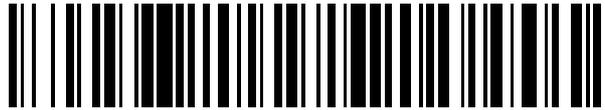


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 052**

51 Int. Cl.:

**H02K 15/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2010 PCT/EP2010/057144**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.12.2010 WO10136445**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2010 E 10720163 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2436106**

54 Título: **Método para producir el devanado del estator de máquinas eléctricas, en particular, de un alternador**

30 Prioridad:

**29.05.2009 DE 102009024231**

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

**27.11.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PFLUEGER, KLAUS;  
HENNE, MARTIN;  
HERBOLD, KLAUS;  
SCHWARZKOPF, CHRISTOPH y  
KREUZER, HELMUT**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 644 052 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 el devanado del estator de máquinas eléctricas, en particular, de un alternador

Antecedentes

5 La publicación WO 2008/081020 A2 describe un método para realizar el devanado del estator de máquinas eléctricas; la invención también se refiere a un alternador. Mediante el método allí descrito el devanado que se divulga tiene varios puntos de unión.

10 En la patente de los Estados Unidos US 2008/201935 A1 se describe un método para hacer el devanado del estator de máquinas eléctricas. En el contexto de este método, se propone enrollar un devanado de fase con varias bobinas a partir de una pieza continua de alambre. La pluralidad de bobinas se devanan en diferentes direcciones con una cantidad determinada de espiras. La pluralidad de lados de bobina se integra en terminales de bobina. Las espiras de una bobina están desplazadas entre sí, de modo que los lados de bobina que devienen en terminales de bobina son los lados más externos o más profundos de la bobina. También se conoce la patente europea EP 1 494 337 A2.

Divulgación de la invención

Ventajas de la invención

15 El método de acuerdo con la presente invención para producir un precursor de un devanado de fase de un devanado de estator de una máquina eléctrica con las características de la reivindicación principal resulta ventajoso porque el devanado de estator comprende al menos un devanado de fase que se puede producir de manera relativamente sencilla a partir de una sola pieza de alambre.

20 Los pasos del método de acuerdo con la invención se pueden realizar eficazmente dividiendo los lados de bobina de una bobina en dos grupos de modo que ambos grupos queden separados uno del otro. Ambos grupos están divididos en lados de bobina de un lado de la bobina y en lados de bobina del otro lado de la bobina. De esta manera, se puede lograr que los lados más externos de la bobina sean los lados de bobina que permitan la conexión con espiras directamente adyacentes de esta pieza de alambre.

25 Según otra forma de realización de la invención de acuerdo con las características de las reivindicaciones 3 y 4, se puede realizar un devanado de dos capas, que por un lado, consiste en un hilo continuo y, por otro lado, tiene una cabeza de devanado uniforme.

Otras ventajas de las características de las demás reivindicaciones se revelarán en la descripción.

Breve descripción de las figuras

A continuación, la invención se explica con más detalle a modo de ejemplo en referencia a las figuras.

30 Se muestra lo siguiente:

La Figura 1 muestra una vista en corte longitudinal de una máquina eléctrica,

Las Figuras 2a y 2b muestran un primer dispositivo para devanar un alambre y un corte del alambre devanado,

La Figura 3a muestra una cadena de bobinas, después de haberla retirado del dispositivo de la Figura 2a,

La Figura 3b muestra una vista única de una bobina de la cadena de bobinas de la Figura 3a,

35 La Figura 4a muestra una sección de una bobina de la Figura 3b y cómo las espiras de la bobina se presentan desplazadas entre sí,

Las Figuras 4b y 4c muestran la posición de las espiras de la bobina de la Figura 4a después del desplazamiento,

La Figura 4d muestra una vista superior de la bobina después del desplazamiento,

40 La Figura 5a muestra la bobina de las Figuras 4a-d con las espiras desplazadas entre sí después de un proceso de estampado,

La Figura 5b muestra un corte del lado de bobina estampado de las espiras de la Figura 5a,

La Figura 6 muestra la cadena de bobinas de la Figura 3a con las espiras estampadas desplazadas,

La Figura 7a muestra una vista tridimensional de una bobina de la cadena de bobinas de la Figura 6 después de haberlas adherido mediante un material aislante bidimensional.

5 La Figura 7b muestra un corte de las espiras de la bobina de la Figura 7a,

La Figura 8a muestra una vista tridimensional de la bobina después de separar los dos grupos de lados de bobina de una bobina,

La Figura 8b muestra una sección a través de los lados de bobina de la Figura 8a,

10 La Figura 9 muestra la cadena de bobinas de la Figura 6 después de la separación de ambos grupos de lados de bobina de una bobina,

La Figura 10 muestra una sección de la cadena de bobinas de la Figura 9,

La Figura 11 muestra la cadena de bobinas de la Figura 10 después de haber devanado la cadena de bobinas,

La Figura 12 muestra una sección de una pluralidad de cadenas de bobinas después del devanado y de la superposición y el apilamiento de las correspondientes cadenas de bobina del devanado de fase,

15 La Figura 13 muestra una pluralidad, en este caso cinco, de cadenas de bobina después de haber plegado los lados de bobina,

La Figura 14 muestra otro paso, en el cual los subgrupos están colocados unos sobre otros,

La Figura 15 muestra una sección lateral del proceso indicado y realizado de la Figura 14,

La Figura 16 muestra de forma esquemática dos subgrupos adyacentes después de haberlos invertido,

20 La Figura 17 muestra, por ejemplo, un devanado de fase en un núcleo de estator rectangular,

La Figura 18 muestra una interconexión entre cinco devanados de fase.

Formas de realización de la invención

Descripción

25 En la Figura 1 se muestra una sección longitudinal de una máquina eléctrica 10, en este caso se presenta una forma de realización como generador o alternador de un vehículo de motor. Esta máquina eléctrica 10 tiene una carcasa de dos piezas 13, que presenta una primera placa de soporte 13.1 y una segunda placa de soporte 13.2. La placa de soporte 13.1 y la placa de soporte 13.2 reciben un así llamado estator 16, que consiste por un lado en un núcleo de estator 17 en forma de anillo esencialmente circular, y que en las ranuras que se extienden sobre un eje radialmente hacia dentro se inserta un devanado de estator 18. Este estator en forma de anillo 16 rodea, con su superficie ranurada dirigida radialmente hacia dentro, un rotor 20 que funciona como rotor de polo dentado. El rotor 20 comprende, entre otros, dos placas polares dentadas 22 y 23, en cuyo perímetro exterior están dispuestos los dedos del polo dentado 24 y 25 que se extienden axialmente hacia dentro. Ambas placas del polo dentado 22 y 23 están dispuestas en el rotor 20 de modo que los dedos de polo dentado 24 y 25 que se extienden axialmente se alternan entre sí en el perímetro del rotor 20. Como resultado se crean espacios magnéticos intermedios requeridos entre los anillos polares mutuamente magnetizados 24 y 25, a los que se hace referencia como intersticios de polos dentados. El rotor está montado rotativamente en las respectivas placas de soporte 13.1 y 13.2 por medio de un eje 27 y un cojinete giratorio 28 situado en el lado respectivo del rotor.

40 El rotor 20 tiene dos caras frontales axiales en cada una de las cuales está fijado un ventilador 30. Estos ventiladores 30 consisten esencialmente en una sección en forma de placa o en forma de disco, de la que salen paletas de ventilador de una manera conocida. Estos ventiladores 30 permiten el intercambio de aire entre el lado exterior y el interior de la máquina eléctrica 10 a través de las aberturas 40 de las placas de soporte 13.1 y 13.2. Para ello, las aberturas 40 se encuentran esencialmente en los extremos axiales de las placas de soporte 13.1 y 13.2 a través de las cuales los ventiladores 30 aportan aire frío al interior de la máquina eléctrica 10. Este aire frío es

impulsado mediante la rotación de los ventiladores 30 radialmente hacia fuera, de modo que pueda circular por las cabezas de bobina 45. De este modo se refrigeran las cabezas de bobina 45. Después de pasar a través de la cabeza de bobina 45 o alrededor de ella 45 el aire de frío toma una trayectoria radialmente hacia fuera, a través de aberturas que no se muestran en la Figura 1.

- 5 En el lado derecho de la Figura 1 se encuentra una tapa protectora 47 que protege diversos componentes de los efectos del ambiente.

Por ejemplo, esta tapa protectora 47 cubre un así denominado conjunto de anillo deslizante 49, que suministra un devanado de excitación 51 con corriente de excitación. Dispuesto alrededor del conjunto de anillo deslizante 49 se encuentra un disipador de calor 53 que actúa como un elemento de refrigeración positiva. La placa de soporte actúa como disipador de calor negativo 13.2. Entre la placa de soporte 13.2 y el disipador de calor 53 se encuentra dispuesta una placa de conexión 56 que sirve para conectar los diodos negativos 58 dispuestos en la placa de soporte 13.2 y los diodos positivos (que no se muestran en la figura) en el disipador de calor 53 y que, por lo tanto, representan un circuito puente conocido en el arte.

15 En la Figura 2a se muestra un dispositivo de devanado 70. Este dispositivo 70 está compuesto por ejemplo por dos varillas 73 paralelas. Alrededor de estas varillas se enrolla un alambre 76. Este alambre 76 tiene por ejemplo un diámetro de 2 mm. Este alambre 76 se enrolla como muestra la Figura 2 hacia la izquierda, es decir en sentido contrario al de las agujas del reloj, como indica la flecha 79, alrededor de las varillas 73. De este modo se enrolla una primera bobina 82.1. Cada bobina se designa generalmente con el número de referencia 82. Si se trata de una bobina especial con una posición especial, esta referencia 82 se designa separadamente por un punto con un número adicional para indicar la bobina particular. Esta primera bobina 82.1 presenta la misma dirección de devanado que una segunda bobina 82.2 y ésta igual que una tercera bobina 82.3. La bobina 82.1 tiene en primer lugar un terminal 85 externo a las dos varillas 73. Este terminal 85 sirve en la máquina eléctrica para establecer una conexión con un rectificador. A este terminal le sigue un primer lado de bobina en la dirección de devanado del alambre 76, identificado en la presente por el número de referencia 88.1. En esta descripción se designa en general a los lados de bobina con el número de referencia 88. Si se trata de un lado de bobina especial, este número de referencia 88 se designa separadamente por un punto con un número adicional para indicar el lado de bobina particular. Un terminal de lado de bobina 91.1 sigue a un lado de bobina 88.1, que aquí también se designa generalmente por el número de referencia 91, que también se designa mediante un punto con otro número suplementario en caso de que sea un terminal de lado de bobina particular. El lado de bobina 88.2 está seguido por un terminal de lado de bobina 91.1, el lado de bobina 88.3 está seguido por un terminal de lado de bobina 91.2, que en este caso se encuentra parcialmente cubierto por los lados de bobina 88.1 y 88.2. Este tercer lado de bobina se encuentra junto al lado de bobina 88.1. El conector de lado de bobina 91.3 sigue al lado de bobina 88.3, seguido por el lado de bobina 88.4. El lado de bobina 88.4 se conecta con el terminal de lado de bobina 91.4. Un lado de bobina adicional 88 está seguido por un terminal de lado de bobina 91.4, en este caso el lado de bobina especial 88.5, que en la figura está cubierto por los lados de bobina 88.2 y 88.4. El lado de bobina 88.5 se encuentra a continuación del terminal de lado de bobina 91.5 que se integra en el lado de bobina 88.6. Esta primera bobina 82.1 tiene según se ha descrito tres espiras 94. Estas tres espiras son una primera espira 94.1 seguida por una segunda espira 94.2, ésta última seguida por una tercera espira 94.3, siendo cada una de ellas espiras especiales.

40 A continuación de la tercera espira 94.3 se encuentra un terminal de bobina de una sola pieza 97, que como terminal de bobina especial 97.1 conecta las bobinas 82.1 y 82.2 entre sí. Aparte de la pieza inicial, que en este caso es el terminal de lado de bobina 97.1, la estructura de la segunda bobina 92.2 es la misma. Correspondientemente, el terminal de bobina 97.1 va seguido por un lado de bobina 88.1, el terminal de lado de bobina 91.1, etc., hasta el lado de bobina 88.6 como se ha descrito anteriormente para la bobina 82. Después del lado de bobina 88.5, la bobina 82.2 pasa por alto al conector de bobina 97.2. A la tercera bobina 82.3 le sigue el terminal de bobina 97.2 cuya construcción no se describe porque es similar a descrita para la de la bobina 82.2.

La Figura 2b muestra una sección de la primera bobina 82.1 con los lados de bobina 88.1 a 88.6 y los tres terminales de lado de bobina 91.1 a 91.3. Como se puede observar, la bobina 82.1 está enrollada en la dirección 100 (véase también la Figura 2<sup>a</sup>) Esta dirección 100 es esencialmente perpendicular a un plano de devanado 103 o a las varillas 73.

50 La disposición de la pluralidad de bobinas 82 descritas en la figura 2a está diseñada de manera tal que un total de dieciséis bobinas 82, se enrollan sucesivamente en series "conmutadas" sobre las barras 73. La cantidad total de dieciséis bobinas 82 está relacionada con el esfuerzo general para diseñar una máquina eléctrica con 16 polos.

La disposición del alambre en el primer dispositivo 70 es un precursor 103 para un devanado de fase, que a menudo se denomina un devanado de hebras o hilos.

55 Si se empuja hacia abajo el precursor 103 desde el primer dispositivo de devanado 70, se podrá observar en la Figura 3a el precursor 103 para un devanado de fase. Este precursor 103 muestra el terminal 85 en el que se inició

el devanado y un terminal 110 en el que se terminó el devanado. Entre ambos extremos 85 y 110 están dispuestas en conjunto dieciséis bobinas 82, que en la Figura 3a se indican con los números de referencia 82.1 a 82.16.

5 La Figura 3b muestra una vista superior de la bobina 82.8. El terminal de bobina 97.7 está seguido por el lado de bobina 88.1, el terminal de lado de bobina 91.1, por el lado de bobina 88.2, el terminal de lado de bobina 91.2 y así sucesivamente. Como se puede observar en esta vista en sección, los terminales de lado de bobina 91.1 y 91.2 están enrollados alrededor de las varillas 73 con radios diferentes. En consecuencia, se apreciará que la varilla 73, situada más cerca de los terminales de bobina 97, tiene un radio más pequeño que la varilla 73, que la varilla más alejada de los terminales de bobina 97. Por consiguiente, por ejemplo, el terminal del lado de bobina 91.2 tiene un radio de curvatura menor que el terminal del lado de bobina 91.1.

10 En referencia de la Figura 2b, que muestra una vista en corte de la bobina 82 o de la bobina 82.1, las Figuras 4a y 4b muestran como están desplazadas las espiras 94 de una bobina 82. En la Figura 4<sup>a</sup>, el desplazamiento relativo entre los lados de bobina 88.2 88.4 y 88.6, indicados por las flechas 106 o 107, respecto de los lados 88.1, 88.3 y 88.5 de la bobina se superponen en un movimiento adicional que conduce, y como consecuencia de ello, los lados de bobina 88.1 88.3 y 88.5 se encuentran en un plano adyacente a los lados de la bobina 88.2, 88.4 y 88.6. El desplazamiento relativo según las flechas 106 o 107 corresponde a la dirección 100 según la Figura 2a. El movimiento superpuesto adicional es perpendicular desplazamiento relativo según las flechas 106 y 107, es decir perpendicular a la dirección del alambre del lado de bobina 88.

20 También se muestran los terminales de bobina 97.7 y 97.8, véase también la Figura 3a. Después de este desplazamiento de lados de bobina 88, de forma ideal los lados de bobina 88.1 a 88.6 se encuentran uno al lado del otro en el mismo plano. Por ejemplo, de acuerdo con el estado mostrado en la Figura 4b, el terminal del lado de bobina 91.2 se superpone al lado de bobina 88.5 y el terminal de lado de bobina 91.4 no se superpone con ningún lado de bobina 88.

25 Mientras la Figura 4b muestra la situación de la bobina 82.8 sobre el terminal de bobina 97.7 o 97.8, la Figura 4c muestra la situación de la bobina 82.8 en el lado de bobina opuesto de la bobina 82.8, donde no está dispuesto ningún terminal de bobina. Como se puede observar, los terminales del lado de bobina 91.1 y 91.3 se superponen a los lados de bobina 88.3 y 88.5 u 88.5 y 88.2. Como resultado de este desplazamiento los lados de bobina 88.1 y 88.6, que están situados en los terminales de bobina 97.7 y 97.8, son los lados de bobina más externos 88, en este caso, 88.1 y 88.6, de una bobina 82, en este caso 82.8.

30 Se describe un método para producir un devanado de estator 18 de una máquina eléctrica 10, en particular un generador de corriente alterna, donde el devanado de estator 18 tiene al menos un devanado de fase, preferiblemente, tres, cinco, seis o siete devanados de fase, y el devanado de fase tiene una pluralidad de bobinas 82.1 a 82.16, donde la pluralidad de bobinas 82 están enrolladas en una dirección 100, preferiblemente perpendicular al plano de devanado 103, en una cantidad determinada de espiras 94. La bobina 82 tiene una pluralidad de lados de bobina 88, donde dos lados de bobina 88 de la bobina 82 que se integran en un terminal de bobina 97. Las espiras 94 de una bobina 82 se encuentran desplazadas entre sí de modo que los lados de bobina 88 que se integran en el terminal de bobina 97 son los lados de bobina 88 más externos de una bobina 82.

La Figura 4d se muestra una vista superior de la bobina 82.8 desplazada. En las Figuras 4b y 4c la posición y la disposición de dicha bobina 82.8 pueden verse claramente después del desplazamiento.

40 En una fase de trabajo opcional se prevé estampar los lados de bobina 88.1 a 88.6 dispuestos uno al lado del otro según la Figura 4d en forma perpendicular al plano en que estos lados de bobina 88.1 a 88.6 están dispuestos según la Figura 4d. Como resultado de este paso de estampado se puede incrementar significativamente un factor de llenado en una ranura.

45 Por consiguiente, se prevé opcionalmente que después de que las espiras 94 de una bobina 82 se hayan desplazado una respecto de la otra, los lados de la bobina 88.1, 88.6 de una bobina 82 que se integran en el terminal de bobina 97 sean los lados de bobina más externos 88. Se prevé que se estampe al menos uno de los lados de bobina 88.1 a 88.6, preferentemente todos los lados de bobina 88.1 a 88.6, de la bobina 82 (véanse las Figuras 5a y 5b).

50 Los lados de bobina 88 que se muestran en la Figura 5b se estampan paralelos entre sí. Además de dicho estampado en forma paralela, también es posible por ejemplo, estampar los lados de bobina 88.1 a 88.6 en una sección transversal trapezoidal. Esto depende de si los lados de bobina 88.1 a 88.6 se van a insertar en una ranura rectangular, como es el caso del ejemplo que se muestra en la Figura 5b, o si los lados de bobina han de introducirse en una ranura trapezoidal orientada, por ejemplo, radialmente hacia el interior (véase la Figura 1).

Cada uno de los lados de bobina 88.1 a 88.6 mostrados en la Figura 5b tiene estampados opuestos 113. Para mayor claridad, solo se describen unas cuantas de los estampados 113.

Desviándose de lo anteriormente descrito, se produce la siguiente situación con dos o cuatro devanados de una bobina 82:

-Si las bobinas 82, por ejemplo, tienen solo dos espiras, no existirán los lados de bobina 88.5 y 88.6. El terminal del lado de bobina 91.2, por consiguiente, no se superpondría en su proyección con el lado de bobina 88.5. Un terminal del lado de bobina 91.1 simplemente se superpone al lado de bobina 88.3 en la proyección (similar a la Figura 4c). En el lado de bobina 88.4 sigue el próximo terminal de bobina 97.

-Si las bobinas 82 tienen cuatro espiras 94, por ejemplo, las bobinas 82 tendrían además los lados de bobina 88.7 y 88.8. Como consecuencia de ello, en el lado de los terminales de bobina 97 no habría solo dos terminales del lado de bobina 91.2 y 91.4 sino un terminal un terminal de lado de bobina adicional 91.6, que igualmente se superpondría a un lado de bobina 88 en la proyección. Además, en el lado opuesto de los terminales del lado de bobina 91.1 y 91.3, así como en un terminal de lado de bobina 91.5, se superpondrían en cada caso tres lados de bobina 88.

El terminal de lado de bobina 91.4 también puede descansar en el plano del lado de bobina 88 (Figura 4b). Lo mismo rige para un terminal de lado de bobina 91.6 para el caso de una bobina de cuatro espiras 82. En el caso de una bobina 82 de solo dos espiras 94, donde el terminal de lado de bobina 91.2 también puede estar dispuesto en el plano del lado de bobina 88.

En la Figura 6 se muestra el precursor 103 para un devanado de fase, después de que el lado de bobina 88, como se muestra en la Figura 5b y se ha descrito precedentemente, ha sido estampado.

En la Figura 7a se muestra una bobina 82.8 después de haber sido estampada. La diferencia con respecto a la bobina 82.8 de acuerdo con la Figura 5a es que los lados de bobina 88.1 a 88.6 están firmemente conectados entre sí por un medio de conexión 116. Estos medios de conexión 116 consisten en material aislante plano, como por ejemplo, papel o fibras aislantes. Los papeles o fibras aislantes tienen en el lado que corresponde a los lados de bobina 88.1 a 88.6 un material adhesivo, mediante el cual se fija el material aislante a los lados de bobina 88.1 a 88.6. Este material aislante o medio de conexión 116 une los lados de bobina 88.1 a 88.6 de modo que se forman dos grupos constituido cada uno por tres lados de bobina. En la Figura 7b muestra un corte en diagonal de la bobina 82.8. Por lo tanto, esta figura muestra los tres lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5, que están dispuestos uno al lado del otro y unidos entre sí mediante un material aislante, que sirve de medio de conexión 116, dispuesto en una línea en forma de U. El material aislante forma una capa 119 que está formado por el material adhesivo 112. Los lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5 que forman el grupo 125 están firmemente conectados entre sí por los medios de conexión 116. Esto también se aplica al grupo 128, compuesto por los lados de bobina 88.2, 88.4 y 88.6, respectivamente. Los lados de bobina 88 de los dos grupos 125 y 128 están firmemente conectados entre sí por un medio de conexión 116.

El pegado de los tres lados de bobina 88 por medio del material aislante puede tener lugar, por ejemplo, de dos formas diferentes: en la primera forma de realización es posible que tres lados de bobina 88 dispuestos uno al lado del otros estén pegados entre sí mediante un material aislante, como por ejemplo, papel aislante, en forma de U.

Lo mismo se puede hacer con los otros tres lados de bobina 88, de modo que en el caso ideal dos materiales aislantes en forma de U, como se muestra en la Figura 7b, estén dispuestos con sus lados enfrentados entre sí. Como alternativa, los seis lados de bobina 88.1 a 88.6 pueden por ejemplo estar pegados mediante material aislante de una sola pieza, como por ejemplo, papel o fibra aislante. En un paso adicional, el material aislante se corta entonces entre los dos lados 88.2 y 88.2 de bobina más interiores 88.5 en ambos lados a lo largo de una ranura 131 entre los dos lados de bobina más interiores 88.2 y 88.5, desconectando así una conexión entre los dos grupos 125 y 128.

En un próximo paso, que puede llevarse a cabo de manera opcional sin la conexión antes mencionada de los lados de bobina individuales, los dos grupos 125 y 128 se separan espacialmente uno del otro. Este proceso se señala en la Figura 7b mediante las flechas 134 y 135, que muestran cada una dirección opuesta, y muestran en qué dirección se deberán mover los grupos 125 y 128 en el próximo paso.

En las Figuras 8a y 8b se muestra la bobina 82.8 desplazada. La Figura 8a muestra una representación espacial de la bobina 82.8, la Figura 8b muestra una sección a través de los lados de bobina 88.1 a 88.6 de la bobina 82.8 desplazada. Se puede observar claramente los dos grupos 125 y 128 desplazados uno del otro. Los terminales de lado de bobina 91.1 a 91.5 forman más adelante en general como un todo la cabeza de bobina 45 en el estado final del devanado de fase. Además, en la Figura 8b se describe un plano 140 que se define básicamente mediante las superficies de los lados de bobina 88.5 y 88.2 previamente dirigidas entre sí. Ambos lados de bobina 88.5 y 88.2 están en una línea recta y son paralelos entre sí (situación ideal).

En la Figura 9 se muestra una sección de una parte del precursor 103, después del cual los grupos 125 y 128 de cada bobina 82 se separan. En la Figura 9 cada una de las bobinas 82.6 a 82.11 y cada bobina 82 adicional del precursor tiene un plano 140, como se representa en la Figura 8b.

5 La Figura 10 muestra una sección esquemática por el precursor 103 de la Figura 9. Allí se pueden observar claramente los planos 140 indicados.

10 En un paso adicional se prevé que se modifique cada precursor 103. Para ello, se deben cumplir las siguientes condiciones: cada fase de devanado o su precursor 103 tiene al menos dos bobinas conectadas en serie, en este caso por ejemplo, las bobinas 82.8 y 82.9, que están conectadas en serie mediante el terminal de bobina 97.8. Cada una de las bobinas 82.8 u 82.9 tiene un plano 140 entre ambos grupos 125 y 128. De acuerdo con la etapa del método propuesto, las al menos dos bobinas 82.8 y 82.9 están dispuestas de modo que sus respectivos planos 140 están dispuestos en un ángulo  $\alpha$  menor que 180 grados (Figura 11).

15 En la Figura 12 se muestran en general de forma esquemática cinco precursores 103 distintos. Cada uno de estos precursores 103 representa un devanado de fase posterior o una fase posterior. Esto en última instancia significa que estos cinco hilos de fase serán parte de un devanado de estator 18 que es de cinco hilos o cinco fases. En este punto debe observarse que la estructura de bobina descrita hasta ahora puede básicamente también ser utilizada para devanados de estator 18 de tres fases o también de dos fases. La Figura 12 muestra cómo los precursores individuales 103 de los devanados de fase 143, 144, 145, 146 y 147 se colocan uno tras otro y uno encima del otro en un lugar de colocación 150 en la dirección del hilo 153 de los lados de bobina 88.1 a 88.6. Como resultado, en primer lugar se encuentra el precursor 103 o el devanado de fase 143, entonces el devanado de fase siguiente 144 con su terminal de bobina 97.8 se coloca en el conector de bobina 97.8 del devanado de fase 143. Siguen luego las fases adicionales 145 a 147 con los respectivos terminales de bobina 97.8. Además, puede observarse en la Figura 20 12 que posteriormente, diferentes bobinas 82 se unen entre sí. Por ejemplo, los devanados de fase 143 a 147 tienen cada uno 16 bobinas 82, es decir las bobinas 82.1 a 82.16. En la mitad de los devanados de fase 143 a 147, o las dos mitades de los devanados de fase 143 a 147 dispuestos a la derecha y a la izquierda del conector de bobina 25 central 97.8 están dispuestos en ángulo entre sí en el conector de bobina 97.8. Las mitades de los devanados de fase 143 a 147 dispuestas a ambos lados del conector de bobina 97.8 se pliegan ahora una sobre la otra como indica la flecha 156. Como se muestra en la Figura 12, los lados de bobina 88.5 de la bobina 82.8 más próxima por un lado al terminal de bobina 97.8 se coloca sobre el lado de bobina 88.5 de la bobina 82.9 más próxima por el otro lado. Lo mismo sucede con los demás devanados de fase 144 a 147.

30 La pluralidad de devanados de fase (143, 144, 145, 146, 147) tiene cada uno al menos una bobina (82) a partir del sitio de colocación (150) en dos direcciones, en donde en una primera dirección y en una segunda dirección está dispuesta al menos una primera bobina (82.8, 82.9) y que se procede de manera tal que una primera bobina (88.9) en una dirección del primer grupo (125) se pliega sobre una primera bobina (88.8) en la otra dirección del primer grupo (125).

35 En referencia a la Figura 9, se muestra en una mitad del devanado de fase 143 en una superposición de acuerdo con la Figura 12 se logra lo siguiente: El lado de bobina 88.5 de la bobina 82.9 descansa sobre el lado de bobina 88.5 de la bobina 82.8, el lado de bobina 88.5 de la bobina 82.10 descansa sobre el lado de bobina 88.5 de la bobina 82.7, el lado de bobina 88.5 de la bobina 82.11 descansa sobre el lado 88.5 de la bobina 82.6 y así sucesivamente, hasta que por último (que aquí no se muestra) el lado de bobina 88.5 de la bobina 82.16 descansa o 40 está plegado sobre el lado de bobina 88.5 de la bobina 82.1.

En la Figura 13 se muestra el estado que se alcanza con posterioridad al plegamiento de las bobinas 82.8 adyacentes de las fases 143 a 147 individuales sobre las bobinas 82.9 del devanado de fase 143 a 147. Para mayor simplicidad y claridad de la representación, se utilizan rectángulos como sección transversal simbólica de los lados de la bobina.

45 Como consecuencia del plegamiento, se produce la así denominada transición de devanado 162, que se discutirá más adelante. Para el caso que, por ejemplo, el devanado de estator 18 tenga sólo tres devanados de fase, la transición de devanado 162 no se producirá en cinco grupos 128 como se muestra sino sólo en tres grupos 128.

50 Si los devanados de fase 143 a 147 se muestran como se ilustra en las Figura 12 y 13, y se explican con un número de pares de polos de dieciséis, entonces se producen regiones de devanado designadas como subgrupos 165. Estos subgrupos 165 comprenden según el método aquí descrito en total cinco devanados de fase 143 a 147 y diez bobinas 82. El subgrupo 165 descrito en la Figura 13 comprende las bobinas 82.8 de los devanados de fase 143 a 147 y las bobinas 82.9, en total diez bobinas 82. Como resultado del plegamiento descrito de las mitades de los devanados de fase 143 a 147 se forman en total ocho subgrupos 165 con diez bobinas 82 cada uno. Por consiguiente, partiendo de un extremo 168, hay inicialmente cinco bobinas 82.8 que constituyen la mitad de un subgrupo 165, a las que le siguen cinco bobinas 82.9 que constituyen la segunda mitad del subgrupo 165. El 55 segundo subgrupo 165 está formado por cinco bobinas 82.7 y cinco bobinas 82.10. Este esquema continúa hasta el

octavo subgrupo 165, donde la mitad del subgrupo está formada por las bobinas 82.1 (cinco veces) y la otra mitad de cinco bobinas está formada por las bobinas 82.16.

5 En una forma más abstracta, el plegado de las mitades de varios devanados de fase 143 a 147 se puede formular de manera tal que la pluralidad de devanados de fase 143 a 147 se extienda desde el sitio de colocación 150 en dos direcciones, en cada caso, con n bobinas. Para el caso aquí descrito, esto significa que, por un lado a la derecha y por el otro a la izquierda están dispuestas n = ocho bobinas 82 (véase también la Figura 9). Partiendo del centro 159 de un devanado de fase 143 a 147, esto significa que una primera bobina 82.8 u 82.9 está dispuesta en una primera dirección (a la izquierda) y en una segunda dirección (hacia la derecha). El procedimiento sigue así, una primera bobina 88.9 en una dirección del primer grupo 125 se pliega sobre una primera bobina 88.8 en la otra dirección del primer grupo. Este procedimiento se aplica a la segunda bobina 82.7 u 82.10 siguiente a partir de la mitad 159 de un devanado de fase 143 a 147. Lo mismo se aplica a la tercera bobina 82.6 u 82.11 siguiente y así sucesivamente.

10 Como se muestra en la Figura 14, del plegamiento de las mitades de los devanados de fase 143 a 147 se crean subgrupos 165 que están unidos entre sí mediante los terminales de bobina 97.7 y 97.9 u 97.6 y 97.10 bzw.97.5 y 97.11 u 97.4 y 97.12 u 97.3 y 97.13 u 97.2 y 97.14 u 97.1 y 97.15. La Figura muestra una vista parcial del primer subgrupo 165 y de parte del segundo subgrupo 165.

15 En un paso adicional, está previsto que los subgrupos 165 sean girados uno con relación al otro. En la Figura 15 este giro se indica mediante la flecha 171. En relación con la Figura 14 esto significa que el subgrupo 165, que se muestra en el extremo derecho de la Figura 1, es "girado", como también se indica allí mediante la flecha 171, es decir los lados de la bobina 88.2 del subgrupo 165 se aplican a los lados de la bobina 88.2 del otro subgrupo 165 más cercano. Como resultado se obtiene una constelación como se muestra en la Figura 16. La porción del devanado de estator 18, designada por el número de referencia 174, tiene al menos en el lado en que se forma la cabeza de bobina 162 el estado final del devanado de estator 18 antes de que se inserte en el núcleo del estator. El proceso de "giro" puede describirse también por el hecho de que dos subgrupos adyacentes 165 se mueven uno con respecto al otro de manera tal que los lados de bobina izquierdo 88 de un subgrupo 165 se pliegan sobre los lados de bobina izquierdo 88 de un subgrupo 165 inmediatamente adyacente.

Ambos grupos 125 y 128 tienen cada uno la misma cantidad de lados de bobina 88. Según la forma de realización de ejemplo de la invención, la cantidad de lados de bobina 88 en cada grupo 125 o 128 es tres. Dependiendo del diseño del devanado, la cantidad de lados de bobina 88 también puede ser, por ejemplo, dos o cuatro o cinco, en cualquier caso un múltiplo entero.

30 En la Figura 7 se muestra el devanado de fase 147 de ejemplo. Este posicionamiento resulta del hecho de que en un núcleo de estator esencialmente cuadrangular o de núcleo del estator 17, el devanado de estator 18 terminado, es decir, después de haber girado el último subgrupo 125, se coloca en un núcleo del estator cuadrangular 17. El núcleo del estator 17 consiste en varias o una pluralidad de láminas, que están empaquetadas. Dicha construcción está descrita en principio por el documento WO-2001 054 254 A1. El núcleo de estator 17 ilustrado en la Figura 17, se diferencia con el del arte anterior allí descrita en que el núcleo de estator 17 tiene una semirranura 186 tanto al principio 180 como al final 183. Entre ambas semirranuras 186 están dispuestas en total 79 ranuras 189. En principio, en esta forma de realización de ejemplo se puede usar un núcleo del estator, tal como se utiliza en el documento de divulgación anteriormente mencionado, es decir con ranuras completas 189. En la ranura 1 o en la semirranura 186 se encuentra la conexión 85, que está orientada esencialmente en forma axial desde la semirranura 186 hacia fuera. En la ranura 189 con el número de ranura 6 se encuentra la conexión 110. La bobina 82.1 está con sus lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5 en la ranura 189 con el número de ranura 1, es decir, la semirranura 186 está dispuesta en la posición de ranura 1, mientras que los lados de bobina 88.2, 88.4 y 88.6 se encuentran en la ranura 189 con el número de ranura 6. A la izquierda junto a la semirranura 186 en la posición de ranura 1 hay en total seis cifras, que indican en orden ascendente la posición de la ranura. De este modo, el lado de bobina está dispuesto en la posición de ranura 1 de la semirranura 186, sobre el lado de bobina 88.1, sobre el lado de bobina 88.3 y a su vez, sobre el lado de bobina 88.5. En la ranura 189 con el número de ranura 6, se encuentran el lado de bobina 88.2 en la posición de ranura 4, el lado de bobina 88.4 en la posición de ranura 5 y el lado de bobina 88.6 en la posición de ranura 6, respectivamente El primer terminal de bobina 97.1 se extiende desde la ranura 189 con el número de ranura 6 y continúa hasta el lado de bobina 88.1 en la posición de ranura 1 de la ranura 189 con el número de ranura 11. La espira continúa en este sentido hasta el grupo 128 inclusive a continuación de la ranura 189 del número de ranura 80, para desde allí mediante un terminal de bobina 97.8 (véase también la Figura 13) volver hasta la ranura 189 con el número 6. Los devanados de fase 143 a 146 se forman de manera similar a la de este devanado de fase 147. De modo que la conexión 85 del devanado de fase 146 debería estar en la ranura 2, y todas las secciones de espiras deberán estar desplazadas una ranura hacia la derecha en relación con el devanado de fase 147, por esta razón el grupo 128 dispuesto en el extremo izquierdo no se debería encontrar en la posición de ranura 1, sino en la posición de ranura 2. El diseño de los devanados de fase 145 a 143 adicionales se realiza en consecuencia.

Después de que el devanado de estator 18 se inserta en el núcleo del estator 17 se prevé que el núcleo del estator 17 con el devanado de estator 18 adopte la forma de anillo con las ranuras 189 orientadas en forma radial hacia dentro.

5 Se prevé conectar los cinco devanados de fase 143 a 147 del ejemplo, como se muestran en la Figura 18. Los puntos de interconexión 200, 201, 202, 203 y 204 están conectados de manera conocida a un circuito rectificador en puente.

Además, se describe a continuación una variante del método de fabricación de un devanado de estator 18. La variación se refiere a la cantidad de espiras 94 de las bobinas individuales 82. Si bien la cantidad de espiras 94 constante en las formas de realización descritas anteriormente es de tres en cada bobina, como resultado hay seis conductores por ranura 189, en principio también es posible con el método aquí descrito conseguir un número impar de conductores por ranura 189. Para este propósito, como se muestra en la Figura 2a, una bobina 82 se enrolla después de la otra; sin embargo, con un total de dieciséis bobinas consecutivas 82, esta cadena de bobinas tiene inicialmente ocho bobinas 82.1 a 82.8 que tienen cada una tres espiras 94. Las siguientes ocho bobinas 82.9 a 82.16 tienen cada una, por ejemplo, dos espiras 94. Los pasos posteriores se llevan a cabo de la misma manera para las ocho bobinas 82.1 a 82.8 siguientes, como se muestra en las figuras, incluida la Figura 9. Respecto de las ocho bobinas 82.9 a 82.16 siguientes se procederá de forma análoga. De este modo, después del estampado de los lados de bobina 88, por ejemplo, en el caso de la bobina 82.9, los lados de bobina 88 se encuentran uno al lado de otro de derecha a izquierda en referencia a la Figura 5b. El lado de bobina 88.3 sigue al lado de bobina 88.1, el lado de bobina 88.2 sigue al lado de bobina 88.3 y por último, sigue el lado de bobina 88.4. Los pasos, como en las figuras, incluida la Figura 9, se pueden llevar a cabo de manera análoga.

Con referencia a la Figura 10, en la representación solo se cambia la variante que aquí se describe, donde las bobinas derechas 82 que incluye la bobina 82.9, tienen solo dos espiras 94.1 y 94.2, entre las cuales sería también insertado un plano 140.

En referencia a la Figura 11 se prevé un paso adicional en el que se reforma el precursor 103. Se aplicarán las siguientes condiciones: cada fase de devanado o su precursor 103 tiene al menos dos bobinas conectadas en serie, en este caso por ejemplo, las bobinas 82.8 y 82.9, que en este caso están conectadas en serie mediante el terminal de bobina 97.8. Cada bobina 82.8 u 82.9 tiene un plano 140 entre ambos grupos 125 y 128. Según los pasos del método descritos se prevé que, las al menos dos bobinas (tres espiras 94) y 82.9 (dos espiras 94) están dispuestas una al lado de otra, de manera tal que sus respectivos planos 140 estén dispuestos en un ángulo  $\alpha$  que es menor que 180 grados (similar a la Figura 11).

De forma análoga a la Figura 12, los precursores 103 de acuerdo con esta forma de realización de ejemplo también están colocados uno encima del otro y plegados de manera similar juntos.

En relación de la Figura 13 se observa un subgrupo 165 como el siguiente: Desde los terminales de bobina 97.8 se depende a la derecha una cabeza de bobina 162 con cinco grupos 128, donde dicha cabeza de bobina 162 tiene también grupos 128 con tres secciones de alambre. Por otra parte, los grupos 128 a la izquierda de la cabeza de bobina 162 constan de dos secciones de alambre superpuestas. Los grupos 125 directamente adyacentes tienen tres secciones de alambre superpuestas. Los cinco grupos 125 que le siguen a la izquierda tienen solo dos secciones de alambre superpuestas. Mediante el plegado de los subgrupos 165 resultantes de manera análoga a la de la Figura 16 la cabeza de bobina ya descrita 162 (tres secciones conductoras superpuestas) a la que se conecta la sección del devanado de estator 18, situado a la izquierda e identificado con el número de referencia 174, que tiene cinco secciones conectoras superpuestas y presenta el estado final del devanado de estator. Una cabeza de bobina izquierda, que no se muestra aquí, tendría una altura de dos secciones de conductor.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para producir un precursor (103) de un devanado de fase (143, 144, 145, 146, 147) de un devanado de estator (18) de una máquina eléctrica (10), en particular un alternador, donde el devanado de estator (18) tiene por lo menos un devanado de fase (143, 144, 145, 146, 147) y el un devanado de fase (143, 144, 145, 146, 147) tiene una pluralidad de bobinas (82) hechas de forma continua con una sola sección de alambre, donde una pluralidad de bobinas (82) están devanadas en una dirección (100) con una cantidad determinada de espiras (94) y una bobina (82) tiene una pluralidad de lados de bobina (88) donde dos lados de bobina (88) de la bobina (82) se integran en una transición a terminales de bobina (97) y las espiras (94) de una bobina (82) se desplazan subsiguientemente de manera tal que los lados de bobina (88.1, 88.2, 88.3, 88.4, 88.5,88.6) descansan en un lugar donde los lados de bobina (88) que se integran en una transición a terminales de bobina (97) son los lados de bobina más externos (88) de una bobina (82).
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque los lados de bobina (88) están divididos en un primer y un segundo grupo (125, 128) y ambos grupos (125, 128) están separados entre sí.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizado porque al menos un precursor (103) de un devanado de fase (143, 144, 145, 146, 147) tiene al menos dos bobinas (82) que están conectadas en serie entre sí y que están conectadas por un terminal de bobina (97) donde cada bobina (82) tiene un plano (140) entre los dos grupos (125, 128) y, en otro paso del método, las, al menos, dos bobinas (82) están dispuestas entre sí de modo que los planos (140) de las al menos dos bobinas o bobinas centrales (82; 82.2, 82.5) están dispuestas en ángulo ( $\alpha$ ) una respecto de la otra, dicho ángulo es menor que 180 grados.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3 caracterizado porque una pluralidad de precursores (103) de devanado de fase (143, 144, 145, 146, 147) están ubicados uno después el otro y uno encima del otro en la región del terminal de bobina (97) y por consiguiente, en un punto de colocación (150) en la dirección del alambre (153) de los lados de bobina (88).
5. Método de acuerdo con la reivindicación 4 caracterizado porque la pluralidad de precursores (103) del devanado de fase (143, 144, 145, 146, 147) que tiene en cada caso al menos una bobina (82) en dos direcciones, desde el punto de colocación (150) donde en cada caso al menos una primera bobina (82.8, 82.9) está dispuesta en una primera dirección y en una segunda dirección, y porque el procedimiento es tal que el primer grupo (125) de una bobina (88.9) que está primero en una dirección está plegado sobre un primer grupo (125) de un bobina (88.8) que está primero en la otra dirección.
6. Método de acuerdo con la reivindicación 5 caracterizado porque debido a que un grupo está plegado sobre el otro, se crean subgrupos (165) que están conectados entre sí mediante terminales de bobina (97).
7. Método de acuerdo con la reivindicación 6 caracterizado porque en cada caso dos subgrupos (165) adyacentes se mueven respecto del otro doblándose de modo que los lados de bobina de la izquierda (88) de un subgrupo (165) se pliegan sobre los lados de bobina (88) de la izquierda de un subgrupo directamente adyacente (165).
8. Método de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizado porque los dos grupos (125, 128) tienen cada uno igual cantidad de lados de bobina (88).
9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque los lados de bobina (88) de los dos grupos (125, 128) están conectados de forma fija entre sí utilizando medios de conexión (116).
10. Método de acuerdo con la reivindicación 9 caracterizado porque el medio de conexión (116) es un adhesivo (122) que es preferentemente una capa (140) sobre un material aislante plano.
11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque una vez que las espiras (94) de una bobina (82) se han desplazado respecto unas de las otras de modo que los lados de bobina (88.1, 88.2, 88.3, 88.4, 88.5, 88.6) descansan en un plano y los lados de bobina (88) se integran en una transición en terminales de bobina (97) son los lados de bobinas más externos (88) de una bobina (82), al menos, uno de los lados de bobina (88), preferiblemente, todos los lados de bobina (88) de la bobina (82) están estampados.

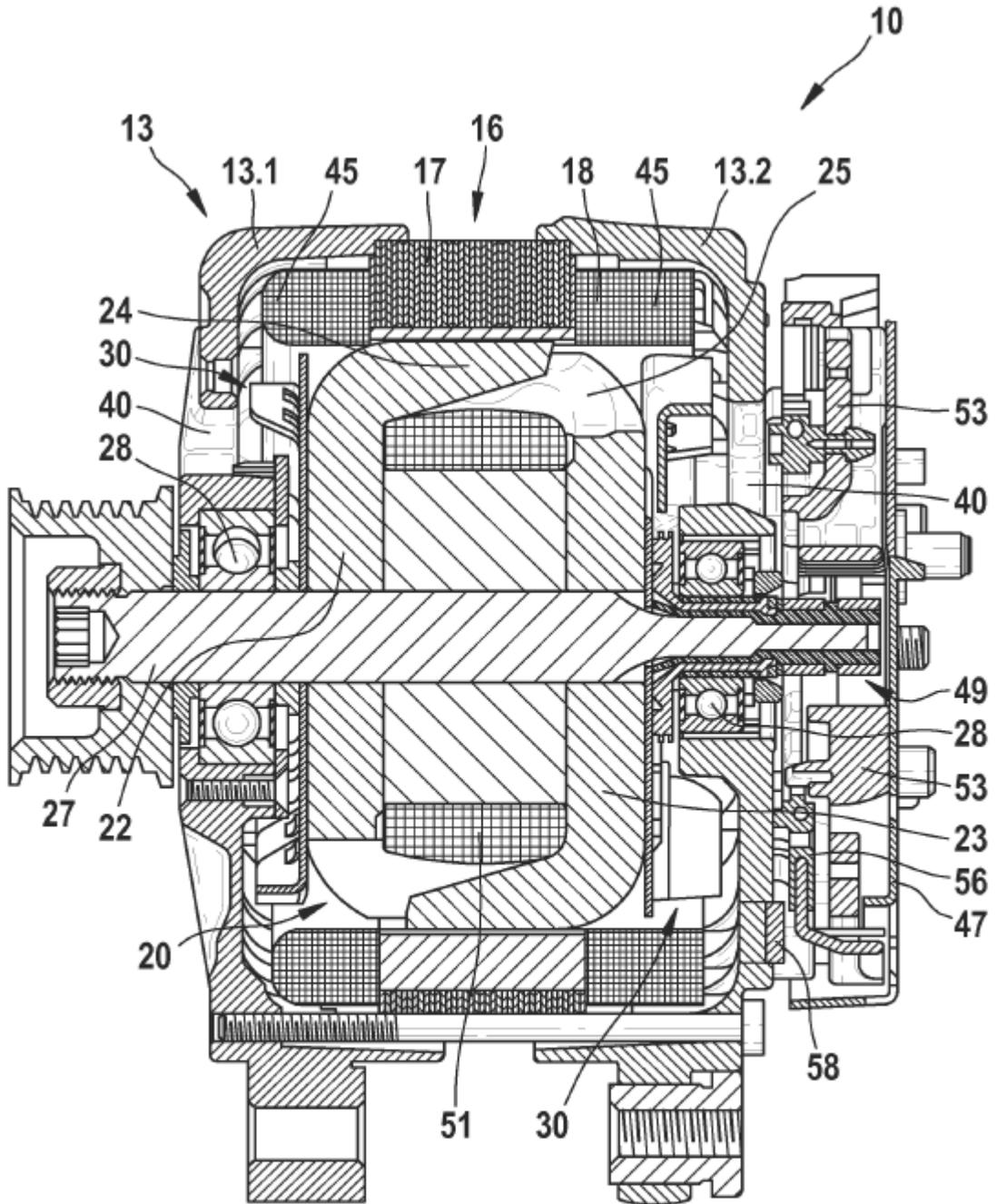


Fig. 1



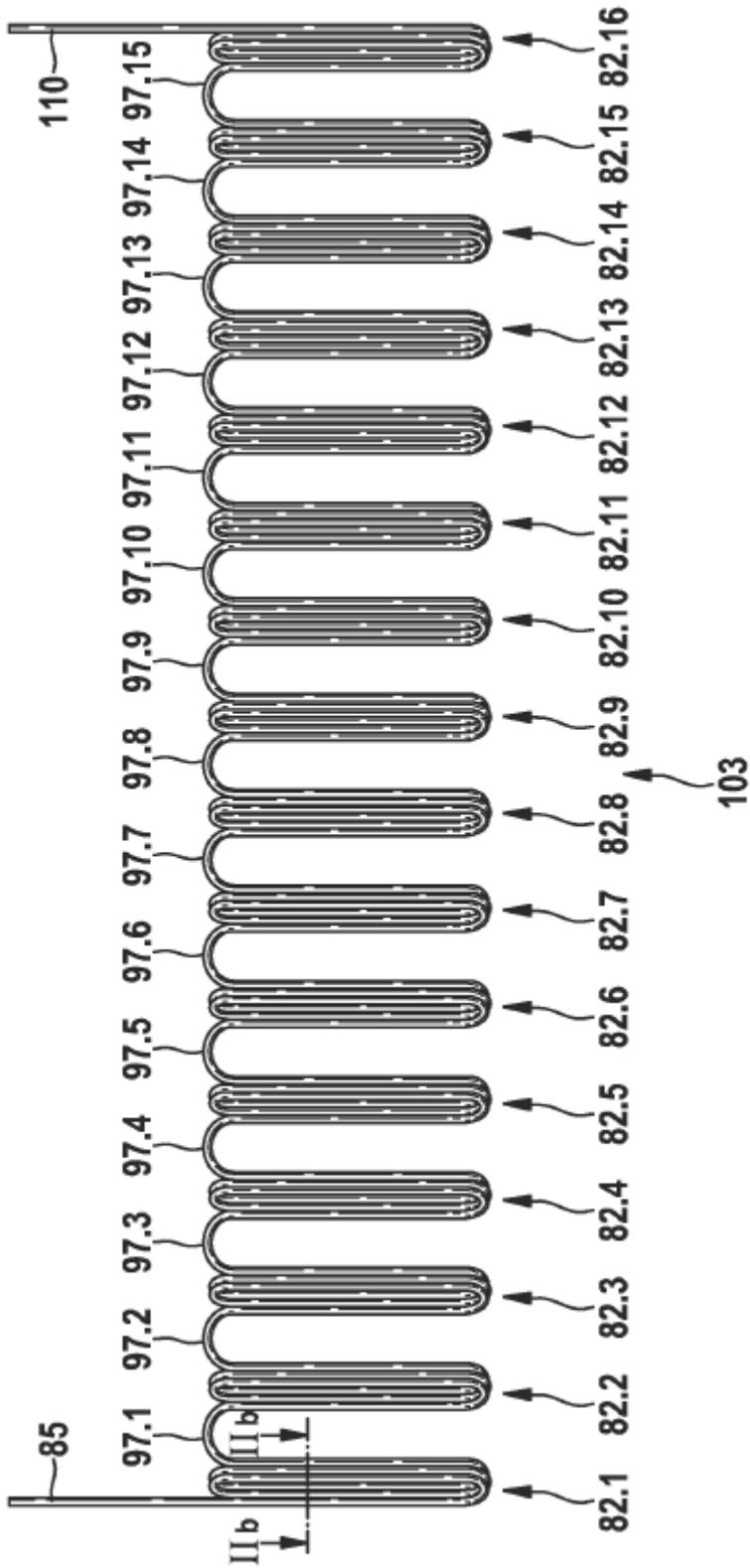
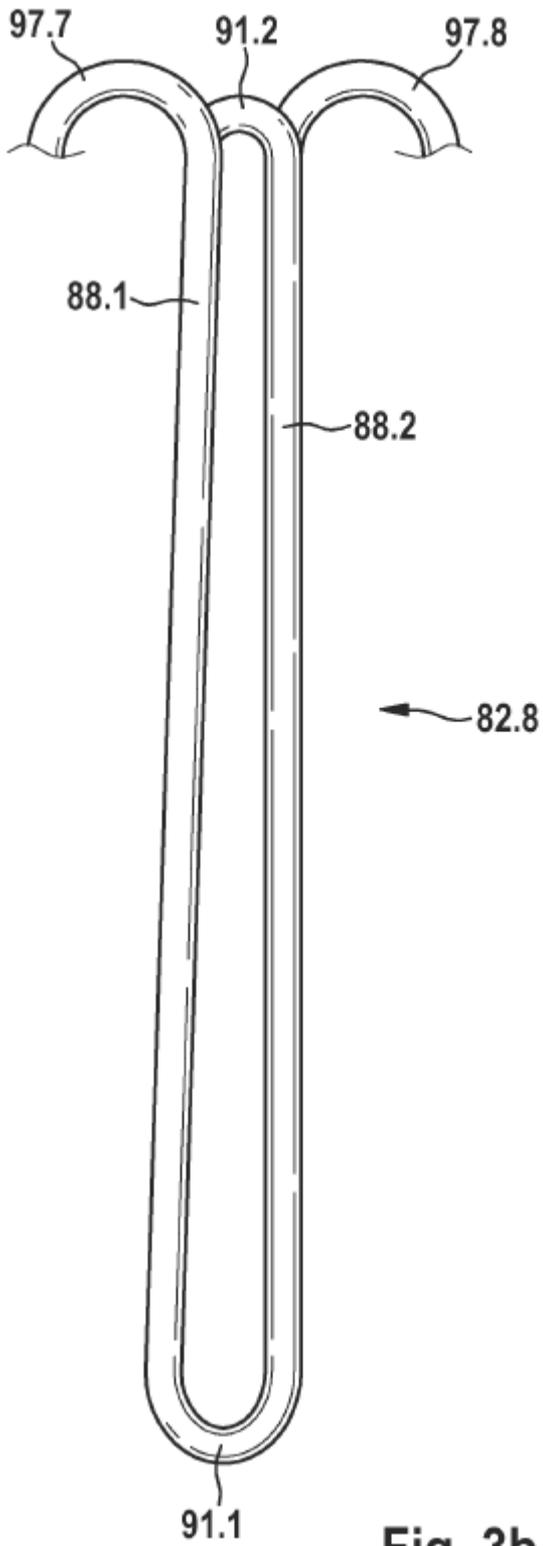
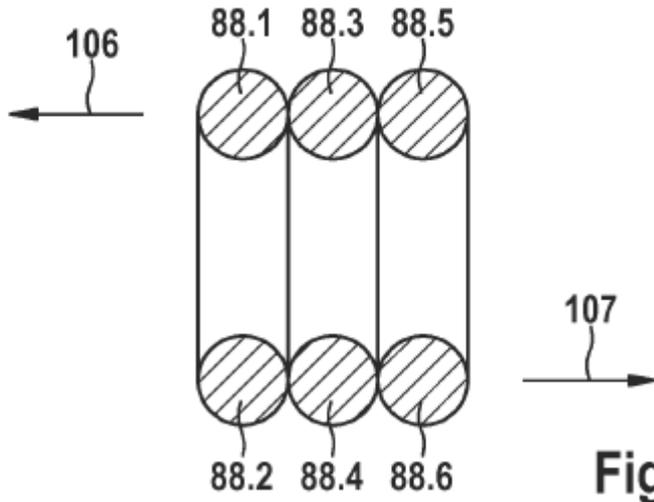


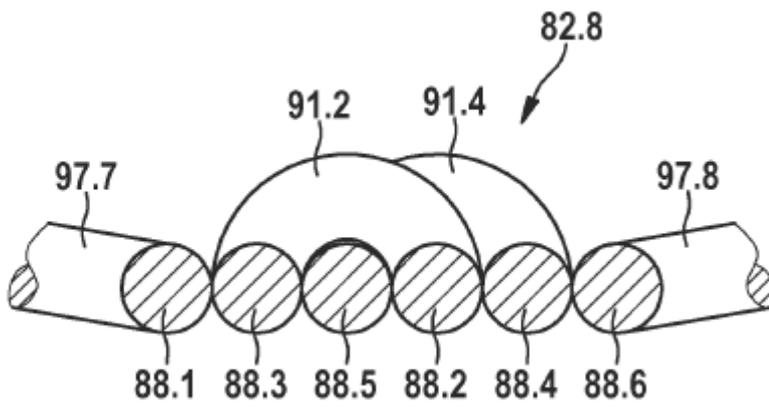
Fig. 3a



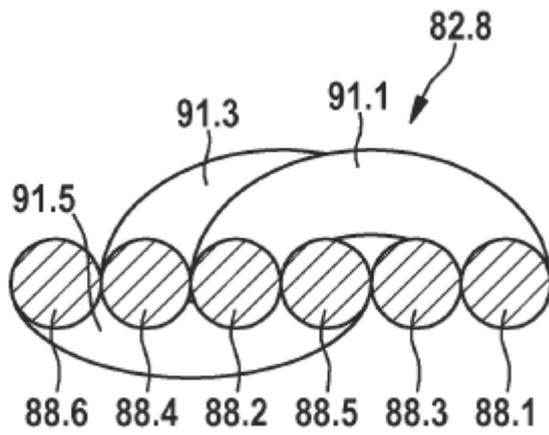
**Fig. 3b**



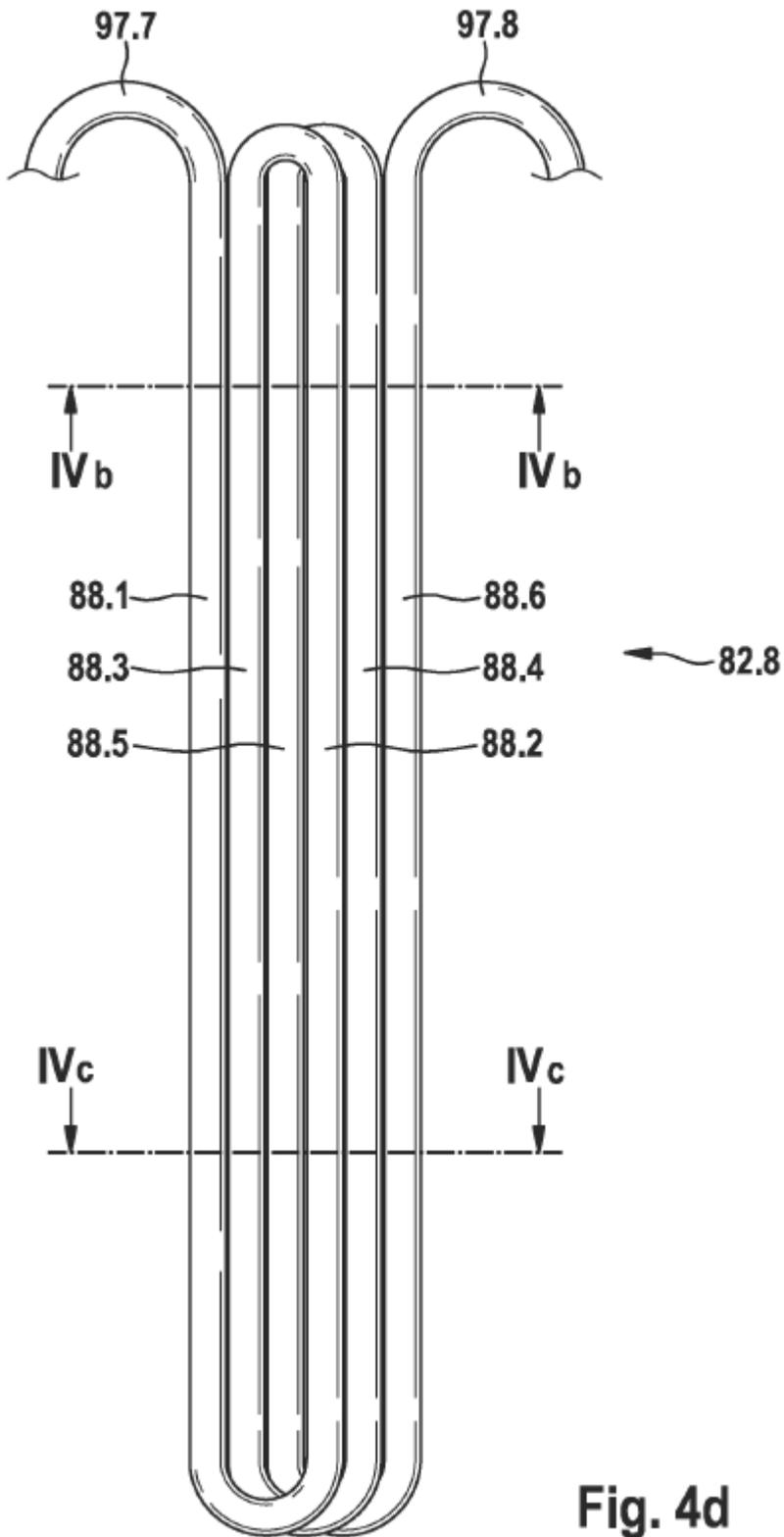
**Fig. 4a**



**Fig. 4b**



**Fig. 4c**



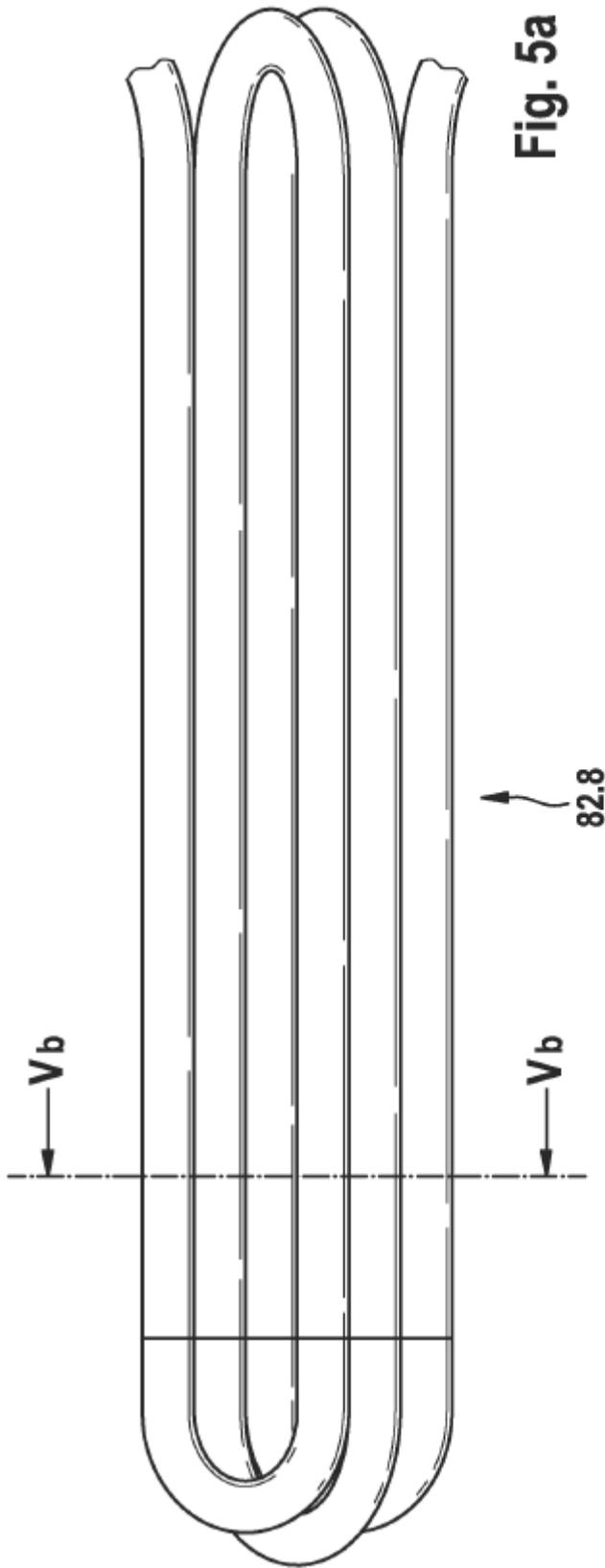


Fig. 5a

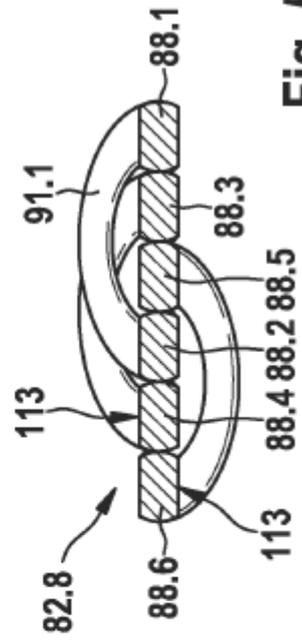


Fig. 5b

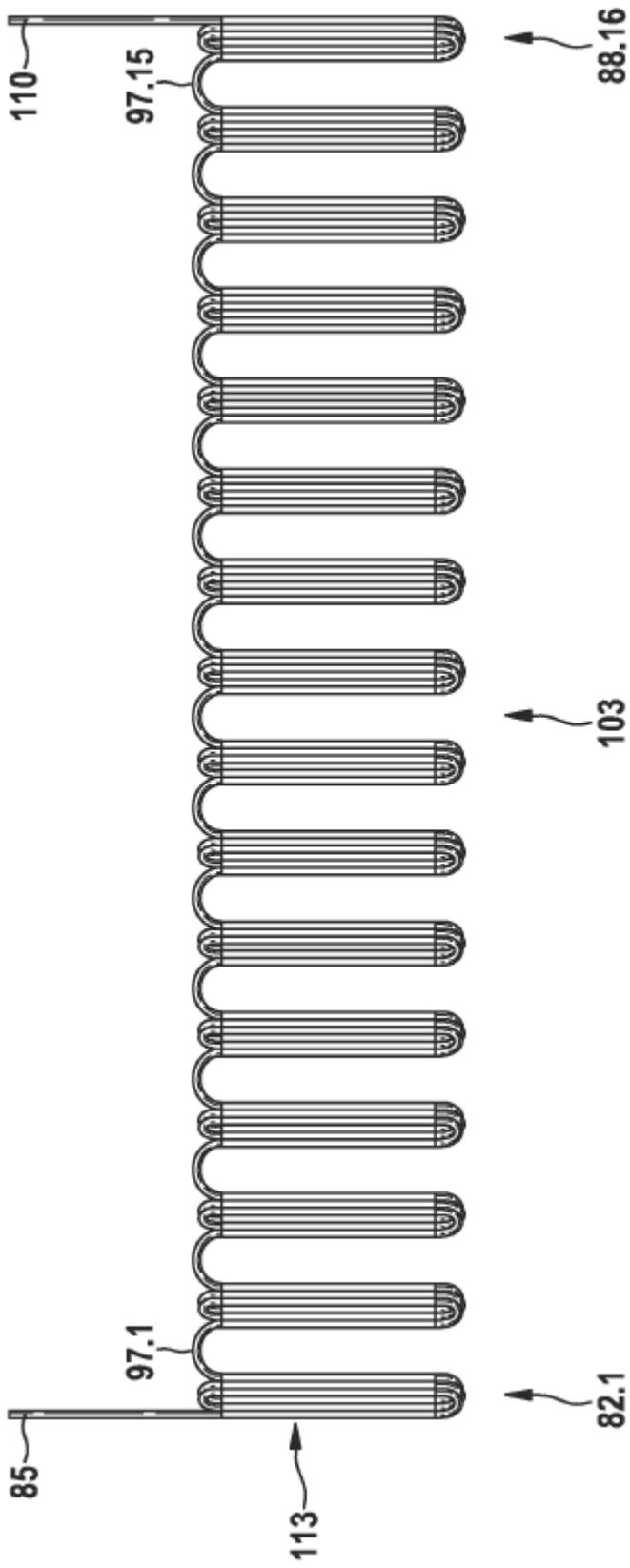
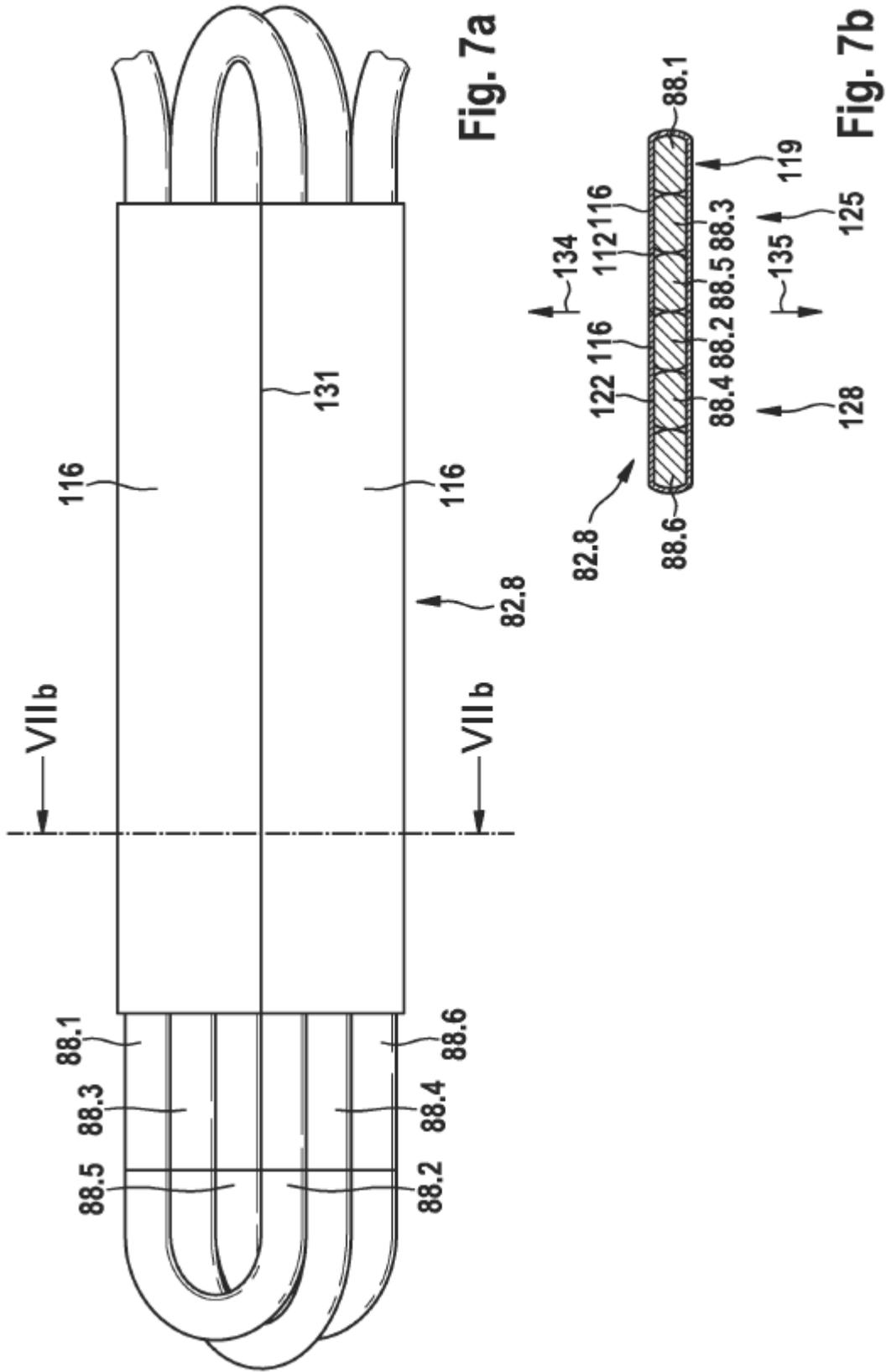


Fig. 6



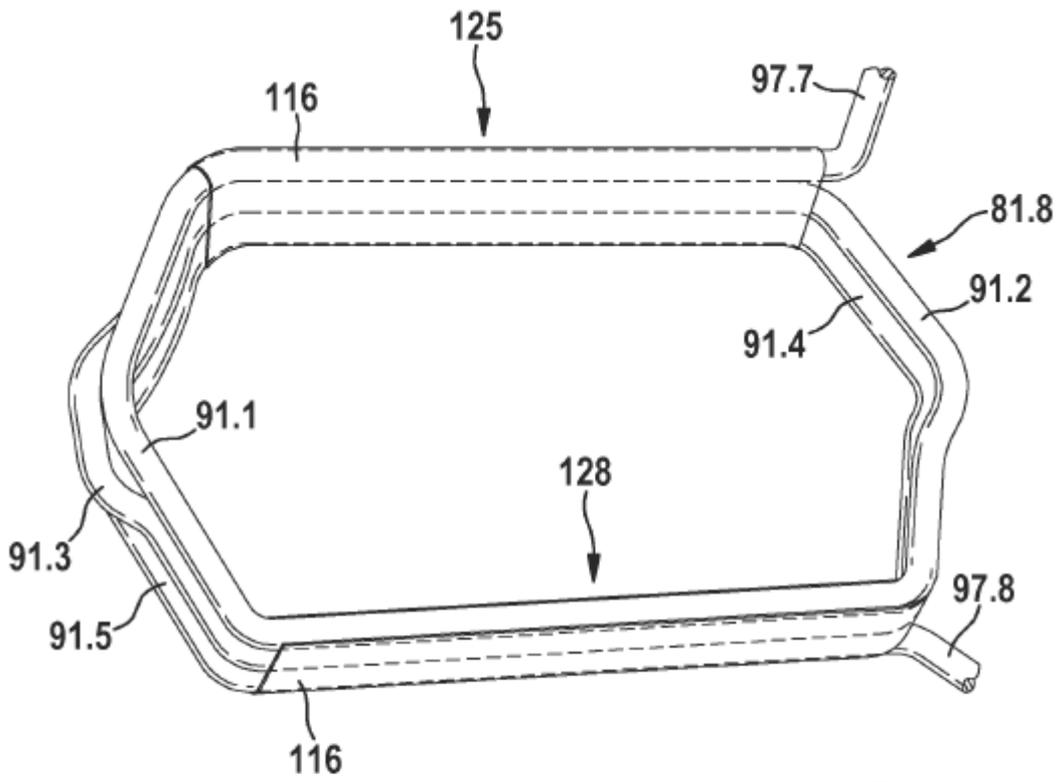


Fig. 8a

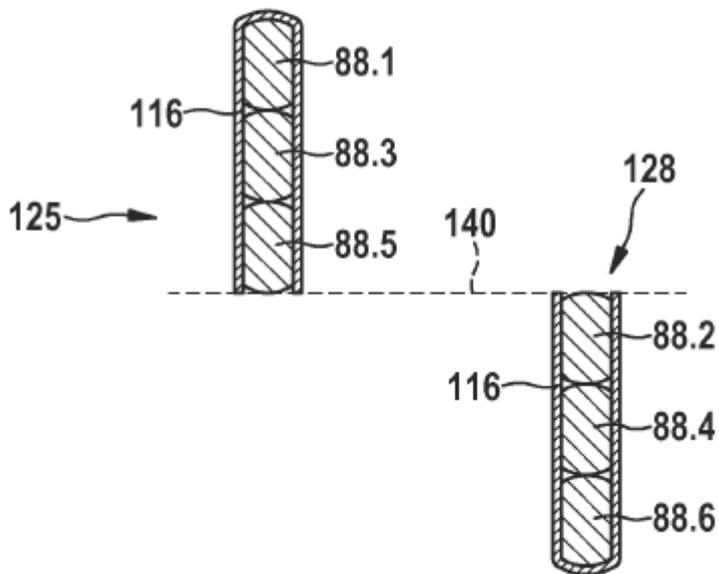


Fig. 8b

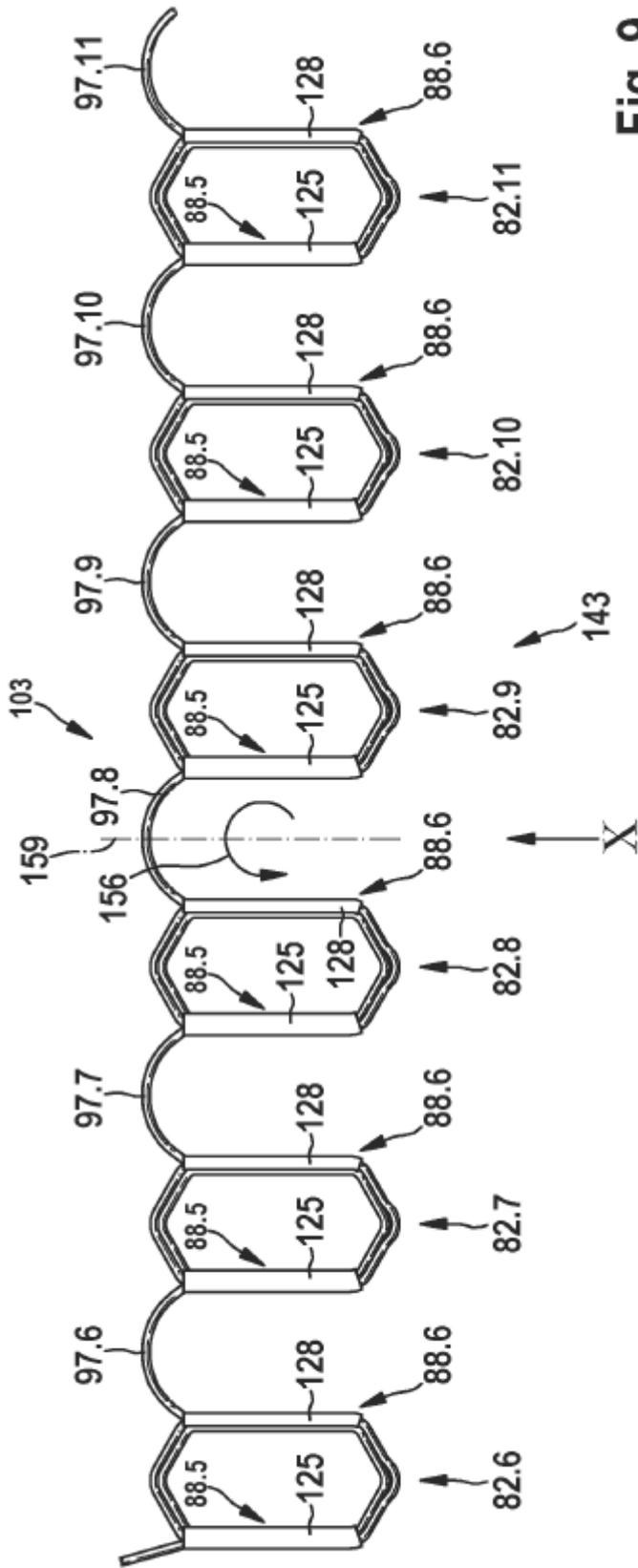


Fig. 9

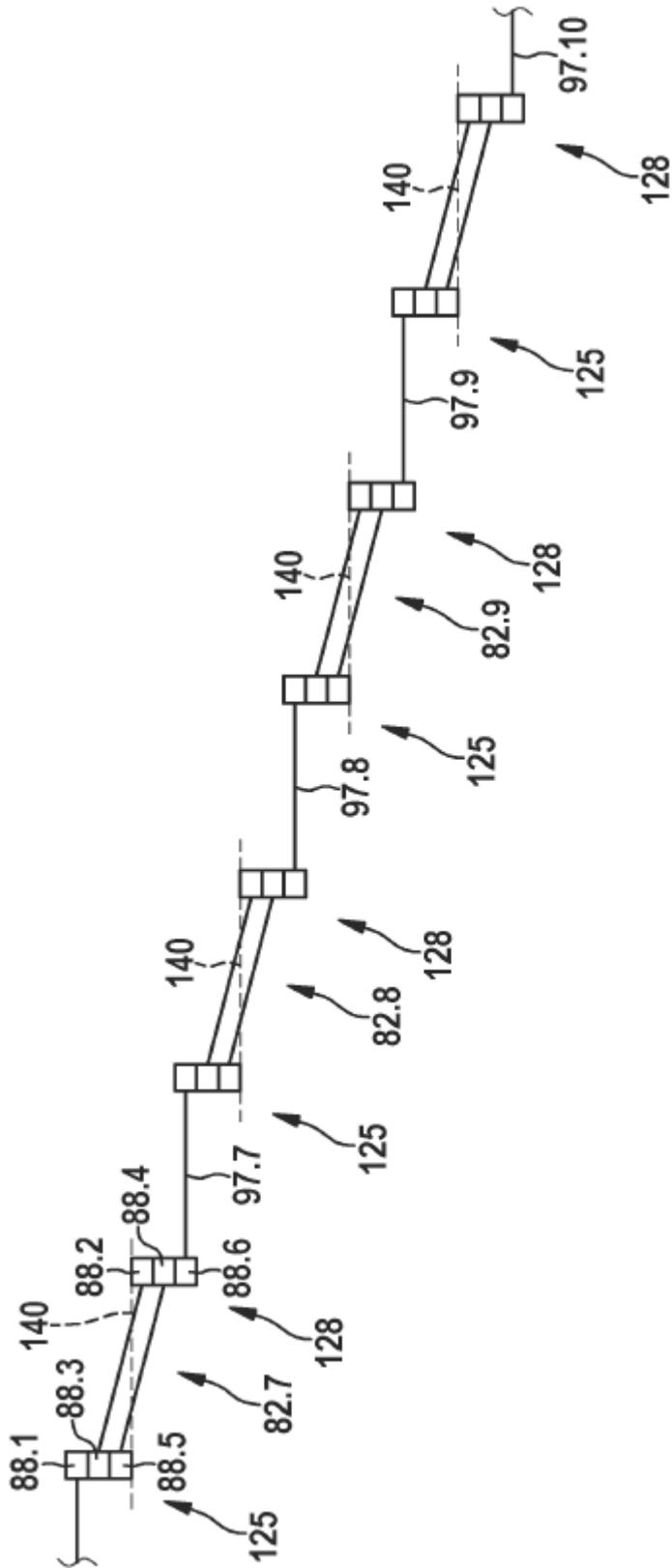


Fig. 10

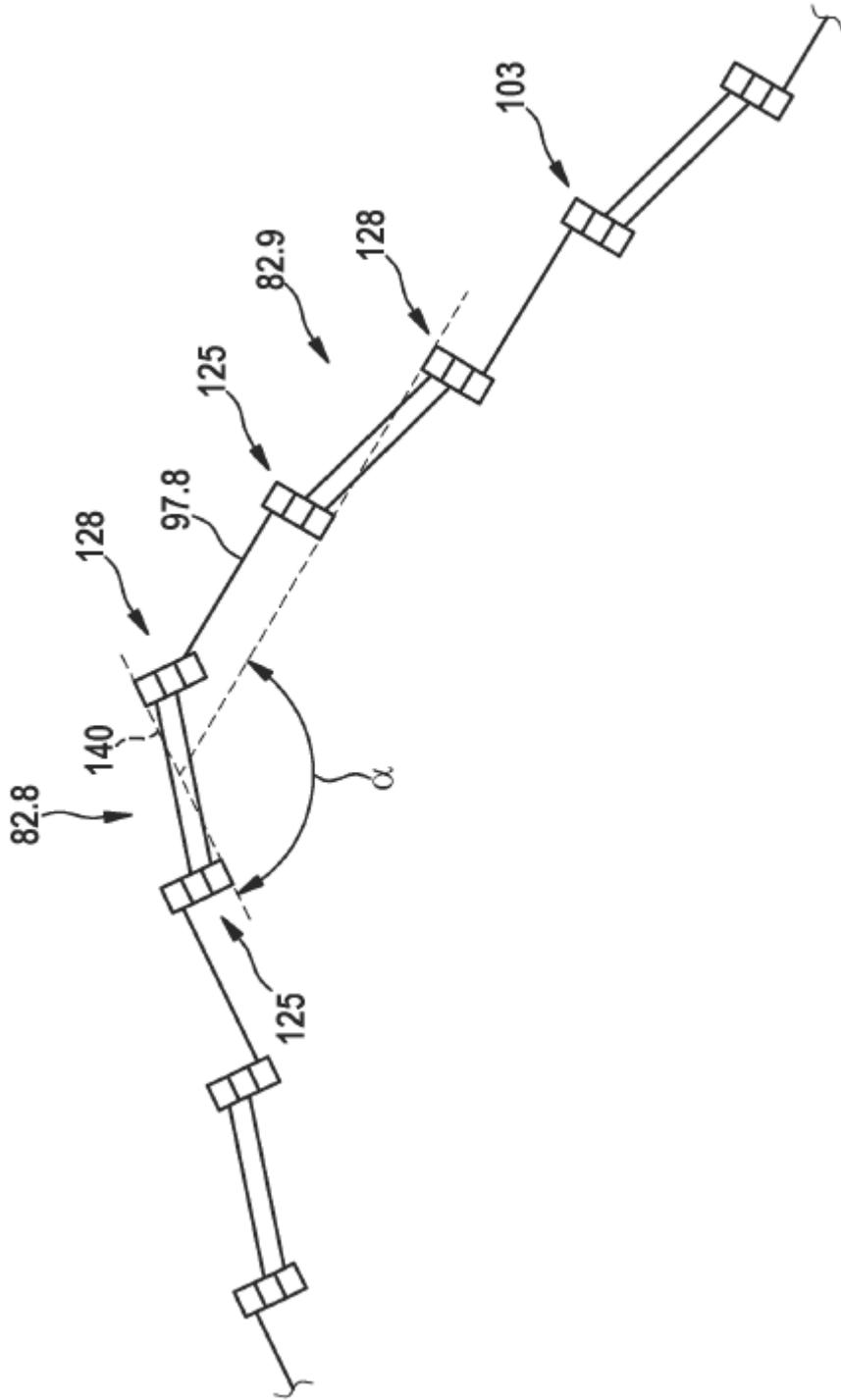


Fig. 11

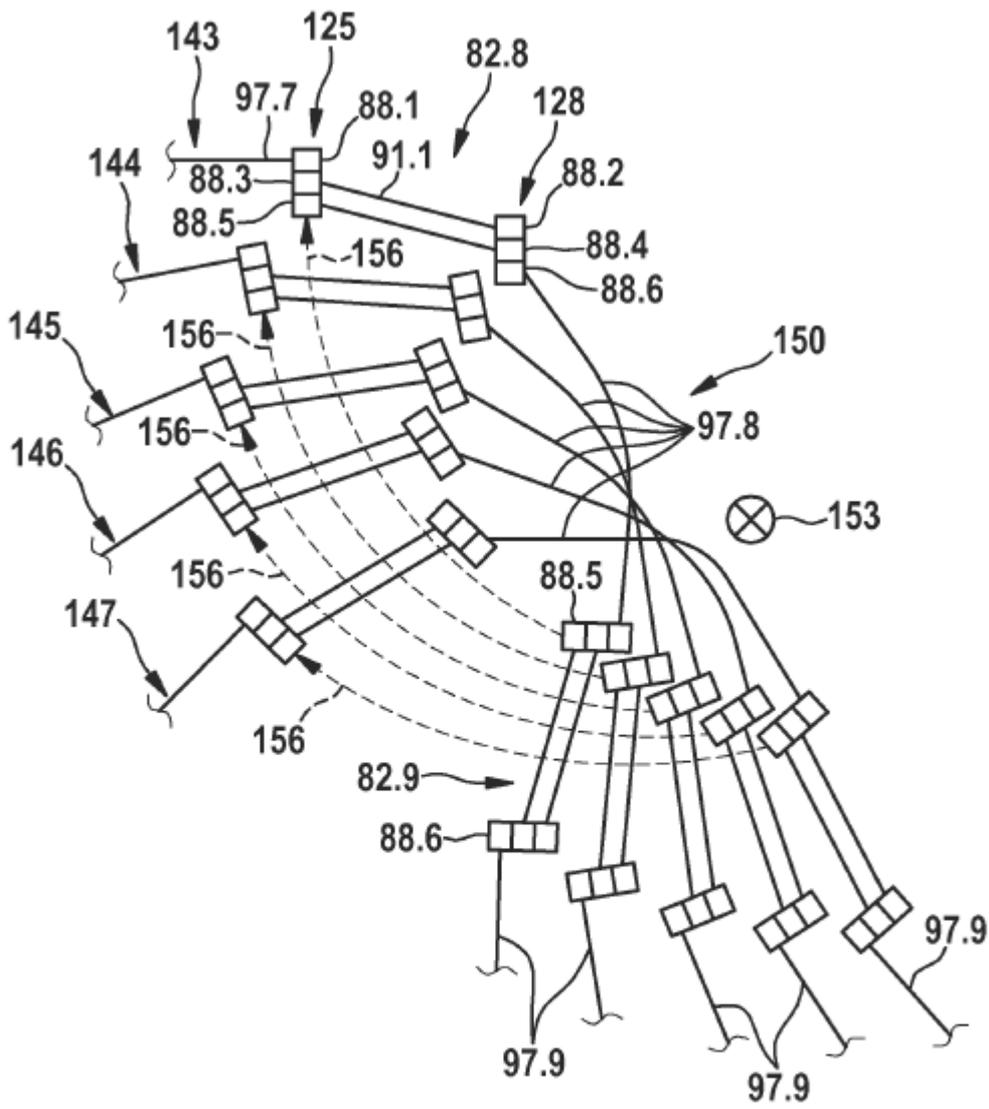


Fig. 12

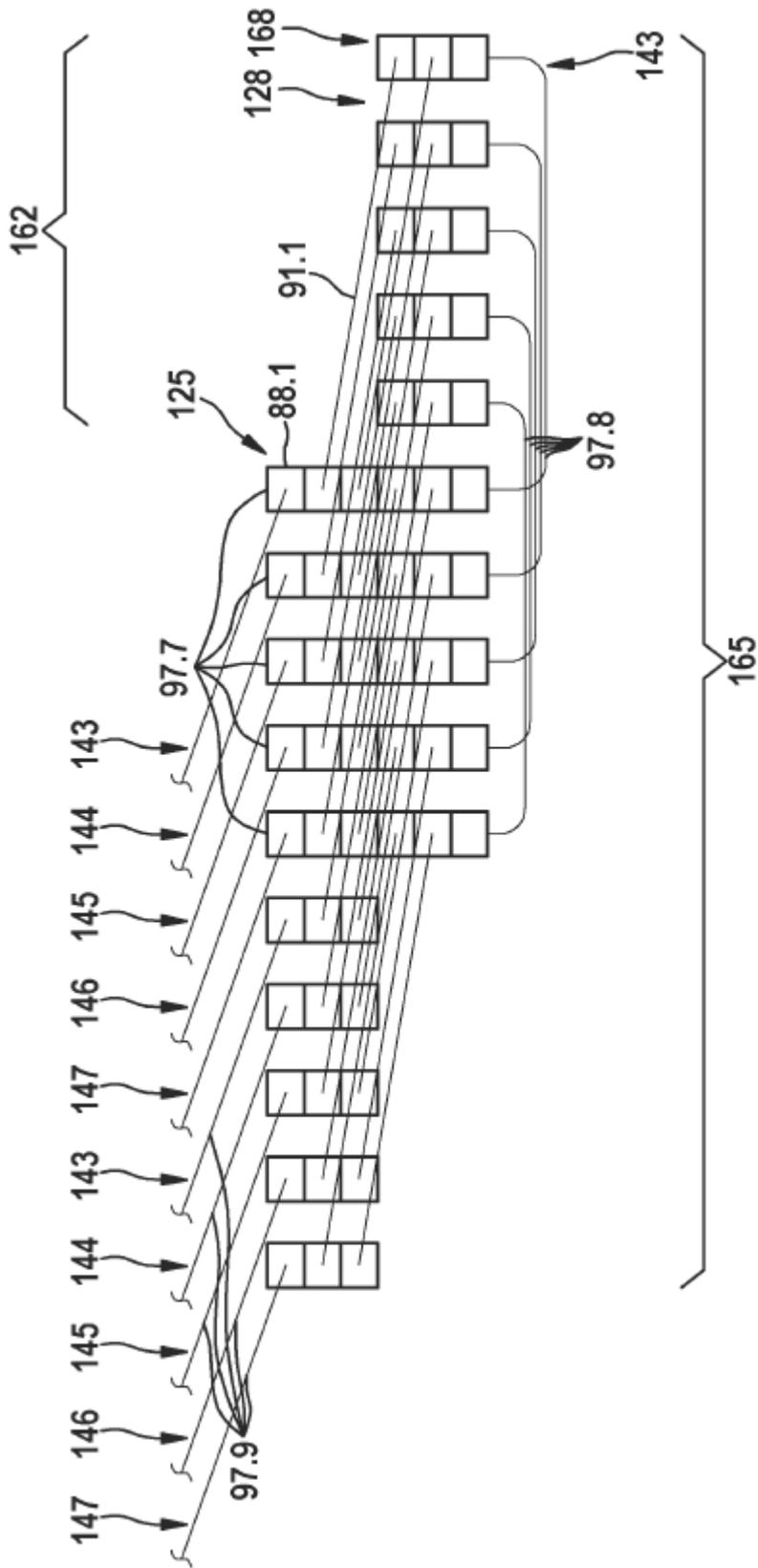


Fig. 13

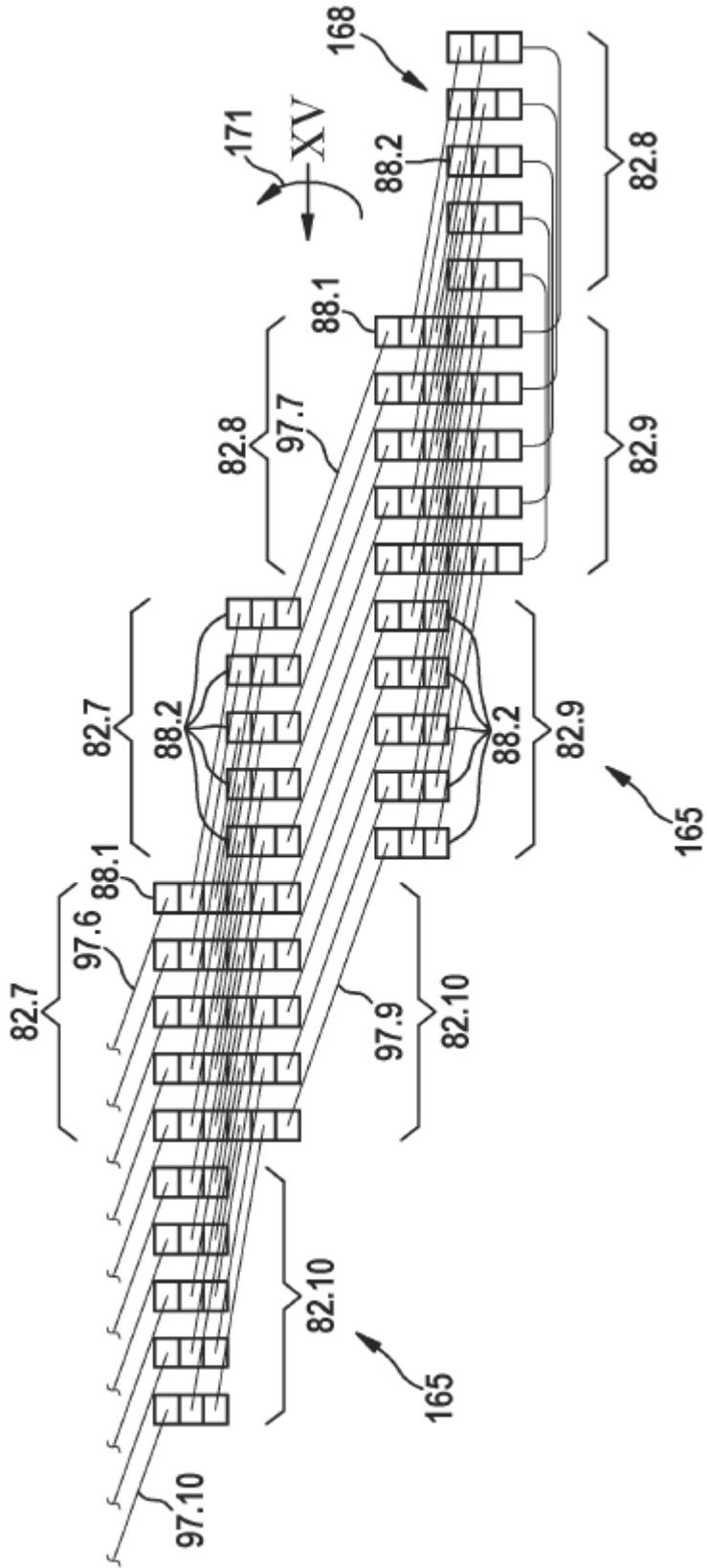


Fig. 14

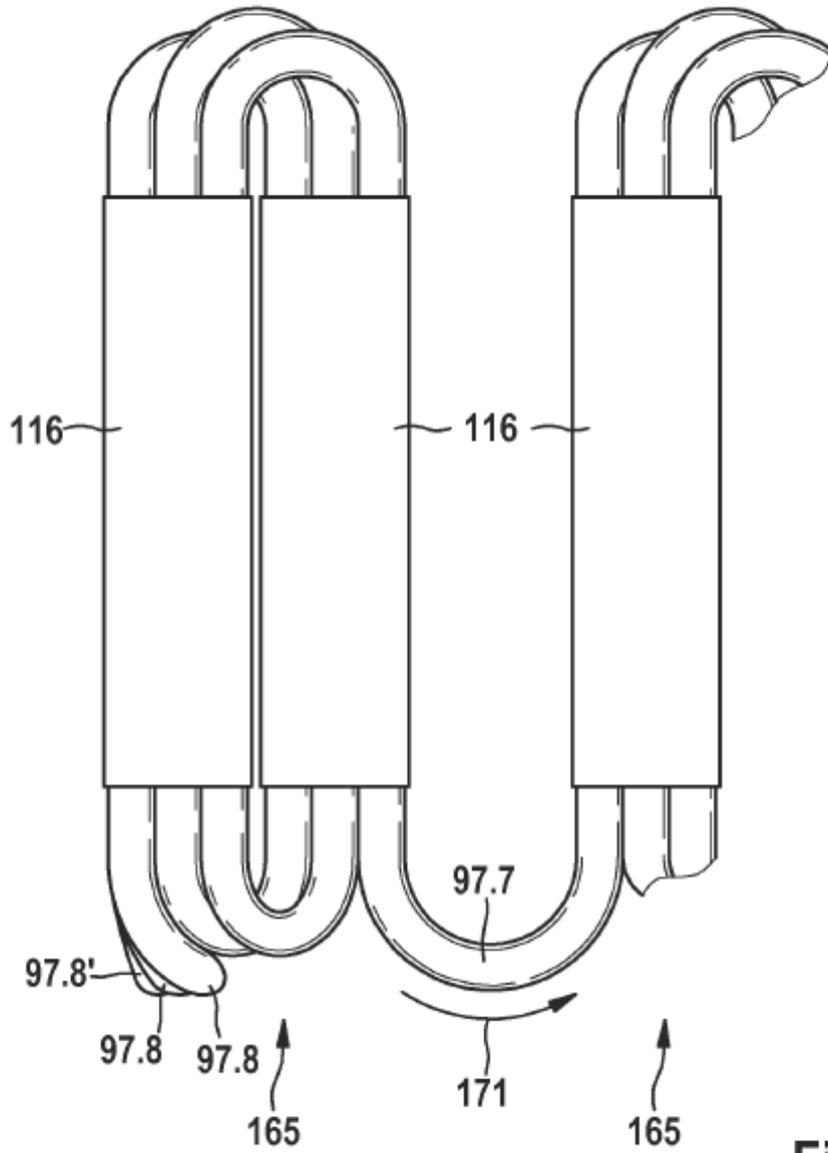


Fig. 15

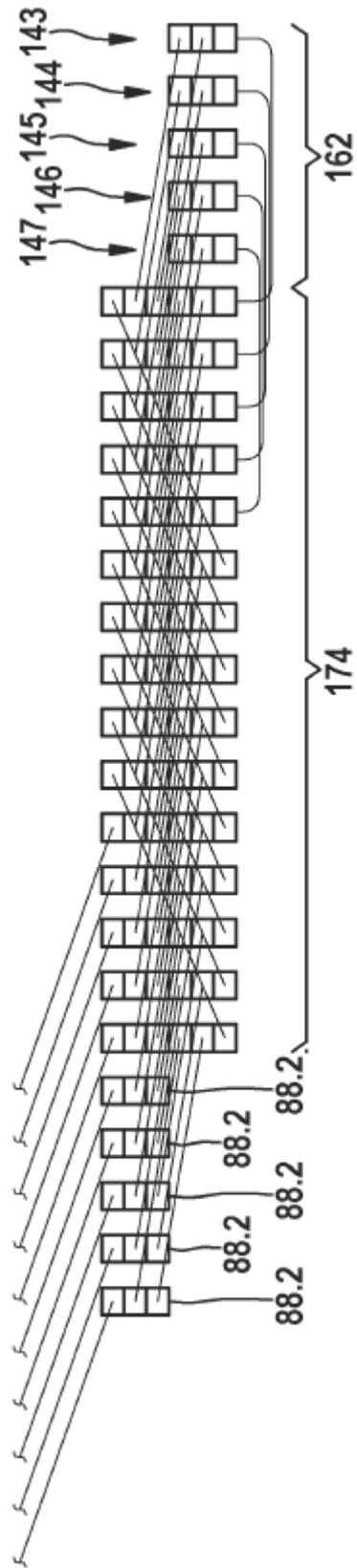


Fig. 16

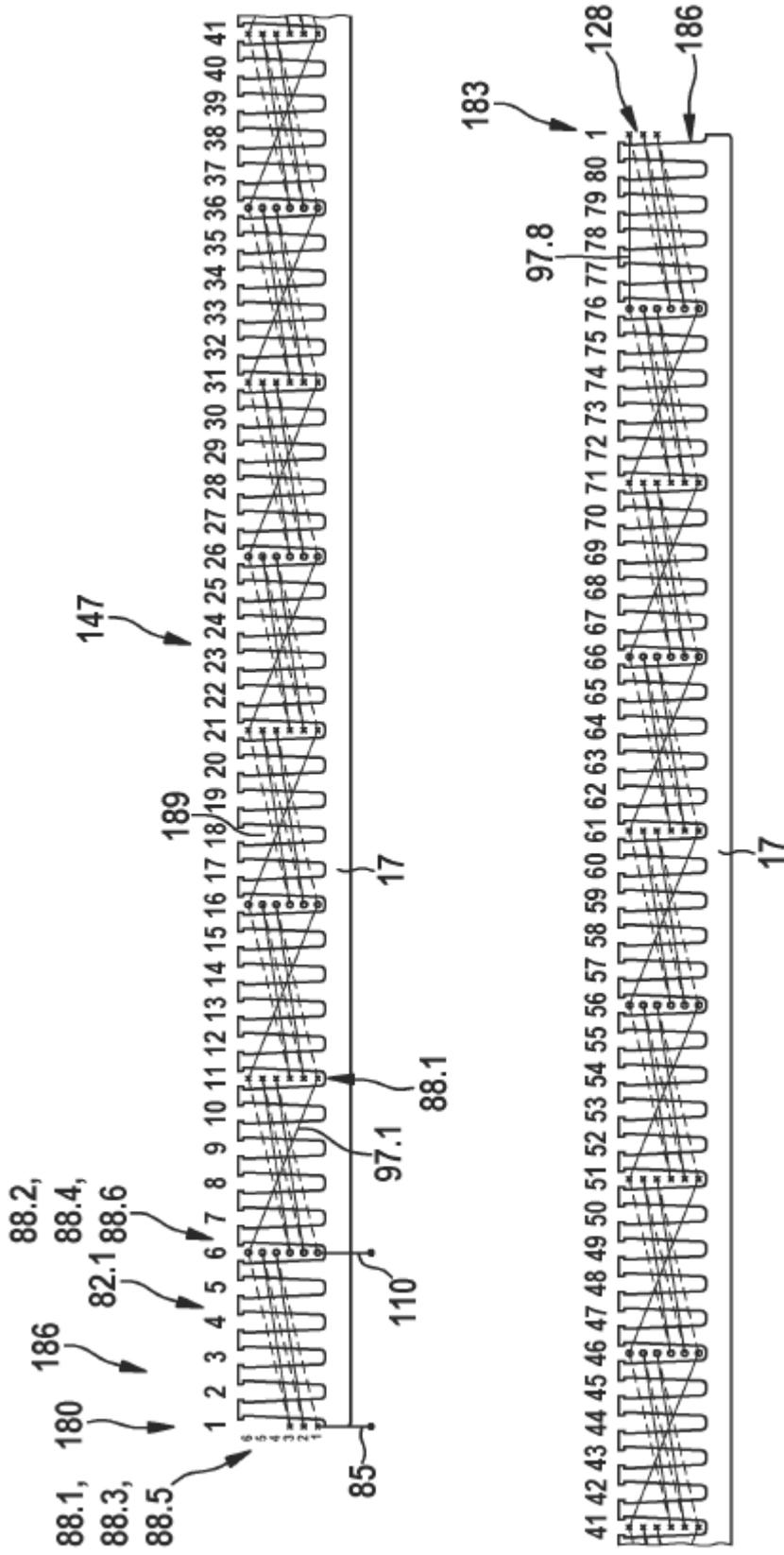


Fig. 17

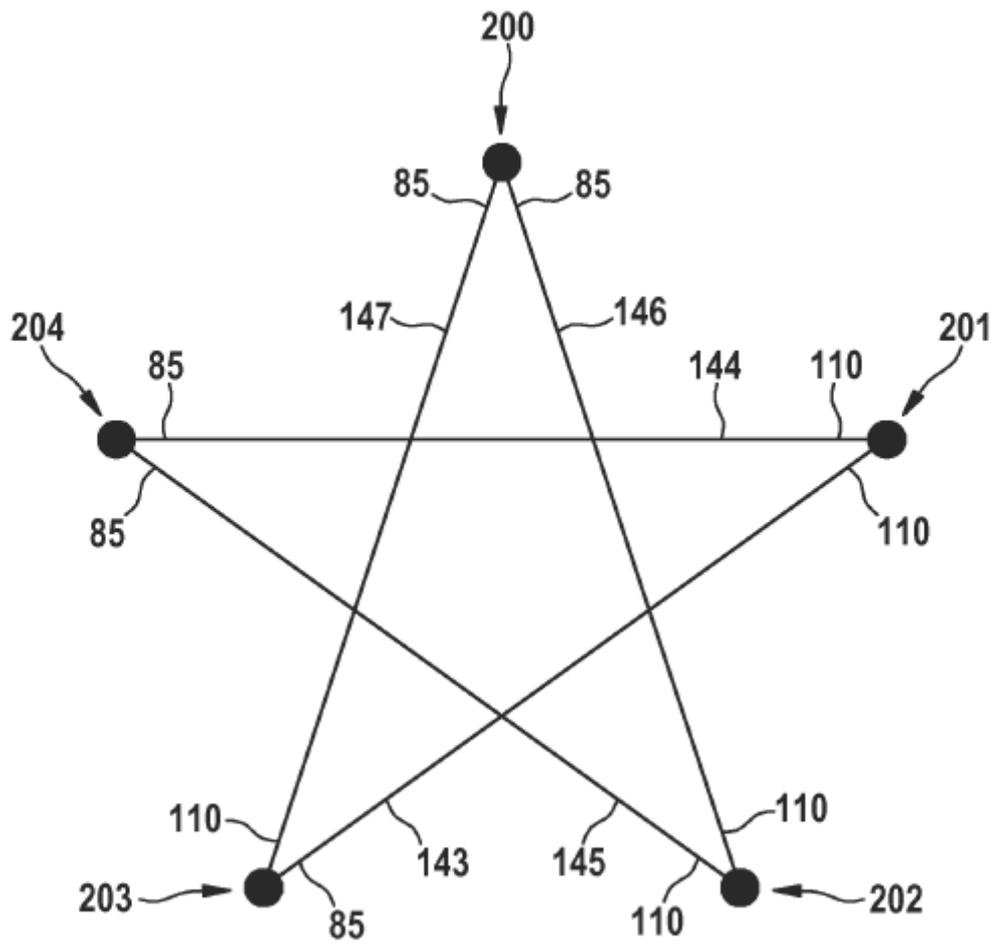


Fig. 18