

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 404**

51 Int. Cl.:

**H02K 15/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2011 E 11801642 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2647110**

54 Título: **Método para producir un devanado del estator de una máquina eléctrica, en particular de un generador de corriente alterna**

30 Prioridad:

**01.12.2010 DE 102010053718  
01.12.2010 DE 102010053719**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.06.2016**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)  
Postfach 30 02 20  
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**WOLF, GERT;  
HERBOLD, KLAUS;  
WEBER, GERLINDE;  
RAU, EBERHARD;  
MUELLER, ALEXANDER;  
KREUZER, HELMUT;  
REUTLINGER, KURT y  
SCHWARZKOPF, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 574 404 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 devanado del estator de una máquina eléctrica, en particular de un generador de corriente alterna.

Estado del arte

- 5 En la solicitud DE 103 29 572 A1 se describe un método para producir un núcleo que puede excitarse de forma electromagnética, donde en su fabricación se utiliza un devanado del estator determinado. En comparación con el devanado del estator allí descrito y producido, se prevé reducir el radio axial del conector de los lados de la bobina y, con ello, disminuir la extensión axial del devanado del estator. El término "axial" se refiere en este caso a un eje de rotación de un rotor de la máquina eléctrica.
- 10 Por la solicitud US 2008/0201935 A1 se conoce un método para producir un devanado, según el cual cada bobina del devanado se introduce en una herramienta de moldeo con pares de ranuras orientadas unas hacia otras. Son conocidas además la solicitud US 2009/0121576 A1 y la solicitud US 2004/0261256 A1.

Descripción de la invención

- 15 La invención se define a través de las características de la reivindicación 1, referida al método. Las reivindicaciones dependientes 2-17 definen detalles preferentes del método acorde a la invención, la reivindicación 18 define un devanado del estator correspondiente y la reivindicación 19 define una máquina eléctrica.

Descripciones de los dibujos

A continuación, la presente invención se explica en detalle a modo de ejemplo, mediante los dibujos. Las figuras muestran:

- 20 Figura 1: un corte longitudinal a través de una máquina eléctrica;
- Figura 2: el proceso de fabricación de una bobina;
- Figura 3: un paso, en el cual la bobina es planchada;
- Figura 4: una vista superior de bobinas planchadas y unidas de una pieza;
- Figura 5a: el devanado de fase que se encuentra en el nivel previo, después de la colocación alternada de las bobinas planchadas;
- 25 Figura 5b: una vista espacial del nivel previo del devanado de fase;
- Figura 6a: un nivel previo de un devanado de fase en una herramienta de moldeo;
- Figura 6b: una representación espacial, donde se muestra cómo el devanado representado en las figuras 5a y 5b está colocado en la herramienta de moldeo 110, así como la parte inferior 101 o su parte superior 102;
- 30 Figura 7: una vista superior de la herramienta de moldeo 100 y, de modo especialmente preferente, de un lado inferior 110 de la parte inferior 101;
- Figura 8a: de modo esquemático, la posición de todos los devanados de fase colocados en la herramienta de moldeo;
- Figura 8b: una vista espacial de los devanados de fase colocados en la herramienta de moldeo;
- 35 Figura 8c: una alternativa al procedimiento de colocación según la figura 8b;
- Figura 9: una vista lateral de la herramienta de moldeo después del bloqueo;
- Figura 10: en una representación esquemática, una vista lateral de un área que se coloca en ranuras de un paquete del estator;
- Figuras 11a y Figura 11b: dos secciones transversales diferentes de la ranura;

Figuras 11c y Figura 11d: dos métodos diferentes para estampar los lados de la bobina que deben apoyarse en una ranura;

Figuras 12a a 12e: la ubicación de los cinco devanados de fase en el hierro del estator, donde los devanados de fase individuales presentan seis conductores por ranura;

5 Figura 13: la ubicación del devanado de fase de la figura 12a en el hierro del estator, curvado de forma circular;

Figuras 14a y b: el proceso del bloqueo de un devanado de fase para un estator con una cantidad impar de lados de la bobina por ranura;

Figuras 15a a e: la ubicación de cinco devanados de fase en el hierro del estator, donde los devanados de fase individuales presentan cinco conductores por ranura;

10 Figura 16: la ubicación del devanado de fase de la figura 15a en el hierro del estator, curvado de forma circular;

Figura 17: otra posición alternativa de los devanados de fase 120 a 124;

Figura 18: diferentes conectores de bobinas en las mismas cabezas de bobinas;

Figuras 19a a c: diferentes formas de ejecución de conectores de bobinas;

Figura 20: una secuencia de la colocación del devanado en el hierro del estator;

15 Figuras 21a a c: tres diferentes modos de interconexión de devanados de cinco fases;

Figura 22: una sección transversal esquemática de la ranura;

Figura 23: un corte longitudinal esquemático a través de un rotor y un hierro del estator;

Figuras 24a y 24b, Figuras 25a y 25b y Figura 26: otros ejemplos de ejecución.

#### Formas de ejecución de la invención

20 En la figura 1 se representa un corte longitudinal a través de una máquina eléctrica 10, en este caso en la ejecución como generador o generador de corriente alterna para vehículos a motor. Dicha máquina eléctrica 10, entre otras cosas, presenta una carcasa 13 de dos piezas, compuesta por una primera placa de cojinete 13.1 y una segunda placa de cojinete 13.2. La placa de cojinete 13.1 y la placa de cojinete 13.2 alojan un así llamado estator 16 que se compone de un hierro del estator 17 esencialmente circular, donde en sus ranuras que se extienden de modo axial,  
25 orientadas radialmente hacia el interior, está colocado un devanado del estator 18. El estator 16 anular, con su superficie ranurada orientada radialmente hacia el interior, rodea un rotor 20 que está diseñado como rotor de polos de uñas. Entre otras cosas, el rotor 20 se compone de dos platinas de los polos de uñas 22 y 23, en cuya circunferencia externa se encuentran dispuestos dedos de los polos de uñas 24 y 25 que se extienden respectivamente en dirección axial. Las dos platinas de los polos de uñas 22 y 23 están dispuestas en el motor de manera que sus dedos de los polos de uñas 24, así como 25, que se extienden en dirección axial, se alternan en la circunferencia del rotor. Debido a ello resultan espacios intermedios magnéticamente necesarios entre los dedos de los polos de uñas 24 y 25 magnetizados en sentido opuesto, los cuales se denominan como espacios intermedios de los polos de uñas. El rotor 20, mediante un árbol 27 y cada uno de los cojinetes de rodillos 28 que se encuentran en cada lado del rotor, están montados de forma giratoria en la respectiva placa de cojinete 13.1, así como 13.2 .

35 El rotor 20 presenta en total dos superficies frontales axiales, en las cuales respectivamente está fijado un ventilador 30. Dicho ventilador 30 se compone esencialmente de una sección en forma de placa o en forma de disco, desde la cual parten de forma conocida paletas del ventilador. Los ventiladores 30, mediante aberturas 40 en las placas de cojinete 13.1 y 13.2, se utilizan para posibilitar un intercambio de aire entre el lado externo de la máquina eléctrica 10 y el espacio interno de la máquina eléctrica 10. Para ello, las aberturas 40 se proporcionan esencialmente en los  
40 extremos axiales de las placas de cojinete 13.1 y 13.2, mediante los cuales, a través del ventilador 30, aire frío es aspirado hacia el espacio interno de la máquina eléctrica 10. Ese aire frío se acelera radialmente hacia el exterior a través de la rotación de los ventiladores 30, de manera que el mismo puede atravesar el excedente del devanado 45 permeable al aire frío. A través de ese efecto se refrigera el excedente del devanado 45. El aire frío, después de atravesar el excedente del devanado 45, así como después de circular alrededor de dicho excedente del devanado  
45 45, adopta un recorrido radialmente hacia el exterior, a través de aberturas que no se representan en la figura 1.

En la figura 1, del lado derecho, se encuentra una cubierta protectora 47 que protege diferentes componentes de las influencias del ambiente. De este modo, por ejemplo, la tapa protectora 47, recubre un así llamado conjunto de anillo colector 49 que sirve para suministrar corriente magnetizante a un devanado de excitación 51. Alrededor de dicho conjunto de anillo colector 49 se encuentra dispuesto un cuerpo refrigerador 53 que en este caso actúa como cuerpo refrigerador positivo. La placa de cojinete 13.2 actúa como un así llamado cuerpo refrigerador negativo. Entre la placa de cojinete 13.2 y el cuerpo refrigerador 53 está dispuesta una placa de conexión 56 que se utiliza para conectar unos a otros en el cuerpo refrigerador 53 diodos negativos 58 dispuestos en la placa de cojinete 13.2 y diodos positivos, los cuales no se muestran en esta ilustración, representando una conexión en puente conocida.

#### Descripción de la producción del devanado

La figura 2, en una vista lateral, muestra el proceso en el cual, en un dispositivo 70 para bobinar, se enrolla un alambre 76. El dispositivo 70 para bobinar presenta dos plantillas 77 que pueden desplazarse una contra otra en dirección axial. Las dos plantillas 77 poseen un rebaje 78, de manera que en cada plantilla 77 se encuentra presente una superficie plana 79. Alrededor de esas áreas planas o inferiores 79 - delimitadas a través del rebaje 78 en las dos direcciones axiales - se enrolla una bobina 82 oblicua. La bobina 82, extrayendo las plantillas 77 desde la bobina 82, es retirada del dispositivo 70, véase también la figura 3. De manera alternativa, el alambre 76 puede enrollarse también directamente sobre plantillas 77 desplazadas una con respecto a otra, de manera que resulta una bobina 82 en principio no oblicua, mediante dos áreas 79 planas o inferiores dispuestas directamente una contra otra. La bobina 82 oblicua resulta cuando las dos plantillas 77 se desplazan una con respecto a otra en contra de la resistencia de la bobina 82. El proceso de enrollado puede efectuarse en principio de dos formas: por una parte, el alambre 76 puede enrollarse alrededor de plantillas 77 inmóviles y, por otra parte, el alambre 76 puede enrollarse alrededor de plantillas 77 que rotan alrededor de un eje común. A través de la última forma mencionada se evita una torsión del alambre 76 durante el bobinado.

En la figura 3 se representa cómo es moldeada la bobina 82 después de haber sido retirada de las plantillas 77. En este ejemplo, la bobina 82 presenta tres espiras 85. Una de las espiras 85 presenta dos lados de la bobina 88, de manera que en este caso en especial se trata de un lado de la bobina en una posición especial, separado a través de un punto, el cual se denomina con otra cifra. En la parte derecha de la figura 3, por tanto, en total seis lados de la bobina se denominan como lados de la bobina 88.1, 88.2, 88.3, 88.4, 88.5 y 88.6. Esta secuencia ascendente se orienta según el orden en el cual se enrollan los lados de la bobina. Los lados de la bobina 88.1 y 88.2 están conectados de una pieza uno con otro a través de un conector de los lados de la bobina 91.1, los lados de la bobina 88.2 y 88.3 están conectados uno con otro de una pieza a través de un conector de los lados de la bobina 91.2 que no se encuentra representado, los lados de la bobina 88.3 y 88.4 están conectados uno con otro de una pieza a través de un conector de los lados de la bobina 91.3, los lados de la bobina 88.4 y 88.5 están conectados uno con otro de una pieza a través de un conector de los lados de la bobina 91.4 que no se encuentra representado, los lados de la bobina 88.5 y 88.6 están conectados uno con otro de una pieza a través de un conector de los lados de la bobina 91.5.

En la figura 4a, en una vista superior de la superficie 82 (es igual a la bobina 82.1 de la figura 3), pueden observarse los lados de la bobina 88.1, 88.2, 88.3, 88.4, 88.5 y 88.6. Los lados de la bobina 88.1 y 88.2 están conectados uno con otro a través del conector de los lados de la bobina 91.1. De este modo, los dos lados de la bobina 88.1 y 88.2 están conectados a través del conector de los lados de la bobina 91.1. Los lados de la bobina 88.2 y 88.3 están conectados a través del conector de los lados de la bobina 91.2, los lados de la bobina 88.3 y 88.4 a través del conector de los lados de la bobina 91.3, los lados de la bobina 88.4 y 88.5 a través del conector de los lados de la bobina 91.4 y los lados de la bobina 88.5 y 88.6 están conectados uno con otro a través del conector de los lados de la bobina 91.5. El conector de los lados de la bobina 91.5 está situado sobre los conectores de los lados de la bobina 91.3 y 91.1, el conector de los lados de la bobina 91.3 está situado sobre el conector de los lados de la bobina 91.1. El conector de los lados de la bobina 1.4 está situado sobre el conector de los lados de la bobina 91.2.

Al lado de la bobina 88.6 se conecta de una pieza un primer conector de bobinas 94.1, al cual le sigue a su vez un lado de la bobina 88.1, y así sucesivamente - tal como se ya se ha descrito con respecto a la primera bobina 82. La estructura de la bobina 82.2 en principio es la misma que aquella de la bobina 82.1 ya descrita.

El estado que se representa en la figura 4a se ha alcanzado planchando la bobina 82, representada a la izquierda en la figura 3; véase también la figura 3 a la derecha. En la representación derecha que se observa desde la izquierda en la figura 3, de este modo, puede determinarse que el conector de los lados de la bobina 91.2 se sitúa en el conector de los lados de la bobina 91.1, de manera que el conector de los lados de la bobina 91.1 se cruza a través del conector de los lados de la bobina 91.3, el conector de los lados de la bobina 91.3 se sitúa en el conector de los lados de la bobina 91.2, donde el primero cruza el conector de los lados de la bobina 91.2 y también el conector de los lados de la bobina 91.1, véanse también las figuras 4a y 4b.

En el ejemplo acorde a la figura 4a, cada bobina 82 está enrollada con una cantidad de espiras 85 que es impar. De manera alternativa, puede preverse también que cada bobina 82 esté enrollada con una cantidad de espiras 85 que sea par. Tal como se muestra más adelante (figuras 14a y b), puede considerarse conveniente que la bobina 82 se

enrolle con una cantidad de espiras 85 que sea par y que otra bobina 82 se enrolle con una cantidad de espiras 85 que sea impar. Lo mencionado se relaciona solamente con el diseño eléctrico de la máquina.

De acuerdo con la figura 3 y la figura 4b se prevé un método, según el cual bobinas 82 de un devanado de fase son moldeadas después del enrollado de espiras 85, de manera que los lados de la bobina 88 de una bobina 82 se encuentran dispuestos al menos casi en un plano. De ese modo, las espiras 85 de una bobina 82 se sitúan al menos parcialmente unas sobre otras.

En la figura 5a se representa cómo se colocan las bobinas 82 conectadas unas con otras de una pieza, previamente planchadas. En comparación con el estado que se representa en la figura 4b, la bobina 82.1 rota 90° con respecto al conector de bobinas 94.1. Del mismo modo, la bobina 82.2 rota 90° con respecto al conector de bobinas 94.1. Las dos rotaciones de las bobinas 82.1 y 82.2 se oponen una a la otra, de manera que en total las dos bobinas 82.1 y 82.2 rotan 180° una con respecto a la otra. De manera relativa con respecto al conector de los lados de la bobina 94.2, el conector de los lados de la bobina 94.1 es elevado hacia arriba. La bobina 82.3 rota igualmente 90° con respecto al conector de bobinas 94.2, donde lo mismo es válido para la bobina 82.2 con respecto al conector de bobinas 94.2. Las rotaciones de las bobinas 82.2, así como 82.3, se orientan en sentido opuesto, de manera que también en este caso las rotaciones resultantes de las dos bobinas 82.2 y 82.3 una con respecto a otra se realizan en 180°. El resultado de la colocación, así como de la rotación de las bobinas individuales 82.1, 82.2, 82.3, ... puede observarse de forma esquemática en la figura 5a. En caso de preverse por ejemplo una disposición de en total 16 polos (ejecución de 16 polos de un devanado de fase), en total dieciséis bobinas 82 se colocan unas contra otras, es decir las bobinas 82.1 a 82.16. Este proceso de colocación, así como de rotación, se efectúa para cada nivel previo o devanado de fase que posteriormente debe colocarse en un hierro del estator. Se prevé producir un hierro del estator con tres fases, de manera que tres devanados de fase se tratan de forma correspondiente y se colocan o introducen en las ranuras del hierro del estator. En el caso de cinco, seis o incluso siete fases, lo mencionado se efectúa de forma análoga al caso de cinco, seis o incluso siete fases.

De acuerdo con el paso del método se prevé que dos bobinas 82.1, 82.2 directamente contiguas de un devanado de fase presenten entre sí un conector de bobinas 94.1 conectado de una pieza directamente con las dos bobinas contiguas 82.1, 82.2, donde la bobina 82.1 y la otra bobina 82.2 rotan con respecto al conector de bobinas 94.1, respectivamente en un nivel de esencialmente noventa grados angulares, donde las direcciones de rotación están orientadas de forma opuesta una con respecto a otra.

En la figura 5b se representa una vista espacial del nivel previo del devanado de fase de la figura 5a. En dicha representación se muestra la ubicación de los lados de la bobina individuales 88.1 a 88.6. Se representan además los conectores de los lados de la bobina 91.1 a 91.5, así como un comienzo 95 de la bobina 82.1. Las siguientes bobinas 88.2 a 88.4 se representan igualmente de forma análoga a la figura 5a.

En la figura 6a se representa una vista lateral de una herramienta de moldeo 100. La herramienta de moldeo 100 esencialmente consta de dos piezas y presenta una parte inferior 101 y una parte superior 102.

Tanto la parte inferior 101, como también la parte superior 102, poseen un contorno esencialmente en forma de un cuboide. En un lado de la parte inferior 101 y en un lado de la parte superior 102 están realizadas respectivamente ranuras. Dichas ranuras de la parte superior y las ranuras de la parte inferior 101 se sitúan de forma enfrentada, de manera que dos ranuras enfrentadas una con otra conforman un espacio común. Las ranuras están realizadas tanto en la parte superior, como también en la parte inferior, de manera que las mismas se extienden de forma rectilínea entre dos lados frontales. La cantidad de ranuras en la parte superior 102 corresponde preferentemente a la cantidad de ranuras en la parte inferior 101 y, preferentemente, a la cantidad de ranuras del estator 16. La parte inferior 101 muestra un lado frontal 108, la parte superior muestra un lado frontal 109. En la parte inferior 101 están realizadas las ranuras 105, en la parte superior las ranuras 106. En comparación con el nivel previo del devanado de fase representado en la figura 5a, dicho devanado, tal como están colocadas sus bobinas 82.1, se introduce en las ranuras 105 de la parte inferior 101. La distancia de las bobinas individuales 82.1, 82.2, 82.3 etc. es de manera que, en el caso de un devanado del estator con cinco devanados de fase, cuatro ranuras están dispuestas entre las bobinas que se sitúan de forma contigua, de una pieza, directamente unas junto a otras. Si se trata de un devanado del estator que presenta tres devanados de fase, entonces de forma análoga con respecto a ello, dos ranuras están dispuestas entre las bobinas individuales 82. Si se trata de un devanado del estator de cinco fases, entonces, tal como en la ilustración, cuatro ranuras 105, así como 106, están dispuestas entre las bobinas individuales 82.

Por consiguiente, se describe un método para producir un devanado del estator en una máquina eléctrica 10, en particular de un generador de corriente alterna, donde el devanado del estator 18 presenta al menos n devanados de fase y un devanado de fase posee una pluralidad de bobinas 82 enrolladas directamente unas sobre otras, con lados de la bobina 88 y conectores de los lados de la bobina 91, donde las bobinas 82 se dividen en primeras y segundas bobinas. Se proporciona además una herramienta de moldeo 100, en donde están presentes ranuras 105, así como 106, las cuales son adecuadas para alojar las bobinas 82. Una primera bobina es una bobina en una posición determinada del nivel previo del devanado de fase o del propio devanado de fase, mientras que una segunda bobina es otra bobina 82 que sigue como siguiente bobina 82 a la primera bobina. De acuerdo con ello se prevé que una

primera bobina esté dispuesta en una ranura y una segunda bobina esté dispuesta en otra ranura. Entre la primera bobina y la segunda bobina 82, de acuerdo con lo previsto, están dispuestas  $n - 1$  ranuras.

En la figura 6b, representado de modo espacial, se muestra cómo el devanado representado en las figuras 5a y 5b está colocado en la herramienta de moldeo 110, así como la parte inferior 101 o su parte superior 102.

5 En la vista lateral según la figura 7 pueden observarse los conectores de los lados de la bobina 91.2 y 91.4, véase también la figura 4a. Además, también en una vista esquemática, se representan los conectores de bobinas 94.1 y 94.2. En el extremo inferior de la herramienta de moldeo 100, los conectores de los lados de las bobinas 91.1, 91.3 y 91.5 se elevan desde las ranuras 105, así como 106. En la representación de la figura 7 se representa solamente un nivel previo de un devanado de fase, tal como sucede también en la figura 6.

10 En la figura 8a se muestra una representación esquemática, donde en total cinco devanados de fase, así como sus niveles previos, están colocados en la herramienta de moldeo 100, así como en las dos partes de la herramienta, la parte inferior 101, así como la parte superior 102. Los conectores de bobinas representados en este caso, desde la vista del observador de la figura 8a, están dispuestos todos detrás de las partes inferiores 101, así como de las partes superiores 102. Lo mismo es válido para los conectores de bobinas 94.2 de los devanados de fase individuales.

15 La figura 8b muestra una vista espacial de la disposición representada en la figura 8a. En la herramienta de moldeo 100 están colocados los cinco niveles previos de los devanados de fase. Dicha disposición en la herramienta de moldeo 100 comprende en total cinco devanados de fase que se proporcionan para un núcleo del estator que presenta ochenta ranuras abiertas radialmente hacia el interior. De acuerdo con la configuración aquí mostrada, en el hierro del estator posteriormente ya fabricado se proporcionan seis conductores por ranura, apilados unos sobre otros. Los cinco devanados de fase 120, 121, 122, 123 y 124, en este caso, han sido introducidos en las partes previamente colocadas una sobre otra, de la herramienta de moldeo 100, la parte inferior 101 y la parte superior 102, desde su superficie frontal axial 130, así como 131, hacia las ranuras 105, así como 106.

20 En la figura 8c se representa una alternativa al procedimiento de inserción según la figura 8b. De acuerdo con la figura 8c se proporciona una parte superior 102, en cuyas ranuras 106 están introducidos los devanados de fase individuales, así como sus niveles previos. Mientras que según el ejemplo de ejecución acorde a la figura 8b no es necesario determinar un orden con respecto a qué devanado de fase se introduce primero en las ranuras 105, así como 106, sino que solamente debe considerarse cómo deben disponerse uno con respecto a otro los conectores de bobinas 91.2 individuales, de acuerdo con el ejemplo de ejecución de la figura 8c debe observarse un orden preciso con respecto a la ubicación de los conectores de bobinas individuales 94.2 y de los otros conectores de bobinas 94.3, 94.4 etc. Para poder alcanzar la estructura de la ubicación de los conectores de bobinas individuales 94 en la herramienta de moldeo 100, representada en la figura 8b, de acuerdo con la variante de ejecución de la figura 8c, es necesario colocar en la parte superior 102 de la herramienta de moldeo los devanados de fase individuales conforme a un orden determinado. De este modo, primero se comienza con el devanado de fase 124, a continuación se introduce el devanado de fase 123, a este último le sigue el devanado de fase 122, donde a continuación se coloca el devanado de fase 121, para finalmente introducir el devanado de fase 120. A través del orden mencionado resulta la disposición de los conectores de bobinas 94.2 mostrada en la figura 8b. En el ejemplo, después de que cinco devanados de fase 120 a 124 se encuentran colocados en la parte superior 102, sobre el devanado, así como sobre la parte superior 102, se coloca la parte inferior 101. Dicho paso no se representa aquí; donde después de ese paso la situación sin embargo es la misma que la representada en la figura 8b.

Se prevé que en la herramienta de moldeo 100 todos los devanados de fase 120 a 124 estén alojados de forma simultánea, para ser moldeados al mismo tiempo. De este modo, se prevé que los conectores de bobinas 94 no reduzcan su longitud axial, mientras que los conectores de los lados de la bobina 91 reducen su longitud o extensión axial durante el proceso de moldeo.

45 De manera alternativa, los devanados de fase 120 a 124 pueden introducirse también en la parte inferior 101. El orden de los devanados de fase que deben utilizarse tiene que adaptarse cuando debe alcanzarse el mismo resultado que en la figura 8b. De acuerdo con ello, se introduce primero el devanado de fase 120, después el devanado de fase 121, después del devanado de fase 122, después el devanado de fase 123 y después el devanado de fase 124.

50 Tal como ya se ha descrito con respecto a las figuras 8b y 8c, se prevé que los devanados de fase 120 a 124 se coloquen en la herramienta de moldeo 100 en la dirección de los lados de la bobina (figura 8b) o de forma transversal con respecto a ello. Una colocación de los lados de las bobinas 88 de forma transversal con respecto a la herramienta de moldeo 100 significa que la dirección de desplazamiento durante la introducción en la herramienta de moldeo presenta al menos un componente que está orientado de forma perpendicular con respecto a los lados de las bobinas 88 y a la dirección del alambre.

En la figura 9 se representa el siguiente paso que sigue a la disposición acorde a la figura 8b. Con el fin de una simplificación se representa aquí solamente el devanado de fase 120. Con los otros devanados de fase 121 a 124 que no se representan aquí sucede exactamente lo mismo, donde los devanados de fase correspondientes están colocados solamente desplazados alrededor de respectivamente una ranura 105 en la parte inferior 101, así como de una ranura 106 en la parte superior 102. Tal como se ha explicado previamente, cada bobina 82 presenta lados de las bobinas 88. Los lados de las bobinas 88.1, 88.3 y 88.5 forman un grupo 130. El grupo 130 mencionado presenta la característica de que el mismo se coloca en la parte inferior 101 y allí en una ranura 105, sin elevarse dentro de la ranura 106 de la parte superior 102.

Puede observarse además otro grupo 133 que comprende los lados de la bobina 88.2, 88.4 y 88.6. A los lados de la bobina 88.2, 88.4 y 8.6 y a dicho grupo 133 es común que esos lados de la bobina 88 se colocan en una ranura 106 de la parte superior 102, de modo que no se extienden tanto como para elevarse en una ranura 105.

Esa característica de los grupos 130, así como 133, se considera interesante, ya que gracias a la misma se define un plano de separación 136 en donde no se colocan los lados de la bobina 88, por lo tanto, donde dicho plano de separación 136 no puede ser bloqueado por los lados de la bobina 88, en particular por los lados de la bobina 88.5 y 88.2. Lo mencionado se considera relevante, puesto que la parte superior 102 no debe ser desplazada con respecto a la parte inferior 101. De acuerdo con otro paso del método se prevé que, en correspondencia con la flecha 139, la parte superior 102 se desplace de forma relativa con respecto a la parte inferior 101, para desplazar los lados de la bobina del grupo 133 con respecto a los lados de la bobina 88 del grupo 130, hasta que los lados de la bobina 88 del grupo 33, con respecto a otro grupo 130, alcancen una ranura 105, correspondiente a otra bobina, a saber, a la bobina 82.2. El grupo 133 es desplazado hasta que  $n - 1$  ranuras 105 estén dispuestas en la dirección de desplazamiento de los lados de la bobina 88 después del desplazamiento entre los dos grupos 130 y 133 de una bobina 82. Puesto que en este ejemplo de ejecución  $n$  es igual a cinco, entre el grupo 130 de la bobina 88.1 y el grupo 133 de la bobina 82.1 se encuentra una distancia de cuatro ranuras 105. De acuerdo con ello se prevé un método, según el cual uno o varios devanados de fase 121, 122, 123, 124, 125 se introducen en ranuras 105, 106; 105', 106' de una herramienta de moldeo 100 y cada bobina 82 presenta 88 lados de la bobina, donde un grupo 133 de los lados de la bobina se desplaza con respecto a otro grupo 130 de los lados de la bobina 88 de la misma bobina 82, de manera que es moldeada y de modo que entre los dos grupos 130, 133, en la dirección de desplazamiento de los lados de las bobinas 88 se encuentran dispuestas  $n - 1$  ranuras. Si en el ejemplo de ejecución se tratase de una estructura de tres fases, entonces la cantidad de ranuras 105 entre los dos grupos 130, así como 133, sería de dos ranuras 105. En el caso de una estructura de seis fases, la distancia sería de  $n - 1 = 5$ , y en el caso de una estructura de siete fases la distancia sería de  $n - 1 = 6$  ranuras 105.

Se prevé que en la herramienta de moldeo 100 todos los devanados de fase 120 a 124 estén alojados de forma simultánea, para ser moldeados al mismo tiempo. Sin embargo, en principio también es posible moldear los devanados de fase 120 a 124 de forma individual para a continuación colocar unos sobre otros los devanados de fase 120 a 124.

Los devanados son extraídos de la herramienta, retirando la parte superior 102 de la parte inferior 101 en la dirección posteriormente radial (dirección de apilamiento de los lados de la bobina 88), donde después de eso se extraen de la herramienta. Por lo tanto, la parte superior 102 y la parte inferior 101 deben poder moverse en dos planos o direcciones axiales (dirección circunferencial posterior y dirección radial posterior).

De manera muy esquemática, en la figura 10 se representa una vista de lados de la bobina 88. A diferencia del ejemplo de ejecución antes descrito, esta sección de la ranura 140 no presenta seis lados de la bobina 88.1 a 88.6, sino cinco lados de la bobina 88.1 a 88.5. Esto sucede debido a que en la producción, por ejemplo acorde a la figura 8a o a la figura 9, las primeras y las segundas bobinas 82 presentan diferentes cantidades de espiras. De este modo, una primera bobina presenta por ejemplo tres espiras, mientras que una segunda bobina presenta dos espiras. En el caso de una conformación de esa clase, después del desplazamiento acorde a la figura 9, resultan cinco lados de la bobina que están dispuestos unos sobre otros, donde los mismos pueden insertarse en una ranura de un hierro del estator. En el lado izquierdo de la figura 10, la referencia  $r$  corresponde a la dirección que indica el aumento del radio' partiendo de un punto central posterior de un hierro del estator. Expresado de otro modo: el conector de los lados de las bobinas 91.1 se encuentra situado radialmente más en el exterior, mientras que el conector de los lados de la bobina 91.5 está dispuesto radialmente más en el interior. Los conectores de los lados de la bobina 91.1 y 91.3 que están situados radialmente más en el exterior originalmente son conectores de los lados de la bobina de una segunda bobina con solamente dos espiras, mientras que los conectores de los lados de la bobina 91.1 a 91.5 que están situados radialmente más en el interior son conectores de los lados de la bobina de una primera bobina con tres espiras. Más adelante en la descripción se abordará nuevamente este fenómeno.

La figura 10 muestra un estado final de una sección de la ranura 140 y de áreas de transición 149 que están dispuestas respectivamente a ambos lados de la sección de la ranura 140. Respectivamente por fuera de las áreas de transición 149 se unen áreas de la cabeza del devanado 152. De acuerdo con el paso del método previsto, antes del estampado, en la forma inicial seleccionada en este caso, una sección transversal del alambre circular se encuentra presente a lo largo de toda la longitud de la sección 146, del área de transición 149 y también del área de

la cabeza del devanado 152, para las secciones de alambre individuales no indicadas aquí en detalle. A través del moldeado, así como del estampado, desde el área de la sección transversal ilustrada en la referencia a, se prevé moldear la sección 146 de manera que los alambres ya no presenten una sección transversal circular, sino que el contorno externo de la totalidad de los lados de las bobinas 88 presenten un contorno externo trapezoidal (envolvente), c). El contorno trapezoidal mencionado, a lo largo de toda la sección 146 que se introduce en una ranura del hierro del estator, debe ser estampado de la misma forma, véanse también b) y d). En las posiciones del lado del extremo de la sección 146 comienza respectivamente un área de transición 149 que presenta unos pocos milímetros de largo. En el extremo del área de transición 149 que está distanciado de la sección 146, el área de transición 149 se convierte en la sección transversal antes mencionada, tal como se describió con respecto a a). El área de la sección transversal - tal como se ilustra aquí para e) - es la misma que con respecto a a). De acuerdo con la invención, el área de transición se encuentra estampada de forma definida, representando un contorno que, con respecto a la máquina eléctrica, de forma continua, desde la sección transversal trapezoidal, se convierte en la sección transversal circular de los alambres individuales en la dirección axial (eje de rotación de rotor).

Por consiguiente, se prevé que las bobinas 82 mantengan un área de transición 149 estampada entre lados de la bobina 88 y conectores de los lados de la bobina 91.

En las figuras 11a y 11b, a modo de secciones, se representan vistas laterales de la sección transversal de dos secciones de la ranura 140 de dos ejemplos de ejecución diferentes. Dicha sección de la ranura 140 está incorporada entre dos dientes 155 en una ranura 158. Mientras que la ranura izquierda en la figura 11a presenta en conjunto una sección transversal trapezoidal de los lados de la bobina 88.1 a 88.5, la ranura 158 en la figura 11b presenta una sección transversal de la bobina algo más compleja. De este modo, en el área de la sección de la ranura 159 la sección transversal es rectangular, mientras que en la sección de la ranura 160 es nuevamente trapezoidal. La ubicación de los lados de la bobina 88.1 a 88.5 es la siguiente: El lado de la bobina 88.1, con respecto al hierro del estator 17, está situado radialmente más en el exterior, mientras que el lado de la bobina 88.5 está situado radialmente más en el interior. Tal como ya puede observarse comparando la sección transversal b) de la figura 10 con la sección transversal de la figura 10a, a través del estampado de la sección de la ranura 140 se logra que los alambres o secciones transversales del alambre originalmente diseñados de forma circular en la sección transversal, sean moldeados de manera que, a modo de ejemplo, el lado de la bobina 88.5 situado radialmente en el interior sea presionado relativamente en alto grado en dirección circunferencial.

Tal como se muestra en la figura 11a) y en la figura 11b) se prevé que los lados de la bobina 88.1 a 88.5 y, con ello, diferentes lados de la bobina, sean estampados de forma diferente. Tal como se muestra en la figura 11c y en la figura 11d, se prevé estampar los lados de la bobina 88 en una herramienta de moldeo 186. Mientras que de acuerdo con la figura 11c esquemática esto es posible por ejemplo en un estado anterior del método de devanado, por ejemplo poco después del enrollado de la bobina 82, donde los lados de la bobina 88.1, 88.3 y 88.5 se introducen primero en una ranura de estampado 189 que está separada por una ranura de estampado 190 para los lados de la bobina 88.2, 88.4 y 88.6. Mediante un punzón de estampado 193 la bobina 82 es estampada antes del desplazamiento de los lados de la bobina según la figura 9. De acuerdo con la figura 11d, de manera alternativa, en un paso del método posterior, por ejemplo después del bloqueo, también es posible estampar los lados de la bobina 88.1 a 88.5 en una ranura de estampado 196 de forma conjunta y, al mismo tiempo, mediante un punzón de estampado 193.

El estampado según la figura 11d) puede efectuarse también de manera que todos los devanados de fase 120 a 124 con todos sus lados de la bobina sean moldeados al mismo tiempo en una herramienta de estampado 186 (por ejemplo después del bloqueo).

En las figuras 12a) a e), para lograr una representación más clara, se muestra el hierro del estator 17 después de la colocación de los devanados de fase 120 a 124, de manera que en el hierro del estator se representan los devanados de fase individuales 120 a 124, respectivamente separados en el hierro del estator 17. Los devanados de fase individuales 120 a 124 en principio son idénticos en cuanto a su estructura. La diferencia de los devanados de fase individuales 120 a 124 solamente reside en el hecho de que los mismos respectivamente están insertos en el hierro del estator 17, comenzando desplazados en una ranura. El devanado de fase 120 que está colocado comenzando en la ranura 1 presenta un así llamado excedente del devanado 163. Puesto que ese hierro del estator es un hierro del estator 17 que está fabricado según la así llamada técnica de paquete plano - véase por ejemplo también el documento mencionado en la introducción - un hierro del estator 17 de esa clase está formado a través del apilamiento de láminas 166 individuales esencialmente rectas. Las láminas 166 mencionadas generalmente son congruentes en al menos un área de la ranura, apilándose en la dirección de las ranuras 158, de manera que resulta un paquete de láminas o hierro del estator 17 esencialmente en forma de un cuboide. Por lo general, dentro del marco de esa producción en paquetes, las láminas 166 se encuentran unidas unas con otras formando un paquete fijo, por ejemplo mediante costuras de soldadura de un lado posterior 169 de una culata 172 o en el lado interno de la ranura. Después de la introducción de todos los devanados de fase 120 a 124 en el hierro del estator 17 el mismo es curvado de forma circular de manera que las aberturas o hendiduras 175 de las ranuras 158 señalan radialmente hacia el interior. Las dos superficies frontales 177, así como 176, son colocadas una junto a otra y, mediante una técnica de unión como la soldadura, son unidas por adherencia de materiales. De este modo, el hierro del estator se



completa con el devanado del estator 18 y puede ser instalado en la máquina eléctrica 10, así como entre las dos placas de cojinete 13.1 y 13.2.

5 La ubicación del devanado de fase 120 en el hierro del estator 17 es la siguiente: El devanado de fase individual, del modo antes descrito, corresponde a lo ilustrado en las figuras 2 hasta la figura 9 inclusive. El devanado de fase en el estado acorde a la figura 9 presenta su conexión de fases 95 de forma perpendicular con respecto al plano de la hoja, la cual está orientada detrás de la parte inferior 101. El devanado de fase 120 representado en la figura 9 con la referencia con relación a la figura 12a se encuentra rotado casi alrededor de la flecha 136 en la figura 9, de manera que la conexión de fases 95, después de la rotación, está dispuesta arriba a la izquierda, es decir, en la ranura 1, en la posición de la ranura más externa, tal como se muestra en la figura 12a. Desde esa conexión de fases 95 se extiende un lado de la bobina 88.1, en la primera posición de la ranura en la dirección de la ranura, detrás del hierro del estator 17, para allí, después de convertirse en el conector de los lados de la bobina 91.1 y de ingresar en la posición de la ranura 4, pasar al lado de la bobina 88.2. Partiendo desde allí, el alambre sale de la ranura 6, convirtiéndose en el conector de los lados de la bobina 91.2, el cual, en el lado anterior del hierro del estator 17, ingresa en la posición de la ranura 2, es decir, en la segunda posición radialmente más externa, en la ranura 1. Allí el alambre pasa al lado de la bobina 88.3. Desde allí, el alambre pasa a continuación al conector de los lados de la bobina 91.3, después al lado de la bobina 88.4 (posición de la ranura 5, segunda posición más interna, para desde allí pasar nuevamente al conector de los lados de la bobina 91.4, el cual pasa a la tercera posición y al lado de la bobina 88.5. El alambre, en el lado posterior de la ranura 1, en la posición de la ranura 3, abandona la ranura 158, pasa nuevamente a un conector de los lados de la bobina, a saber, al conector de los lados de la bobina 91.5, el cual, después de atravesar la ranura 6 en la posición radialmente más interna y de estar presente como lado de la bobina 88.6, sale nuevamente y, en la posición radialmente más interna como conector de bobinas 94.1, pasa a la posición radialmente más externa. Las otras estaciones individuales del alambre se resumen del siguiente modo:

- 25 a) entrada en la ranura 11, posición radialmente más interna (posición de la ranura 6), lado de la bobina 88.1, a continuación
- b) conector de los lados de la bobina 91.1,
- c) ranura 6, posición de la ranura 3, lado de la bobina 88.2;
- d) conector de los lados de la bobina 91.2;
- e) lado de la bobina 88.3 (segunda posición de la ranura radialmente más interna), posición de la ranura 5,
- 30 d) conector de los lados de la bobina 91.3,
- e) entrada en la segunda posición más externa en la ranura 6, lado de la bobina 88.4,
- f) conector de los lados de la bobina 91.4,
- g) lado de la bobina 88.5, ranura 11, posición de la ranura 4,
- h) lado de la bobina 91.5,
- 35 i) lado de la bobina 88.6, ranura 6, posición de la ranura radialmente más externa,
- j) posición de la ranura 1, transición a los conectores de bobinas 94.2, el cual pasa de la posición radialmente más externa, es decir, de la ranura 6, posición de la ranura 1 a la ranura 11, posición de la ranura 1.

40 El devanado de fase 120 termina físicamente en el excedente del devanado 163 antes mencionado, el cual teóricamente se sitúa en una posición de la ranura 81, pero posteriormente debe introducirse en la ranura 1, antes de concluir el curvado circular del hierro del estator 17. El excedente del devanado 163 mencionado se compone de tres lados de la bobina 88.1, 88.3 y 88.5. El extremo del devanado de fase, sin embargo, no termina en el excedente, sino aún en el hierro del estator, véase también la figura 12.

45 El devanado de fase 121, figura 12b, del modo ya mencionado, está desplazado en una ranura de modo correspondiente y comienza en la ranura 2, en la misma posición con respecto a la ubicación de la ranura. Lo mismo es válido para el devanado de fase 121 que comienza en la ranura 3, para el devanado de fase 123 que comienza en la ranura 4 y para el devanado de fase 124 que comienza en la ranura 5. El excedente del devanado 136 del devanado de fase 121 se sitúa teóricamente en la posición de la ranura 2 y posteriormente, antes del final del curvado circular, es colocado en la ranura 2, en los lados de la bobina 88.1, 88.3 y 88.5 que ya se encuentran allí. El

devanado de fase 121 posee igualmente un excedente del devanado 163 que sin embargo se sitúa en la posición de la ranura 3 y, de manera correspondiente, de modo posterior, antes del final del curvado circular, es introducido en la ranura 3, en los lados de la bobina 88.1, 88.3 y 88.5. El excedente del devanado 163 del devanado de fase 123 se encuentra en la posición de la ranura 4 y, antes del curvado circular, así como antes del final del curvado circular, es introducido en la ranura 4 de los lados de la bobina 88.1, 88.3 y 88.5. Del mismo modo, el excedente del devanado 163, del devanado de fase 124, el cual se encuentra en la posición de la ranura 5, antes del final del curvado circular, es colocado en la ranura 5, en los lados de la bobina 88.1, 88.3 y 88.5.

De acuerdo con el ejemplo de ejecución de la figura 12, partiendo desde el respectivo extremo frontal 176, así como 177, se encuentran respectivamente n conexiones de fase 95 en las primeras n ranuras 158, así como en las últimas n ranuras 158 se encuentran n conexiones de fase 180.

Las bobinas 82 están realizadas respectivamente en dos capas, es decir, que los lados de las bobinas 88 están dispuestos en (dos) capas radialmente diferentes.

Asimismo, cada segunda bobina típica 82.2 (82.4, 82.6, 82.8, 82.10, 82.12, 82.14, 82.16) con sus lados de la bobina (88.1, 88.3, 88.5; 88.2, 88.4, 88.6) se coloca en dos ranuras 158, donde dos conectores de bobinas 94.1 y 94.2 conectan dos bobinas contiguas 82.1 y 82.3 formando dos lados de las bobinas 88.1 y 88.6, es decir que conectan respectivamente el primer y el último lado de la bobina de una bobina contigua, donde esos lados de la bobina 88.6, así como 88.1, se introducen en la misma ranura 158 que los lados de la bobina 88.1, 88.3, 88.5; 88.2, 88.4, 88.6 de la bobina situada en el medio 82.2.

La figura 13 muestra el devanado de fase 120 en el hierro del estator 17 después del curvado circular del hierro del estator 17 con los devanados de fase 120, así como 124. Para simplificar y lograr una mayor claridad se ha prescindido aquí de la representación de las fases 121 a 124. Tal como se indica en las figuras 12a a 12e, la posición de los otros devanados de fase 121 a 124, con relación a los respectivos devanados de fase precedentes, está desplazada solamente en una ranura, comenzando en el devanado de fase 120. Puede observarse también una conexión de fases 180, así como una costura de soldadura 183 que une uno con otro los dos extremos frontales 177, así como 176. El hierro del estator 17 posee una abertura 184 esencialmente central. La figura 13 muestra la vista del lado de la conexión del estator 16, donde dicho lado usualmente se encuentra orientado hacia el rectificador en la máquina eléctrica diseñada como generador de corriente alterna.

Además, el estator 16 puede describirse también de manera que en su circunferencia interna y en su circunferencia externa del hierro del estator 17 esté dispuesto respectivamente al menos un grupo de conectores de bobinas de una capa 94.1; 94.2 de varios devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124; donde los conectores de bobinas 94.1; 94.2 están dispuestos en ranuras 158 directamente contiguas, cruzándose uno con el otro. Entre un grupo de conectores de bobinas de una capa 94.2 en la circunferencia externa del hierro del estator 17 y un grupo de conectores de bobinas de una capa 94.1 en la circunferencia interna del hierro del estator 17 están dispuestos conectores de los lados de las bobinas 91 de varios devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124.

En las figuras 14a y 14b se representa un ejemplo de ejecución para producir un devanado de fase 120 que presenta cinco lados de la bobina 88 por ranura. Tal como ya se explicó con respecto a la figura 3, para ello se enrolla una primera bobina 82.1 con tres espiras 85 y una segunda bobina 82.2 con dos espiras 85. Ese orden se repite en la cantidad necesaria correspondiente, de manera que en conjunto resulta por ejemplo un devanado con dieciséis bobinas 82.

De forma análoga con respecto a los procesos que se explicaron con relación a las figuras 4a, 4b y 5a, las bobinas 82 consecutivas individuales rotan respectivamente 90°, de manera que resulta la conformación representada en la figura 14 con respecto al devanado de fase individual.

Para que la posición de las bobinas individuales 82.2 y 82.4 - de forma muy general las bobinas que presentan menos espiras 85 que las otras bobinas 82 - de modo que la parte inferior 101 puede desplazarse relativamente con respecto a la parte superior 102, las ranuras en la parte superior e inferior que deben alojar bobinas 82.2 y 82.4 con menos espiras 85 están provistas de una profundidad de la ranura más reducida que las otras ranuras. De este modo, en el caso de cinco fases, de manera que en cinco ranuras 105, así como 106, se alojan las bobinas 82.1, 82.3, ... con más espiras 85, siguen otras cinco ranuras 105', así como 106', que alojan las bobinas 82.2, 82.4, ... con menos espiras 85. En el caso de una cantidad de fases de tres, seis o siete se suceden respectivamente tres, seis o siete de esas ranuras 105, 105', 106, 106'. A continuación de la introducción de todos los devanados de fase 120 a 124 (no representado), la parte superior 102 se desplaza relativamente con respecto a la parte inferior 101. Después de que todos los devanados de fase 120 a 124, después del bloqueo, no están dispuestos en una capa que sólo comprende las cinco posiciones de la ranura previstas en el hierro del estator 17, los devanados de fase 120 a 124 que se encuentran dispuestos en la herramienta de moldeo 100 en total en seis posiciones de la ranura, son desplazados de manera que se alcanzan las cinco posiciones previstas de las ranuras.

Con respecto a las figuras 6a y 14 se prevé que la herramienta de moldeo 100 presente una parte inferior provista de ranuras 105, 105' y una parte superior 102 provista de ranuras 106, 106', donde las ranuras 105, 106 presentan la misma profundidad de la ranura (figura 6a) o diferentes profundidades de las ranuras (figura 14).

5 En las figuras 15a a 15e, de modo muy similar, se representan cinco devanados de fase en un segundo ejemplo de ejecución. Los cinco devanados de fase 120 a 124 mencionados, a diferencia de la representaciones de las figuras 12a a 12e, presentan solamente cinco lados de la bobina 88 por ranura 158. De este modo se asocian diferentes cantidades de espiras para las bobinas. De este modo, la primera bobina, como también los devanados de fase según la figura 12, posee tres espiras. Sin embargo, la segunda bobina, en comparación con la primera bobina, presenta solamente dos espiras. De acuerdo con ello se revela una bobina 82.1 que presenta una cantidad de 10 espiras que es impar y una bobina 82.2 cuya cantidad de espiras es par. En el ejemplo de ejecución según la figura 14 la bobina 82.1 es una primera bobina y la otra bobina 82.2 es una segunda bobina. El proceso de fabricación para los devanados de fase 120 a 124, tal como se muestra en la figura 15, es algo distinto con relación a la figura 6a. Mientras que la bobina 82.1 presenta como antes tres espiras, la bobina 82.2 presenta tan sólo dos espiras. Una 15 herramienta de moldeo, tal como se representa de forma básica en la figura 6a, es algo diferente para la fabricación de los devanados de fase 120 a 124 según la figura 15, de manera que las ranuras 105, así como 106, en la parte inferior 101, así como en la parte superior 102, en la posición de la segunda bobina 82.2, partiendo desde el plano de separación 136, estarían realizadas un poco menos profundas, véanse las figuras 14a y 14b. De este modo, por ejemplo, el conector de bobinas 94.1, proveniente de la primera bobina 82.1, de manera correspondiente, está un poco inclinado con respecto al plano de separación 136, para elevarse en la ranura 106' orientado hacia el plano de 20 separación 136, un poco más próximo con respecto a este último. El conector de bobinas 94.2, de manera correspondiente, sale de la ranura 105' en una posición que se encuentra dispuesta un poco más próxima en el plano de separación 136. El conector de bobinas 94.2 se eleva nuevamente en la ranura 105 en donde se encuentra la bobina 82.3, nuevamente en la posición más alejada del plano de separación 136, en la ranura 105.

25 Mientras que la disposición representada en la figura 13 muestra un hierro del estator 17, así como un estator 16, que presenta cinco fases que están dispuestas en 80 ranuras y seis conductores por ranura, es decir, presentando seis lados de la bobina 88 por ranura, en la figura 16, de forma completamente análoga se representa igualmente un estator 16 de cinco fases, cuyos devanados de fase 120 a 124 están dispuestos en 80 ranuras, presentando cinco lados de la bobina 88 por ranura 158.

30 La figura 16 muestra la vista del estator 16, el cual generalmente se encuentra asociado a un rectificador. El lado opuesto se trata generalmente de un lado de accionamiento, es decir, orientado hacia la placa de cojinete, el cual se encuentra situado próximo a una polea, en todo caso, a un accionamiento del rotor.

A continuación, en la figura 17 se describe cómo los devanados de fase 120 a 124 pueden introducirse de forma 35 alternada uno con respecto a otro en el hierro del estator 17. Mientras que en la figura 17a el devanado de fase 120 está introducido del mismo modo, tal como en el caso de la figura 12a, en comparación con la figura 12b, el devanado de fase 121 con los lados de la bobina que previamente formaron el excedente del devanado 163 está introducido en la segunda ranura, donde la conexión de fases 95, así como la conexión 180, están dispuestas en el mismo lado del hierro del estator 17, tal como las conexiones 95, así como 180, del devanado de fase 120. Expresado de otro modo: El devanado de fase 121 es idéntico al devanado de fase 120 en cuanto a la fabricación, pero está rotado en 180° alrededor de un eje 190° que se encuentra orientado en la dirección de apilamiento de las 40 láminas 166.

A su vez, el devanado de fase 122 está colocado del mismo modo en el hierro del estator 17, tal como sucede también en el caso de la figura 12c; el devanado de fase 123 está rotado a su vez alrededor del eje 190 con respecto al devanado de fase 120 y, al mismo tiempo, tal como sucede en la figura 12d, está colocado en el hierro del estator 17, comenzando en la cuarta ranura. Tal como se muestra en la figura 17b, el devanado de fase 121 45 comienza en la segunda ranura, tal como el devanado de fase 121 acorde a la figura 12b. El devanado de fase 124 se encuentra dispuesto del mismo modo que se muestra en la figura 12e. Los devanados de fase 121 a 124 poseen a su vez excedentes del devanado 163 que ocupan las mismas ranuras, así como se extienden en las mismas posiciones de las ranuras que en el ejemplo de ejecución acorde a la figura 12. No obstante, los excedentes del devanado, del devanado de fase 121, así como 123, están estructurados de otro modo, presentando 50 respectivamente una conexión de fases 95.

De acuerdo con el ejemplo de ejecución según la figura 17, partiendo del respectivo extremo frontal 176, así como 177, respectivamente n conexiones de fase 95 se encuentran en las ranuras 158, en el área del extremo frontal 176. En las ranuras 158 en el área del extremo frontal 177, así como del extremo frontal 176, se encuentran distribuidas las conexiones de fase 180.

55 En las figuras 18a a d se representan diferentes ejemplos de ejecución de cabezas de bobinas 152 en el lado del estator 16 que se encuentra situado más próximo al rectificador. De este modo, por ejemplo, en el lado externo radial puede proporcionarse una cabeza de bobina 152, de manera que un conector de bobinas 94.2 de un grupo de conectores de bobinas 94.2 que conectan primeras bobinas 82.1 con segundas bobinas 82.2 no está diseñado de

5 forma triangular como los otros, sino de forma rectangular. En el lado interno de esa cabeza de bobina 152, a modo de ejemplo, los espacios intermedios entre las caras de un lado de los conectores de bobinas 94.1 rectangulares están cerrados con un sellado 300 o con una capa adhesiva 303. Sin embargo, también todos los espacios intermedios de un grupo de conectores de bobinas 94.3 pueden estar cerrados. Pueden realizarse las dos opciones, de forma alternativa.

10 Las figuras 18c y 18d muestran diferentes disposiciones de conectores de bobinas 94. De este modo, en el ejemplo de ejecución allí representado, en el lado interno de la cabeza de bobina 152 están conformados solamente conectores de bobinas 94.1 y 94.3 rectangulares, los cuales además están escalonados, así como graduados (desviación máxima en aumento de la cabeza de bobina). Por el contrario, los conectores de bobinas 94.2 y 94.4 en el lado externo radial están realizados de forma simétrica y triangular.

15 En la figura 19 se muestra una vista de un hierro del estator 17 según las figuras 12a y 12b, después de que los devanados de fase 120 a 124 se encuentran insertos en el hierro del estator 17. La sección correspondiente muestra las ranuras 158 en la posición 6, hasta la ranura 158 en la posición 25 inclusive. En ese caso, la conformación de los conectores de bobinas 94.1, así como 94.2, es de manera tal que los mismos se extienden axialmente hacia el exterior de forma triangular. Cada conector de bobinas 94.1 cruza otros conectores de bobina 94.1 en total cuatro veces. Lo mismo es válido para los conectores de bobinas 94.2 en la figura 17a. Los conectores de bobinas 94.1 pueden estar realizados de forma no triangular, pero eso no es necesario, tal como se muestra en la figura 19a, donde también igualmente pueden estar diseñados en forma de arco (semicircular). En cualquier caso, dichos conectores de bobinas en forma de arco cruzarían conectores de bobinas 94 contiguos igualmente en total cuatro veces.

20 En el ejemplo de ejecución acorde a la figura 19b se representa la situación del hierro del estator 17 con los devanados de fase 121 a 124 según la figura 17. Los conectores de bobinas 94.1 están distribuidos de forma simétrica sobre la circunferencia del hierro del estator 17, así como también en el estado plano sobre toda la longitud del hierro del estator 17. A modo de ejemplo, lo mencionado ofrece la ventaja de que gracias a ello no resultan puntos de inestabilidad en la circunferencia del estator, de manera que la producción de ruido es más bien regular. En la figura 19c se representa una variante del ejemplo de ejecución según la figura 19b, según el cual los conectores de bobinas 94.1, por una parte, sobresalen de forma rectangular desde las ranuras 158 y, por otra parte, adoptan diferentes posiciones en dirección axial. Lo mencionado ofrece la ventaja de que la así llamada cabeza de bobina o las áreas de la cabeza de bobina 152 no se extienden tanto en dirección radial. La cabeza de bobina o el área de la cabeza de bobina 152 presentan una extensión radial más reducida que los ejemplos de ejecución acordes a las figuras 19a y 19b.

25 En las figuras 20a a 20d se representan diferentes secuencias de montaje. De este modo, en primer lugar se prevé introducir las láminas aislantes 200 en las ranuras 158 después de proporcionar el hierro del estator 17. En una forma de ejecución preferente, las láminas aislantes están realizadas de manera que sus extremos orientados en dirección hacia una cabeza del diente 203, por debajo de la cabeza del diente 203, terminan en la ranura 158, sin estrechar la abertura de la ranura 175, véase también la figura 20b. Después de introducir la lámina aislante, los devanados de fase 120 a 124 se colocan en el hierro del estator 17 previamente aislado. Los lados de la bobina 88 de los devanados de fase 120 a 124 han sido moldeados previamente en su sección transversal, de manera que la sección transversal se adapta a la forma de la ranura en el estado curvado circular del hierro del estator 17. A través del moldeado del alambre circular en el estado inicial se aspira a que la cabeza de bobina 152 no se amplíe de forma radial. Por consiguiente, se prevé que los lados de la bobina previstos para una ranura 158 presenten una altura 2 en toda su extensión radial, la cual, después del moldeado, así como del estampado de los lados de la bobina 88, es una ranura más grande que la altura h1 de la totalidad de los lados de los lados de la bobina 88 que está prevista para una ranura 158. La altura h1 consiste en la suma de los lados de la bobina 88.1 a 88.5 no estampados (sección transversal de cobre con aislamiento de esmalte o de resina). Después de la introducción de los lados de la bobina 88 de los devanados de fase 120 a 124, figura 20c, el hierro del estator 17 es curvado de forma circular, de manera que se produce un hierro del estator cilíndrico o cilíndrico anular, produciéndose en conjunto un estator 16.

30 De acuerdo con las figuras 21a, b y c, para un devanado del estator 18 de cinco fases se proporcionan diferentes tipos de circuitos para los devanados de fase 120 a 124 entre sí y con un circuito del rectificador. De acuerdo con la figura 21a se proporciona un así llamado circuito de pentagrama (circuito de pentagrama de cinco fases o circuito como estrella de cinco puntas), de acuerdo con la figura 21b un circuito en estrella de cinco fases y según la figura 21c un circuito en pentágono de cinco fases o un circuito anular de cinco fases.

35 El devanado del estator 18 de la máquina eléctrica 10 debe estar provisto de n devanados de fase 120, 121, 122, 123,124, donde al menos un devanado de fase 120, 121, 122; 123, 124 debe estar producido según uno de los ejemplos de ejecución antes descritos.

40 Se proporciona un estator 16 para una máquina eléctrica 10, donde el mismo presenta un hierro del estator 17 y el hierro del estator 17 posee una abertura 184 esencialmente central, con ranuras 158 y dientes 170 en el hierro del estator 17 que están abiertos hacia la abertura central 184, radialmente hacia el interior, con un devanado del estator

18 con una pluralidad de devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124 de una cantidad n determinada, donde secciones de un devanado de fase 120, 121, 122, 123, 124 están dispuestos en varias ranuras 158, de manera que bobinas 82 con lados de la bobina 88 están dispuestos en varias ranuras 158, donde varios lados de la bobina 88 de una bobina 82 están apilados unos sobre otros con varias espiras 85 y están colocados en una ranura, donde otros  
5 varios lados de la bobina 88, de la bobina 82, están colocados y apilados en otra ranura 158, donde un devanado del estator 18, del modo descrito, se apoya en las ranuras del estator 16.

De manera alternativa, el estator puede describirse también del siguiente modo: Se proporciona un estator 16 para una máquina eléctrica 10, donde éste presenta un hierro del estator 17 y el hierro del estator 17 posee una abertura 184 esencialmente central, con ranuras 158 y dientes 170 en el hierro del estator 17 que están abiertos hacia la  
10 abertura central 184 radialmente hacia el interior, con un devanado del estator 18 con una pluralidad de devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124 de una cantidad n determinada, donde secciones de un devanado de fase 120, 121, 122, 123, 124 están dispuestos en varias ranuras 158 de manera que bobinas 82 con lados de la bobina 88 están dispuestos en varias ranuras 158, donde varios lados de la bobina 88 de una bobina 82 están apilados unos sobre  
15 otros con varias espiras 85 y están colocados en una ranura, donde otros varios lados de la bobina 88, de la bobina 82, están colocados y apilados en otra ranura 158, donde un devanado del estator 120, 121, 122, 123, 124 posee varias de esas bobinas 88.1, 88.2 que se encuentran conectadas de una pieza directamente unas detrás de otras, donde dos bobinas 82.1, 82.2 conectadas de una pieza directamente unas detrás de otras, están conectadas unas a  
20 otras en una circunferencia interna del hierro del estator 17 a través de un conector de bobinas 94.1 de una capa, y dos bobinas 82.2, 82.3 conectadas de una pieza directamente unas detrás de otras, están conectadas unas a otras en una circunferencia externa del hierro del estator 17 a través de un conector de bobinas 94.2 de una capa.

Preferentemente, los devanados de fase 120 a 124 presentan una cantidad de conductores z/ranura de seis, donde el diámetro del alambre debe ser  $d = 1,95 \text{ mm}$ , y el aislamiento debe estar realizado con el grado 2. El alambre posee originalmente una sección transversal circular y es estampado en un molde de ranura o sección de ranura correspondiente a su posición de ranura. El factor de llenado, es decir, la relación de las secciones transversales que se encuentran en una ranura, incluyendo el aislamiento del metal (esmalte, resina) con respecto a la sección transversal de la ranura (hierro) debe ser inferior al 75 %.  
25

e acuerdo con la figura 22, una sección transversal de la ranura debe dimensionarse del siguiente modo:

$d1a = 140 \text{ mm}$ ,  $dli = 106 \text{ mm}$ , la longitud axial  $le$  (en la dirección del eje de rotación del rotor) debe ascender a 37mm. La cantidad total de ranuras 158 debe ser 80. En una ejecución especial, el arco  $z$  para 79 ranuras debe presentar  
30 aproximadamente  $4,51^\circ$ . Los diámetros  $d1$  y  $d2$  deben ser de 131,3 mm, así como de 108 mm. La ranura 158 realizada de forma simétrica presenta las distancias  $c1$  y  $c2$  que ascienden a 2,2; así como a 1,6 mm. Desde las distancias centrales mencionadas, es decir, desde los respectivos puntos del extremo de las dos longitudes indicadas, parten radios  $r1$  y  $r2$  que respectivamente ascienden a 0,33 mm. La abertura de la ranura presenta una anchura de 1,45 mm. La abertura de la ranura está redondeada en el lado orientado hacia la ranura 158, donde  $r3 =$   
35 0,3 mm, la abertura de la ranura está redondeada con respecto al diámetro interno, donde  $r4 = 0,3 \text{ mm}$ . La anchura máxima de un diente asciende a 2,04 mm en la cabeza del diente. El paso de diente  $Tau1$  asciende a 5,16 mm en el fondo de la ranura, mientras que el paso de diente  $Tau2$  asciende a 4,24 mm en la cabeza del diente. La anchura del diente, en las proximidades del fondo de la ranura, es  $bz1 = 2,36 \text{ mm}$ . La anchura del diente en las proximidades del fondo de la ranura se mide perpendicularmente con respecto a la dirección radial, desde el centro del diente, en el  
40 punto en donde el diente en donde  $r2$  se convierte en la curvatura de la cabeza del diente. La altura de la culata  $hJ$  asciende a 4,05 mm. De este modo, para la superficie de cobre (conductor sin cada aislamiento) resulta una superficie de 17,9 mm<sup>2</sup>, en el caso de una superficie de la ranura de 30,5mm<sup>2</sup>. Con ello se alcanza un factor de llenado del cobre de 58,8.

La figura 23 muestra un corte longitudinal esquemático a través del hierro del estator 17 y del rotor 20. El diámetro externo  $dp$  debe ascender a 105,3 mm; el diámetro del árbol 27 debe ser de 17 mm. La cantidad de polos, es decir la cantidad de uñas, debe ascender a dieciséis. Las otras variables indicadas son el diámetro del núcleo del polo  $dk$ , la longitud del núcleo del polo  $lk$ , el grosor de las platinas  $lpk$  de un polo de uña, un chaflán que a su vez está determinado por el ángulo  $betakl$  y por la longitud  $ls$ , el diámetro interno  $di2$  en la punta de la uña, el diámetro  $dpka$  en el espacio intermedio entre dos polos de uña, así como un diámetro en la interfaz teórica del lado inferior del polo de uña con la superficie frontal interna 210 de una platina. Una parte de las etapas de trabajo antes descritas se utiliza principalmente en los ejemplos de ejecución que se describen a continuación. Lo mencionado es válido por ejemplo para los pasos según la figura 2, la figura 3, la figura 4a y la figura 4b, la figura 5a, la figura 5b, en principio también según las figuras 6a, 6b y otras. (¡Explicar en detalle!)  
50

Para el siguiente ejemplo de ejecución de acuerdo con las representaciones básicas según las figuras 24a y 24b se produce primero un devanado, de forma análoga a las figuras 2 a 5b. Mientras que allí se trata de un devanado de fase, de acuerdo con las figuras 24a y 24b la producción o formación de un devanado de fase 120 se prevé en base a varios devanados de fase parciales 120a y 120b, donde se producen los devanados de fase parciales 120a y 120b, tal como se describe de acuerdo con las figuras 2 a 5b.  
55

En la parte inferior 101 y en la parte superior 102 de la herramienta de moldeo 100 se coloca un devanado de fase parcial 120a y un devanado de fase parcial 120b. De este modo, por ejemplo la bobina 82.1 se introduce en las ranuras 105 y 106 (número de posición 1) de la parte inferior 101 y de la parte superior 102, de manera que junto a la bobina 82.1 y en las mismas ranuras 105 y 106 se posiciona una bobina 82.1b del devanado de fase parcial 120b.

5 Tal como se representa en la figura 24a, segundas bobinas 82.2a y 82.2b de los dos devanados de fase parciales 120a y b se posicionan igualmente en la misma ranura 105, así como 106, en la posición 4. La distancia, aquí de tres ranuras, - es decir, de dos ranuras 105 y 106 no ocupadas por el mismo devanado de fase 120, entre las bobinas 82.1a, así como 82.1b y 82.2a, así como 82.2b - se relaciona con una cantidad de fases de la máquina eléctrica fabricada. Si se proporcionan tres fases, entonces la distancia asciende a tres ranuras, si se proporcionan cinco o seis fases, entonces la distancia asciende a cinco o seis ranuras. De este modo, dos o cuatro o seis ranuras están dispuestas entre la primera bobina 82.1a y la segunda bobina 82.2a.

10

Entre la bobina 82.1 y la bobina 82.2 hay una distancia. Entre la bobina 82.2 y 82.3 hay igualmente una distancia. La distancia entre las bobinas 82 antes mencionadas del devanado de fase parcial 120a es diferente. Con ello, la distancia de dos bobinas consecutivas de un devanado de fase parcial, a diferencia del ejemplo de ejecución según las figuras 25a y 25b, no es proporcionada. En la herramienta de moldeo 100, las bobinas 82.1a y 82.2a situadas más próximas una a la otra, del devanado de fase parcial 120a, están dispuestas de manera que entre sí alojan las bobinas 82.1b y 82.2b situadas más próximas una a la otra, del devanado de fase parcial 120b.

15

Entre la bobina 82.2b y la bobina 82.3b hay una distancia. Entre la bobina 82.2 y 82.3 hay igualmente una distancia. La distancia entre las bobinas 82 antes mencionadas del devanado de fase parcial 120b es diferente. Con ello, la distancia de dos bobinas consecutivas de un devanado de fase parcial, a diferencia del ejemplo de ejecución según las figuras 25a y 25b, no es proporcionada. En la herramienta de moldeo 100, las bobinas 82.2b y 82.3b situadas más próximas una a la otra, del devanado de fase parcial 120b, están dispuestas de manera que entre sí alojan las bobinas 82.2a y 82.3a situadas más próximas una a la otra, del devanado de fase parcial 120a.

20

En la figura 24b se muestra el devanado de fase 120 representado en la figura 24a, en el estado bloqueado (de forma análoga a la figura 6a hasta la figura 9). Si se consideran por ejemplo las bobinas 82.3a y 82.3b, así como 82.2a y 82.2b, y lo que sucede con éstas durante el bloqueo, entonces puede observarse que los lados de la bobina 88 de las bobinas 82.3a y 82.3b que están dispuestos en la ranura 106, son desplazados relativamente a través del bloqueo, de manera que las mismas, mediante los lados de la bobina 88, se apoyan en la ranura 105 de las bobinas 82.2a y 82.2b precedentes.

25

De manera detallada: El desplazamiento relativo asciende a tres ranuras 105, así como 106, y se desarrolla como en el ejemplo de ejecución según las figuras 8a y 8b. A modo de ejemplo, lados de la bobina, de las bobinas 82.3a y 82.3b, son desplazados mediante lados de la bobina, de las bobinas 82.2b y 82.2a. En el ejemplo, los lados de la bobina 88.1a, 88.3a de la bobina 82.3a y los lados de la bobina 88.3b y 88.1b de la bobina 82.2b están dispuestos unos sobre otros en una línea, en el orden mencionado. De forma análoga con respecto a ello, los lados de la bobina 88.1 b y 88.3b de la bobina 82.3b, y los lados de la bobina 88.3a y 88.1a de la bobina 82.2a están dispuestos unos sobre otros en el orden mencionado. Después del bloqueo, el cual generalmente tiene lugar al mismo tiempo junto con los otros devanados de fase 121 y 122 no representados aquí (estator trifásico), las conexiones de fase parcial 95a y 95b se conectan una con otra de forma eléctricamente conductora. A modo de ejemplo, las conexiones de fase parcial 180a y 180b en el otro extremo de los devanados de fase parcial 120a y 120b se interconectan con las conexiones de fase parcial de los otros devanados de fase parcial, formando un circuito triangular o en estrella. Un devanado del estator 18 de esa clase se realiza de forma análoga con respecto a la representación en la figura 12 y a su descripción, así como se incorpora en un hierro del estator 17.

30

35

40

De este modo se describe un método para producir un devanado del estator 18 de una máquina eléctrica 10, en particular de un generador de corriente alterna, donde el devanado del estator 18 presenta al menos n devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124 y un devanado de fase 120, 121, 122, 123, 124 presenta una pluralidad de devanados de fase parcial 120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b, donde un devanado de fase parcial 120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121 b, 122b, 123b, 124b posee una pluralidad de bobinas 82 consecutivas enrolladas, con lados de la bobina 88 y conectores de los lados de la bobina 91, donde las bobinas 82 se dividen en primeras bobinas 82.1 y segundas bobinas 82.2, con una herramienta de moldeo 100 en donde se encuentran presentes ranuras 105, 106 que son adecuadas para alojar las bobinas 82, donde una primera bobina 82.1 está dispuesta en una ranura 105 y una segunda bobina 82.2 está dispuesta en otra ranura 105, y donde la primera bobina 82.1 y la segunda bobina 82.2 están dispuestas en n-1 ranuras 105, 106.

45

50

De forma análoga a los ejemplos de ejecución antes descritos, las bobinas 82 pueden estar enrolladas con una cantidad de espiras 85 que es par o impar.

Una bobina 82 puede estar enrollada con una cantidad de espiras 85 que es par y otra bobina 82 puede estar enrollada con una cantidad de espiras 85 que es impar.

55

## ES 2 574 404 T3

Una bobina 82 es una primera bobina 82.1 y otra bobina 82 es una segunda bobina 82.2, donde entre la primera bobina 82.1 y la segunda bobina 82.2 están dispuestas en el estator n - 1 ranuras 158.

5 De forma análoga con respecto a los ejemplos de ejecución según las figuras 2 a 6b, dos bobinas 82.1, 82.2 directamente contiguas de un devanado de fase parcial 120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b presentan entre sí un conector de bobinas 94.1 conectado de una pieza con las dos bobinas 82.1, 82.2 directamente contiguas, donde una bobina 82.1 y la otra bobina 82.2, con respecto al conector de bobinas 94.1, rotan respectivamente en una cantidad de esencialmente noventa grados angulares, donde las direcciones de rotación son mutuamente opuestas.

10 Uno o varios devanados de fase parcial 120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b se introducen en ranuras 105, 106 de una herramienta de moldeo 100, donde un grupo 133 de los lados de la bobina 88 son desplazados con respecto a otro grupo 130 de los lados de la bobina 88 de la misma bobina 82, y son moldeados, de manera que entre los dos grupos 130, 133 de los lados de la bobina 88 están dispuestas n-1 ranuras 105, 106.

15 Tal como se representa en las figuras 24a y 24b, 25a y 25b, así como 26, varios devanados de fase parcial 120a, 120b, 120c, 120d; respectivamente con al menos una bobina 82.1a, 82.1b, se introducen unos junto a otros en una ranura 105 de una herramienta de moldeo 100. Lo mencionado se aplica por ejemplo para devanados del estator con tres, cuatro, cinco y seis devanados de fase.

20 Para el siguiente ejemplo de ejecución de acuerdo con las representaciones básicas según las figuras 25a y 25b se produce primero un devanado, de forma análoga a las figuras 2 a 5b. Mientras que allí se trata de un devanado de fase, de acuerdo con las figuras 25a y 25b la producción o formación de un devanado de fase 120 se prevé en base a varios devanados de fase parciales 120a y 120b, donde se producen los devanados de fase parciales 120a y 120b, tal como se describe de acuerdo con las figuras 2 a 5b.

25 En la parte inferior 101 y en la parte superior 102 de la herramienta de moldeo 100 se coloca un devanado de fase parcial 120a y un devanado de fase parcial 120b. De este modo, por ejemplo la bobina 82.1 se introduce en las ranuras 105 y 106 (número de posición 1) de la parte inferior 101 y de la parte superior 102, de manera que junto a la bobina 82.1 y en las mismas ranuras 105 y 106 se posiciona una bobina 82.1b del devanado de fase parcial 120b. Tal como se representa en la figura 25a, segundas bobinas 82.2a y 82.2b de los dos devanados de fase parciales 120a y b se posicionan igualmente en la misma ranura 105, así como 106, en la posición 4. La distancia, aquí de tres ranuras, - es decir, de dos ranuras 105 y 106 no ocupadas por el mismo devanado de fase 120, entre las bobinas 82.1a, así como 82.1b y 82.2a, así como 82.2b - se relaciona con una cantidad de fases de la máquina eléctrica fabricada. Si se proporcionan tres fases, entonces la distancia asciende a tres ranuras, si se proporcionan cinco o seis fases, entonces la distancia asciende a cinco o seis ranuras. De este modo, dos o cuatro o seis ranuras están dispuestas entre la primera bobina 82.1a y la segunda bobina 82.2a. Tal como se concluye en base a la figura 25a, las bobinas 82 del devanado de fase parcial 120a y del devanado de fase parcial 120b son introducidas de un modo determinado en la herramienta de moldeo 100. Observado desde un extremo de la herramienta de moldeo 30 100, las bobinas del devanado de fase parcial 120a y del devanado de fase parcial 120b se alternan. Entre dos bobinas 82 de un devanado de fase parcial 120a está introducida una bobina del devanado de fase parcial 120b. Los dos conectores de bobina 94.1a y 94.1b se cruzan uno con otro. Con ello, la distancia de dos bobinas consecutivas de un devanado de fase parcial, a diferencia del ejemplo de ejecución según las figuras 24a y 25b, es proporcionada.

35 40 Si el devanado de fase según la figura 24b o según la figura 25b (o también según la figura 26) se introduce en un hierro del estator 17 como el que se muestra en la figura 17, entonces la máquina eléctrica con un estator curvado de forma circular podría describirse del siguiente modo:

45 Una máquina eléctrica, en particular un generador de corriente alterna, presentaría un rotor y un estator, donde el estator tendría un hierro del estator, con ranuras, donde en las ranuras está dispuesto un devanado del estator con una pluralidad de devanados de fase, donde un devanado de fase presenta varios devanados de fase parcial, donde un devanado de fase parcial posee una pluralidad de bobinas enrolladas unas sobre otras con lados de la bobina y conectores de los lados de las bobinas, donde las bobinas se dividen en primeras bobinas y en segundas bobinas y en un área externa radial de dos ranuras están dispuestos conectores de bobinas de diferentes devanados de fase 50 parcial, los cuales conectan de una pieza unos con otros los lados de la bobina cada dos bobinas, donde los conectores de bobinas parten desde una posición de ranura que está ubicada en un fondo de una ranura, de manera que conducen a una posición de la ranura que es otra ranura en un fondo de la ranura.

55 En la circunferencia interna del hierro del estator, en las dos ranuras mencionadas, se encontrarían conectores de bobinas de los diferentes devanados de fase parcial, donde los lados de la bobina de dos bobinas estarían conectados de una pieza uno con otro, donde los conectores de bobinas parten de una ubicación de la ranura que está dispuesta próxima a una abertura de una ranura y que conducen a una ubicación de la ranura que estaría situada próxima a una abertura de la otra ranura.

## ES 2 574 404 T3

Se prevé que los conectores de bobinas estén guiados de forma paralela unos con respecto a otros.

Mientras que en la máquina eléctrica con el devanado según la figura 24b los conectores de bobinas estarían dispuestos sin un cruzamiento, los conectores de bobinas del devanado según la figura 25b estarían provistos de un cruzamiento.

- 5 En la figura 25b se muestra el devanado de fase 120 representado en la figura 25a, en el estado bloqueado (de forma análoga a la figura 6a hasta la figura 9). Si se consideran por ejemplo las bobinas 82.3a y 82.3b, así como 82.2a y 82.2b, y lo que sucede con éstas durante el bloqueo, entonces puede observarse que los lados de la bobina 88 que están dispuestos en la ranura 106 son desplazados relativamente a través del bloqueo, de manera que las mismas, mediante los lados de la bobina 88, se apoyan en la ranura 88 de las bobinas 82.2a y 82.2b precedentes.
- 10 Después del bloqueo, el cual generalmente tiene lugar al mismo tiempo junto con los otros niveles previos no representados de los devanados de fase 121 y 122 (tres devanados de fase 120, 121 y 122 en el caso de un estator trifásico; eventualmente otro devanado de fase en el caso de un estator de cuatro fases, otros dos devanados de fase en el caso de un estator de cinco fases, y tres devanados de fase en el caso de un estator de seis fases), las conexiones de fase parcial 95a y 95b se conectan de forma eléctricamente conductora unas con otras. En ese caso,
- 15 las conexiones de fase parcial 180a y 180b en el otro extremo de los devanados de fase parcial 120a y 120b se interconectan igualmente unos con otros. El devanado de fase 120, formado finalmente en base a los dos devanados de fase parcial 120a y 120b conectados de forma paralela uno con respecto a otro, se interconecta con los otros devanados de fase 121 y 122, formando un circuito triangular o en estrella. Un devanado del estator 18 de esa clase se realiza de forma análoga con respecto a la representación en la figura 12 y a su descripción, así como
- 20 se incorpora en un hierro del estator 17.
- El devanado de fase parcial 120a y el devanado de fase parcial 120b podrían también estar conectados en serie uno con otro, de manera que las conexiones de fase parcial 95a y 95b o las conexiones de fase parcial 180a y 180b están conectadas unas con otras, y las otras conexiones de fase parcial 180a y 180b o 95a y 95b sirven como conexiones para un circuito triangular o en estrella.
- 25 En las figuras 25a y 25b se representa el hecho de que un devanado de fase parcial 120a de un devanado de fase 120 presenta dos bobinas 82.1a, 82.2a directamente consecutivas y otro devanado de fase parcial 120b del devanado de fase 120 presenta igualmente dos bobinas 82.1b, 82.2b directamente consecutivas, donde en la herramienta de moldeo 100 y/o en el hierro del estator 17, una bobina 82.1 b de un devanado de fase parcial 120b se encuentra entre las dos bobinas 82.1a, 82.2a del otro devanado de fase parcial 120a.
- 30 De forma alternativa con respecto a la representación de las figuras 24a y 24b, puede preverse también guiar hacia el exterior las conexiones de fase parcial 95a y 95b y las conexiones de fase parcial 180a y 180b de los devanados de fase 121, 122, 123, etc. desde el estator 16 realizado posteriormente, primero no interconectadas unas con otras, realizando la interconexión en una placa de interconexión de un dispositivo rectificador, formando un circuito en estrella, triangular o poligonal (cinco fases).
- 35 La figura 26 muestra una variante del ejemplo de ejecución según las figuras 24a y 24b. A diferencia del ejemplo de ejecución allí representado, no sólo se proporcionan dos devanados de fase parcial por devanado de fase 120 y también 121, 122, sino más de dos, en este caso cuatro devanados de fase parcial 120a, 120b, 120c, 120d. A este respecto, en cuanto a su ubicación en la herramienta de moldeo 100, puede indicarse que la primera bobina 82.1d y la segunda bobina 82.2d del devanado de fase parcial 120d están dispuestas entre la primera bobina 82.1c y la
- 40 segunda bobina 82.2c del devanado de fase parcial 120. Además, puede indicarse que la primera bobina 82.1c y la segunda bobina 82.2c del devanado de fase parcial 120c están dispuestas entre la primera bobina 82.1b y la segunda bobina 82.2b del devanado de fase parcial 120b. Además, puede indicarse que la primera bobina 82.1b y la segunda bobina 82.2b del devanado de fase parcial 120b están dispuestas entre la primera bobina 82.1a y la segunda bobina 82.2a del devanado de fase parcial 120a.
- 45 Para los ejemplos de ejecución según la figura 24 y la figura 26 aplica que un devanado de fase parcial 120a de un devanado de fase 120 presenta dos bobinas 82.1a, 82.2a directamente consecutivas y otro devanado de fase parcial 120b del devanado de fase 120 presenta igualmente dos bobinas 82.1 b, 82.2b directamente consecutivas, donde en la herramienta de moldeo 100 las bobinas 82.1b, 82.2b de un devanado de fase parcial 120b se encuentran entre las bobinas 82.1a, 82.2a del otro devanado de fase parcial 120a. De manera análoga, para el hierro del estator 17
- 50 aplica que un devanado de fase parcial 120a de un devanado de fase 120 presenta dos bobinas 82.1a, 82.2a directamente consecutivas y otro devanado de fase parcial 120b del devanado de fase 120 presenta igualmente dos bobinas 82.1 b, 82.2b directamente consecutivas, donde en la herramienta de moldeo 100 y/o en el hierro del estator 17 las bobinas 82.1b, 82.2b de un devanado de fase parcial 120b se encuentran entre las bobinas 82.1a, 82.2a del otro devanado de fase parcial 120a.



## ES 2 574 404 T3

Se prevé que los devanados de fase parcial 120a, 120b etc. estén conectados unos con otros en serie o de forma paralela unos con respecto a otros.

5 En principio, las particularidades descritas con respecto a la figura 10 pueden aplicarse a los ejemplos de ejecución según las figuras a partir de la figura 24a. Lo mismo es válido para las particularidades relativas a las figuras 11a a 11d. En el caso de variantes de cinco fases se recomiendan y son realizables los circuitos acordes a las figuras 12a a 12c.

Las líneas de interrupción marcadas en las figuras 24a a 25b significan que el hierro del estator 17 puede ser realizado con cantidades de ranuras muy diferentes. La cantidad de ranuras no se limita a 12.

10 Es posible estampar hileras individuales de los lados de la bobina. Es posible una sección transversal trapezoidal de una hilera. El sistema representado puede utilizarse también con facilidad en el caso de cualquier cantidad de fases, de ranuras y de polos. Para la cabeza de bobina se considera preferente una sección transversal del alambre circular, donde el alambre debe estamparse en la ranura (alambre circular moldeado). Los alambres deben estar unidos con esmalte horneado o con otro adhesivo. Es posible un aislamiento de las hileras individuales. Para ello, las mismas pueden rodearse de papel aislante o el aislamiento puede ser posible solamente aislando la ranura. Para  
15 ello todas las hileras se rodean con material aislante plano.

Asimismo, se considera ventajoso que la relación de la anchura de la ranura y de su altura utilizable para los lados de la bobina sea menor o igual que el cociente en base al cuadrado de las hileras por ranura y a la cantidad de los lados de la bobina por ranura.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para producir un devanado del estator (18) de una máquina eléctrica (10), en particular de un generador de corriente alterna, donde el devanado del estator (18) presenta al menos n devanados de fase (120, 121, 122, 123, 124) y un devanado de fase (120, 121, 122, 123, 124) presenta una pluralidad de devanados de fase parciales (120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b; 120c, 121c, 122c, 123c, 124c; 120d, 121d, 122d, 123d, 124d),
- 10 donde un devanado de fase parcial (120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b; 120c, 121c, 122c, 123c, 124c; 120d, 121d, 122d, 123d, 124d) posee una pluralidad de bobinas (82) enrolladas de forma sucesiva con lados de la bobina (88) y conectores del lado de la bobina (91),
- donde las bobinas (82) se dividen en primeras bobinas (82.1) y segundas bobinas (82.2), con una herramienta de moldeo (100) que presenta una parte inferior (101) y una parte superior (102),
- 15 donde en la parte inferior (101) están realizadas ranuras (105) y en la parte superior (102) están realizadas ranuras (105') situadas de forma opuesta unas con respecto a otras, de manera que dos ranuras (105, 105') situadas de forma opuesta forman un espacio común que es adecuado para alojar una bobina (82),
- 20 donde una primera bobina (82.1) de un devanado de fase parcial (120a) con todos los lados de la bobina (88.1a, 88.2a, 88.3a, 88.4a) está dispuesta en una ranura (105; 105') y una segunda bobina (82.2) del devanado de fase parcial (120b) con todos los lados de la bobina (88.1 a, 88.2a, 88.3a, 88.4a) está dispuesta en otra ranura (105, 105'), de modo que la parte superior (102) se desplaza de forma relativa con respecto a la parte inferior (101),
- caracterizado porque en las dos ranuras (105,105') situadas de forma opuesta con la primera bobina (82.1a) de un devanado de fase parcial (120a) y junto a esa primera bobina (82.1a) de ese devanado de fase parcial (120a) se encuentra alojada una primera bobina (82.1b) de otro devanado de fase parcial (120b) con todos los lados de la bobina (88.1 a, 88.2a, 88.3a, 88.4a),
- 25 donde entre la primera bobina (82.1) de un devanado de fase parcial (120a) y la segunda bobina (82.2) de ese devanado de fase parcial (120a) se encuentran dispuestas n-1 ranuras (105, 106; 105', 106').
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque cada bobina (82) se enrolla con una cantidad de espiras (85) que es par o impar.
3. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque una bobina (82) se enrolla con una cantidad de espiras (85) que es par y otra bobina (82) se enrolla con una cantidad de espiras (85) que es impar.
- 30 4. Método según la reivindicación 3, caracterizado porque una bobina (82) es una primera bobina (82.1) y la otra bobina (82) es una segunda bobina (82.2), donde entre la primera bobina (82.1) y la segunda bobina (82.2) están dispuestas n - 1 ranuras (158).
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque bobinas (82) de un devanado de fase parcial (120a, 121 a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b; 120c, 121c, 122c, 123c, 124c; 120d, 121d, 122d, 123d, 124d) son moldeadas después del enrollado de espiras (85), de manera que los lados de la bobina (88) de una bobina (82) se encuentran dispuestos al menos casi en un plano.
- 35 6. Método según la reivindicación 5, caracterizado porque las espiras (85) de una bobina (82) se sitúan al menos parcialmente una sobre otra.
7. Método según una de las reivindicaciones 5 ó 6, caracterizado porque dos bobinas (82.1, 82.2) directamente contiguas de un devanado de fase parcial (120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b; 120c, 121c, 122c, 123c, 124c; 120d, 121d, 122d, 123d, 124d) presentan entre sí un conector de bobinas (94.1) conectado de una pieza con las dos bobinas (82.1, 82.2) directamente contiguas, donde una bobina (82.1) y la otra bobina (82.2), con respecto al conector de bobinas (94.1), rotan respectivamente en una cantidad de esencialmente noventa grados angulares, donde las direcciones de rotación son mutuamente opuestas.
- 40 8. Método según la reivindicación 7, caracterizado porque uno o varios devanados de fase parcial (120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b; 120c, 121c, 122c, 123c, 124c; 120d, 121d, 122d, 123d, 124d) se insertan en ranuras (105, 106) de una herramienta de moldeo (100), y porque un grupo (133) de los lados de la bobina (88) son desplazados y, debido a ello, moldeados con respecto a otro grupo (130) de los lados de la bobina
- 45

- (8) de la misma bobina (82), de manera que entre los dos grupos (130, 133) de los lados de la bobina (8) se encuentran dispuestas  $n = 1$  ranuras (105, 106; 105', 106').
9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los lados de la bobina (8) de una bobina (82) son estampados en una herramienta de estampado (186).
- 5 10. Método según la reivindicación 9, caracterizado porque diferentes lados de la bobina (88) se estampan de modo diferente.
11. Método según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque los lados de la bobina (88) se estampan después del enrollado o después del desplazamiento.
- 10 12. Método según la reivindicación 9, 10 u 11, caracterizado porque las bobinas (82) están provistas de un área de transición (149) estampada entre lados de la bobina (88) y conectores de los lados de la bobina (91).
13. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque una pluralidad de devanados de fase parcial (120a, 120b) se introducen uno junto a otro en una herramienta de moldeo (100), respectivamente con al menos una bobina (82.1 a, 82.1 b).
- 15 14. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque un devanado de fase parcial (120a) de un devanado de fase (120) presenta dos bobinas (82.1 a, 82.2a) consecutivas y otro devanado de fase parcial (120b) del devanado de fase (120) presenta igualmente dos bobinas (82.1b, 82.2b) consecutivas, donde en la herramienta de moldeo (100) las bobinas (82.1 b, 82.2b) de un devanado de fase parcial (120b) se encuentran entre las bobinas (82.1a, 82.2a) del otro devanado de fase parcial (120a).
- 20 15. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque un devanado de fase parcial (120a) de un devanado de fase (120) presenta dos bobinas (82.1 a, 82.2a) consecutivas y otro devanado de fase parcial (120b) del devanado de fase (120) presenta igualmente dos bobinas (82.1b, 82.2b) consecutivas, donde en la herramienta de moldeo (100) y/o en el hierro del estator (17) las bobinas (17 b, 82.2b) de un devanado de fase parcial (120b) se encuentran entre las bobinas (82.1a, 82.2a) del otro devanado de fase parcial (120a).
- 25 16. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque un devanado de fase parcial (120a) de un devanado de fase (120) presenta dos bobinas (82.1 a, 82.2a) consecutivas y otro devanado de fase parcial (120b) del devanado de fase (120) presenta igualmente dos bobinas (82.1b, 82.2b) consecutivas, donde en la herramienta de moldeo (100) y/o en el hierro del estator (17), una bobina (82.1 b) de un devanado de fase parcial (120b) se encuentra entre las dos bobinas (82.1 a, 82.2a) del otro devanado de fase parcial (120a).
- 30 17. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los devanados de fase parcial (120a, 120b) se encuentran conectados en serie o de forma paralela, uno con respecto a otro.
- 35 18. Devanado del estator (18) con  $n$  devanados de fase parcial (120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b; 120c, 121c, 122c, 123c, 124c; 120d, 121d, 122d, 123d, 124d), caracterizado porque al menos uno de los devanados de fase parcial (120a, 121a, 122a, 123a, 124a; 120b, 121b, 122b, 123b, 124b; 120c, 121c, 122c, 123c, 124c; 120d, 121d, 122d, 123d, 124d) está producido según las características de una de las reivindicaciones precedentes.
19. Máquina eléctrica con un estator 16 que presenta un devanado del estator 18 según la reivindicación 18.

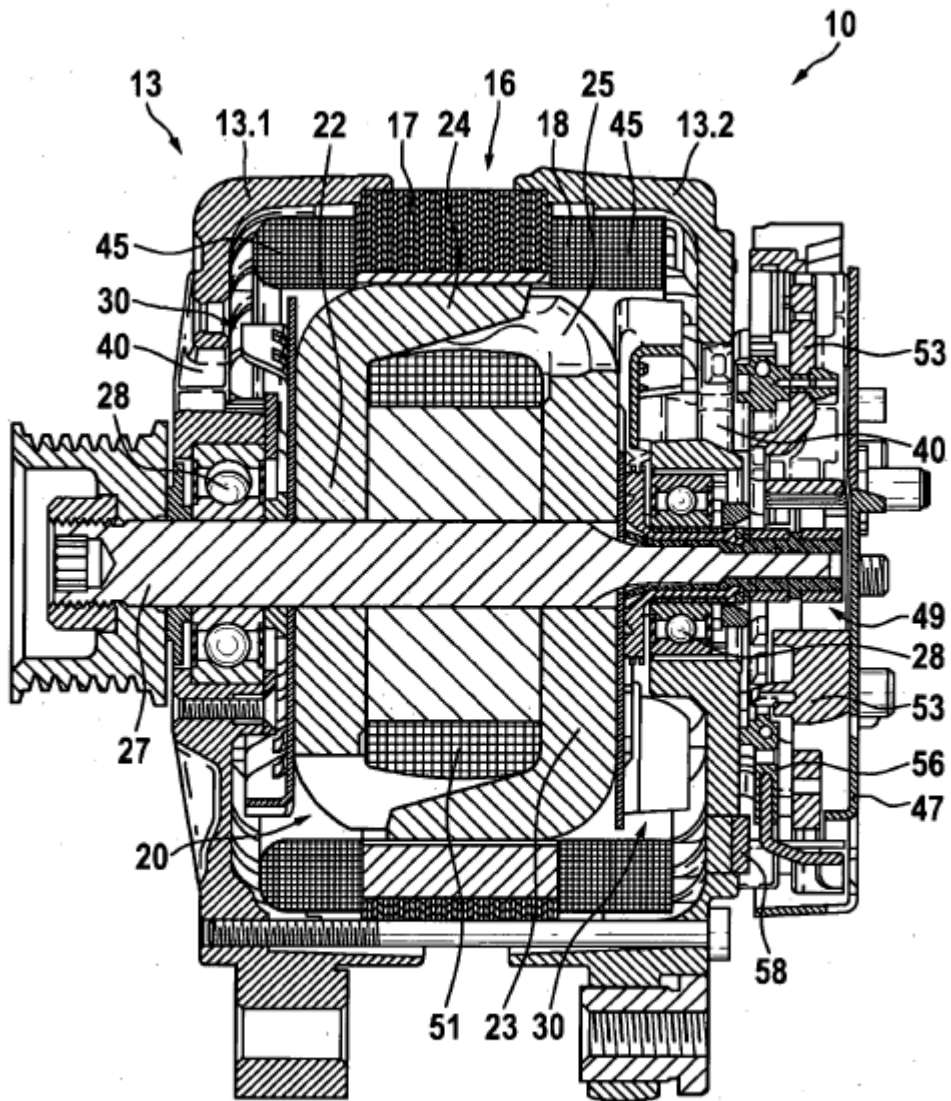
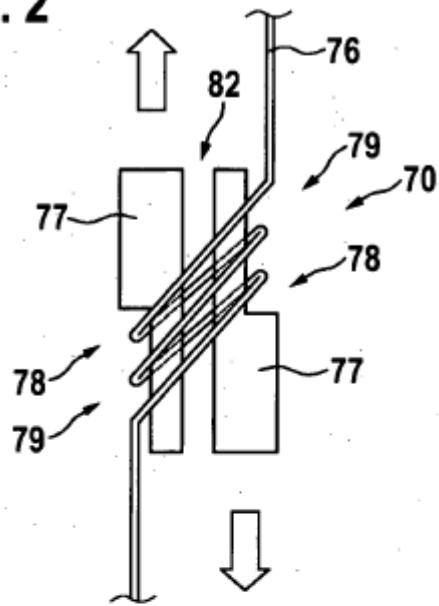
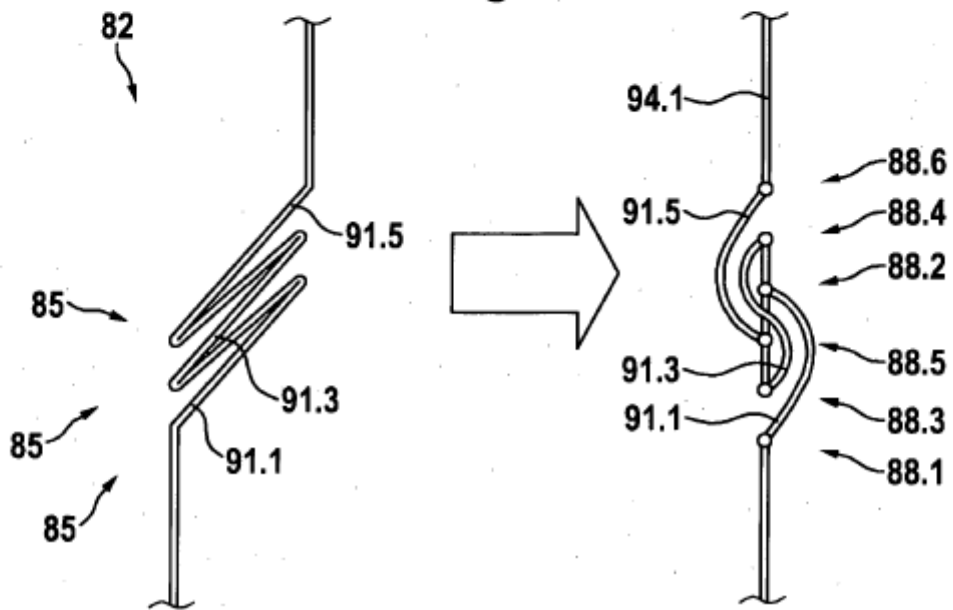


Fig. 1

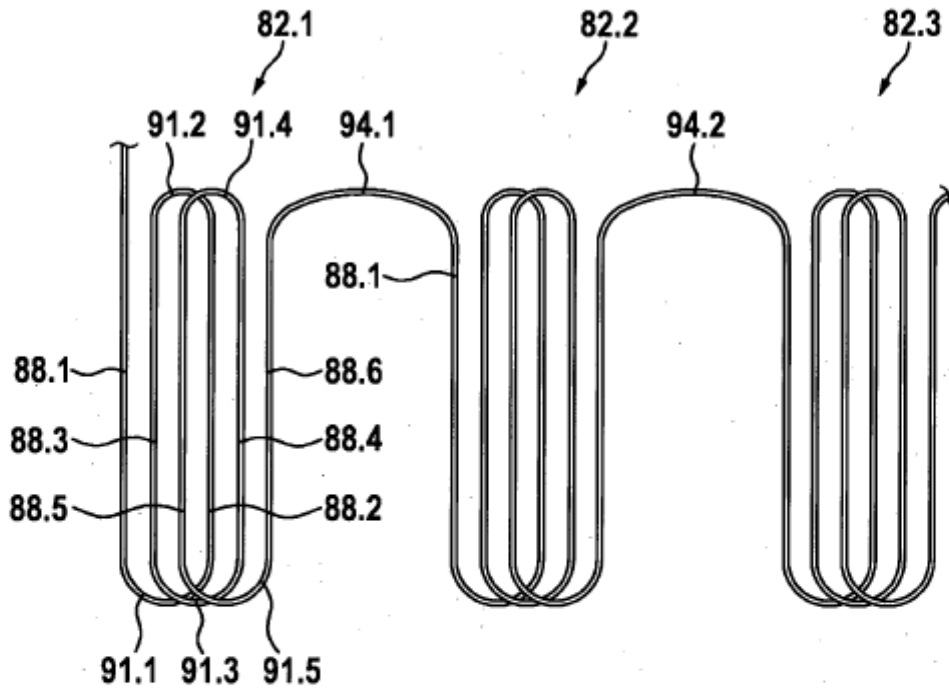
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4a**



**Fig. 4b**

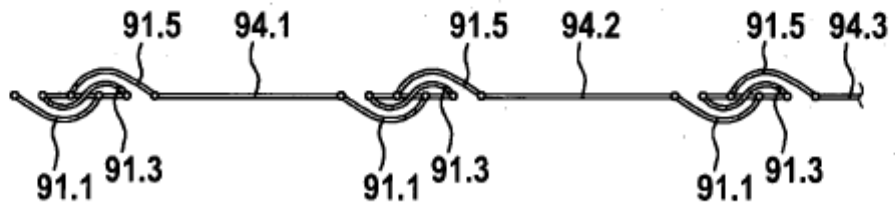


Fig. 5a

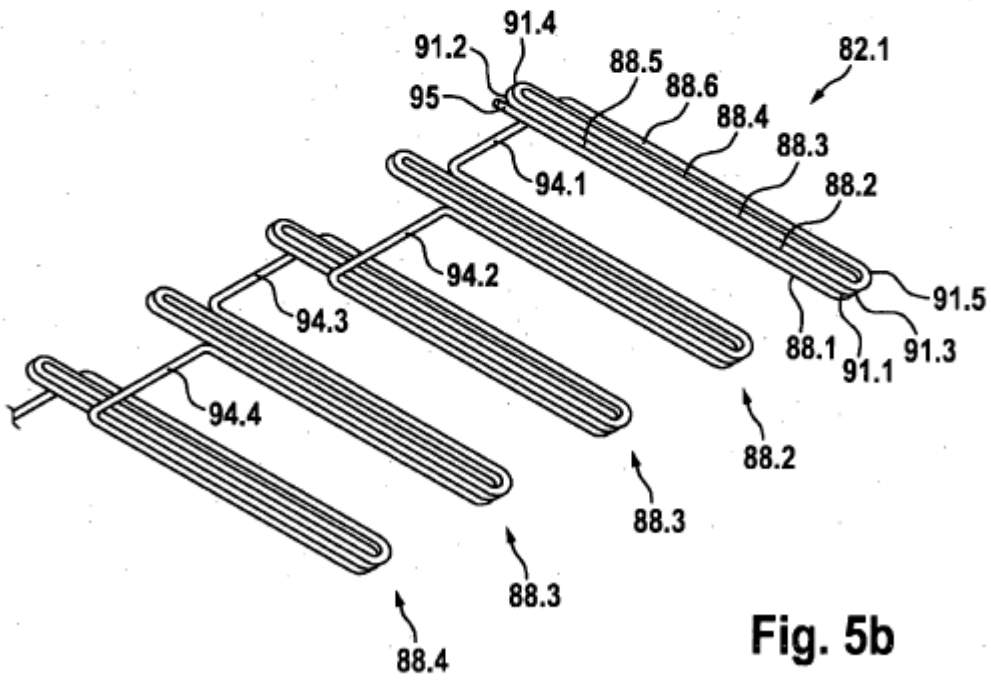
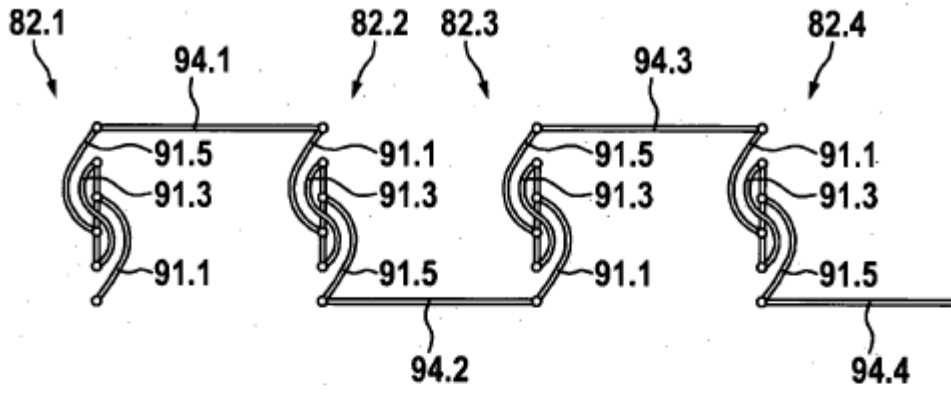
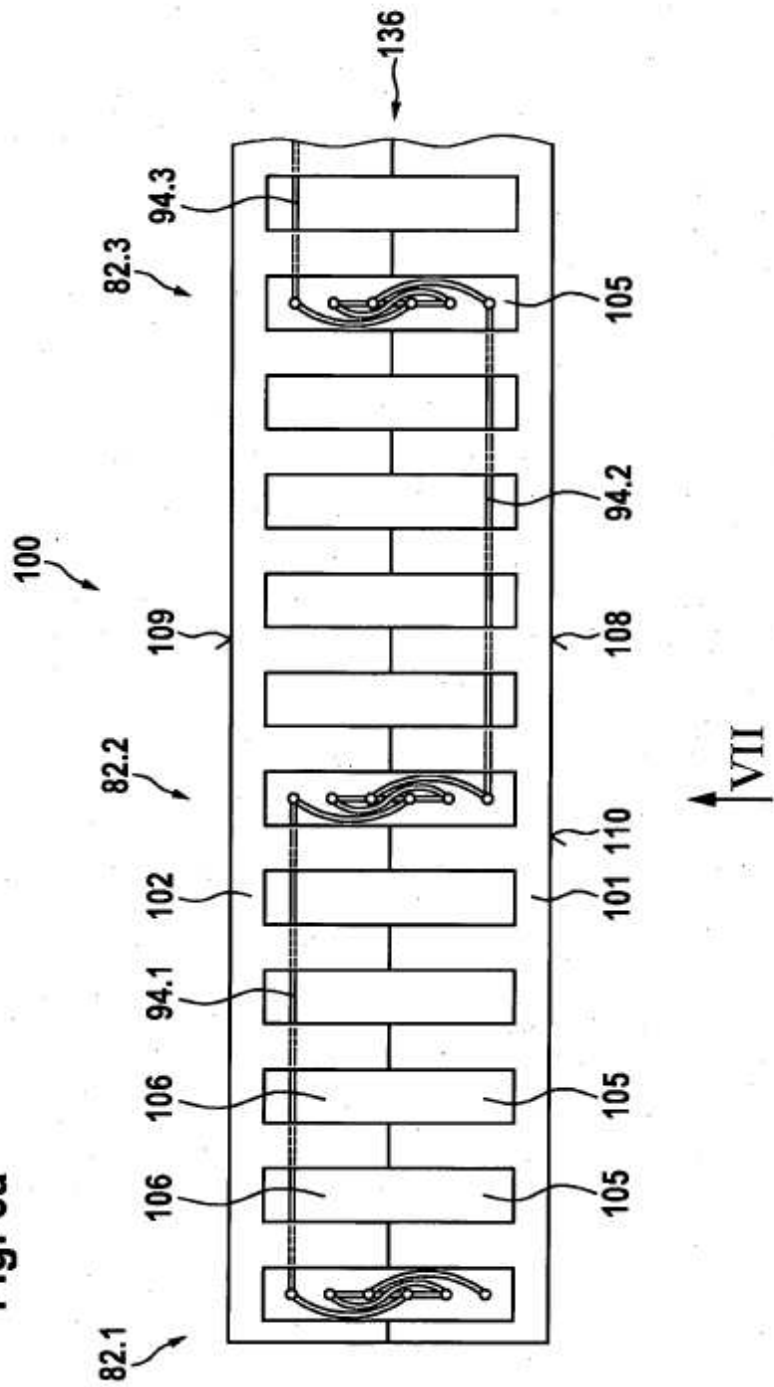


Fig. 5b

Fig. 6a





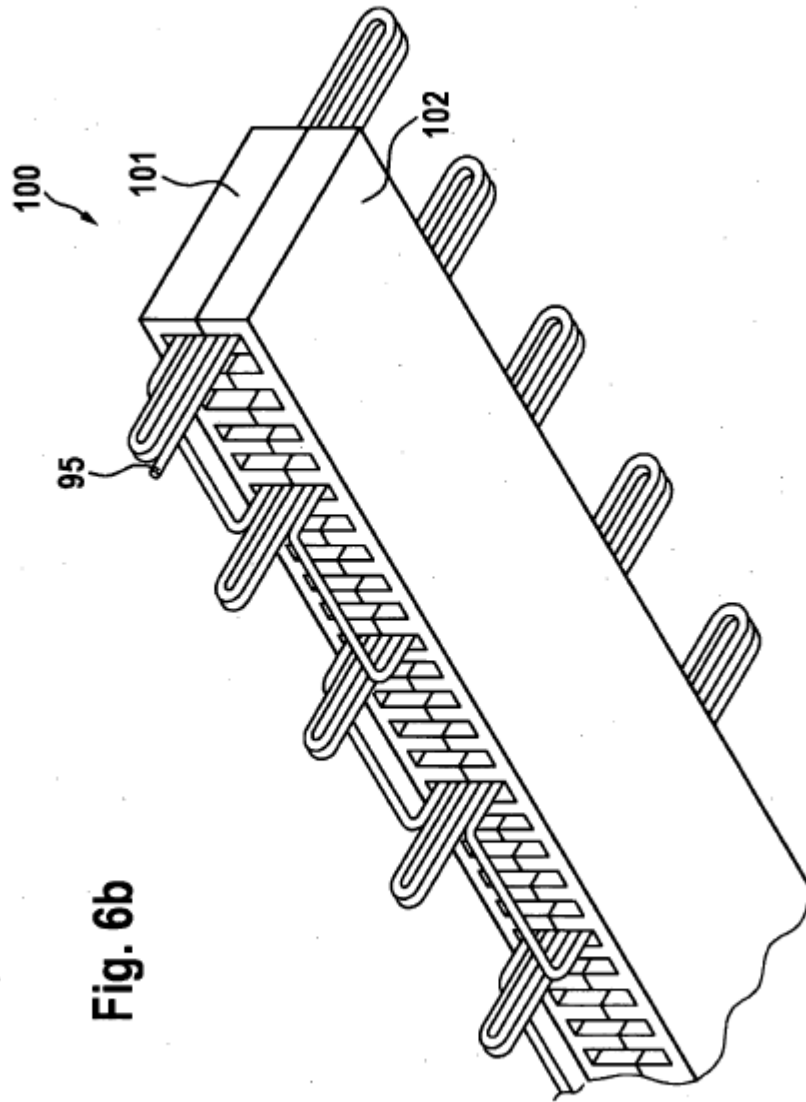


Fig. 6b

Fig. 7

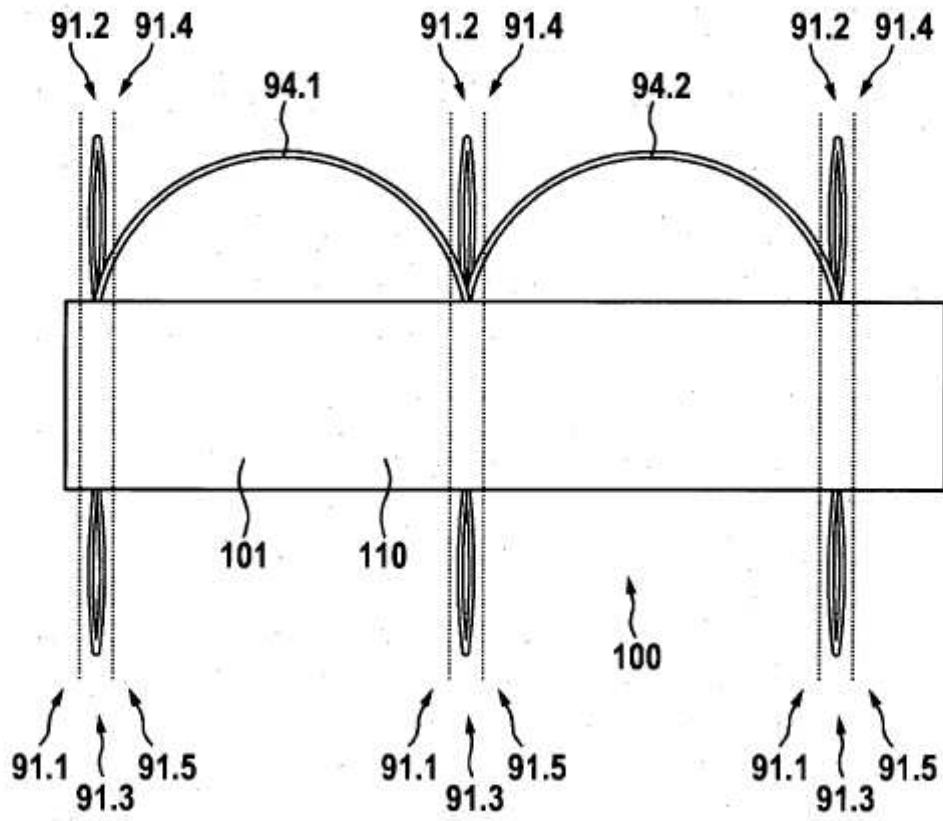
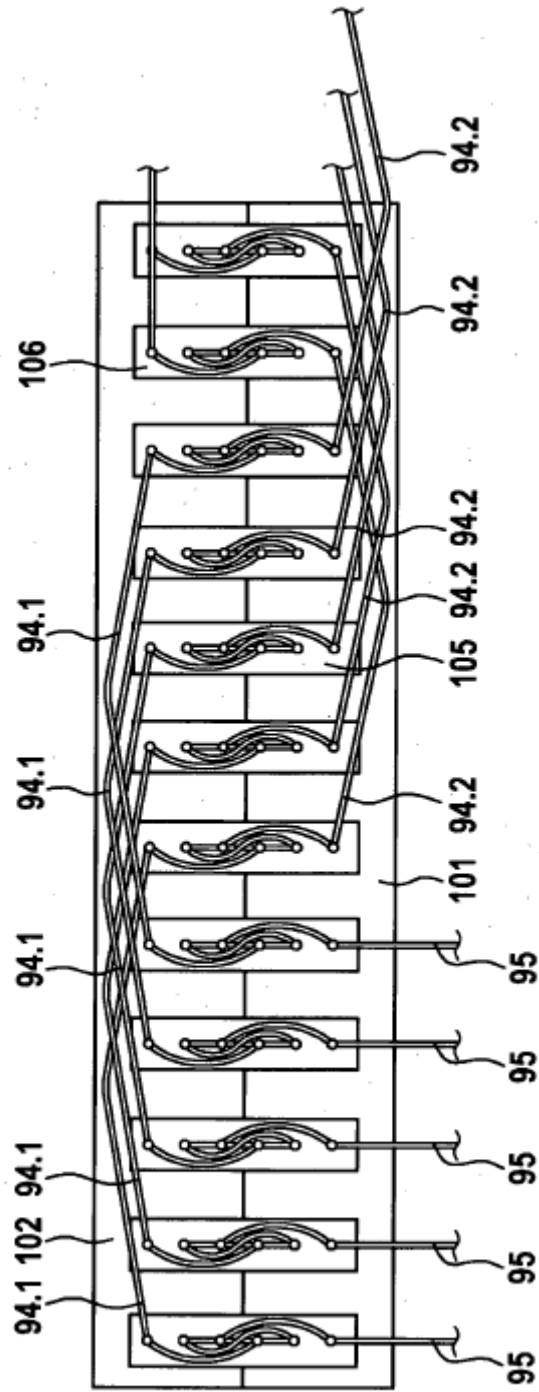


Fig. 8a



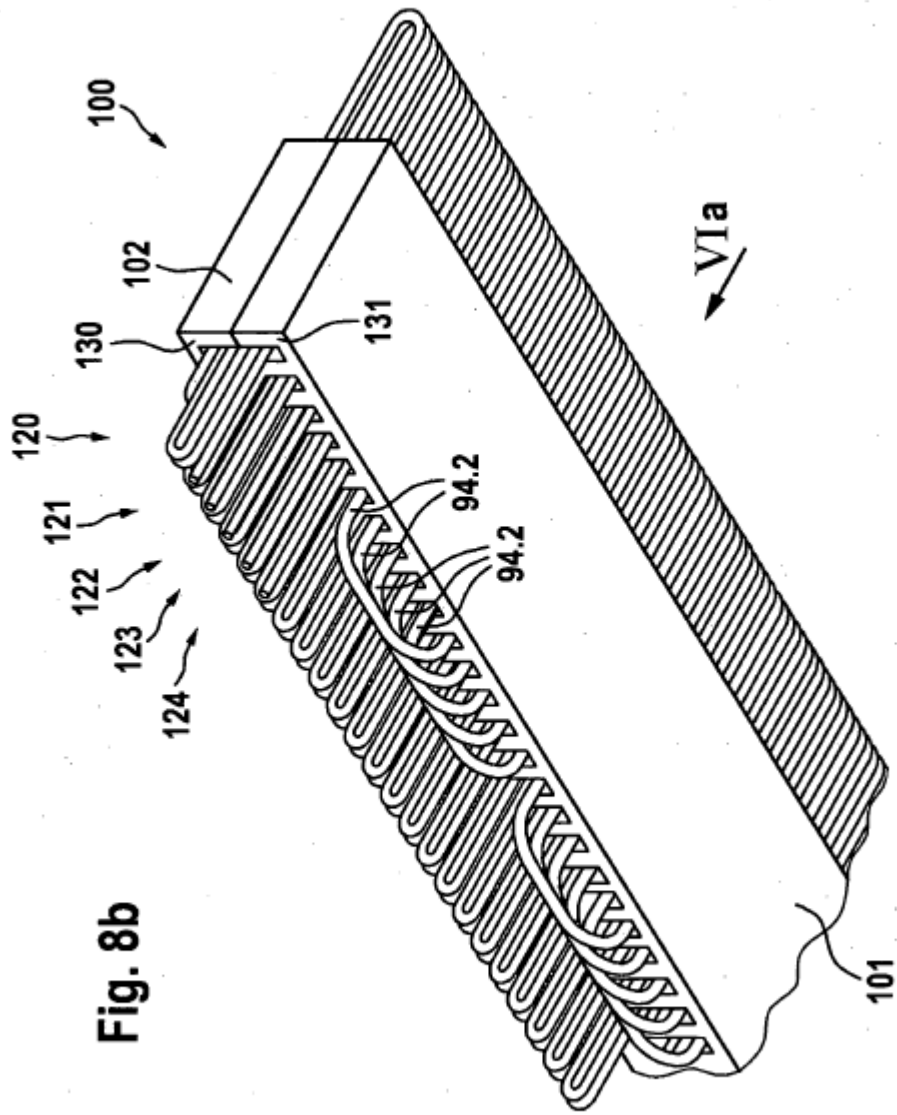


Fig. 8b

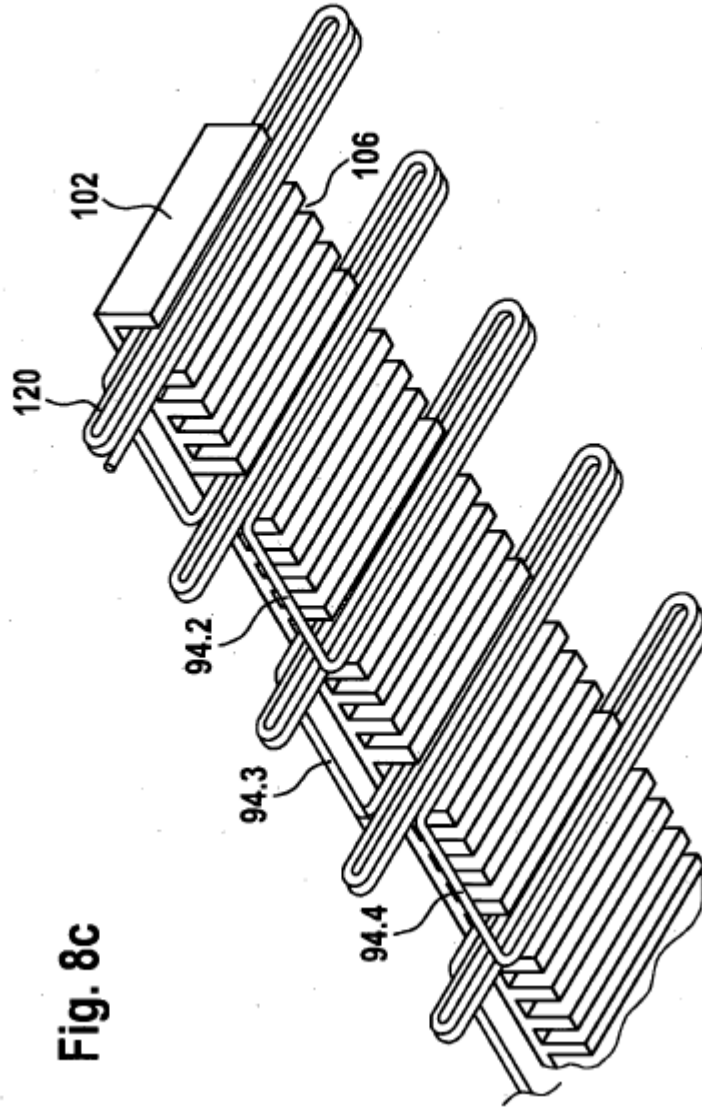
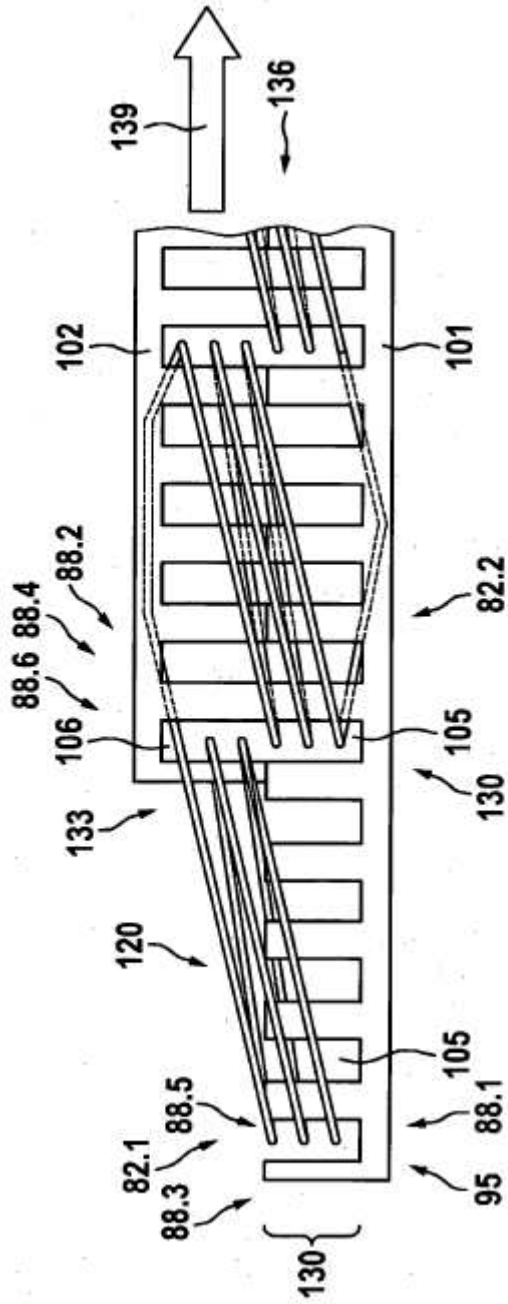
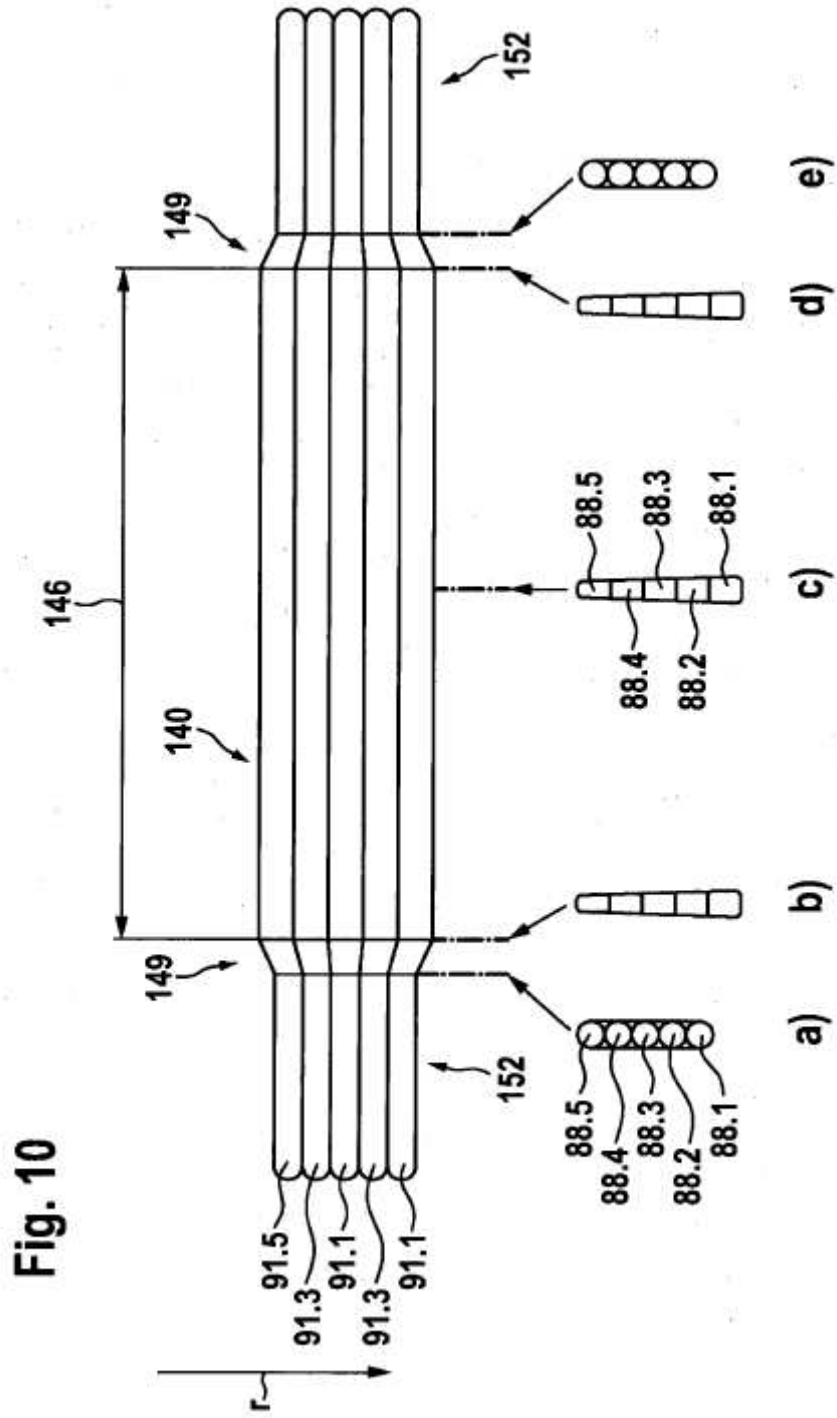


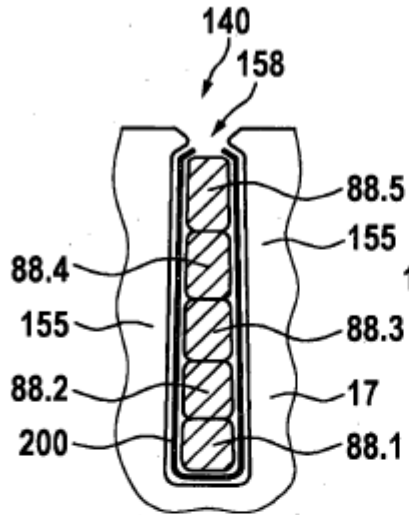
Fig. 8c

Fig. 9

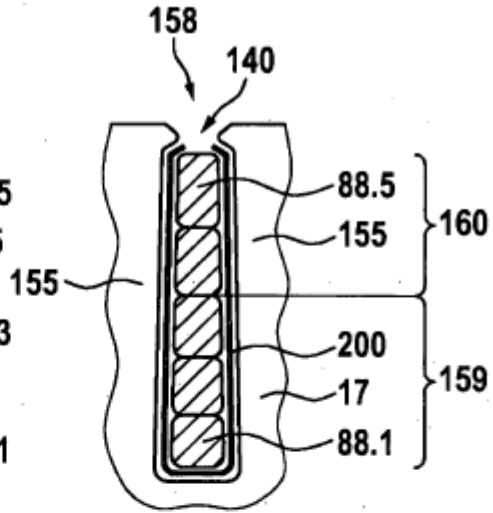




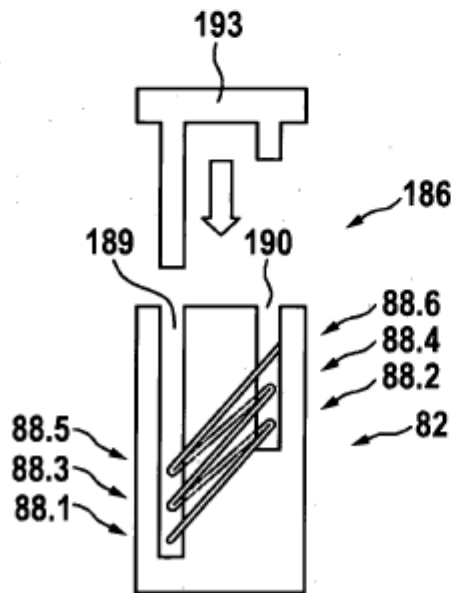
**Fig. 11a**



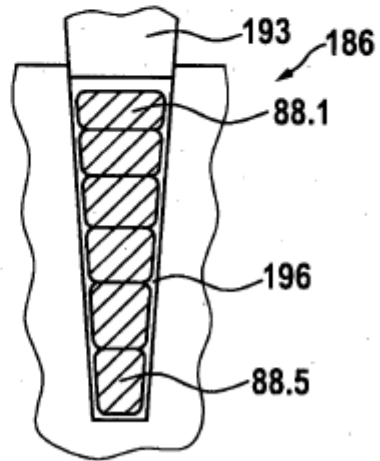
**Fig. 11b**



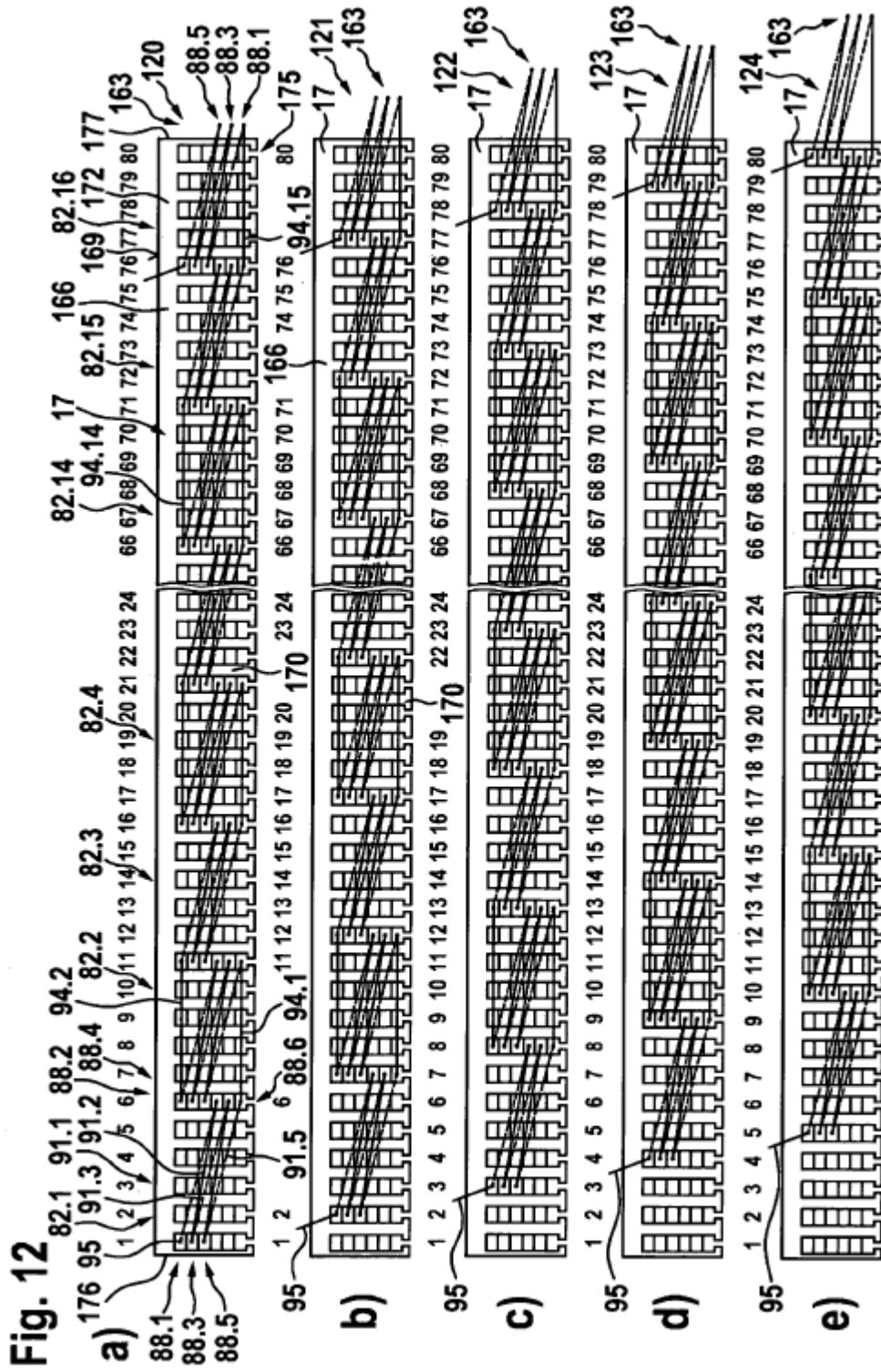
**Fig. 11c**



**Fig. 11d**







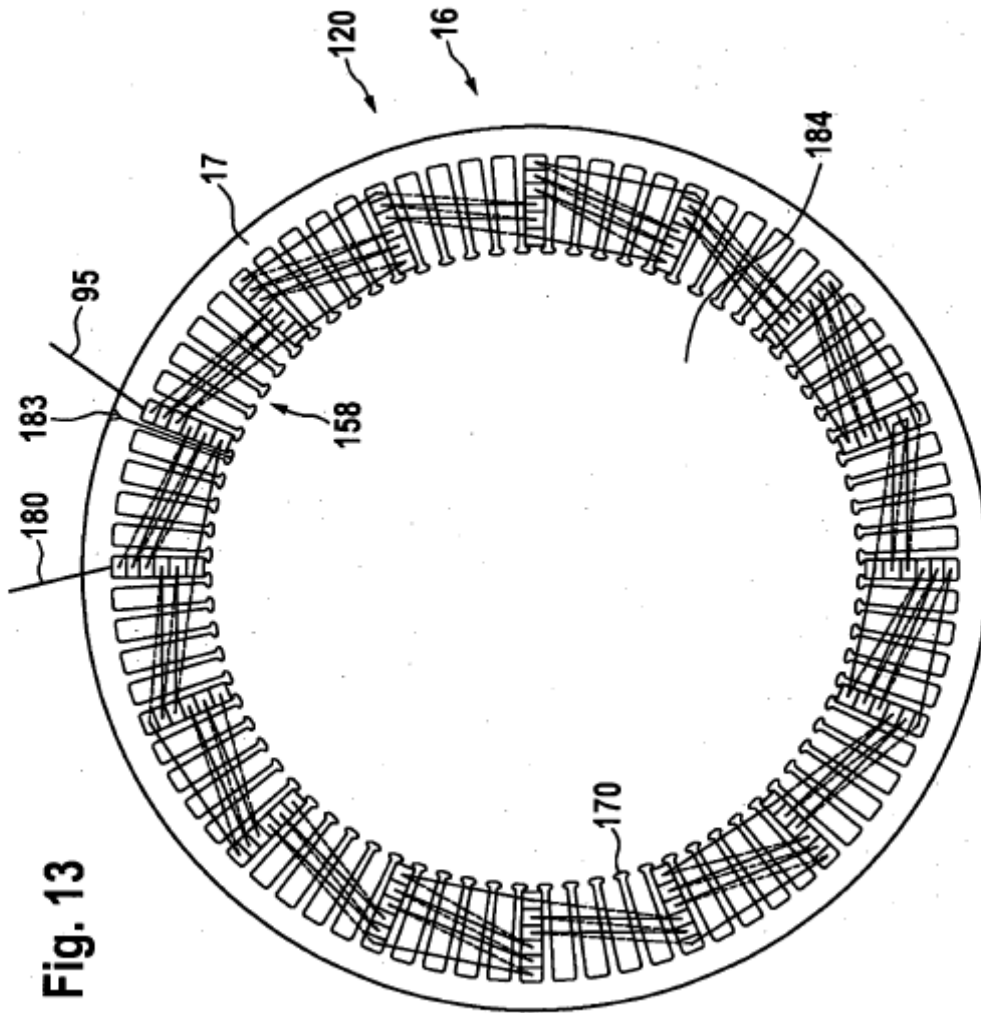


Fig. 13

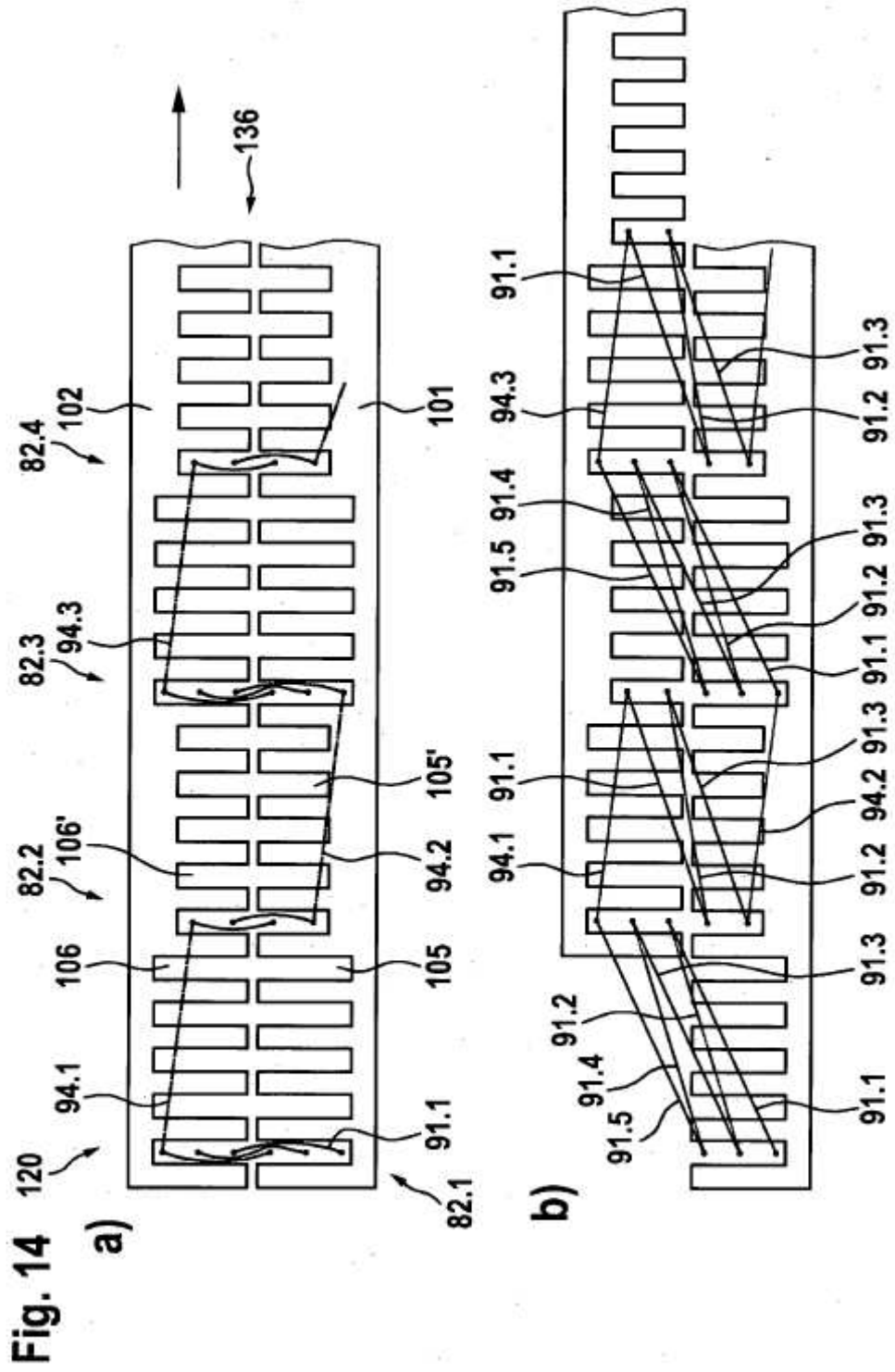
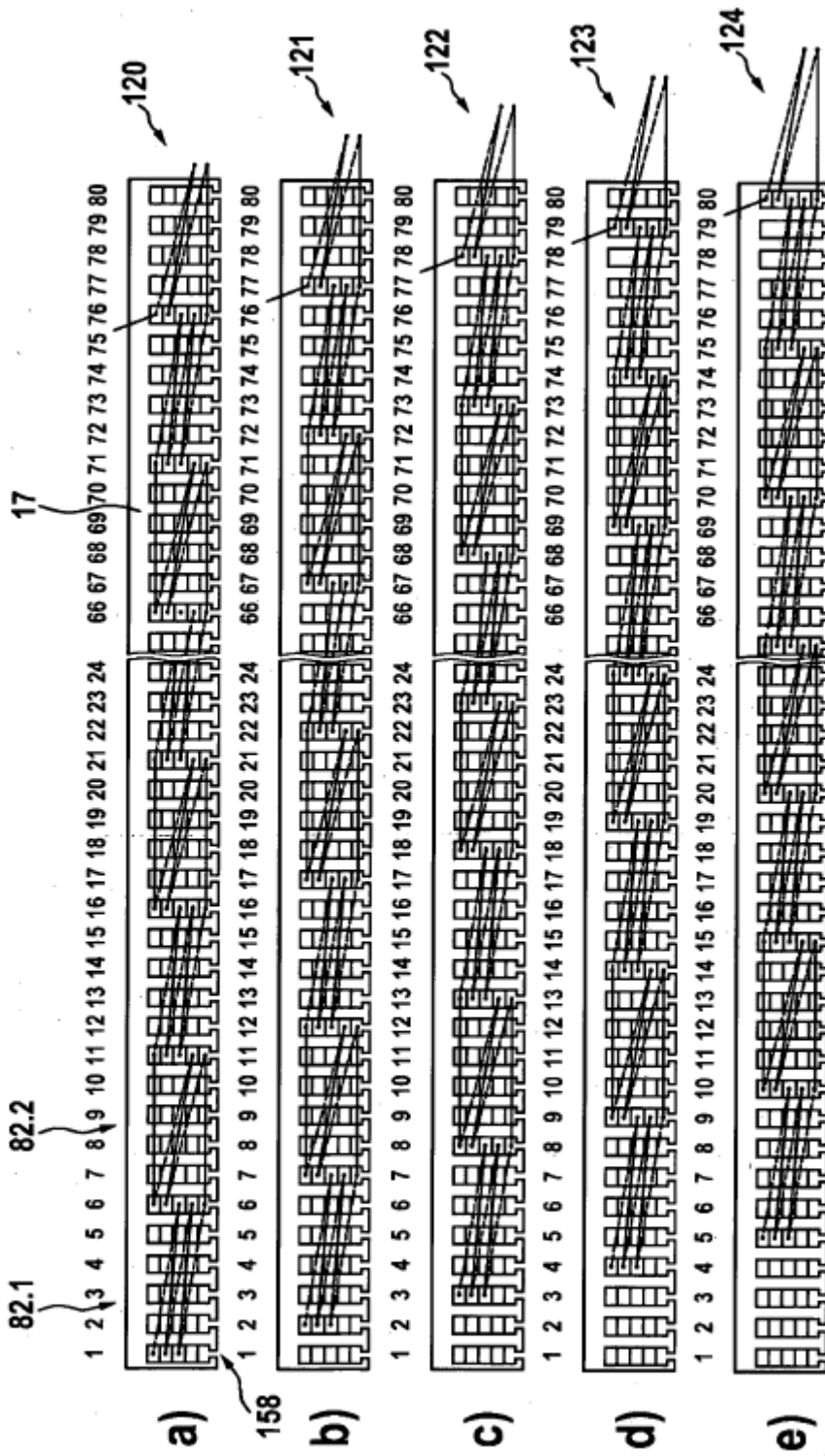


Fig. 15



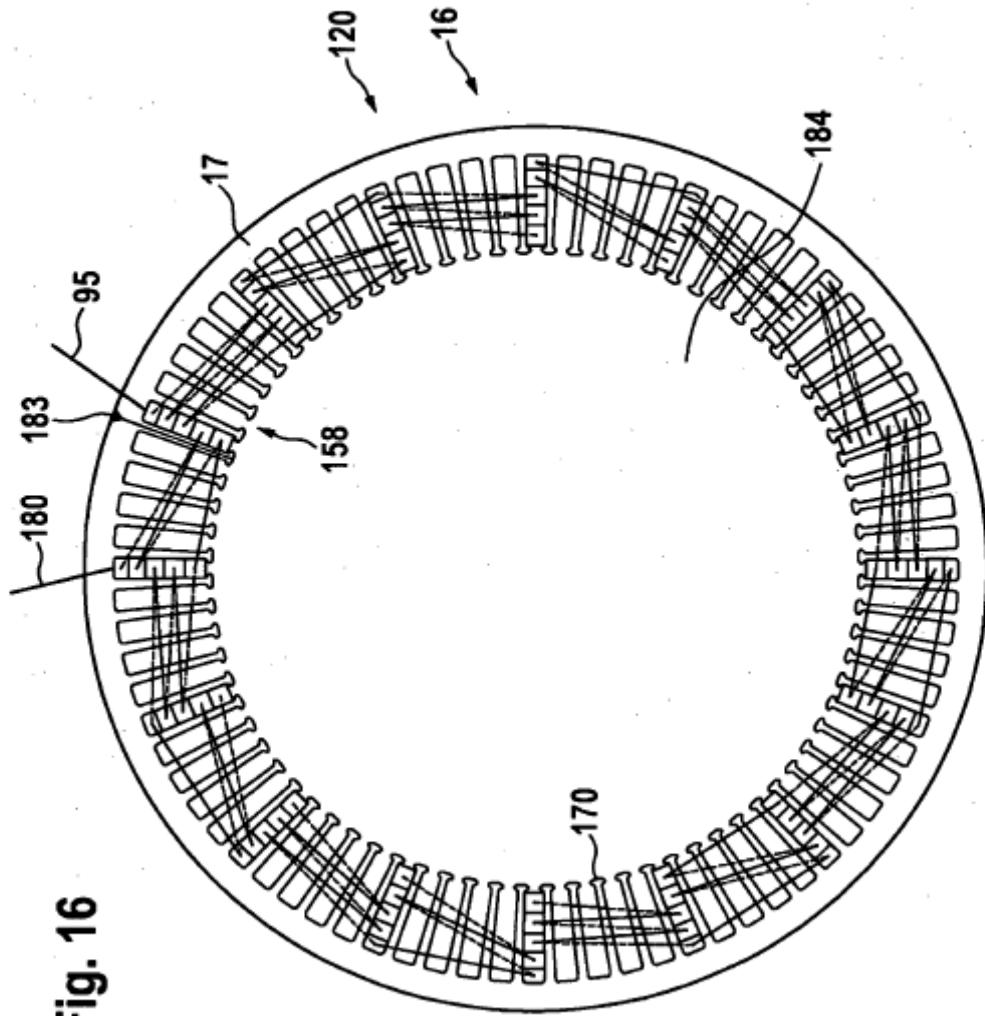


Fig. 16

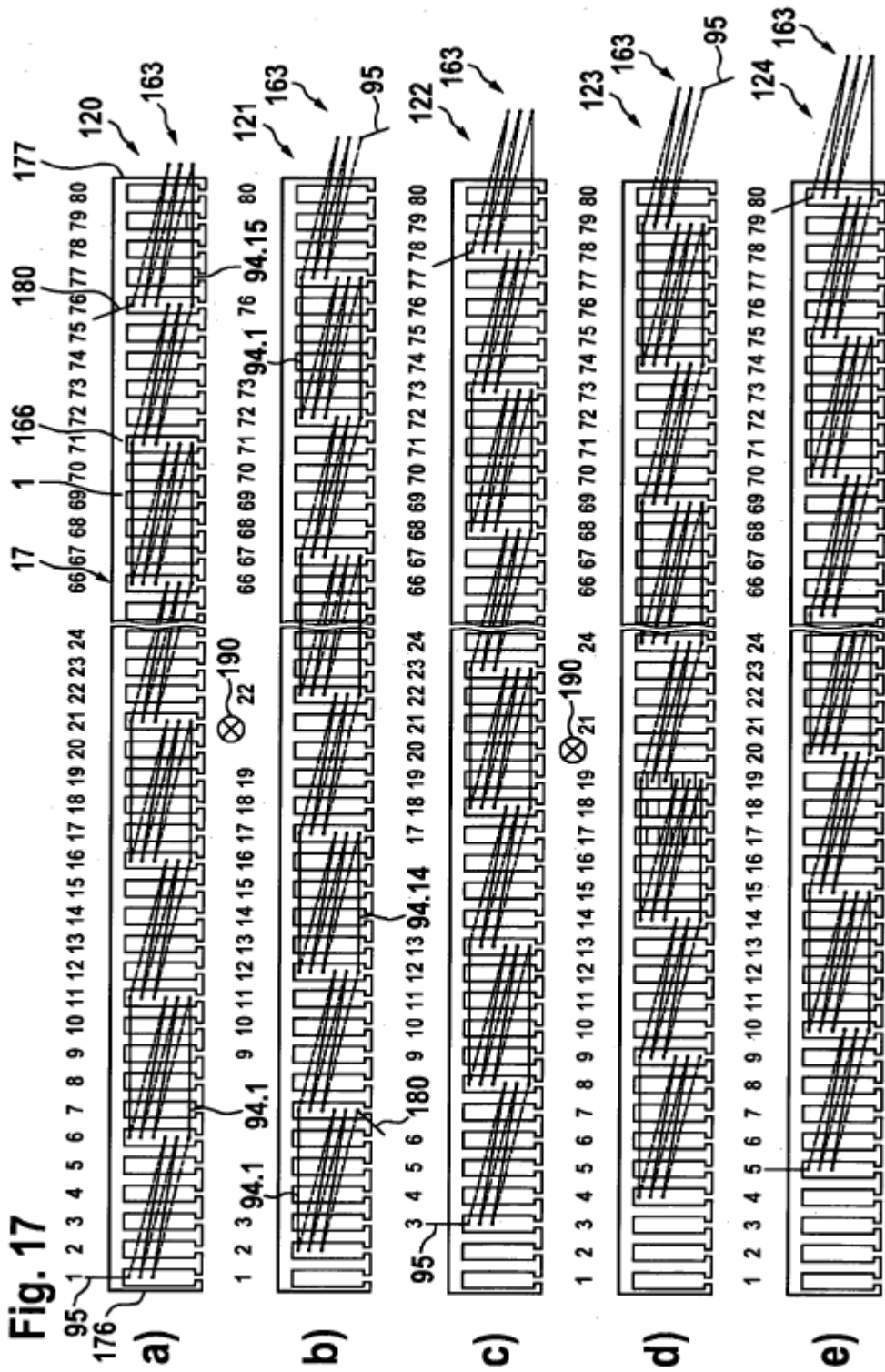
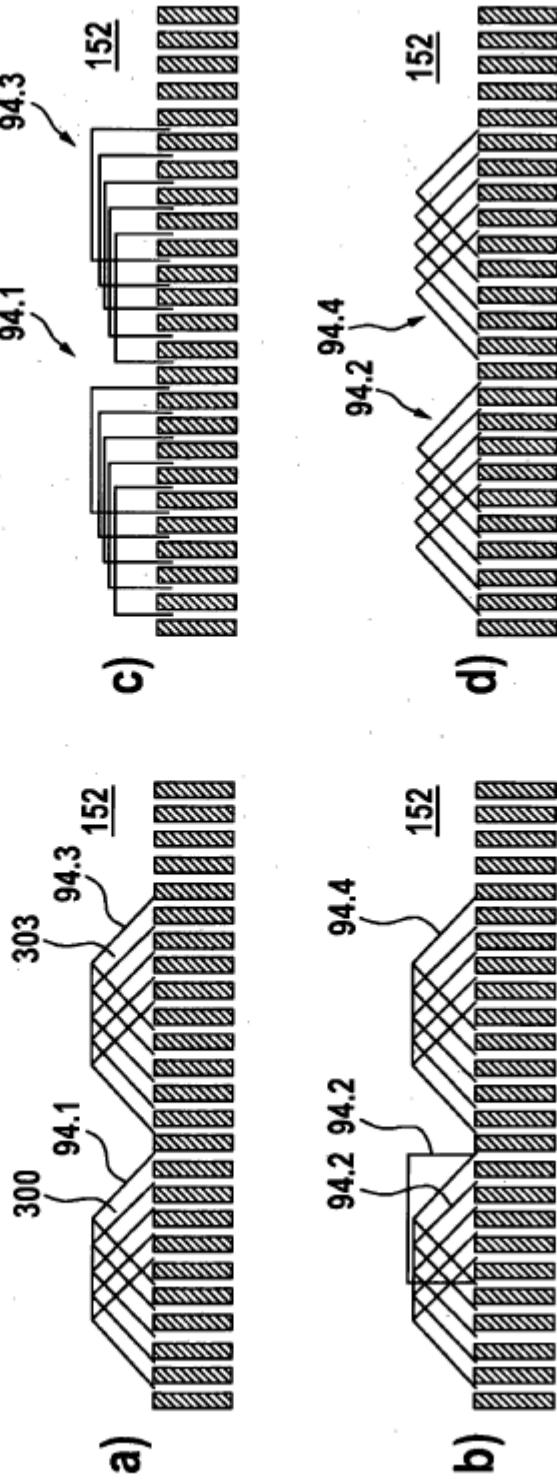


Fig. 18



**Fig. 19**

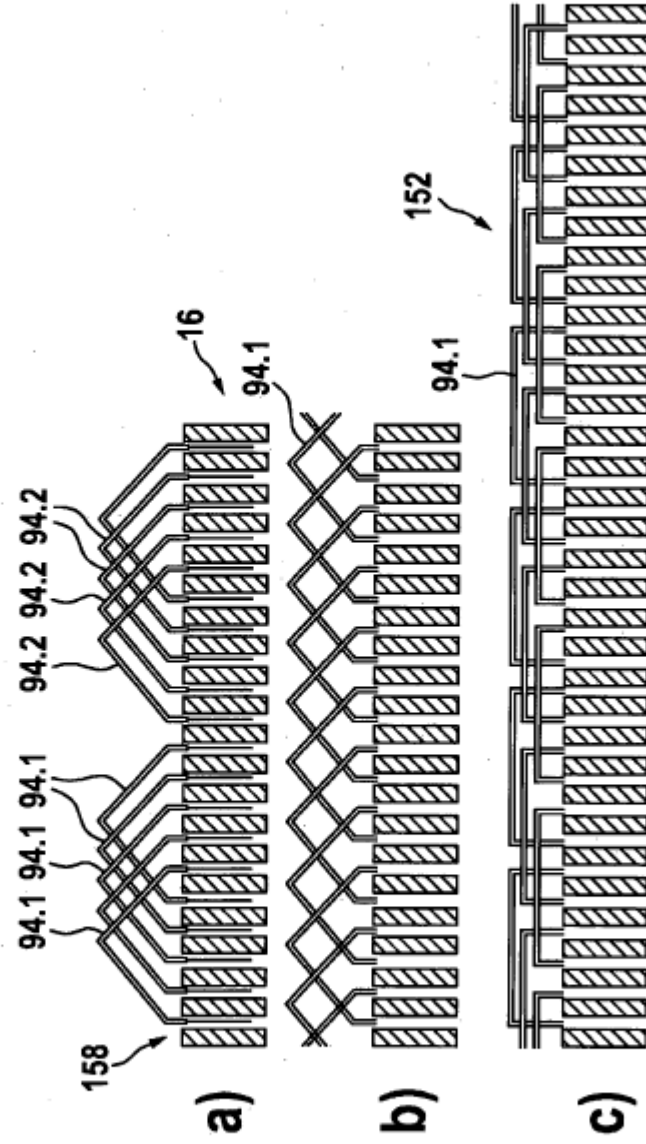




Fig. 20

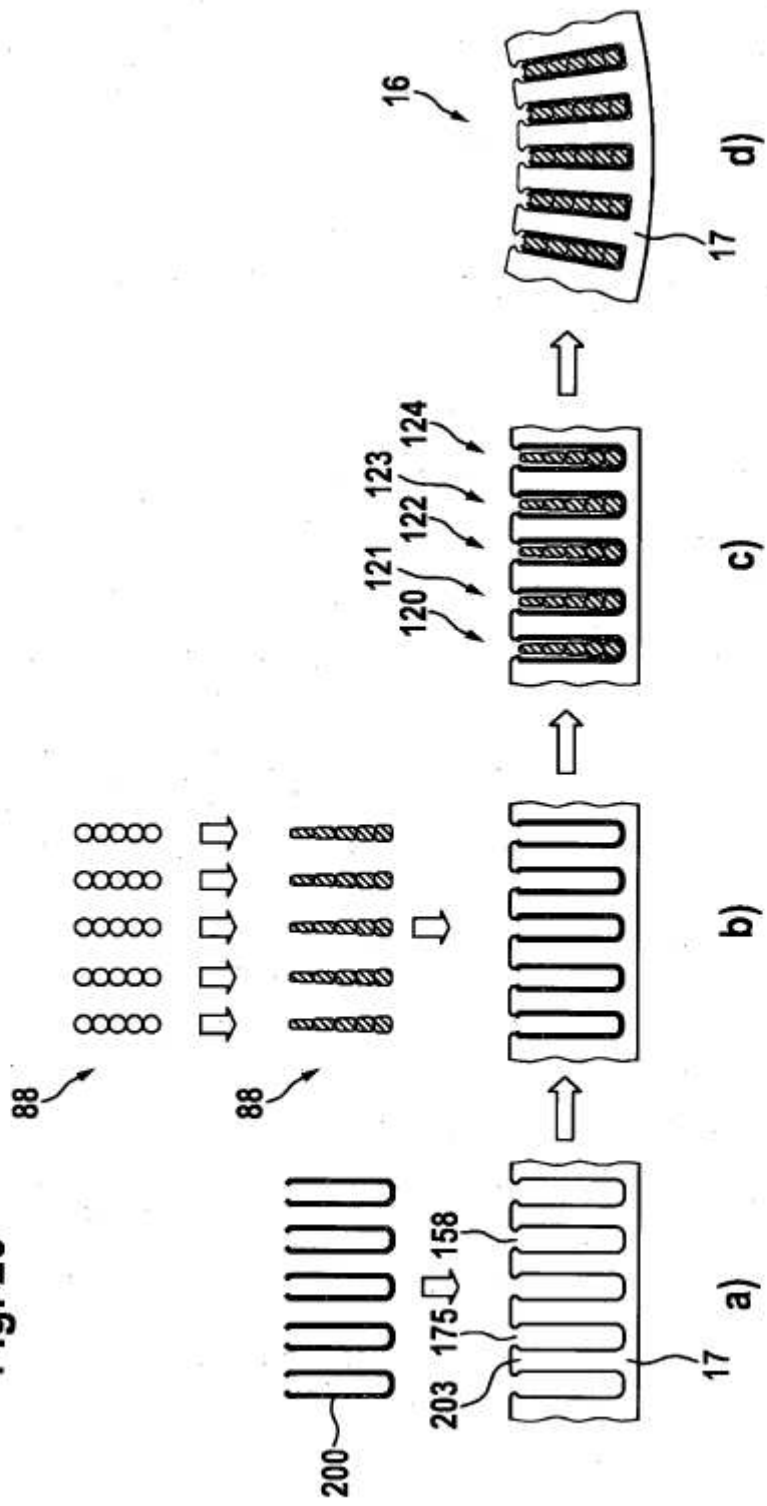


Fig. 21

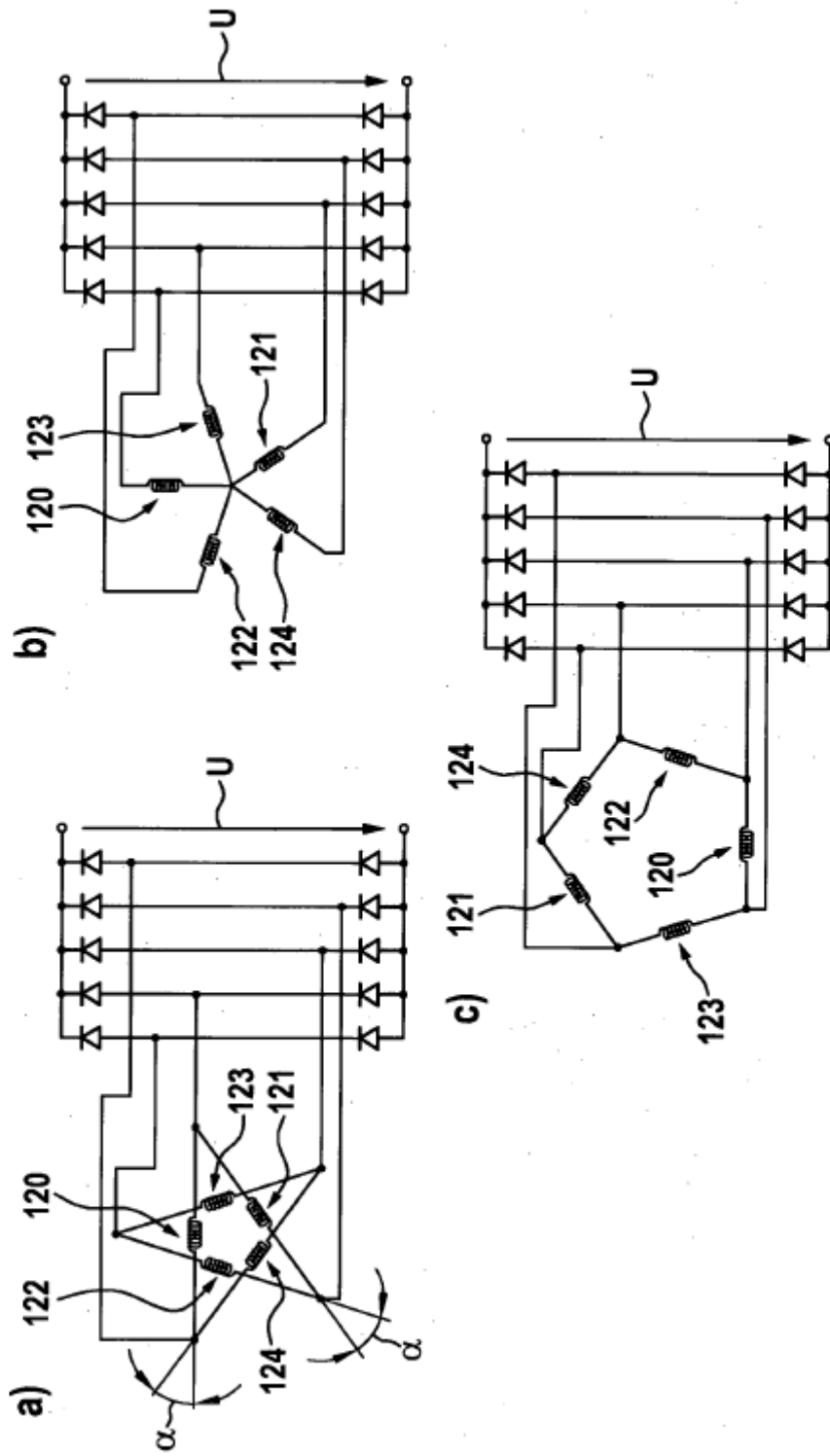


Fig. 22

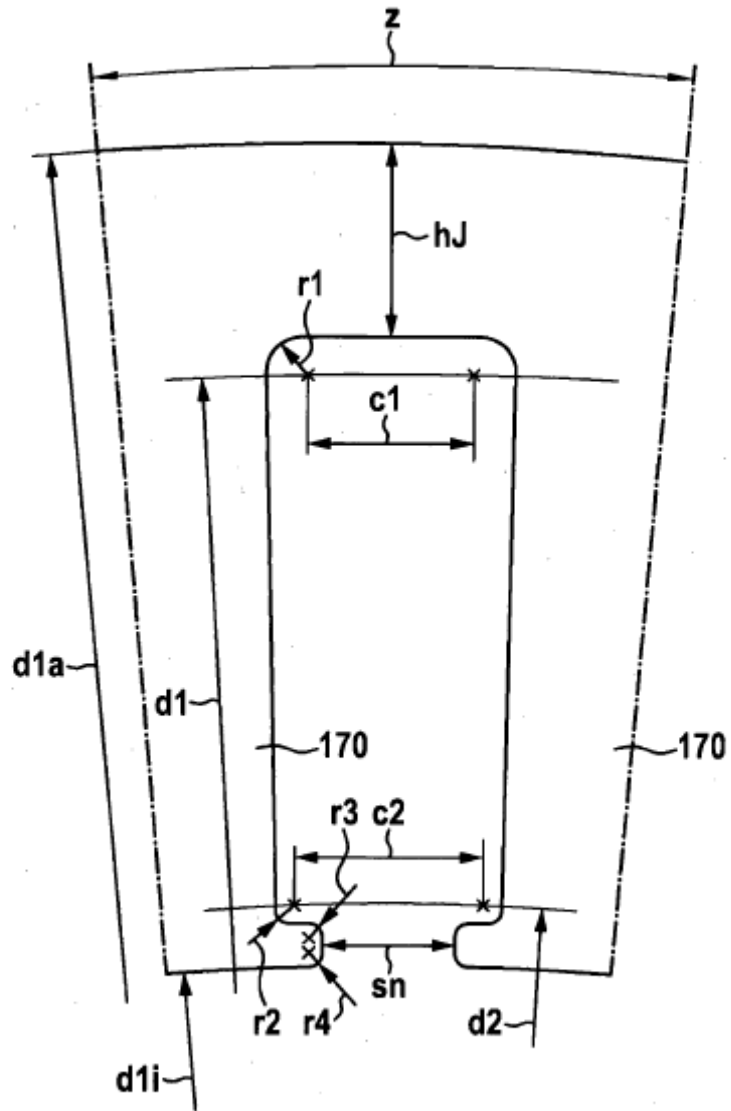
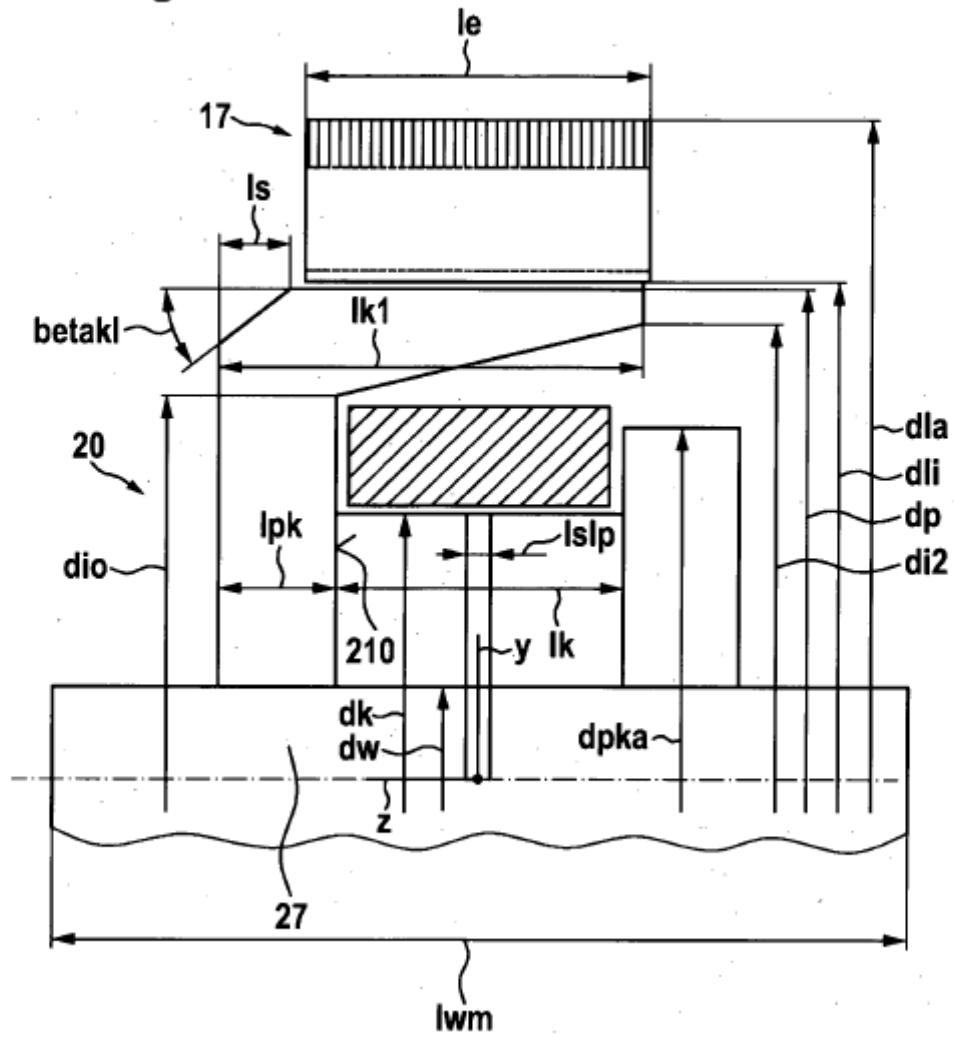
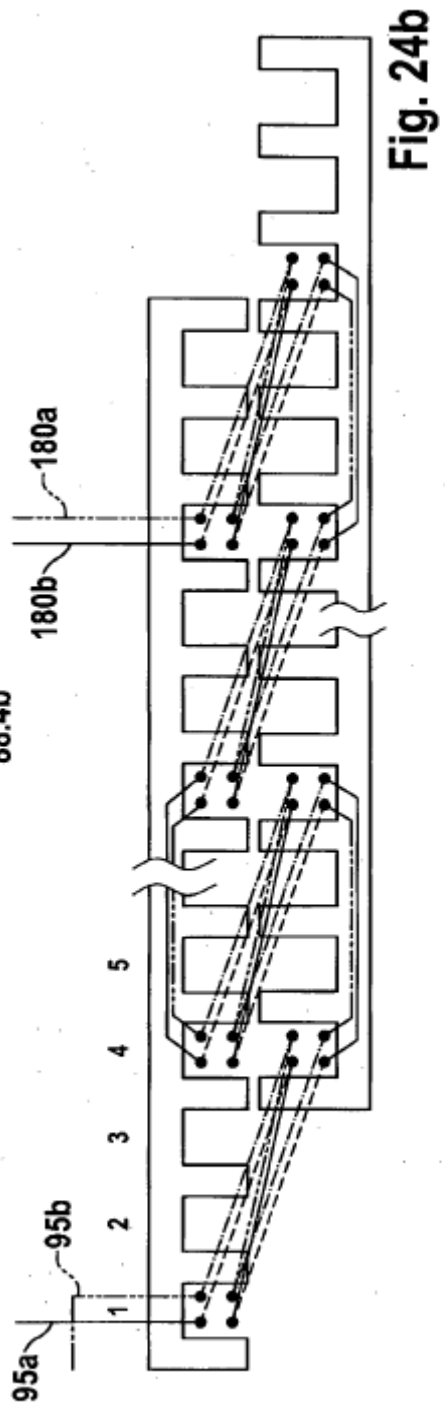
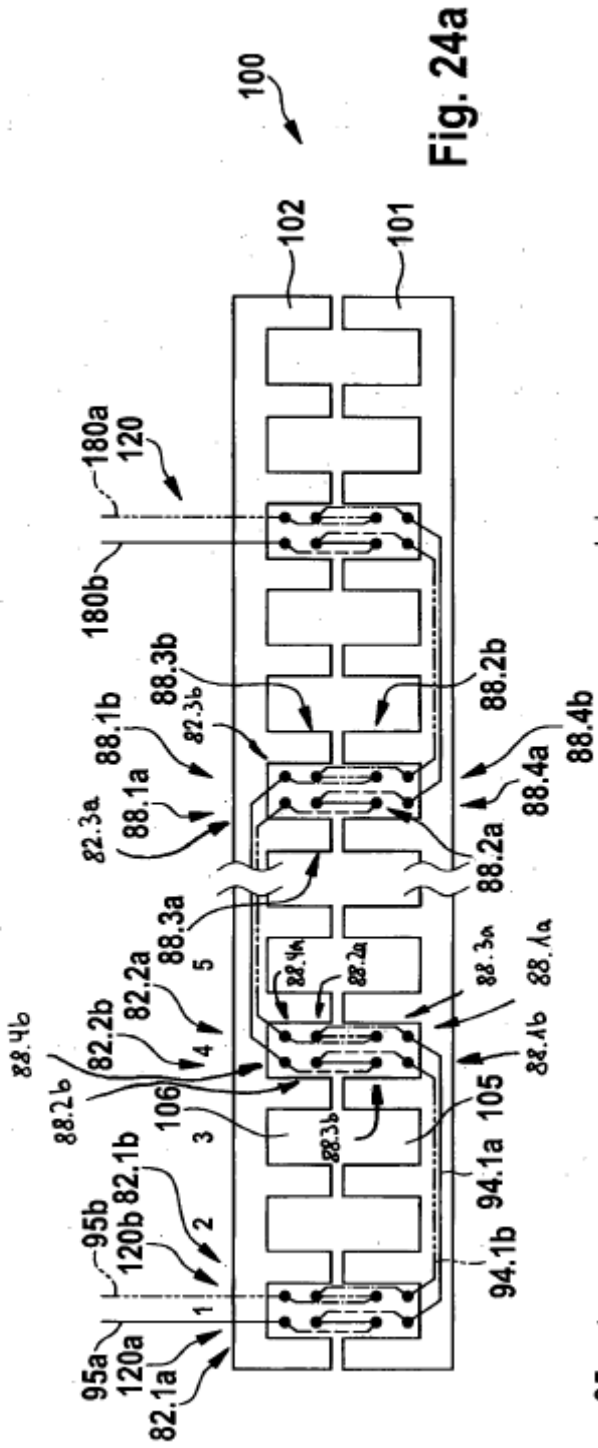


Fig. 23





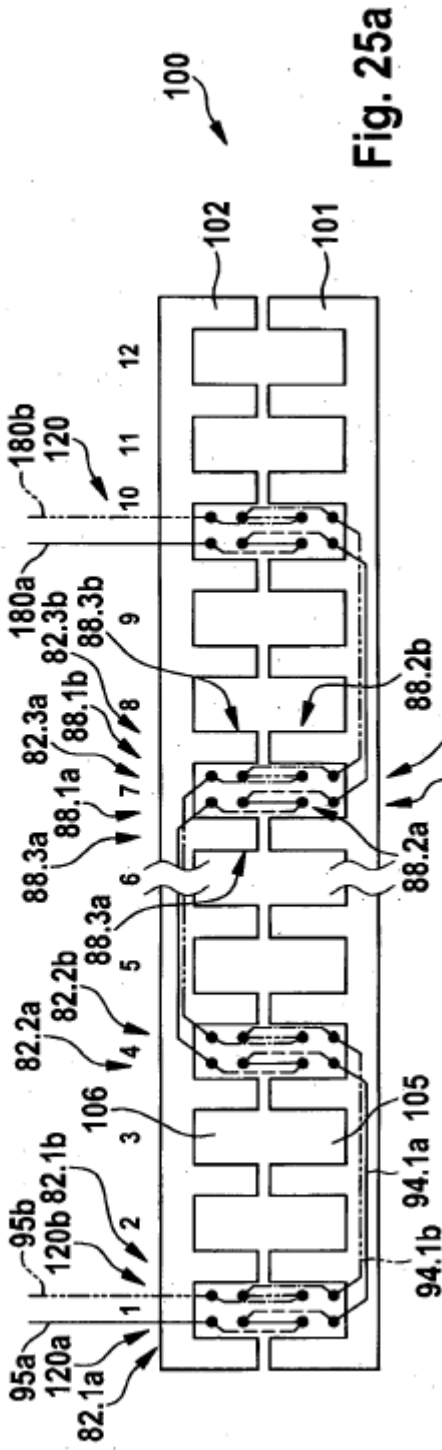


Fig. 25a

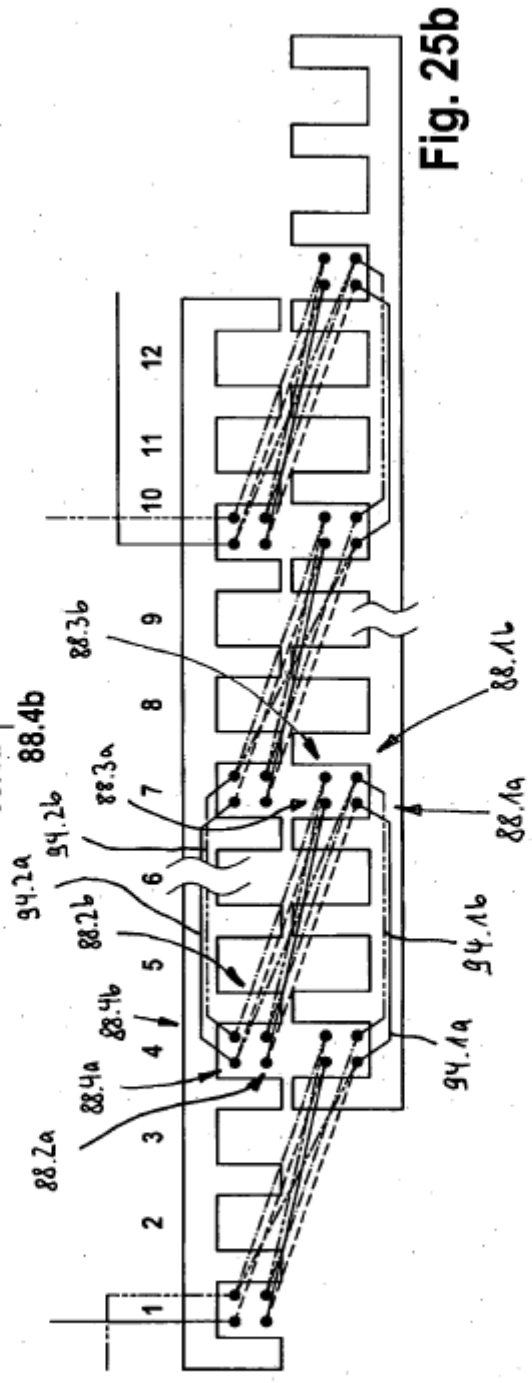


Fig. 25b

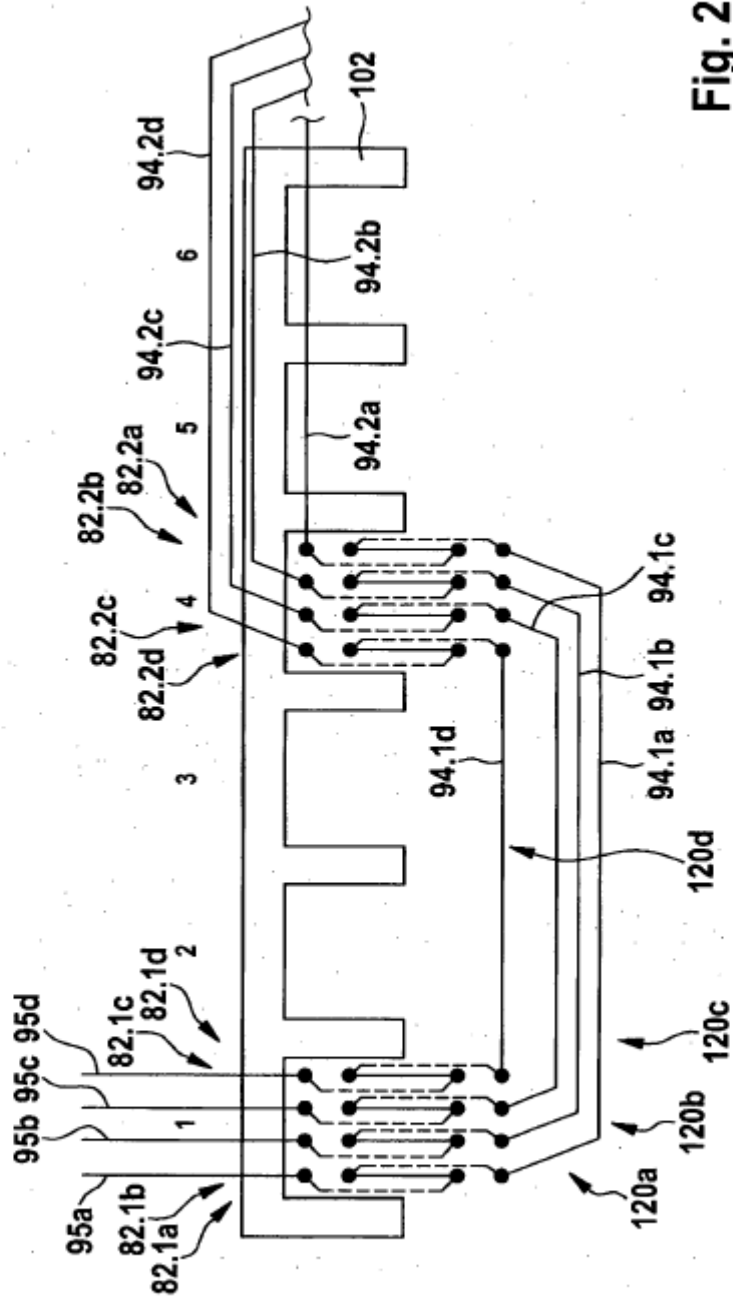


Fig. 26