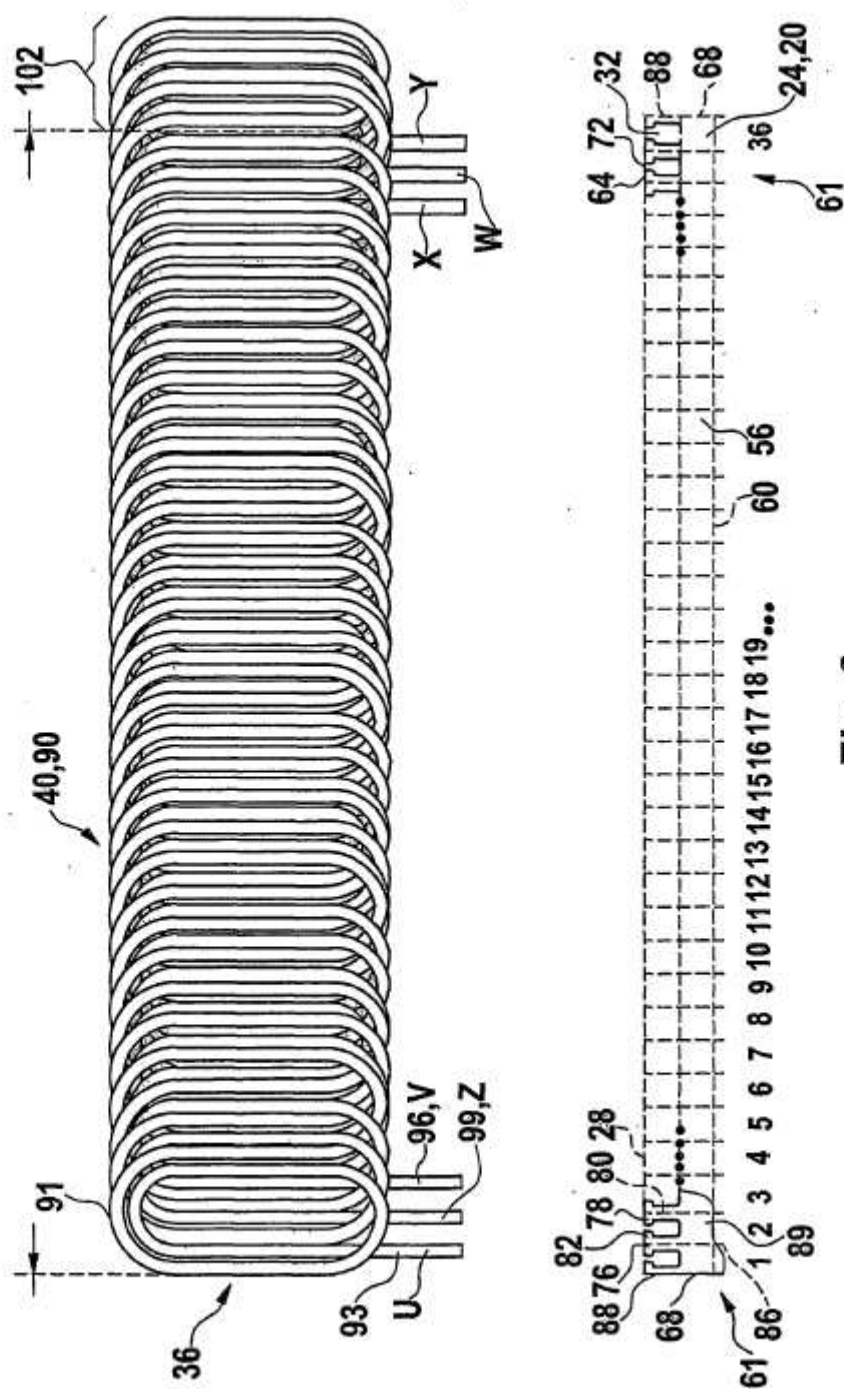


Fig. 2

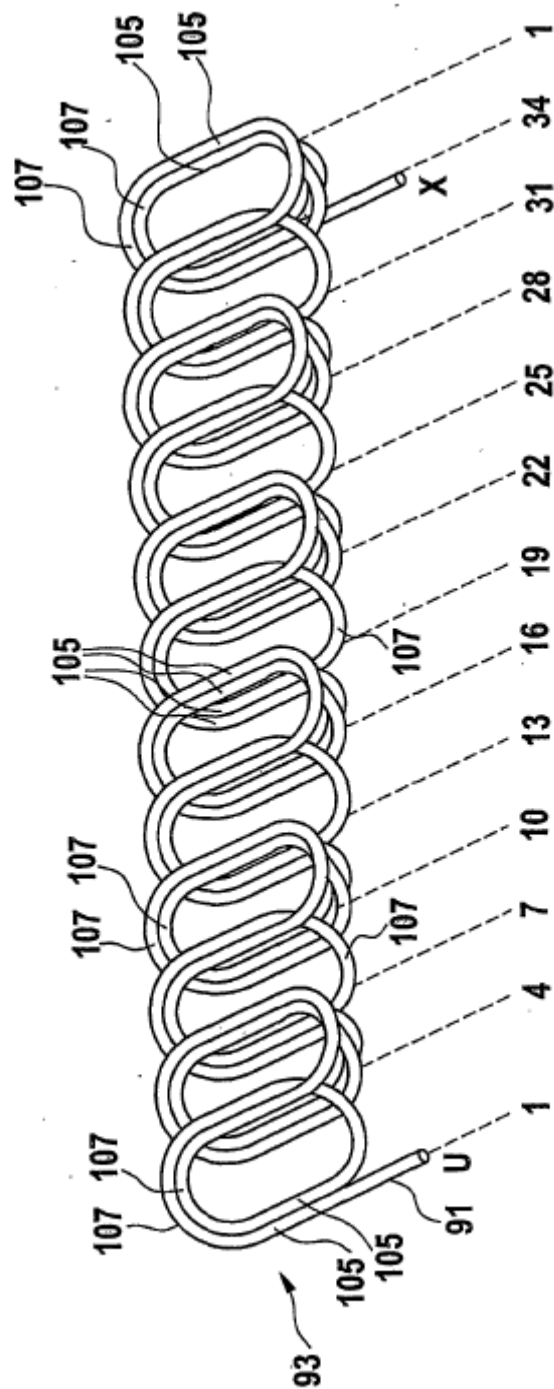


Fig. 3

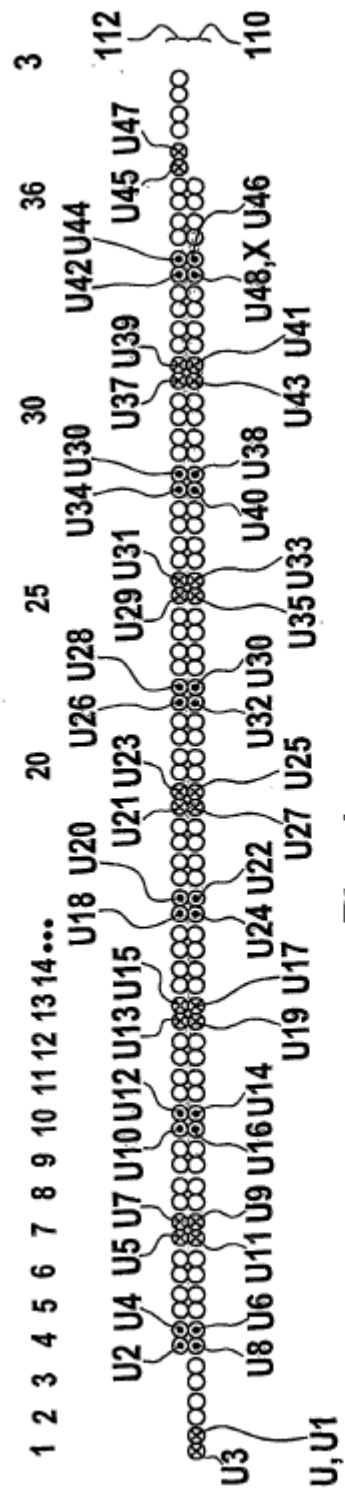


Fig. 4

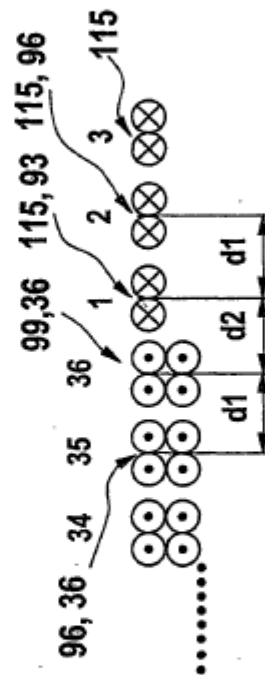
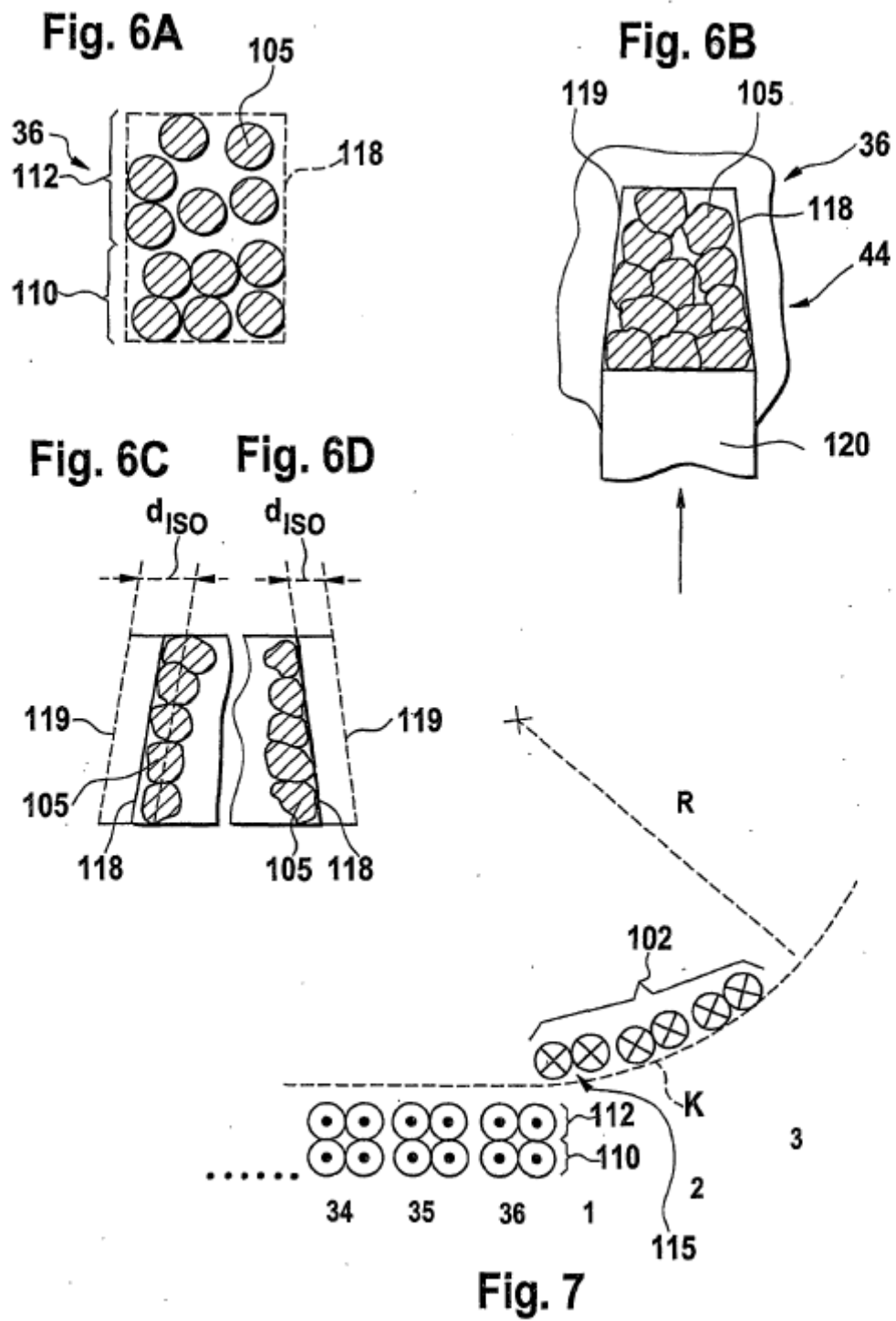


Fig. 5



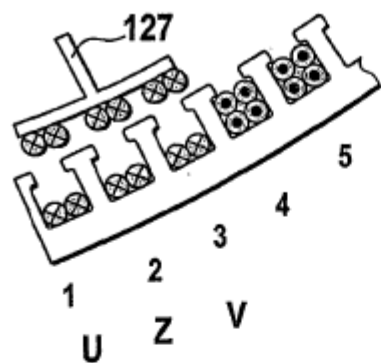


Fig. 10

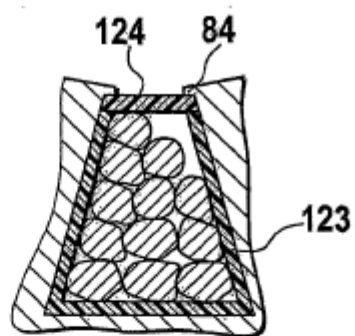


Fig. 11

Fig. 12

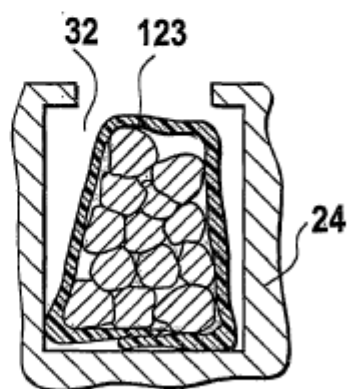
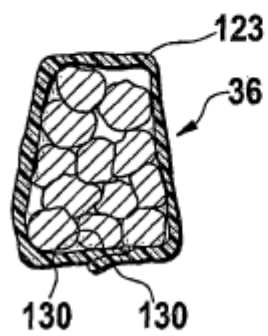


Fig. 13

Fig. 9

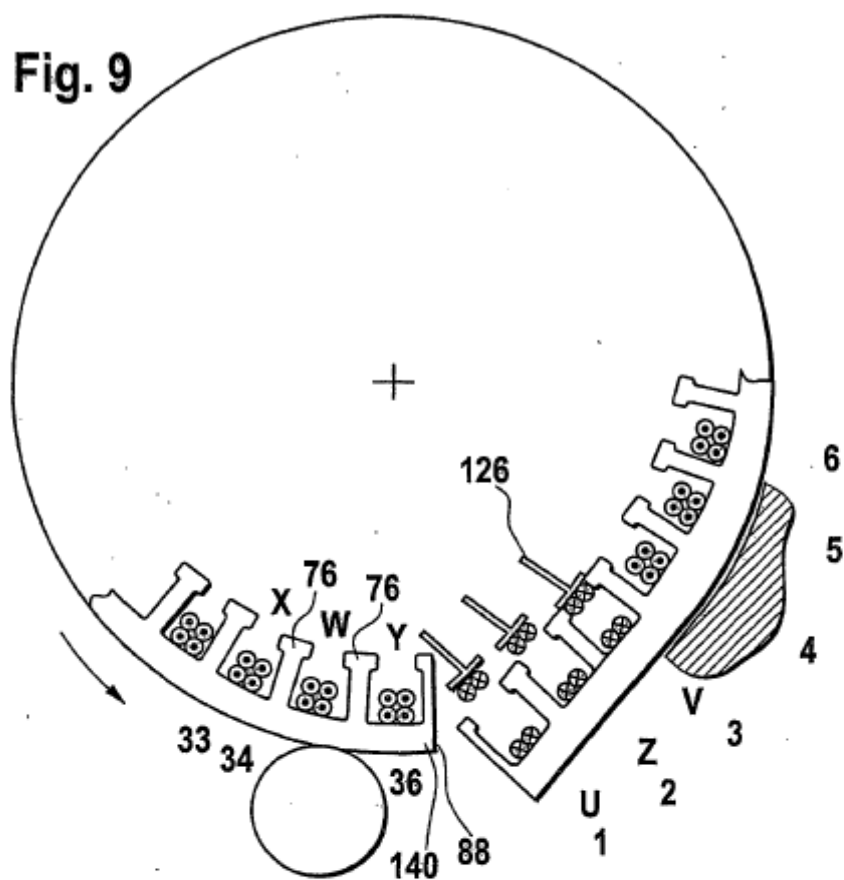
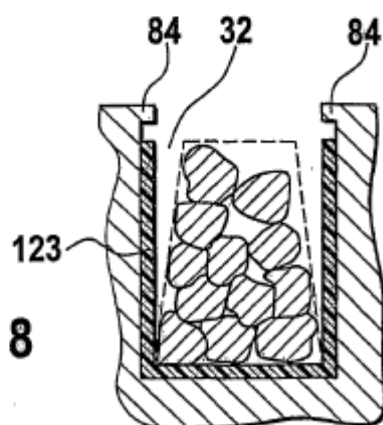
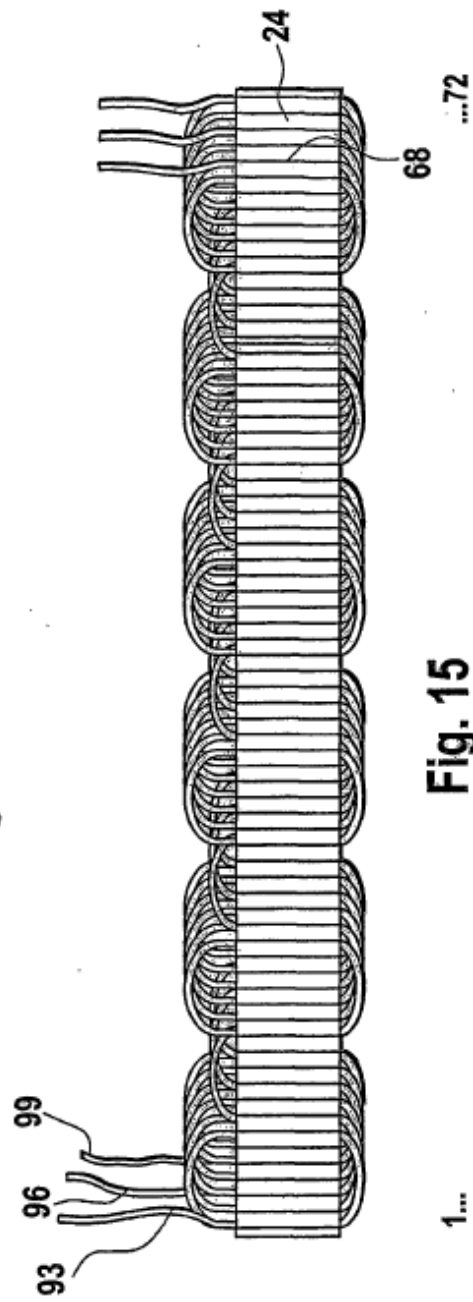
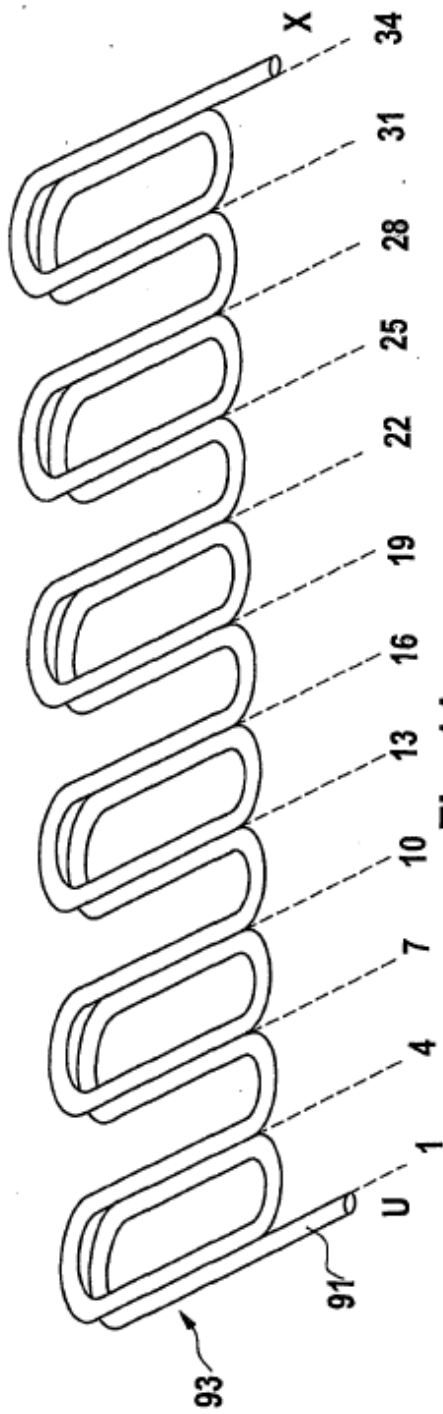


Fig. 8





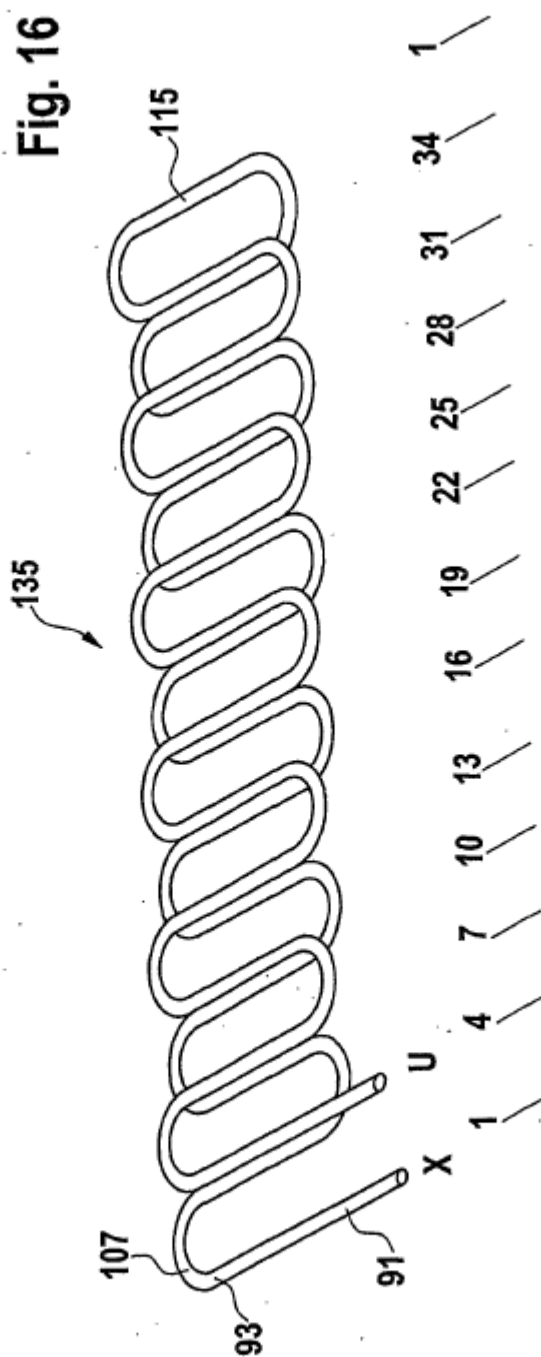


Fig. 17A

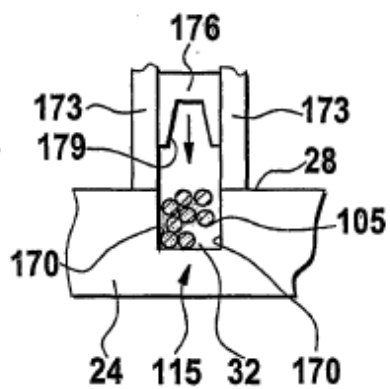


Fig. 17B

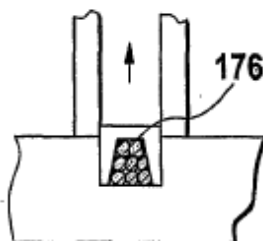


Fig. 17C

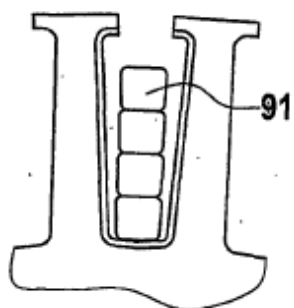
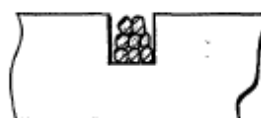


Fig. 18A

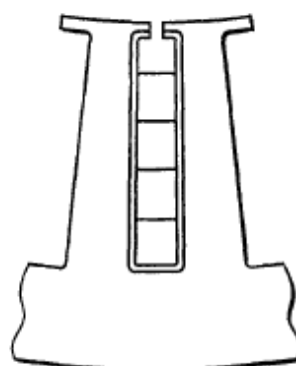


Fig. 18B

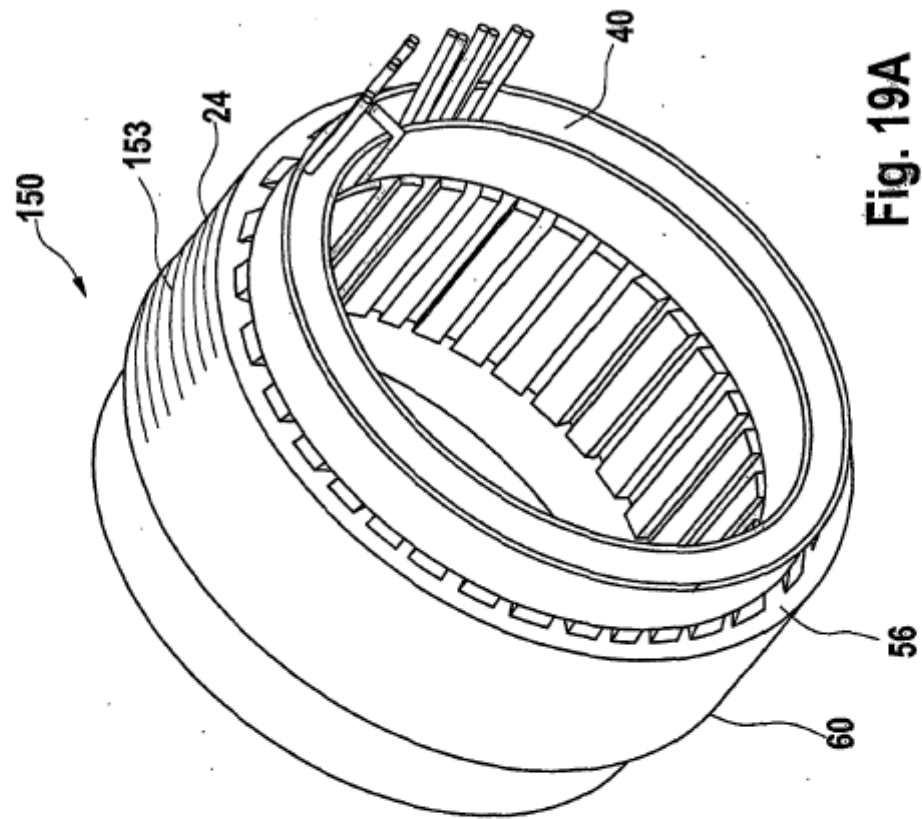


Fig. 19A

Fig. 19B

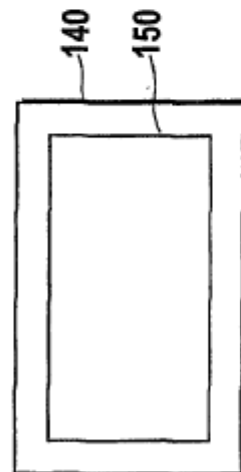
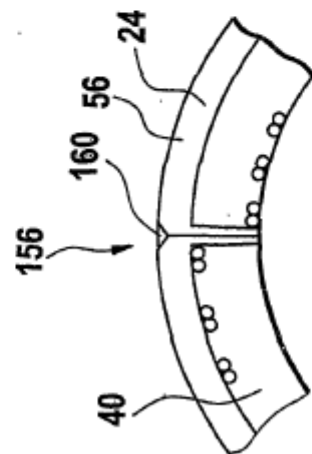


Fig. 20