

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 756**

51 Int. Cl.:

H02K 3/12 (2006.01)

H02K 15/06 (2006.01)

H02K 15/085 (2006.01)

H02K 19/16 (2006.01)

H02K 19/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2011 PCT/EP2011/071539**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2012 WO12072754**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2011 E 11801641 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 2647109**

54 Título: **Procedimiento para producir un devanado estático de una máquina eléctrica, en particular para producir un generador de corriente alterna**

30 Prioridad:

01.12.2010 DE 102010053719

01.12.2010 DE 102010053718

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

12.11.2019

73 Titular/es:

**SEG AUTOMOTIVE GERMANY GMBH (100.0%)
Lotterbergstrasse 30
70499 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:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 730 756 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

Procedimiento para producir un devanado estatórico de una máquina eléctrica, en particular para producir un generador de corriente alterna

5

ESTADO DE LA TÉCNICA

En el documento DE 103 29 572 A1 se da a conocer un procedimiento para producir un núcleo electromagnéticamente excitable en cuya producción se utiliza un devanado estatórico específico. Frente al devanado estatórico dado a conocer y producido en base a dicho documento está previsto reducir la proyección axial de los conectores de bobina laterales y con ello acortar la extensión axial del devanado estatórico. El término «axial» se refiere en este caso a un eje de giro de un rotor de la máquina eléctrica.

Del documento US 2008/0201935 A1 se conoce un procedimiento para producir un devanado estatórico con seis fases. Varias bobinas devanadas de forma concatenada en una sola pieza se disponen en una herramienta de conformación con ranuras. Cada una de las distintas bobinas se coloca individualmente en su propia ranura y a continuación se conforma.

Asimismo, del documento EP 1 324 470 A2 se conoce un procedimiento para producir un devanado estatórico. En este caso, cada uno de los segmentos de hilo conductor en forma de «U» se disponen en ranuras individuales de una herramienta de conformación y a continuación se lleva a cabo un paso de conformación. A continuación, los segmentos se conectan para formar bobinas.

Del documento US 2009/0121576 A1 se conoce la producción de un devanado ondulado.

25

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El procedimiento según la invención se definirá por las características de la reivindicación 1. Las configuraciones que resultan ventajosas son el objeto de las reivindicaciones secundarias referidas al mismo.

30

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, la invención se explica en más detalle haciendo referencia a las figuras que se incluyen a modo de ejemplo. Se muestra:

35

- Figura 1 una sección longitudinal a través de una máquina eléctrica,
- Figura 2 el procedimiento de producción de una bobina,
- Figura 3 un paso en la que la bobina se aplanada,
- Figura 4a una vista de unas bobinas aplanadas y concatenadas de una sola pieza,
- Figura 4b una vista lateral de las bobinas aplanadas y concatenadas de una sola pieza de la figura 4a,
- Figura 5a el devanado de fase que se encuentran en la etapa previa después de la colocación de las bobinas aplanadas en lados alternados,
- Figura 5b una vista en perspectiva de la etapa previa del devanado de fase,
- Figura 6a una etapa previa de un devanado de fase en una herramienta de conformación,
- Figura 6b una representación en perspectiva de cómo se coloca el devanado mostrado en la figura 5a y/o en la figura 5b en la herramienta de conformación y/o de la parte inferior y/o de su parte superior,
- Figura 7 una vista en planta de la herramienta de conformación y más particularmente de un lado inferior de la parte de abajo,
- Figura 8a la posición de todos los devanados de fase colocados en la herramienta de conformación, de forma esquemática,
- Figura 8b una vista en perspectiva de los devanados de fase colocados en la herramienta de conformación,
- Figura 8c un procedimiento de apilado alternativo según la figura 8b,
- Figura 9 una vista lateral de la herramienta de conformación tras el entrelazado,
- Figura 10 una representación esquemática de una vista lateral de una zona colocada en ranuras de un paquete de estátor,
- Figura 11a y figura 11b dos secciones transversales de ranura diferentes,
- Figura 11c y 11d dos procedimientos diferentes para moldear los lados de bobina que deben colocarse en una ranura,
- Figura 12a hasta e la ubicación de los cinco devanados de fase en el núcleo de estátor, en el que cada uno de los devanados de fase presenta seis conductores por ranura,

Figura 13 la ubicación del devanado de fase de la figura 12a en el núcleo de estátor doblado en forma circular,
 Figura 14a y b el procedimiento del entrelazado de un devanado de fase para un estátor con número impar de lados de bobina por ranura,
 Figura 15a hasta e la ubicación de cinco devanados de fase en el núcleo de estátor, en el que cada uno de los devanados de fase presenta cinco conductores por ranura,
 Figura 16 la ubicación del devanado de fase de la figura 15a en el núcleo de estátor doblado en forma circular,
 Figura 17 otra posición alternativa de los devanados de fase,
 Figura 18 diferentes conectores de bobina en los mismos cabezales de devanado,
 Figura 19a hasta c diferentes formas de realización de conectores de bobinas,
 Figura 20 una secuencia de la introducción del devanado en el núcleo de estátor,
 Figura 21a hasta c tres formas de conexionado diferentes de los devanados de cinco fases,
 Figura 22 una sección transversal de la ranura esquemática,
 Figura 23 una sección longitudinal esquemática a través de un rotor y un núcleo de estátor,
 Figura 24a y 24b, figura 25a y 25b, figura 26a y 26b, figura 27a y 27b, figura 28a y 28b y figura 29a y 29b otros ejemplos de realización.

FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

5 En la figura 1 se muestra una sección longitudinal a través de una máquina eléctrica 10; en este caso en la realización como generador y/o generador de corriente alterna para vehículos de motor. Esta máquina eléctrica 10 presenta, entre otras cosas, una carcasa 13 de dos partes, que consiste en una primera tapa del cojinete 13.1 y una segunda tapa del cojinete 13.2. La tapa del cojinete 13.1 y la tapa del cojinete 13.2 dan cabida a lo que se denomina un estátor 16, que por una parte consiste básicamente en un núcleo de estátor 17 en forma circular, y en cuyas ranuras (que se extienden axialmente y se dirigen hacia dentro radialmente) está colocado un devanado estatórico 18. Este estátor 16 en forma anular rodea con su superficie ranurada, dirigida radialmente hacia dentro, un rotor 20 que está formado como un rotor de polos de garra. El rotor 20 consiste, entre otras cosas, en dos pletinas de polos de garra 22 y 23, en cuyo contorno exterior están dispuestos dedos de polos de garra 24 y 25 que se extienden respectivamente en dirección axial. Ambas pletinas de polos de garra 22 y 23 están dispuestas en el rotor 20 de tal manera que sus dedos de polos de garra 24 y/o 25, que se extienden en dirección axial, se alternan entre sí en el contorno del rotor 20. Como resultado, se generan espacios intermedios necesarios magnéticamente entre los dedos de polos de garra 24 y 25 magnetizados de forma opuesta que se denominan espacios entre polos de garra. El rotor 20 está soportado rotativamente por medio de un eje 27 y por rodamientos 28 a cada lado del rotor situados en las respectivas tapas del cojinete 13.1 y/o 13.2.

10 El rotor 20 presenta en total dos superficies frontales axiales en cada una de las cuales está fijado un ventilador 30. Este ventilador 30 consiste básicamente en una sección en forma de placa y/o en forma de disco de la que salen las aspas del ventilador de una manera conocida. Estos ventiladores 30 sirven para permitir un intercambio de aire a través de aberturas 40, ubicadas en las tapas del cojinete 13.1 y 13.2, entre el lado exterior de la máquina eléctrica 10 y el interior de la máquina eléctrica 10. Para ello, están previstas las aberturas 40, que básicamente se encuentran en los extremos axiales de las tapas del cojinete 13.1 y 13.2, a través de las cuales el aire de refrigeración es succionado hacia el interior de la máquina eléctrica 10 por medio del ventilador 30. Este aire de refrigeración se acelera radialmente hacia fuera debido a la rotación del ventilador 30, de manera que este aire puede pasar a través del saliente de devanado 45. Por medio de este efecto se refrigera el saliente de devanado 45. El aire de refrigeración, después de pasar a través del saliente de devanado 45 y/o después de fluir por este saliente de devanado 45, toma un camino radial hacia fuera, a través de unas aberturas no ilustradas en esta figura 1.

15 En la parte derecha de la figura 1 se encuentra una tapa de protección 47 que protege los diversos componentes de las influencias externas. Por lo tanto, esta tapa de protección 47 cubre, por ejemplo, un denominado conjunto de anillo colector 49, que sirve para proporcionar corriente de excitación a un devanado de excitación 51. Alrededor de este conjunto de anillo colector 49 hay dispuesto un disipador 53, que en este caso actúa como un disipador positivo. Como denominado disipador negativo actúa la tapa del cojinete 13.2. Entre la tapa del cojinete 13.2 y el disipador 53 hay dispuesta una placa de conexión 56 que sirve para unir entre sí los diodos negativos 58 dispuestos en la tapa del cojinete 13.2 y los diodos positivos, que en este caso no se muestran en la ilustración, en el disipador 53 y, por lo tanto, conformar lo que se denomina circuito tipo puente.

DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL DEVANADO

20 La figura 2 muestra, en una vista lateral, el procedimiento mediante el que se devana un hilo 76 sobre un dispositivo 70 para devanar. El dispositivo 70 para devanar presenta dos plantillas parciales 77 que son desplazables una respecto a la otra en una dirección axial. Ambas plantillas parciales 77 tienen un rebaje 78, de manera que en cada plantilla parcial 77 está disponible una zona 79 que es plana. Delimitada por estas zonas 79 planas y/o más bajas (en ambas direcciones axiales a través de los rebajes 78) se devana una bobina 82 oblicua. La bobina 82 se saca hacia abajo tirando de las plantillas parciales 77 desde la bobina 82 del dispositivo 70; véase también la figura 3. Alternativamente,

el hilo 76 también se puede devanar con las plantillas parciales 77 directamente enfrentadas y no con una girada respecto a la otra, de manera que una bobina inicialmente no oblicua 82 se forma sobre dos zonas 79 más bajas y/o planas dispuestas directamente opuestas entre sí. La bobina oblicua 82 se forma solo cuando las dos plantillas parciales 77 se desplazan entre sí en contra de la resistencia que ofrece la bobina 82. Para ello, el procedimiento de devanado puede llevarse a cabo en principio de dos maneras: por una parte el hilo 76 puede ser devanado alrededor de las plantillas parciales 77 que no se mueven y, por otra parte, el hilo 76 puede ser devanado alrededor de la plantilla parcial 77 que gira sobre un eje común. Mediante el procedimiento anterior se evita que se tuerza el hilo 76 durante el devanado.

En la figura 3 se muestra cómo se conforma la bobina 82 después de que hayan sido retiradas las plantillas parciales 77. En el ejemplo, la bobina 82 presenta tres vueltas 85. Cada vuelta 85 presenta dos lados de bobina 88, los cuales, al tratarse en este caso especial de un lado de bobina en una posición especial, se designan por separado mediante un punto con una cifra adicional. Por lo tanto, en la parte derecha de la figura 3 se han designado un total de seis lados de bobina como lados de bobina 88.1, 88.2, 88.3, 88.4, 88.5 y 88.6. Este orden ascendente está basado en la secuencia con la que los lados de bobina se devanan. Los lados de bobina 88.1 y 88.2 están unidos entre sí como una sola pieza por medio de un conector de bobina lateral 91.1, los lados de bobina 88.2 y 88.3 están unidos entre sí como una sola pieza por medio de un conector de bobina lateral 91.2 no mostrado, los lados de bobina 88.3 y 88.4 están unidos entre sí como una sola pieza por medio de un conector de bobina lateral 91.3, los lados de bobina 88.4 y 88.5 están unidos entre sí como una sola pieza por medio de un conector de bobina lateral 91.4 no mostrado, mientras que los lados de bobina 88.5 y 88.6 están unidos entre sí como una sola pieza por medio de un conector de bobina lateral 91.5.

En la figura 4a se pueden apreciar en una vista en planta de la bobina plana 82 (que es igual a la bobina 82.1) de la figura 3, los lados de bobina 88.1, 88.2, 88.3, 88.4, 88.5 y 88.6. Los lados de bobina 88.1 y 88.2 están unidos entre sí por medio del conector de bobina lateral 91.1. De esta forma están unidos ambos lados de bobina 88.1 y 88.2 por medio del conector de bobina lateral 91.1. Los lados de bobina 88.2 y 88.3 están unidos por medio del conector de bobina lateral 91.2, los lados de bobina 88.3 y 88.4 por medio del conector de bobina lateral 92.3, los lados de bobina 88.4 y 88.5 por medio del conector de bobina lateral 91.4, mientras que los lados de bobina 88.5 y 88.6 están unidos por medio del conector de bobina lateral 91.5. El conector de bobina lateral 91.5 se encuentra sobre el conector de bobina lateral 91.3 y 91.1, mientras que el conector de bobina lateral 91.3 se encuentra sobre el conector de bobina lateral 91.1. El conector de bobina lateral 91.4 se encuentra sobre el conector de bobina lateral 91.2.

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

El estado, como el que se muestra en la figura 4a, se logra aplanando la bobina 82 mostrada a la izquierda en la figura 3; véase también la figura 3 a la derecha. En la representación de la derecha de la figura 3 vista desde la izquierda se puede constatar, por lo tanto, que el conector de bobina lateral 91.2 se encuentra en el conector de bobina lateral 91.1, de manera que el conector de bobina lateral 91.1 es cruzado por el conector de bobina lateral 91.3, que el conector de bobina lateral 91.3 se encuentra en el conector de bobina lateral 91.2, mientras que el conector de bobina lateral 91.2 es cruzado por el conector de bobina lateral 91.1; véase también la figura 4a y 4b.

En el ejemplo de la figura 4a se ha devanado cada bobina 82 con un número de vueltas 85 que es impar. Alternativamente también puede estar previsto sin problema alguno que cada bobina 82 se devane con un número de vueltas 85 que sea par. Como se muestra más adelante (figura 14a y b), también puede ser razonable que la bobina 82 se devane con un número de vueltas 85 que sea par y otra bobina 82 se devane con un número de vueltas 85 que sea impar. Esto es simplemente una cuestión de dimensionamiento eléctrico de la máquina.

Según la figura 3 y la figura 4b está previsto un procedimiento según el cual las bobinas 82 de un devanado de fase estén conformadas de tal forma que, en función de cómo se devanen las vueltas 85, los lados de bobina 88 de una bobina 82 estén dispuestos al menos aproximadamente en un plano. Con ello, las vueltas 85 de una bobina 82 se encuentran, al menos parcialmente, unas encima de las otras.

En la figura 5a se muestra cómo se colocan las bobinas 82 que previamente han sido aplanadas y unidas entre sí como una sola pieza. En comparación con el estado mostrado en la figura 4b, la bobina 82.1 se gira con respecto al conector de bobina 94.1 un ángulo de 90°. Del mismo modo, la bobina 82.2 se gira con respecto al conector de bobina 94.1 un ángulo de 90°. Ambos giros de las bobinas 82.1 y 82.2 son opuestos entre sí, de manera que las dos bobinas 82.1 y 82.2 giran una respecto a la otra un total de 180°. El conector de bobina lateral 94.1 se eleva hacia arriba con respecto al conector de bobina lateral 94.2. La bobina de 82.3 también se gira 90° respecto al conector de bobina 94.2. Esto aplica igualmente para la bobina 82.2 con respecto al conector de bobina 94.2. Los giros de las bobinas 82.2 y/o 82.3 son opuestos entre sí, de manera que también en este caso los giros resultantes de las dos bobinas 82.2 y 82.3 entre sí hacen un total de 180°. El resultado de la colocación y/o el giro de cada una de las bobinas 82.1, 82.2, 82.3... se puede apreciar esquemáticamente en la figura 5a. Para el caso en el que, por ejemplo, esté prevista una disposición de 16 polos (realización con 16 polos de un devanado de fase), se colocarán dieciséis bobinas 82 en total, es decir, las bobinas 82.1 hasta 82.16 opuestas entre sí. Este procedimiento de colocación y/o giro se llevará a cabo para cada

etapa previa y/o para cada devanado de fase que se va a colocar más tarde en un núcleo de estátor. Está previsto producir un núcleo de estátor con tres fases, de modo que se manejarán tres devanados de fase correspondientes y se colocarán y/o instalarán en las ranuras del núcleo de estátor. En el caso de cinco, seis o incluso siete fases esto se

5 Por lo tanto, está previsto un paso del procedimiento según el cual dos bobinas 82.1, 82.2 directamente adyacentes de un devanado de fase presenten entre sí un conector de bobina 94.1 que conecta como una sola pieza dos bobinas 82.1, 82.2 directamente adyacentes, en el que la bobina 82.1 y la otra bobina 82.2 giran, cada una de ellas, respecto al conector de bobina 94.1 un ángulo de aproximadamente noventa grados, y en el que las direcciones de giro son opuestas entre sí.

10 En la figura 5b se muestra una vista en perspectiva de una etapa previa del devanado de las fases de la figura 5a. En esta representación se muestra la ubicación de cada uno de los lados de bobina 88.1 hasta 88.6. Asimismo, se muestran los conectores de bobina laterales 91.1 hasta 91.5, así como un inicio 95 de la bobina 82.1. Las siguientes bobinas 88.2 hasta 88.4 se muestran también de forma análoga a como se hace en la figura 5a.

15 En la figura 6a se muestra una vista lateral de una herramienta de conformación 100. La herramienta de conformación 100 está hecha básicamente de dos partes y presenta una parte inferior 101 y una parte superior 102.

20 Tanto la parte inferior 101 como la parte superior 102 tienen un contorno exterior básicamente rectangular. En un lado de la parte inferior 101 y en un lado de la parte superior 102 se han dispuesto ranuras. Estas ranuras de la parte superior 102 y las ranuras de la parte inferior 101 están opuestas, de manera que dos ranuras que se encuentran opuestas forman un espacio común. Las ranuras están colocadas, tanto en la parte superior como también en la parte inferior, de tal manera que estas se extienden en línea recta entre dos lados frontales. La cantidad de ranuras en la parte superior 102 corresponde preferiblemente con el número de ranuras en la parte inferior 101 y preferiblemente con el número de ranuras del estátor 16. La parte inferior 101 muestra un lado frontal 108, la parte superior un lado frontal 109. En la parte inferior 101 hay dispuestas ranuras 105, en la parte superior hay dispuestas ranuras 106. En comparación con la etapa previa del devanado de fase que se muestra en la figura 5a, este se colocará, así como sus bobinas 82.1, etc. en las ranuras 105 de la parte inferior 101. La separación de cada una de las bobinas 82.1, 82.2, 82.3, etc. es tal que para un devanado estatórico con cinco devanados de fase se disponen cuatro ranuras entre las bobinas, que son directamente adyacentes de forma unitaria unas respecto a las otras. En caso de que se trate de un devanado estatórico que presenta tres devanados de fase, entonces se disponen de forma análoga dos ranuras entre cada una de las bobinas 82. En caso de que se trate de un devanado estatórico de cinco fases, entonces se disponen, tal y como se muestra en la figura, cuatro ranuras 105 y/o 106 entre cada una de las bobinas 82.

35 En consecuencia, se describe un procedimiento para producir un devanado estatórico en una máquina eléctrica 10, en particular un generador de corriente alterna, en el que el devanado estatórico 18 presenta al menos n devanados de fase y un devanado de fase tiene varias bobinas 82 directamente devanadas de forma consecutiva unas sobre las otras con lados de bobina 88 y conectores de bobina laterales 91, en el que las bobinas 82 se dividen en primeras y segundas bobinas. Además, se proporciona una herramienta de conformación 100 en la que están disponibles las ranuras 105 y/o 106, las cuales son adecuadas para colocar las bobinas 82. Una primera bobina es una bobina en una determinada posición de la etapa previa del devanado de fase y/o del propio devanado de fase, mientras que una segunda bobina es otra bobina 82 que sigue a la primera bobina como siguiente bobina 82. Por consiguiente, está previsto que estén dispuestas una primera bobina en una ranura y una segunda bobina en otra ranura. Entre la primera bobina y la segunda bobina 82 están dispuestas, tal y como se ha previsto, n-1 ranuras.

40 En la figura 6b se muestra en perspectiva cómo el devanado mostrado en la figura 5b y/o en la figura 5a se coloca en la herramienta de conformación 100 y/o en la parte inferior 101 y/o en su parte superior 102.

50 En la vista lateral según la figura 7 se pueden apreciar los conectores de bobina laterales 91.2 y 91.4; véase también la figura 4a. Además, se muestran también en una vista esquemática los conectores de bobina 94.1 y 94.2. En el extremo inferior de la herramienta de conformación 100 sobresalen los conectores de bobina laterales 91.1, 91.3 y 91.5 de las ranuras 105 y/o 106. En la representación de la figura 7 se muestra solo una etapa previa de un devanado de fase, como el ya visto en la figura 6.

55 En la figura 8a se muestra una representación esquemática, en la que se colocan en total cinco devanados de fase y/o sus etapas previas en la herramienta de conformación 100 y/o las dos partes de la herramienta, parte inferior 101 y/o parte superior 102. Los conectores de bobina aquí mostrados están dispuestos detrás de las partes inferiores 101 y/o de las partes superiores 102, desde la perspectiva de alguien que está mirando la figura 8a. Asimismo, esto aplica para los conectores de bobina 94.2 de cada uno de los devanados de fase.

60 La figura 8b muestra una vista en perspectiva de la disposición mostrada en la figura 8a. Las cinco etapas previas de los devanados de fase se colocan en la herramienta de conformación 100. Esta disposición en la herramienta de conformación 100 incluye en total cinco devanados de fase que están previstos para un núcleo de estátor que presenta ochenta ranuras abiertas radialmente hacia dentro. Según la configuración aquí mostrada, están previstos, en el núcleo de estátor que se produce posteriormente, seis conductores, apilados unos encima de los otros, por ranura. Los cinco

devanados de fase 120, 121, 122, 123 y 124 están en este caso en las partes, que antes se han colocado unas sobre las otras, de la herramienta de conformación 100, en la parte inferior 101 y en la parte superior 102, desde cuyas superficies frontales axiales 130 y/o 131 se meten en las ranuras 105 y/o 106.

5 En la figura 8c se muestra una alternativa al procedimiento de apilado según la figura 8b. Para ello, según la figura 8c se ha dispuesto una parte superior 102 en cuyas ranuras 106 se coloca cada uno de los devanados de fase y/o sus etapas previas. Aunque según el ejemplo de realización de la figura 8b en principio no es necesario ninguna secuencia en particular para introducir el devanado de fase en las ranuras 105 y/o 106, sino que tan solo se debe tener en cuenta cómo se disponen entre sí cada uno de los conectores de bobina 91.2, según el ejemplo de realización de la figura 8c hay que mantener una secuencia exacta en lo que respecta a la ubicación de cada conector de bobina 94.2 y de los otros conectores de bobina 94.3, 94.4, etc. Para poder alcanzar la estructura (mostrada en la figura 8b) de la ubicación de cada uno de los conectores de bobina 94 en la herramienta de conformación 100, es necesario, según la variante de realización de la figura 8c, colocar cada uno de los devanados de fase según una determinada secuencia en la parte superior 102 de la herramienta de conformación. Por lo tanto, se comienza con el devanado de fase 124, a continuación se coloca el devanado de fase 123, al que le sigue el devanado de fase 122 y a continuación el devanado de fase 121, para finalmente acabar con el devanado de fase 120. Siguiendo esta secuencia se obtiene la disposición del conector de bobina 94.2 mostrado en la figura 8b. Después de que se han colocado los cinco devanados de fase (120 hasta 124) del ejemplo en la parte superior 102, se pone la parte inferior 101 sobre el devanado y/o sobre la parte superior 102. Este paso no se muestra aquí, aunque después de este paso la situación es la misma que la mostrada en la figura 8b.

Está previsto que en la herramienta de conformación 100 todos los devanados de fase 120 hasta 124 se introduzcan al mismo tiempo para que sean conformados al mismo tiempo. En este caso está previsto que el conector de bobina 94 no reduzca su longitud axial, pero que el conector de bobina lateral 91 sí reduzca su proyección y/o longitud axial durante el procedimiento de conformación.

Alternativamente, los devanados de fase 120 hasta 124 pueden colocarse también en la parte inferior 101. La secuencia de los devanados de fase a colocar se debe ajustar entonces si se debe alcanzar el mismo resultado de la figura 8b. Por consiguiente, se colocará primero el devanado de fase 120, a continuación el devanado de fase 121, a continuación el devanado de fase 122, a continuación el devanado de fase 123 y a continuación el devanado de fase 124.

Como se ha descrito en la figura 8b y/o en la figura 8c, está previsto que los devanados de fase 120 hasta 124 se coloquen en la dirección de los lados de bobina (figura 8b) o en la herramienta de conformación 100 transversalmente a la misma. Colocar los lados de bobina 88 transversalmente a la herramienta de conformación 100 significa que la dirección de movimiento durante la colocación de la herramienta de conformación presenta al menos una componente que se dirige perpendicularmente a los lados de bobina 88 y de la dirección del hilo.

En la figura 9 se muestra el siguiente paso que sigue la disposición según la figura 8b. Para mayor claridad, solo se muestra el devanado de fase 120. Con los otros devanados de fase 121 hasta 124 que aquí no se muestran pasa exactamente lo mismo, de manera que los correspondientes devanados de fase están colocados solo desplazados por una ranura 105 en la parte inferior 101 y/o una ranura 106 en la parte superior 102. Tal y como se ha explicado anteriormente, cada bobina 82 presenta lados de bobina 88. Estos lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5 forman un grupo 130. Este grupo 130 tiene la característica de que se coloca en la parte inferior 101 y ahí en una ranura 105, sin que la ranura 106 de la parte superior 102 sobresalga.

Además, se puede apreciar otro grupo 133 que comprende los lados de bobina 88.2, 88.4 y 88.6. Los lados de bobina 88.2, 88.4 y 8.6 de este grupo 133 tienen en común que estos lados de bobina 88 se colocan en una ranura 106 de la parte superior 102 y no se extienden más allá de lo que estos sobresalen en una ranura 105.

Estas características de los grupos 130 y/o 133 tienen el propósito (definido a través de un plano de separación 136) de no encontrarse en los lados de bobina 88 y, por consiguiente, este plano de separación 136 no puede ser bloqueado por los lados de bobina 88, en particular los lados de bobina 88.5 y 88.2. Esto es importante en este sentido, ya que la parte superior 102 debe desplazarse frente a la parte inferior 101. Según el paso del procedimiento adicional previsto, está previsto que la parte superior 102 se desplace como indica la flecha 139 con respecto a la parte inferior 101, para así desplazar los lados de bobina del grupo 133 frente a los lados de bobina 88 del grupo 130 hasta tal punto que los lados de bobina 88 del grupo 133 lleguen a encontrarse frente a otro grupo 130 en una ranura 105 que pertenecen a otra bobina, en concreto, a la bobina 82.2. Así, el grupo 133 se desplazará hasta que se dispongan n - 1 ranuras 105 en la dirección de desplazamiento de los lados de bobina 88 tras el desplazamiento de una bobina 82 entre los dos grupos 130 y 133. Puesto que en este ejemplo de realización n vale cinco, hay una separación de cuatro ranuras 105 entre el grupo 130 de la bobina 88.1 y el grupo 133 de la bobina 82.1. En consecuencia, está previsto un procedimiento, según el cual uno o más devanados de fase 121, 122, 123, 124, 125, se colocan en ranuras 105, 106; 105', 106' de una herramienta de conformación 100 y cada bobina 82 presenta lados de bobina 88, en el que un grupo 133 de los lados de bobina 88 se desplazan frente a otro grupo 130 de los lados de bobina 88 de la misma bobina 82 y con ello se conforman, y en el que entre los dos grupos 130, 133 están dispuestas n - 1 ranuras 105 en la dirección de desplazamiento de los lados de bobina 88. Si el ejemplo de realización fuera una estructura de tres fases, entonces

ES 2 730 756 T3

la cantidad de ranuras 105 entre los dos grupos 130 y/o 133 sería de dos ranuras 105. En una estructura de seis fases la separación sería $n - 1 = 5$, y en una estructura de siete fases la separación sería $n - 1 = 6$ ranuras 105.

5 Está previsto que en la herramienta de conformación 100 todos los devanados de fase 120 hasta 124 se introduzcan al mismo tiempo para que sean conformados al mismo tiempo. No obstante, en principio también es posible que los devanados de fase 120 hasta 124 se conformen individualmente, cada uno por sí mismo, para a continuación establecer n devanados de fase 120 hasta 124 unos sobre los otros.

10 Los devanados se retiran de la herramienta, quitando la parte superior 102 de la parte inferior 101 en dirección radial posterior (dirección de apilamiento de los lados de bobina 88) y solo entonces se retira el devanado de la herramienta. La parte superior 102 y la parte inferior 101 deben, por lo tanto, poderse mover la una respecto a la otra en dos planos y/o direcciones axiales (dirección circunferencial posterior y dirección radial posterior).

15 En la figura 10 se muestra de una forma muy esquemática una vista de los lados de bobina 88. A diferencia del ejemplo de realización descrito anteriormente, esta sección de ranura 140 no presenta seis lados de bobina 88.1 hasta 88.6, sino cinco lados de bobina 88.1 hasta 88.5. Esto se debe a que en la producción, por ejemplo, según la figura 8a y/o 9, la primera y la segunda bobina 82 presentan un número de vueltas diferentes. Por lo tanto, una primera bobina presenta, por ejemplo, tres vueltas, mientras que una segunda bobina presenta dos vueltas. En el caso de una de estas configuraciones, resultan, tras el desplazamiento según la figura 9, cinco lados de bobina, que están dispuestos unos encima de los otros y, por lo tanto, pueden colocarse en una ranura de un núcleo de estátor. En el lado izquierdo de la figura 10 se denota la dirección con la letra r , que indica el incremento hacia fuera del radio desde un punto medio posterior de un núcleo de estátor circular. En otras palabras, el conector de bobina lateral 91.1 inferior se encuentra en la parte exterior más alejada radialmente, mientras que el conector de bobina lateral 91.5 está dispuesto en la parte más interior radialmente. Los conectores de bobina lateral 91.1 y 91.3 de la figura 10 que se encuentra en la parte exterior más alejada radialmente son originalmente conectores de bobina laterales de una segunda bobina con solo dos vueltas, mientras que los conectores de bobina laterales 91.1 hasta 91.5 que se encuentran más al interior radialmente son los conectores de bobina laterales de una primera bobina con tres vueltas. Este fenómeno será discutido más adelante en otra parte dentro de la descripción.

20 La figura 10 muestra un estado final de una sección de ranura 140 y de las zonas de transición 149 que están dispuestas a ambos lados de la sección de ranura 140 respectivamente. Fuera de la zona de transición 149 se unen las respectivas zonas del cabezal de devanado 152. Según el paso del procedimiento previsto hay una sección transversal de hilo redondo antes del moldeo sobre toda la longitud de la sección 146, de la zona de transición 149 y también de la zona del cabezal de devanado 152 para cada una de las secciones de hilo (no designadas aquí en tanto detalle) en la forma de partida aquí seleccionada, tal y como se esboza abajo. Mediante la conformación y/o el moldeo está previsto deformar, a partir de la zona de sección transversal esbozada con la letra a) y/o bajo la letra a), y/o con la sección 146, de tal forma que los hilos no presenten ninguna sección transversal redonda, sino que el contorno exterior de la totalidad de todos los lados de bobina 88 presenten un contorno exterior en forma trapezoidal (envoltura), designado con la letra c). Este contorno en forma trapezoidal debe ser moldeado de la misma forma sobre toda la sección 146 que se coloca en una ranura de un núcleo de estátor; véase también b) y d). En cada una de las posiciones extremas de la sección 146 empieza respectivamente una zona de transición 149 que tiene una longitud de unos pocos milímetros. Por el extremo más alejado de la sección 146 de la zona de transición 149, dicha zona de transición 149 pasa a la sección transversal ya mencionada anteriormente, tal y como se describe en a). La zona de sección transversal, tal y como se esboza aquí para e) es la misma que para a). La zona de transición se moldea para definirse según la invención y representa un contorno que pasa con respecto a la máquina eléctrica en la dirección axial (eje de giro del rotor) de forma continua desde la sección transversal de forma trapezoidal a la sección redonda de los hilos individuales.

25 Además, está previsto que las bobinas 82 tengan una zona de transición 149 moldeada entre los lados de bobina 88 y los conectores de bobina laterales 91.

30 En la figura 11a y en la figura 11b se muestran vistas laterales en forma de corte de la sección transversal de dos secciones de ranura 140 de dos ejemplos de realización distintos. Esta sección de ranura 140 se introduce entre dos dientes 155 en una ranura 158. Mientras la ranura izquierda de la figura 11a presenta en general una sección transversal en forma trapezoidal de los lados de bobina 88.1 hasta 88.5, la ranura 158 presenta en la figura 11b una sección transversal de la ranura algo más compleja. Así, la sección transversal de la ranura tiene forma rectangular en la zona de la sección de ranura 159, mientras que en la sección de ranura 160, por contra, tiene forma trapezoidal. La ubicación de los lados de bobina 88.1 hasta 88.5 es en este caso como sigue: El lado de bobina 88.1 se encuentra, con respecto al núcleo de estátor 17, en la parte exterior más alejada radialmente, mientras que el lado de bobina 88.5 se encuentra en la parte más alejada del interior. Como se puede apreciar en la figura 10 al comparar la sección transversal b) con la sección transversal de la figura 10a), mediante el moldeo de la sección de ranura 140 se logra que se deformen los hilos y/o las secciones transversales de los hilos originalmente realizadas con una sección transversal redonda, y que, por ejemplo, el lado de bobina 88.5 situado radialmente en el interior se aplaste con bastante fuerza en dirección circunferencial.

35

Tal y como se muestra en la figura 11a) y en la figura 11b), está previsto que los lados de bobina 88.1 hasta 88.5, y con ellos, diversos lados de bobina se moldeen de diversas formas. Tal y como se muestra en la figura 11c y en la figura 11d, está previsto moldear los lados de bobina 88 en una herramienta de moldeo 186. Esto es posible según la figura 11c (representada de forma esquemática), por ejemplo, en un estado temprano del procedimiento de devanado, por ejemplo, poco después de devanar la bobina 82, de manera que los lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5 en principio se colocan en una ranura de moldeo 189 que está separada de una ranura de moldeo 190 para los lados de bobina 88.2, 88.4 y 88.6. A continuación, por medio del punzón de moldeo 193, la bobina 82 se moldea todavía antes del desplazamiento de los lados de bobina según la figura 9. Alternativamente, según la figura 11d también es posible, en un paso posterior del procedimiento, por ejemplo, después del entrelazado, moldear los lados de bobina 88.1 hasta 88.5 en una ranura de moldeo 196, conjuntamente y de una vez, por medio de un punzón de moldeo 193.

El moldeo, según la figura 11d) también se puede realizar de tal manera que todos los devanados de fase 120 hasta 124 se conformen con todos sus lados de bobina a la vez en una herramienta de moldeo 186 (por ejemplo, después del entrelazado).

En la figura 12a) hasta e) se muestra el núcleo de estátor 17 para una representación más clara tras la colocación de los devanados de fase 120 hasta 124, de manera que en el núcleo de estátor 17 se muestran por separado en cada uno de los respectivos devanados de fase 120 hasta 124. Cada uno de los devanados de fase 120 hasta 124 son básicamente iguales en su estructura. La única diferencia entre cada uno de los devanados de fase 120 hasta 124 es que estos se colocan en el núcleo de estátor 17 empezando desplazados una ranura. El devanado de fase 120, que se coloca empezando por la ranura 1, presenta lo que se denomina un saliente de devanado 163. Puesto que este núcleo de estátor es un núcleo de estátor 17, que se produce según la denominada técnica de empaquetado plano, (véase también, por ejemplo, el paso de introducción citado) forma un núcleo de estátor 17 de este tipo mediante el apilado de láminas 166 individuales básicamente rectas. Estas láminas 166 coinciden normalmente al menos en la zona de la ranura y se apilan en la dirección de las ranuras 158, de manera que se forma un paquete de láminas básicamente en forma de cubo y/o un núcleo de estátor 17. Para la producción de este paquete, por lo general, estas láminas 166 se unen entre sí formando un paquete fijo, por ejemplo, por medio de costuras de soldadura en un lado posterior 169 de un yugo 172 o en el lado interior de la ranura. Tras colocar todos los devanados de fase 120 hasta 124 en el núcleo de estátor 17, este se dobla en redondo de tal forma que las aberturas y/o las rendijas de ranura 175 que se encuentran en las ranuras 158 apuntan en dirección radial hacia el interior. En este caso, las dos superficies frontales 177 y/o 176 se colocan una contra la otra y a continuación, por medio de una técnica de unión, como la soldadura, se unen entre sí por adherencia de materiales. En ese momento el núcleo de estátor está completo con el devanado estatórico 18 y puede instalarse en la máquina eléctrica 10 y/o entre las dos tapas del cojinete 13.1 y 13.2.

La ubicación del devanado de fase 120 en el núcleo de estátor 17 es en este caso como sigue: El único devanado de fase está presente, tal y como se ha descrito anteriormente haciendo referencia a las figuras 2 hasta la 9 (incluida esta última). El devanado de fase en el estado según la figura 9 presenta su terminal de fase 95 perpendicular al plano; dicho terminal está orientado detrás de la parte inferior 101. El devanado de fase 120 mostrado en la figura 9 está casi girado (con respecto a la figura 12a) en torno a la flecha 136 de la figura 9, de manera que el terminal de fase 95 tras el giro y, tal y como se muestra en la figura 12, está dispuesto arriba a la izquierda, es decir, en la ranura 1 en la ubicación de ranura más exterior. A partir de este terminal de fase 95 se extiende un lado de bobina 88.1 en las primeras ubicaciones de ranura en dirección de la ranura detrás del núcleo de estátor 17, para desde allí, después de la transición por el conector de bobina lateral 91.1 y la introducción en la ubicación de ranura 4, pasar a la ranura 6 en el lado de bobina 88.2. Desde ahí, el hilo sale de la ranura 6 y pasa al conector de bobina lateral 91.2, que entra, en el lado delantero del núcleo de estátor 17, a la ubicación de ranura 2, es decir, a la segunda ubicación radial más exterior en la ranura 1. Ahí, el hilo pasa al lado de bobina 88.3. Desde ahí, el hilo pasa entonces al conector de bobina lateral 91.3, a continuación pasa al lado de bobina 88.4 (ubicación de ranura 5, segunda posición más interna), para pasar desde ahí, de nuevo, al conector de bobina lateral 91.4, que pasa por la tercera posición y por el lado de bobina 88.5. El hilo abandona la ranura 158 por el lado posterior de la ranura 1 hacia la posición de ranura 3, pasa a su vez a un conector de bobina lateral, en concreto al conector de bobina lateral 91.5, que después del paso por la ranura 6 sale ahí a su vez de la posición radial más interior y en presencia del lado de bobina 88.6, y pasa de la posición radial más interior como conector de bobina 94.1 a la posición radial más exterior. Cada una de las etapas adicionales que sigue el hilo se resumen brevemente a continuación:

- a) Entrada en la ranura 11, posición radial más interior (ubicación de ranura 6), lado de bobina 88.1, a continuación
- b) Conector de bobina lateral 91.1,
- c) Ranura 6, ubicación de ranura 3, lado de bobina 88.2,
- d) Conector de bobina lateral 91.2,
- e) Lado de bobina 88.3 (segunda ubicación de ranura más interna radialmente), posición de ubicación de ranura 5,

d) Conector de bobina lateral 91.3,

e) Entrada en la segunda ubicación de ranura más exterior en ranura 6, lado de bobina 88.4,

f) Conector de bobina lateral 91.4,

g) Lado de bobina 88.5, ranura 11, ubicación de ranura 4,

h) Lado de bobina 91.5,

i) Lado de bobina 88.6, ranura 6, ubicación de ranura más exterior radialmente,

j) Ubicación de ranura 1, transición al conector de bobina 94.2, que pasa a la ubicación radial más exterior, es decir, de la ranura 6, ubicación de ranura 1 a la ranura 11, ubicación de ranura 1.

El devanado de fase 120 termina entonces físicamente en el ya mencionado saliente de devanado 163, que en teoría se encuentra en una posición de ranura 81, aunque se introduce más tarde en la ranura 1 poco antes de completar el doblado circular del núcleo de estátor 17. Este saliente de devanado 163 consiste en tres lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5. Aunque el extremo del devanado de fase no termina en el saliente, sino en el núcleo de estátor; véase también la figura 12.

Como ya se ha mencionado, el devanado de fase 121, figura 12b, está desplazado en una ranura y empieza en la ranura 2, en la misma posición con respecto a la ubicación de ranura. Lo mismo aplica al devanado de fase 121, que empieza en la ranura 3, al devanado de fase 123, que empieza en la ranura 4 y al devanado de fase 124, que empieza en la ranura 5. Por lo tanto, el saliente de devanado 136 del devanado de fase 121 se encuentra, en teoría, en la posición de ranura 2 y se coloca posteriormente antes de la finalización del doblado circular en la ranura 2 sobre los lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5 que ya se encuentran ahí. El devanado de fase 121 también tiene un saliente del devanado 163 que se encuentra, sin embargo, en la posición de ranura 3 y se introduce, en consecuencia, posteriormente, antes de la finalización del doblado circular en la ranura 3 sobre los lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5. El saliente de devanado 163 del devanado de fase 123 se encuentra en la posición de ranura 4 y se introduce antes del doblado circular y/o de la finalización del doblado circular en la ranura 4 sobre los lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5. Del mismo modo, el saliente de devanado 163 del devanado de fase 124, que se encuentra en la posición de ranura 5, se coloca, antes de la finalización del doblado circular, en la ranura 5 en los lados de bobina 88.1, 88.3 y 88.5.

Según el ejemplo de realización de la figura 12 hay n terminales de fase 180, que salen del respectivo extremo frontal 176 y/o 177 de los n terminales de fase 95 a las primeras n ranuras 158 y/o a las últimas n ranuras 158.

Cada una de las bobinas 82 está realizada como lo que se denomina bicapa. Es decir, los lados de bobina 88 están dispuestos radialmente en diversas (dos) capas.

Además, se colocan típicamente una de cada dos bobinas 82.2 (82.4, 82.6, 82.8, 82.10, 82.12, 82.14, 82.16) con sus lados de bobina (88.1, 88.3, 88.5; 88.2, 88.4, 88.6) en dos ranuras 158, de manera que dos conectores de bobina 94.1 y 94.2 unen de dos en dos los lados de bobina 88.1 y 88.6 de bobinas adyacentes 82.1 y 82.3, es decir, unen cada primer y/o último lado de bobina adyacente, de manera que estos lados de bobina 88.6 y/o 88.1 que se colocan en la misma ranura 158, al igual que los lados de bobina 88.1, 88.3, 88.5; 88.2, 88.4, 88.6 de las bobinas 82.2 que se encuentran entre medias.

La figura 13 muestra el devanado de fase 120 en el núcleo del estátor 17 después del doblado circular del núcleo de estátor 17 con los devanados de fase 120 y/o 124. Por simplicidad y claridad, en la representación se han omitido las fases 121 hasta 124. Tal y como se ha indicado, en la figura 12a hasta e, la posición de los otros devanados de fase 121 hasta 124 respecto a los respectivos devanados de fase anteriores solo está desplazada una ranura, empezando por el devanado de fase 120. También se puede apreciar un terminal de fase 180, así como unas costuras de soldadura 183 que unen los dos extremos frontales 177 y/o 176 entre sí. El núcleo de estátor 17 tiene básicamente una abertura central 184. La figura 13 muestra una vista lateral de la conexión del estátor 16, que por lo general es el lado que está enfrente del rectificador en la máquina eléctrica 10 construida como un generador de corriente alterna.

Además, el estátor 16 también se puede describir de tal manera que en el contorno interior y el contorno exterior de su núcleo de estátor 17 al menos un grupo de conectores de bobina 94.1, 94.2 de una sola capa están dispuestos varios devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124, de manera que los conectores de bobina 94.1, 94.2 están dispuestos en ranuras 158 inmediatamente adyacentes y se cruzan entre sí. Entre un grupo de conectores de bobina 94.2 de una sola capa ubicados en el contorno exterior del núcleo de estátor 17 y un grupo de conectores de bobina 94.1 de una sola capa ubicados en el contorno interior del núcleo de estátor 17, están dispuestos conectores de bobina laterales 91 de varios devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124.

ES 2 730 756 T3

En la figura 14 a y b se muestra un ejemplo de realización para la producción de un devanado de fase 120 que presenta cinco lados de bobina 88 por ranura. Para ello, tal y como se ha explicado en la figura 3, se devana una primera bobina 82.1 con tres vueltas 85 y una segunda bobina 82.2 con dos vueltas 85. La secuencia se repite de forma correspondiente el número de veces que sea necesario, de manera que, por ejemplo, se logra en total un devanado con dieciséis bobinas 82.

De manera análoga a los procedimientos que se han explicado en relación con las figuras 4a, 4b y 5a, se gira cada una de las bobinas 82 de manera consecutiva 90°, de manera que se consigue la forma mostrada en la figura 14 con respecto a cada devanado de fase individual.

Para que la ubicación de cada una de las bobinas 82.2 y 82.4 (en general de las bobinas que presentan menos vueltas 85 que otras bobinas 82) sea tal que la parte inferior 101 se pueda desplazar con respecto a la parte superior 102, se incluyen ranuras en la parte superior y en la parte inferior, cuyas bobinas 82.2 y 82.4 se tienen que disponer con menos vueltas 85, con una profundidad de ranura más pequeña que las otras ranuras. Así, en caso de que el número de fases sea de cinco, siguen las bobinas 82.1, 82.3... que se disponen en cinco ranuras 105 y/o 106 con más vueltas 85; les siguen otras cinco bobinas 82.2, 82.4... que se disponen en ranuras 105' y/o 106' con menos vueltas 85. En caso de que el número de fases sea de tres, seis o siete, les siguen respectivamente tres, seis o siete de estas ranuras 105, 105', 106, 106' una detrás de la otra. A continuación, después de colocar todos los devanados de fase 120 hasta 124 (no mostrados), se desplaza la parte superior 102 con respecto a la parte inferior 101. Una vez que todos los devanados de fase 120 hasta 124 después del entrelazado ya no están dispuestos en una capa, la cual solo comprende cinco ubicaciones de ranura previstas en el núcleo de estátor 17, los devanados de fase 120 hasta 124, dispuestos en la herramienta de conformación 100 sobre seis ubicaciones de ranura en total, deben desplazarse de tal forma que se alcancen las cinco ubicaciones de ranura previstas.

En referencia a las figuras 6a y 14, está previsto, por lo tanto, que la herramienta de conformación 100 tenga una parte inferior 101 provista de ranuras 105, 105' y una parte superior 102 provista de ranuras 106, 106', de manera que las ranuras 105, 106 presenten una profundidad de ranura igual (figura 6a) o unas profundidades de ranura diferentes (figura 14).

En las figuras 15a hasta 15e se muestran de una forma muy similar cinco devanados de fase en un segundo ejemplo de realización. A diferencia de la representación de la figura 12a hasta e, estos cinco devanados de fase 120 hasta 124 presentan solamente cinco lados de bobina 88 por cada ranura 158. Por lo tanto, las bobinas tienen asociados diferentes números de vueltas. Así, según la figura 12, la primera bobina tiene tres vueltas en concreto, al igual que los devanados de fase. Sin embargo, a diferencia de la primera bobina, la segunda bobina presenta solo dos vueltas. Por consiguiente, se da a conocer una bobina 82.1 que presenta un número de vueltas que es impar y se da a conocer una bobina de 82.2 cuyo número de vueltas es par. En el ejemplo de realización según la figura 14 hay una primera bobina junto a la bobina 82.1 y una segunda bobina junto a la otra bobina 82.2. El procedimiento de producción para los devanados de fase 120 hasta 124, tal y como se muestra en la figura 15, es ligeramente diferente al correspondiente a la figura 6a: mientras que la bobina 82.1 sigue presentando tres vueltas, la bobina 82.2 presenta solo dos vueltas. Una herramienta de conformación, como la que se muestra básicamente en la figura 6a, para la producción de los devanados de fase 120 hasta 124 según la figura 15 es en este sentido algo diferente a lo que serían las ranuras 105 y/o 106 en la parte inferior 101 y/o la parte superior 102 en la posición de la segunda bobina 82.2 saliendo desde el plano de separación 136, implementándose con una profundidad algo menor; véase también la figura 14a y b. Así, por ejemplo, el conector de bobina 94.1 de la primera bobina 82.1 viene, por consiguiente, ligeramente inclinado al plano de separación 136 para sobresalir algo más cera del plano de separación 136 dirigido a la ranura 106'. El conector de bobina 94.2 sale, por consiguiente, a una posición desde la ranura 105', que está dispuesta algo más cerca del plano de separación 136. El conector de bobina 94.2 sobresale entonces de nuevo de la ranura 105, en la que se encuentra la bobina 82.3, de nuevo en la posición más alejada del plano de separación 136 en la ranura 105.

Mientras que la disposición mostrada en la figura 13 muestra un núcleo de estátor 17 y/o un estátor 16 que presenta cinco fases que están dispuestas en 80 ranuras y presentan seis conductores por ranura, es decir, seis lados de bobina 88 por ranura, en la figura 16 se muestra de una forma análoga, un estátor 16 de cinco fases, cuyos devanados de fase 120 hasta 124 están dispuestos en 80 ranuras y presentan cinco lados de bobina 88 por cada ranura 158.

En la figura 16 se muestra la vista del estátor 16, el cual, por lo general, está asociado a un rectificador. El lado opuesto es por lo general el lado que está opuesto a un lado accionamiento, es decir, a una tapa del cojinete, que está colocada más cerca de un disco de polea, y en cualquier caso de un accionamiento del rotor.

A continuación se describe en la figura 17 cómo los devanados de fase 120 hasta 124 se pueden colocar alternativamente unos respecto de los otros en el núcleo de estátor 17. Mientras que en la figura 17a el devanado de fase 120 está colocado igual que en el caso de la figura 12a, en la figura 12b el devanado de fase 121 está colocado en la segunda ranura con los lados de bobina que antes han formado el saliente de devanado 163, de manera que el terminal de fase 95 y/o el terminal 180 están dispuestos en el mismo lado del núcleo de estátor 17 de como están los terminales 95 y/o 180 del devanado de fase 120. En otras palabras: El devanado de fase 121 es exactamente igual que el devanado de fase 120 antes de su producción, aunque está girado 180° alrededor de un eje 190 que está orientado en la dirección de apilamiento de las láminas 166.

El devanado de fase 122 por su parte se introduce de la misma forma en el núcleo de estátor 17, como es el caso de la figura 12c; el devanado de fase 123 por su parte se gira contra el devanado de fase 120 alrededor del eje 190 y al mismo tiempo se coloca, por su parte, como en la figura 12d, empezando por la cuarta ranura en el núcleo de estátor 17. Tal y como se muestra en la figura 17b, el devanado de fase 121 empieza también en la segunda ranura, como el devanado de fase 121 de la figura 12b. El devanado de fase 124 está dispuesto de la misma manera que se muestra en la figura 12e. Los devanados de fase 121 hasta 124 tienen por su parte salientes de devanado 163 que ocupan las mismas ranuras y/o se extienden a las mismas posiciones de ranura que en el ejemplo de realización de la figura 12. No obstante, los salientes de devanado del devanado de fase 121 hasta 123 están hechos de otra forma y presentan un terminal de fase 95 respectivamente.

Según el ejemplo de realización de la figura 17, hay n terminales de fase 95, que salen del respectivo extremo frontal 176 y/o 177 a las ranuras 158 en la zona del extremo frontal 176. En las ranuras 158, en la zona del extremo frontal 177, así como en el extremo frontal 176, se encuentran distribuidos los terminales de fase 180.

En la figura 18a hasta d se muestran dos ejemplos de realización diferentes de cabezales de devanado 152 en el lado del estátor 16 que están situados más cerca del rectificador. Así, por ejemplo, puede estar previsto un cabezal de devanado 152 en el lado exterior radial, en el que un conector de bobina 94.2 de un grupo de conectores de bobinas 94.2 conecte primeras bobinas 82.1 con segundas bobinas, no como los otros en forma de triángulo, sino en forma de cuadrado. En el lado interior de este cabezal de devanado 152 están unidos, por ejemplo, los espacios intermedios entre los muslos de un lado del conector de bobina 94.1 en forma de triángulo con un sellado 300 o una capa de adhesivo 303. También pueden estar cerrados todos los espacios intermedios de un grupo de conectores de bobina 94.3. Ambas opciones se pueden ejecutar alternativamente.

Las figuras 18c y 18d muestran diferentes disposiciones de conectores de bobinas 94. Así, en el ejemplo de realización que ahí se muestra, en el lado interior del cabezal de devanado 152, solo se forman conectores de bobina 94.1 y 94.3 rectangulares, que además están apilados y/o escalonados (desviación del cabezal de devanado máxima creciente). Por el contrario, los conectores de bobina 94.2 y 94.4 están implementados en los lados exteriores radiales uniformemente y en forma triangular.

En la figura 19 se muestra una vista de un núcleo de estátor 17 según las figuras 12a hasta 12b después de que los devanados de fase 120 hasta 124 se hayan colocado en el núcleo de estátor 17. El correspondiente recorte muestra las ranuras 158 en la posición 6 hasta la ranura 158 en la posición 25 inclusive. En este caso, la forma del conector de bobina 94.1 y/o 94.2 es tal que este se extiende en forma de triángulo axialmente hacia fuera. Cada conector de bobina 94.1 cruza otro conector de bobina 94.1 cuatro veces en total. Lo mismo ocurre con el conector de bobina 94.2 de la figura 17a. Los conectores de bobina 94.1 pueden estar hechos, aunque no es imprescindible, en forma de triángulo, como se muestra en la figura 19a; así pues, pueden tener igualmente forma de arco (forma de semicírculo). En cualquier caso, estos conectores de bobina 94 adyacentes a los conectores de bobina en forma de arco cruzan también cuatro veces.

En el ejemplo de realización según la figura 19b se muestra la situación que presenta un núcleo de estátor 17 con los devanados de fase 121 hasta 124 según la figura 17. Los conectores de bobina 94.1 están distribuidos por igual sobre el contorno del núcleo de estátor 17 y/o también en estado plano sobre toda la longitud del núcleo de estátor 17. Esto tiene la ventaja, por ejemplo, de que no da lugar a una discontinuidad en el contorno del estátor y de ese modo la generación de ruido es más uniforme. En la figura 19c se muestra una variación del ejemplo de realización de la figura 19b, según el cual el conector de bobina 94.1 por un lado sobresale en forma rectangular de las ranuras 158 y por otro lado ocupa posiciones distintas en dirección axial. Esto tiene la ventaja de que el denominado cabezal de devanado y/o las zonas del cabezal de devanado 152 no se extienden tanto en la dirección radial. El cabezal de devanado y/o la zona del cabezal de devanado 152 tiene una extensión radial menor que los ejemplos de realización de la figura 19a y 19b.

En la figura 20a hasta d se muestran diferentes secuencias de montaje. Por lo tanto, está previsto en un principio que una vez se disponga del núcleo de estátor 17, se coloquen las láminas de aislamiento 200 en las ranuras 158. En una forma de realización preferida de la invención, las láminas de aislamiento se realizan de manera que sus extremos orientados en dirección a una cabeza del diente 203 que están por debajo de la cabeza del diente 203 todavía acaben en la ranura 158, sin estrechar la rendija de ranura 175; véase también la figura 20b. Después de colocar la lámina de aislamiento, los devanados de fase 120 hasta 124 se colocan en el núcleo de estátor 17 aislado previamente. Los lados de bobina 88 de los devanados de fase 120 hasta 124 se conforman previamente en su sección transversal, adaptándose así la sección transversal a la forma de la ranura en el estado doblado en forma circular del núcleo de estátor 17. Mediante la conformación del hilo (redondo en estado inicial) se busca que el cabezal de devanado 152 no se ensanche radialmente. En consecuencia, está previsto que los lados de bobina previstos para una ranura 158 presenten, en toda su extensión radial, una altura h2 que después de la conformación y/o el moldeo de los lados de bobina 88 de una ranura sea más grande que la altura h1 de la totalidad de los lados de bobina 88 que están previstos para una ranura 158. Así, la altura h1 es la suma de los lados de bobina 88.1 hasta 88.5 no moldeados (sección transversal de cobre con aislamiento de barniz o aislamiento de resina). Después de colocar, como se muestra en la figura 20c, los lados de bobina 88 de los devanados de fase 120 hasta 124, se dobla circularmente el núcleo de estátor

ES 2 730 756 T3

17, de manera que se forma un núcleo de estátor en forma cilíndrica y/o un núcleo de estátor en forma de anillo cilíndrico y en su conjunto un estátor 16.

5 Según la figura 21a, b y c, para un devanado estatórico 18 de cinco fases están previstos diferentes formas de conexionado entre sí para los devanados de fase 120 hasta 124 y con un circuito rectificador. Según la figura 21a está prevista una denominada conexión en pentagrama (conexión de cinco fases en pentagrama y/o conexión en estrella de cinco puntas), según la figura 21b una conexión en estrella de cinco fases y según la figura 21c una conexión en pentágono de cinco fases y/o un circuito en anillo de cinco fases.

10 El devanado estatórico 18 de la máquina eléctrica 10 debe estar equipado con n devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124, de manera que al menos un devanado de fase 120, 121, 122, 123, 124 se produzca según uno de los ejemplos de realización descritos anteriormente.

15 Está previsto un estátor 16 para una máquina eléctrica 10, en el que este presenta un núcleo de estátor 17, y el núcleo de estátor 17 tiene una abertura 184 básicamente central, con ranuras 158 y dientes 170 en el núcleo de estátor 17, que están abiertos hacia la abertura central 184 en dirección radial hacia dentro, con un devanado estatórico 18 con varios devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124 de una determinada cantidad n, en el que están dispuestas secciones de un devanado de fase 120, 121, 122, 123, 124 en varias ranuras 158 y con ello están dispuestas bobinas 82 con lados de bobina 88 en varias ranuras 158, en el que varios lados de bobina 88 de una bobina 82 están colocados en una ranura apilados unos sobre los otros con varias vueltas 85 y otros lados de bobina 88 de la bobina 82 están colocados y apilados en otra ranura 158, en el que un devanado estatórico 18 asienta en las ranuras del estátor 16 tal y como se describe.

25 Alternativamente, el estátor también puede ser descrito de la siguiente manera: Está previsto un estátor 16 para una máquina eléctrica 10, en el que este presenta un núcleo de estátor 17, y el núcleo de estátor 17 tiene una abertura 184 básicamente central, con ranuras 158 y dientes 170 en el núcleo de estátor 17, que están abiertos hacia la abertura central 184 en dirección radial hacia dentro, con un devanado estatórico 18 con varios devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124 de una determinada cantidad n, en el que están dispuestas secciones de un devanado de fase 120, 121, 122, 123, 124 en varias ranuras 158 y con ello están dispuestas bobinas 82 con lados de bobina 88 en varias ranuras 158, en el que varios lados de bobina 88 de una bobina 82 están colocados en una ranura apilados unos sobre los otros con varias vueltas 85 y otros lados de bobina 88 de la bobina 82 están colocados y apilados en otra ranura 158, en el que el devanado de fase 120, 121, 122, 123, 124 tiene varias de tales bobinas 88.1, 88.2 que están unidas entre sí consecutivamente como una sola pieza de forma, en el que dos bobinas 82.1, 82.2 unidas directamente entre sí como una sola pieza en un contorno interior del núcleo de estátor 17 está unidas entre sí mediante un único conector de bobina 94.1 y dos bobinas 82.2, 82.3 unidas directamente entre sí como una sola pieza en un contorno exterior del núcleo de estátor 17 está unidas entre sí mediante un único conector de bobina 94.2.

40 Los devanados de fase 120 hasta 124 deben presentar preferiblemente un número de conductores z/ranura de seis, el diámetro del hilo debe ser en tal caso $d = 1,95$ mm y el aislamiento debe realizarse con el grado 2. En este caso, el hilo tiene originalmente una sección transversal redonda y se moldeará en una de sus formas de ranura correspondiente a la ubicación de ranura y/o sección de forma de ranura. El factor de relleno, es decir, la relación de las secciones transversales de los hilos que se encuentran en una ranura incluido el aislamiento del hilo (laca, resina) con respecto a la sección transversal de la ranura (núcleo) debe ser inferior al 75 %.

45 Según la figura 22, la sección transversal de la ranura se debe dimensionar de la siguiente forma:

50 $d1a = 140$ mm, $d1i = 106$ mm, la longitud axial le (en la dirección del eje de rotación del rotor) debe ser de 37 mm. El número total de ranuras 158 debe ser 80. En una determinada realización, el arco z para 79 ranuras debe presentar aprox. $4,51^\circ$. Los diámetros $d1$ y $d2$ deben ser de 131,3 mm y 108 mm respectivamente. La ranura 158 realizada de forma simétrica presenta las distancias entre centros $c1$ y $c2$, que son de 2,2 y 1,6 mm respectivamente. Desde estas distancias entre centros, es decir, desde los correspondientes extremos de las dos longitudes especificadas, salen los radios $r1$ y $r2$, que son de 0,3 mm cada uno. La rendija de ranura presenta una anchura de 1,45 mm. La rendija de ranura está redondeada con $r3 = 0,3$ mm en el lado dirigido a la ranura 158; en el diámetro interior hacia la rendija de ranura está redondeada con $r4 = 0,3$ mm. La anchura máxima de un diente en la cabeza del diente es de 2,04 mm. La división de ranura Tau1 es de 5,16 mm en la base de ranura, mientras que la división de ranura Tau2 es de 4,24 mm en la cabeza del diente. La anchura de diente es $bz1 = 2,36$ mm en las proximidades de la base de ranura. La anchura de diente en las proximidades de la base de ranura está medida respecto a la dirección radial desde el centro del diente hacia fuera en el punto en el que el diente pasa con $r2$ a la curvatura de la cabeza del diente. La altura del yugo hJ es de 4,05 mm. Por lo tanto, resulta una superficie de $17,9$ mm² para la superficie de cobre (conductor sin aislamiento) en el caso de una superficie de ranura de 30,5 mm². Se consigue así un factor de relleno de cobre de 58,8.

65 La figura 23 muestra una sección longitudinal esquemática a través del núcleo de estátor 17 y del rotor 20. El diámetro exterior dp debe ser de 105,3 mm, el diámetro del eje 27 debe ser de 17 mm. El número de polos, es decir, el número de garras debe ser 16. Los otros tamaños especificados son el diámetro del núcleo de polo dk , la longitud del núcleo de polo lk , el espesor de la pletina l_{pk} de un polo de garra, un chaflán que por un lado está determinado por el ángulo

betakl y la longitud l_s , el diámetro interior d_{i2} en la punta de la garra, el diámetro d_{pka} en el espacio intermedio entre dos polos de garra, así como un diámetro en la intersección teórica del lado inferior del polo de garra con las superficies frontales interiores 210 de una pletina.

5 Una parte de los pasos de procesado descritos anteriormente, se aplican, en principio, a los ejemplos de realización que se describen a continuación. Esto aplica, por ejemplo, a los pasos de la figura 2, la figura 3, la figura 4a y la figura 4b. Se parte de la configuración mostrada en la figura 4a y 4b. Así, la primera bobina 82.1 y la segunda bobina 82.2 estarán colocadas una respecto a la otra de manera que presenten el mismo sentido de devanado. El conector de bobina 94.1 se plegará 180° en dirección de los conectores de bobina 91.2 y 91.4. Además, los lados de bobina 88.1 hasta 88.6 (no designadas ahí en tanto detalle) de la bobina 82.1, se desplazarán casi debajo de los lados de bobina 88.1 hasta 88.6 de la bobina 82.1. Análogamente, pasa lo mismo con las bobinas de 82.3 y 82.4, así como con el conector de bobina 94.3. La variante de un devanado de fase 120 mostrada en la figura 24a presenta una bobina 82 por cada dos vueltas. Un terminal de fase 95 lleva hasta la primera bobina 82.1, que está posicionada en paralelo a la segunda bobina 82.2. Ambas bobinas asientan una junto a la otra en la herramienta de conformación 100 y allí en dos ranuras 105 y 106 en la parte inferior 101 y la parte superior 102. Ambas bobinas 82.1 y 82.2 están unidas entre sí como una sola pieza a través de un conector de bobina 94.1. El conector de bobina 94.1 se extiende solo en la zona de esta pareja, desde las bobinas 82.1 y 82.2 hasta las ranuras 105 y 106 que están directamente opuestas en la herramienta de conformación. En la vista lateral de la figura 24a se pueden apreciar los conectores de bobina laterales 91.1, 91.2 y 91.3 junto a la bobina 82.1. Los lados de bobina 88.1, 88.2, 88.3 y 88.4 están representados como puntos. Análogamente, lo mismo aplica a la bobina 82.2.

En la herramienta de conformación 100 y/o en la parte inferior 101 y la parte superior 102 y enfrenadas en las ranuras 105 y 106 opuestas entre sí se encuentran, en consecuencia, dos bobinas 82.1 y 82.2. El primer lado de bobina 88.1 de la bobina 82.1 está dispuesto, en este caso, junto al primer lado de bobina 88.1 de la bobina 82.2. El segundo lado de bobina 88.2 de la bobina 82.1 está dispuesto, en este caso, junto al primer lado de bobina 88.2 de la bobina 82.2. El tercer lado de bobina 88.3 de la bobina 82.1 está dispuesto, en este caso, junto al tercer lado de bobina 88.3 de la bobina 82.2. El cuarto lado de bobina 88.4 de la bobina 82.1 está dispuesto, en este caso, junto al cuarto lado de bobina 88.4 de la bobina 82.2. La disposición de las bobinas 82.3 y 82.4 entre sí es análoga y en sus ranuras 105 y 106 (que están opuestas entre sí), así como la disposición de las bobinas 82.5 y 82.6 entre sí y en sus ranuras 105 y 106 (que están opuestas entre sí), y así sucesivamente.

Ambas bobinas 82.1 y 82.2 están unidas a través del conector de bobina 94.1. El conector de bobina 94.2 une la bobina 82.2 con la bobina 82.3. La estructura adicional del devanado de fase 120 es análoga. Los conectores de bobina 94.1, 94.2, 94.3, 94.4, 94.5, 94.6, etc. se encuentran, vistos en dirección de las ranuras 105 y 106 (dirección longitudinal de lado de bobina) en el mismo lado de la herramienta de conformación 100.

El otro par de bobinas 82.3 y 82.4 tiene entre sí exactamente el mismo sentido de devanado en la herramienta de conformación 100, aunque invertido con respecto a las bobinas 82.1 y 82.2. El primer par de bobinas 88.1 y 82.2, y el segundo par de bobinas 82.3 y 82.4, están unidos a través del conector de bobina 94.2 entre las bobinas 82.3 y 82.2. Desde la bobina 82.4 sale hacia su última vuelta otro conector de bobina 94.4 que une la bobina 82.4 con la bobina 82.5. Un grupo de este tipo formado por cuatro bobinas de 82.1 hasta 82.4 y sus conectores de bobinas 94.1 hasta 94.4 cubren dos polos. Si por ejemplo fueran necesarios 16 polos, entonces serían necesarios 8 de tales grupos. Análogamente, por ejemplo, para 12 polos se necesitarían 6 de tales grupos. Por lo tanto, se necesita siempre un múltiplo de tales grupos por devanado de fase, necesariamente del número de fases utilizadas.

En una disposición de devanados de fase 120, 121 y 122 para un estátor trifásico siguen otros dos devanados de fase 121 y 122 adicionales sobre el devanado de fase 120, de manera que los pares de ranuras tras los pares de ranuras descritos también están ocupados con un devanado de fase 121 y 122.

En la figura 24b se muestra la herramienta de conformación 100 después del entrelazado y con ello tras el desplazamiento de la parte inferior 101 y de la parte superior 102 entre sí. El desplazamiento relativo es de tres ranuras 105 y/o 106 y termina como en el ejemplo de realización según la figura 8a y 8b. Los lados de bobina de las bobinas 82.3 y 83.4 se desplazan sobre lados de bobina de las bobinas 82.1 y 82.2. En el ejemplo, los lados de bobina 88.4, 88.2 de la bobina 82.3 y los lados de bobina 88.2 y 88.4 de la bobina 82.1 están dispuestos unos encima de los otros en una línea en la secuencia mencionada. Análogamente, los lados de bobina 88.4 y 88.2 de la bobina 82.4 y los lados de bobina 88.2 y 88.4 de la bobina 82.2 están dispuestos unos encima de los otros en una línea en la secuencia mencionada. Por lo tanto, después del entrelazado se quedan separadas entre sí dos ubicaciones de lados de bobina: un lado de bobina 88.2 (de la bobina 82.1), que se encuentra más cerca del terminal de fase 95 (visto desde el camino eléctrico) y el último lado de bobina 88.4 (de la bobina 82.4) que guía otro par de ranuras 105 y/o 106, es decir, el lado de bobina 88.4 que está más alejado del terminal de fase 95. Además, estos dos lados de bobina no se encuentran en una línea. Generalizando, esto significa que después del entrelazado se quedan separadas entre sí un número de ubicaciones de lados de bobina (que corresponde con el número de vueltas de devanado de cada bobina 82): un lado de bobina 88.2 (de la bobina 82.1), que se encuentra más cerca del terminal de fase 95 (visto desde el camino eléctrico) y el último lado de bobina 88.4 (de la bobina 82.4) que guía otro par de ranuras 105 y/o 106, es decir, el lado de bobina 88.4 que está más alejado del terminal de fase 95. Puesto que después los lados de bobina de un par de ranuras 105 y/o 106 de este tipo se llegan a quedar igualmente en una ranura de un estátor, estas afirmaciones con respecto a la

ubicación después del entrelazado también son válidas para las ranuras en un estátor y/o núcleo de estátor. Además, en un par de ese tipo, formado por una ranura 105 y 106, también está dispuesto un lado de bobina 88.4 (de la bobina 82.2) y un lado de bobina 88.4 (de la bobina 82.4), que se unen directamente con un conector de bobina 94.2 y/o 94.4, y se unen directamente a un lado de bobina 88.1 (de la bobina 82.1) y/o a un lado de bobina 88.1 (de una bobina 82.5) respectivamente. Asimismo, el conector de bobina 94.2 está dispuesto de tal manera que el conector de bobina 94.2 une dos bobinas 82.2 y 82.3 solo dentro de una ubicación de ranura; véase también la figura 24a y 24b. Análogamente, el conector de bobina 94.4 está dispuesto de tal manera que el conector de bobina 94.4 une dos bobinas 82.4 y 82.5 solo dentro de una ubicación de ranura; véase también la figura 24a y 24b. «La misma ubicación de ranura» significa que la posición con respecto a la profundidad de la ranura 105 y/o 106 es la misma. Si se coloca la disposición según la figura 24b en un núcleo de estátor 17 y se dobla en redondo, entonces los conectores de bobina 94.4 y 94.2 ya mencionados quedan colocados unos encima de los otros con sus extremos iniciales y finales en una línea radial, de manera que los conectores de bobina 94.4 y 94.2 quedan colocados igual, uno encima del otro, aunque separados.

Por lo tanto, se da a conocer un procedimiento para producir un devanado estatórico 18 en una máquina eléctrica 10, en particular un generador de corriente alterna, en el que el devanado estatórico 18 presenta al menos n devanados de fase 120, 121, 122, 123, 124, y un devanado de fase 120, 121, 122, 123, 124 tiene varias bobinas 82 devanadas de forma consecutiva unas sobre las otras con lados de bobina 88 y conectores de bobina laterales 91, en el que las bobinas 82 se dividen en primeras bobinas 82.1 y segundas bobinas 82.2, con una herramienta de conformación 100 en la que están disponibles ranuras 105, 106 que son adecuadas para colocar las bobinas 82, en el que la primera bobina 82.1 está dispuesta en una ranura 105 y una segunda bobina 82.2 está dispuesta en la misma ranura 105.

Está prevista una configuración (figura 24a, 24b), en la que es preferible un devanado trifásico. El devanado está implementado con 16 polos y con los lados de bobina en dos filas. Están previstos ocho lados de bobina por ranura.

Una máquina eléctrica, en particular un generador de corriente alterna, presentaría, por lo tanto, un rotor 20 y un estátor 16, en el que el estátor 16 tendría un núcleo de estátor 17, con ranuras 158, en el que en las ranuras 158 está dispuesto un devanado estatórico 18 con varios devanados de fase 121,122, 123, 124, 125, en el que un devanado de fase 121,122, 123, 124, 125 presenta varias bobinas 82.1, 82.2, 82.3, 82.4 y se disponen en las ranuras 158 de tal forma que lados de bobina 88.4, 88.2 de la bobina 82.3 y lados de bobina 88.2 y 88.4 de la bobina 82.1 están dispuestos en una línea y preferiblemente en esta secuencia unos encima de los otros. La bobina 82.3 tiene, en este caso, un lado de bobina 88.2 que es el segundo lado de bobina 88.2 devanado de la bobina 82.3. Análogamente, el lado de bobina 88.4 es el cuarto lado de bobina 88.4 devanado de la bobina 82.3. La bobina 82.1 tiene, en este caso, un lado de bobina 88.2 que es el segundo lado de bobina 88.2 devanado de la bobina 82.1. Análogamente, el lado de bobina 88.4 es el cuarto lado de bobina 88.4 devanado de la bobina 82.1.

Alternativamente a, o en combinación con, la máquina recién descrita arriba, una máquina también se puede describir de la siguiente manera:

Una máquina eléctrica, en particular un generador de corriente alterna, presentaría, por lo tanto, un rotor 20 y un estátor 16, en el que el estátor 16 tendría un núcleo de estátor 17, con ranuras 158, en el que en las ranuras 158 está dispuesto un devanado estatórico 18 con varios devanados de fase 121,122, 123, 124, 125, en el que un devanado de fase 121,122, 123, 124, 125 presenta varias bobinas 82.1, 82.2, 82.3, 82.4 y se disponen en las ranuras 158 de tal forma que lados de bobina 88.2, (de la bobina 82.1), que se encuentra más cerca al terminal de fase 95 (visto desde el camino eléctrico) y un último lado de bobina 88.4 (de la bobina 82.4, es decir, de la siguiente más cercana con respecto a la bobina 82.1) están en una ranura 158, en el que el lado de bobina 88.4 lleva a otra ranura 158, o sea, el lado de bobina 88.4 (que está más lejos del terminal de fase 95) son dos ubicaciones de lados de bobina. Además, estos dos lados de bobina no se encuentran en una línea. Generalizando, esto significa que después del entrelazado se quedan separadas entre sí un número de ubicaciones de lados de bobina (que corresponde con el número de vueltas de devanado de cada bobina 82): un lado de bobina 88.2 (de la bobina 82.1), que se encuentra más cerca del terminal de fase 95 (visto desde el camino eléctrico) y el último lado de bobina 88.4 (de la bobina 82.4) que guía otro par de ranuras 105 y/o 106 y/u otra ranura 158, es decir, el lado de bobina 88.4 que está más alejado del terminal de fase 95. Puesto que después los lados de bobina de un par de ranuras 105 y/o 106 de este tipo se llegan a quedar igualmente en una ranura de un estátor, estas afirmaciones con respecto a la ubicación después del entrelazado también son válidas para las ranuras en un estátor y/o núcleo de estátor. Además, en tal ranura 158, también está dispuesto un lado de bobina 88.4 (de la bobina 82.2) y un lado de bobina 88.4 (de la bobina 82.4), que se unen directamente con un conector de bobina 94.2 y/o 94.4, y se unen directamente a un lado de bobina 88.1 (de la bobina 82.1) y/o a un lado de bobina 88.1 (de una bobina 82.5) respectivamente. Asimismo, el conector de bobina 94.2 está dispuesto de tal manera que el conector de bobina 94.2 une dos bobinas 82.2 y 82.3 solo dentro de una ubicación de ranura. Análogamente, el conector de bobina 94.4 está dispuesto de tal manera que el conector de bobina 94.4 une dos bobinas 82.4 y 82.5 solo dentro de una ubicación de ranura. «La misma ubicación de ranura» significa que la posición con respecto a la profundidad de la ranura 158 es la misma.

Tal y como puede apreciarse en el ejemplo de realización análogo de la figura 25a y 25b, puede haber dispuestas más de dos bobinas 82 (en este caso tres) en una ranura 105, 106. Las bobinas 82.1 hasta 82.3 también están dispuestas aquí devanadas en el mismo sentido.

Está prevista una configuración (figura 25a, 25b), en la que es preferible un devanado trifásico. El devanado está implementado con 16 polos y con los lados de bobina en tres filas. Están previstos doce lados de bobina por ranura.

5 En el ejemplo de realización de la figura 26a y 26b también están dispuestas dos bobinas 82.1 y 82.3 en una ranura 105, 106. Aunque entre estas dos bobinas 82.1 y 82.3 se encuentra eléctricamente otra bobina 82.2. Por lo tanto, además hay al menos una bobina 82.2 disponible, que está dispuesta en una ranura y por medio de unos conectores de bobinas 94.1 y 94.2 está unido eléctricamente con bobinas 82.1 y 82.3, que están dispuestos juntos en una ranura 105, 106. En este caso, los conectores de bobina 94.1 y 94.2 se encuentran más cerca de una base de ranura que de una abertura de ranura de la correspondiente ranura 105 y/o 106 que está unida.

15 La misma situación aplica también a otra bobina 82.3. En el ejemplo de realización de la figura 26a y 26b también están dispuestas dos bobinas 82.2 y 82.4 en una ranura 105, 106. Aunque entre estas dos bobinas 82.2 y 82.4 se encuentra eléctricamente otra bobina 82.3. Por lo tanto, además hay al menos una bobina 82.3 disponible, que está dispuesta en una ranura y por medio de unos conectores de bobinas 94.2 y 94.3 está unido eléctricamente con bobinas 82.2 y 82.4, que están dispuestos juntos en una ranura 105, 106. En este caso, los conectores de bobina 94.2 y 94.3 se encuentran más cerca de una base de ranura que de una abertura de ranura de la correspondiente ranura 105 y/o 106 que está unida.

20 Está prevista una configuración (figura 26a, 26b), en la que es preferible un devanado trifásico. El devanado está implementado con 16 polos y con los lados de bobina en dos filas. Están previstos ocho lados de bobina por ranura.

25 La situación de la figura 26a y 26b también aplica al ejemplo de realización de la figura 27a y 27b. Mientras que en el ejemplo de realización de la figura 26a y 26b los conectores de bobina 94.1 y 94.3 que se cruzan se encuentran en un lado del devanado que se encuentran frente al terminal de fase 95, la situación en la figura 27a y 27b es justo la contraria: el terminal de fase 95 está en el lado del cruce del hilo 312.

30 Está prevista una configuración (figura 27a, 27b), en la que es preferible un devanado trifásico. El devanado está implementado con 16 polos y con los lados de bobina en dos filas. Están previstos ocho lados de bobina por ranura.

Los ejemplos de realización de las figuras 28a y 28b, así como 29a y 29b son desarrollos adicionales de ejemplos de realización de la figura 27a y 27b y/o 26a y 26b.

35 Está prevista una configuración (figura 28a, 28b; figura 29a, 29b), en la que es preferible un devanado trifásico. El devanado está implementado con 16 polos y con los lados de bobina en tres filas. Están previstos doce lados de bobina por ranura.

40 Para los ejemplos de realización de las figuras 26a hasta 29b aplican, por ejemplo, las definiciones según las cuales al menos dos bobinas 82 están unidas entre sí a través de un conector de bobina 94 que une una de dos bobinas 82 en una ranura 105, 106 con otra bobina 82 en otra ranura 105, 106. También aplica que la otra bobina 82 está dispuesta en la herramienta de conformación 100 de tal manera que una bobina 82 o dos bobinas 82 o más bobinas 82 están dispuestas eléctricamente entre esta bobina 82 y la primera bobina 82.

45 Según los ejemplos de realización de las figuras 26a hasta 29b, conectores de bobina 94 se cruzan dentro de un devanado de fase 120, 121, 122.

Entre la primera bobina 82.1 y las otras bobinas 82.2 están dispuestas n-1 ranuras 105, 106.

50 Las líneas de interrupción dibujadas en las figuras 24a hasta 29b significan que el núcleo de estator 17 se puede implementar con un número muy diferente de ranuras. El número de ranuras no está limitado a 12.

55 Se pueden moldear filas individuales de lados de bobina. En una fila es posible una sección transversal en forma trapezoidal. El sistema mostrado se puede trasladar fácilmente a cualquier número de fases, ranuras y polos. Para el cabezal de devanado es preferible una sección de hilo redonda, en la ranura se debe moldear el hilo (hilo redondo sin conformar). Los hilos deben unirse con laca de secado al horno u otro adhesivo. Es posible un aislamiento de cada una de las filas. Para ello, estas se pueden rodear con lámina de aislamiento o el aislamiento puede ser solo mediante el aislamiento de la ranura. Para ello, todas las filas se rodean con material aislante plano.

60 Asimismo, también resulta ventajoso que la relación entre la anchura de la ranura y su altura útil para lados sea menor o igual que el cociente del cuadrado de las filas por ranura y el número de lados de bobina por ranura.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir un devanado estatórico (18) de una máquina eléctrica (10), en particular un generador de corriente alterna, en el que el devanado estatórico (18) presenta al menos n devanados de fase (120, 121, 122, 123, 124) y un devanado de fase (120, 121, 122, 123, 124) tiene varias bobinas (82) devanadas de forma consecutiva unas sobre las otras con lados de bobina (88) y conectores de bobina laterales (91), en el que las bobinas (82) se dividen en primeras bobinas (82.1) y segundas bobinas (82.2),
- 5
- 10 en el que se lleva a cabo un moldeo de los lados de bobina (88) de los devanados de fase (120, 121, 122, 123, 124), en cuyo transcurso los hilos que inicialmente tenían sección transversal redonda se deforman, de manera que una totalidad de los lados de bobina (88), que está prevista para una ranura (158) de un núcleo de estátor (17), tras el moldeo presenta una extensión radial total con una altura (h2), que es mayor que una suma (h1) del diámetro del hilo de los lados de bobina (88.1 - 88.5) sin moldear,
- 15 en el que los hilos en las zonas del cabezal de devanado (152) de la máquina eléctrica (10) permanecen sin moldear y mantienen sus secciones transversales redondas,
- 20 en el que se lleva a cabo un entrelazado de los devanados de fase (120, 121, 122, 123, 124) con una herramienta de conformación (100) en la que están disponibles ranuras (105, 106) que son adecuadas para colocar las bobinas (82), en el que la primera bobina (82.1) está dispuesta en una ranura (105) y una segunda bobina (82.2) junto a la primera bobina (82.1) está dispuesta en la misma ranura (105).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en una ranura (105) hay dispuestas más de dos bobinas (82).
- 25
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** las al menos dos bobinas (82) están unidas entre sí en una ranura (105) por medio de un conector de bobina (94) que une una de las al menos dos bobinas (82) en una ranura (105, 106) con otra bobina (82) en otra ranura (105; 106).
- 30
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la otra bobina (82) está dispuesta en la herramienta de conformación (100) de tal manera que una bobina (82) o dos bobinas (82) o más bobinas (82) están dispuestas eléctricamente entre está bobina (82) y la primera bobina (82).
- 35
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** conectores de bobina (94) se cruzan dentro de un devanado de fase (120, 121, 122).
- 40
6. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** en una ranura (105) la primera bobina (82.1) y la segunda bobina (82.2) están unidas entre sí y directamente como una sola pieza a través de un conector de bobina (94.1)

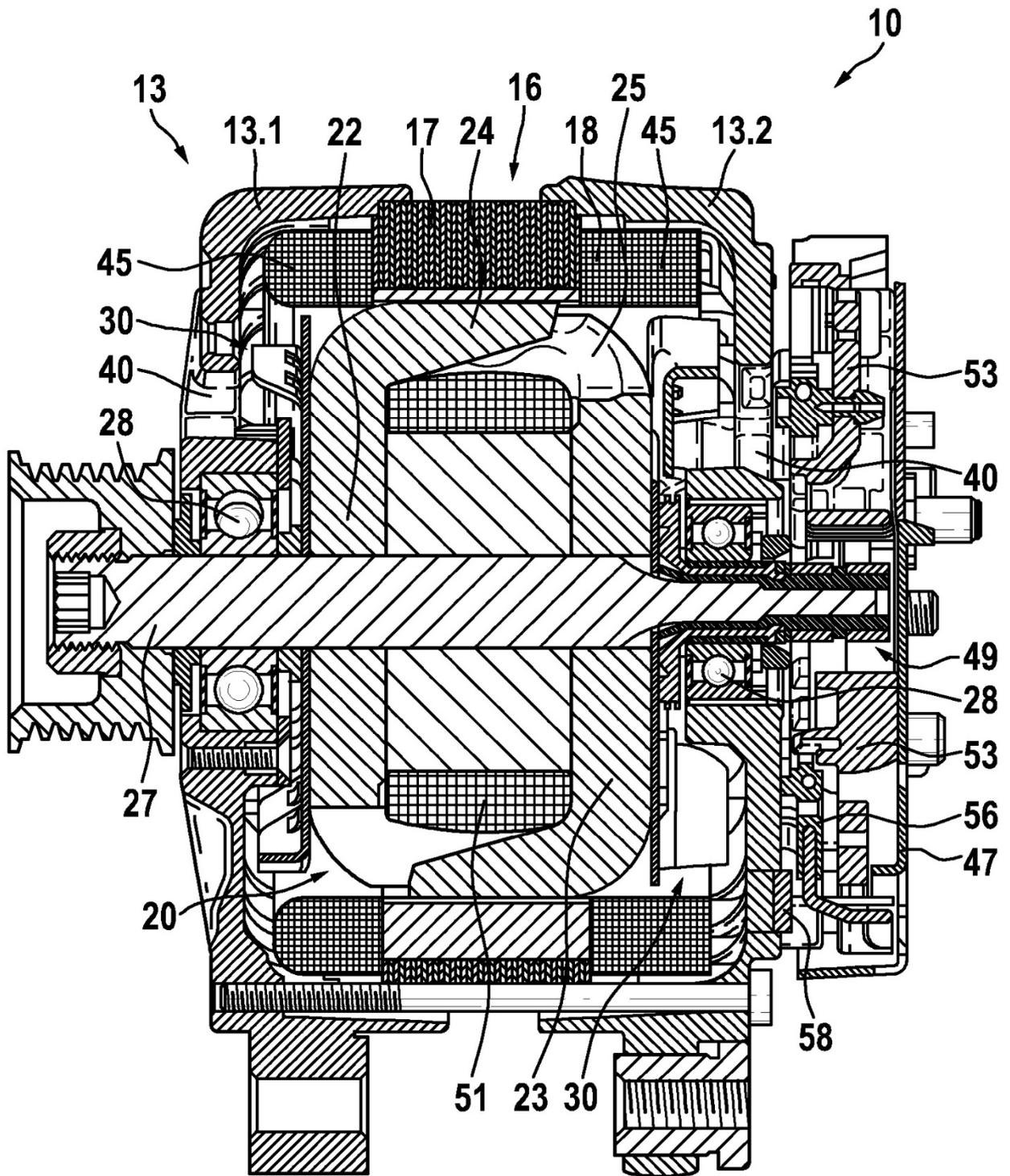


Fig. 1

Fig. 2

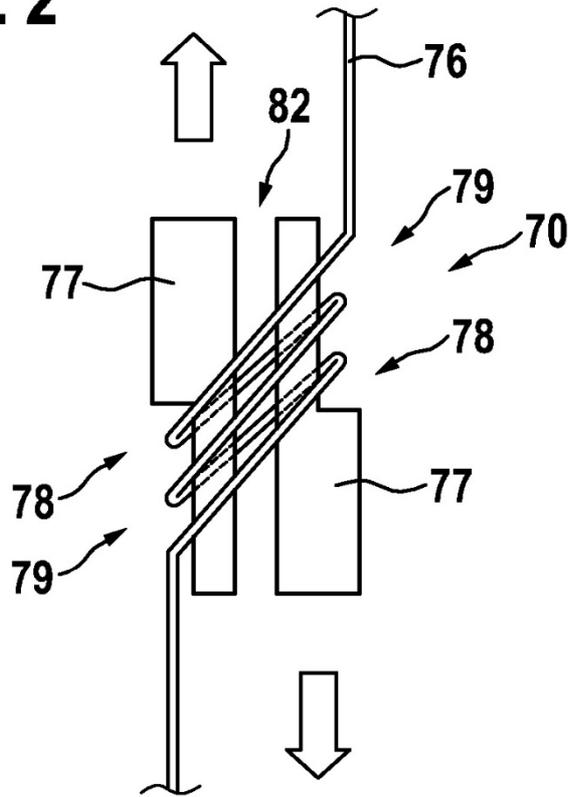


Fig. 3

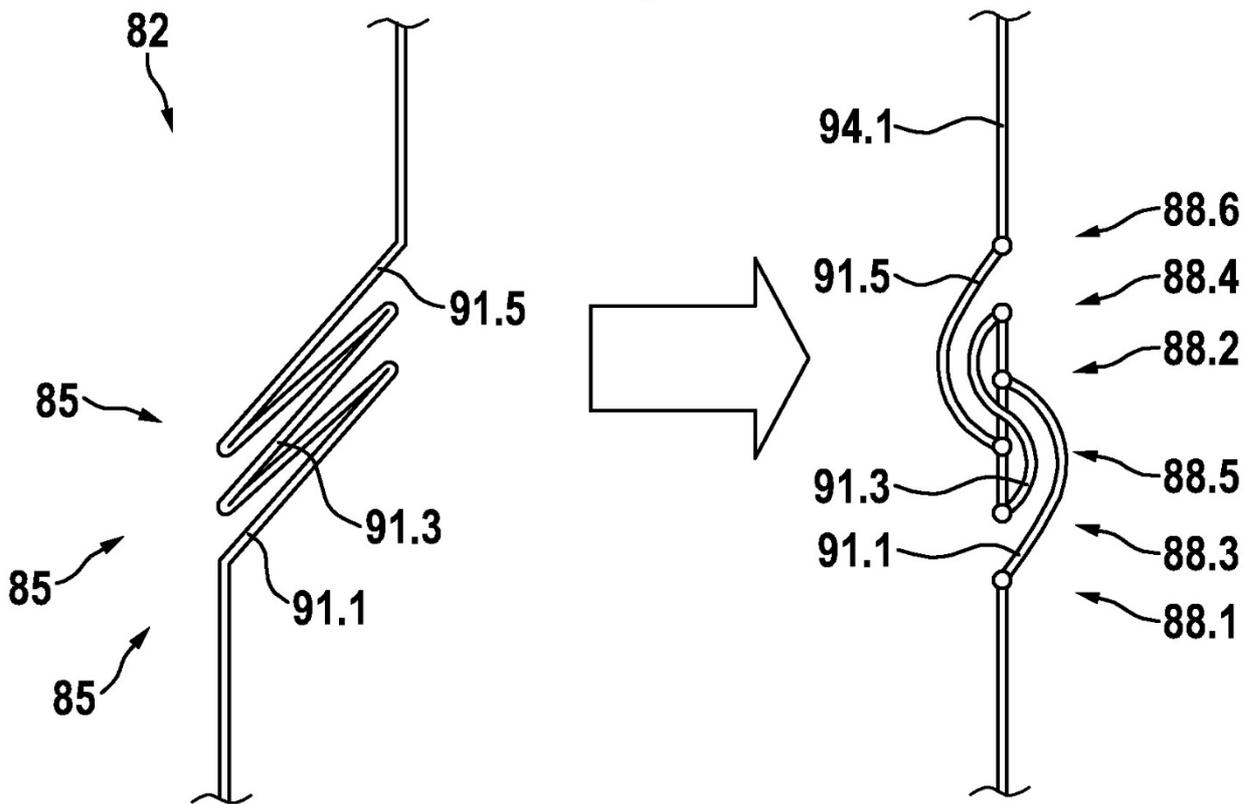


Fig. 4a

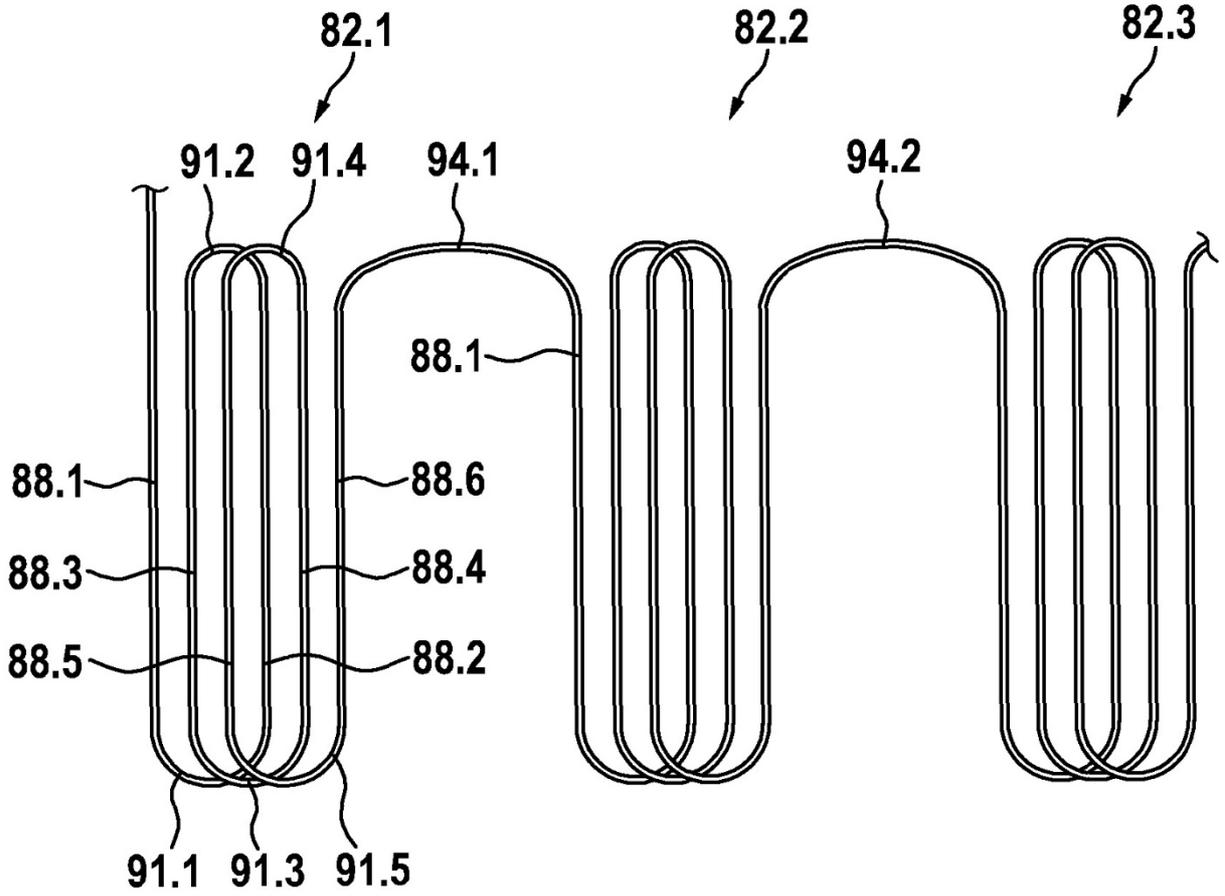


Fig. 4b

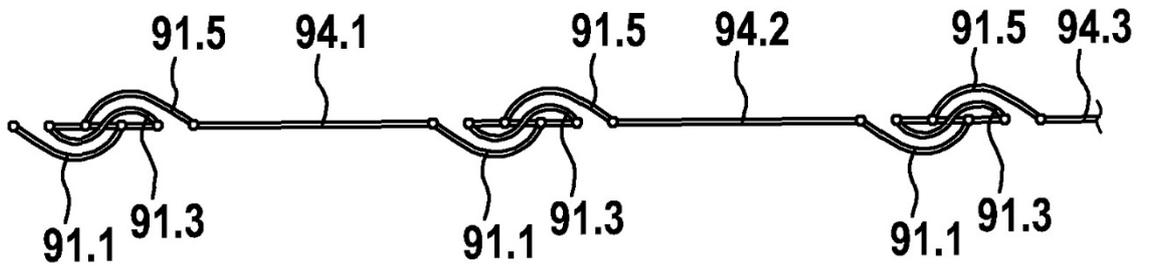


Fig. 5a

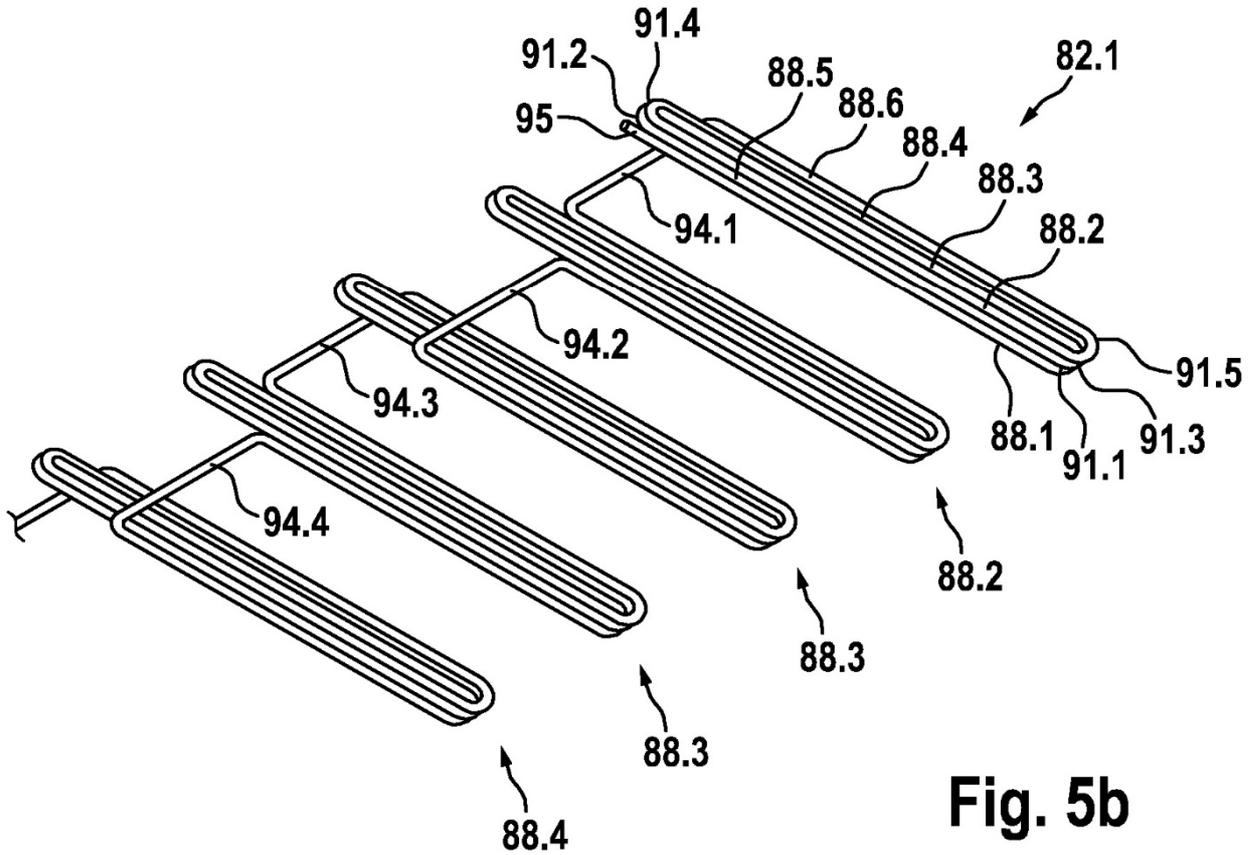
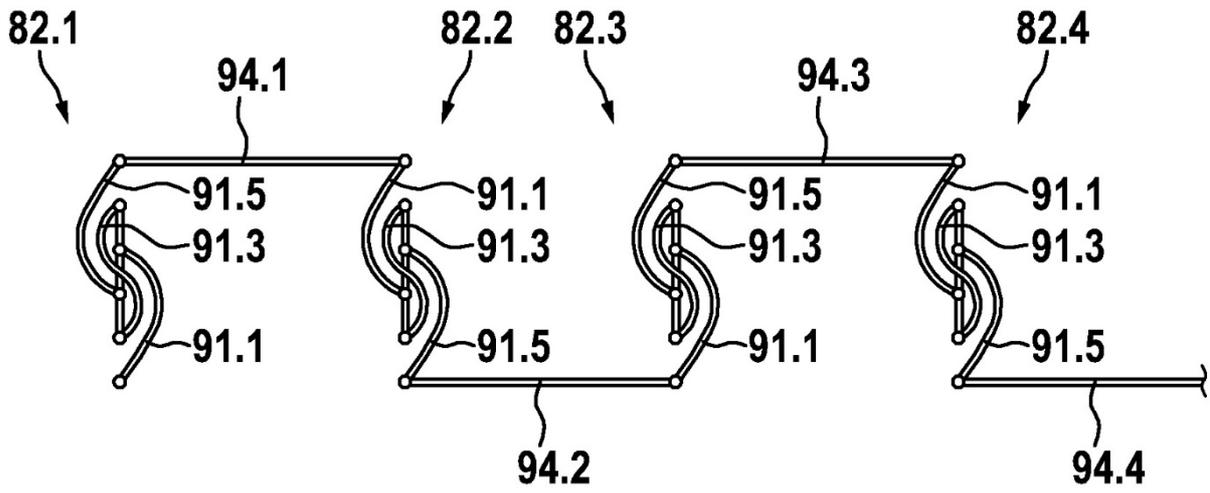
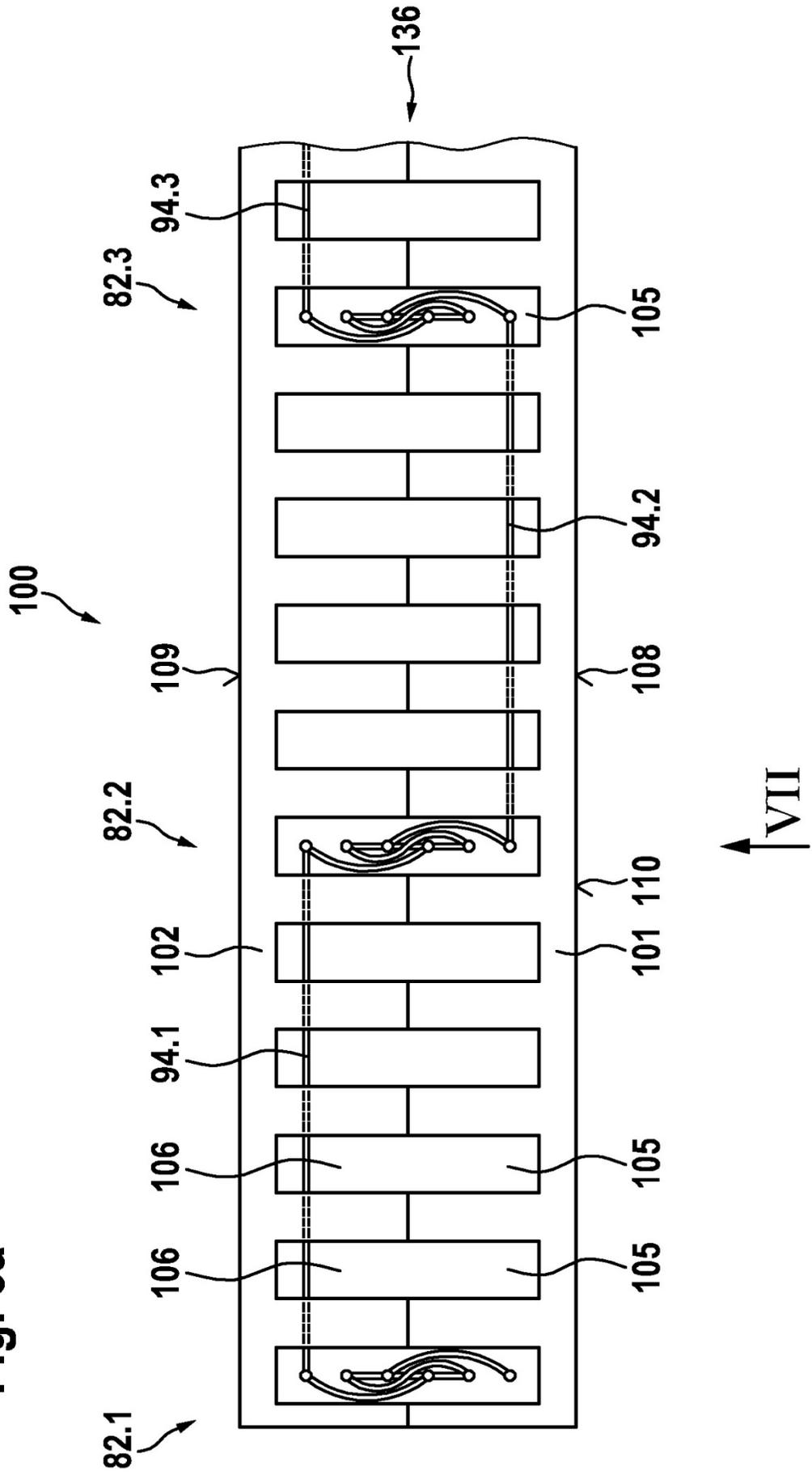


Fig. 5b

Fig. 6a



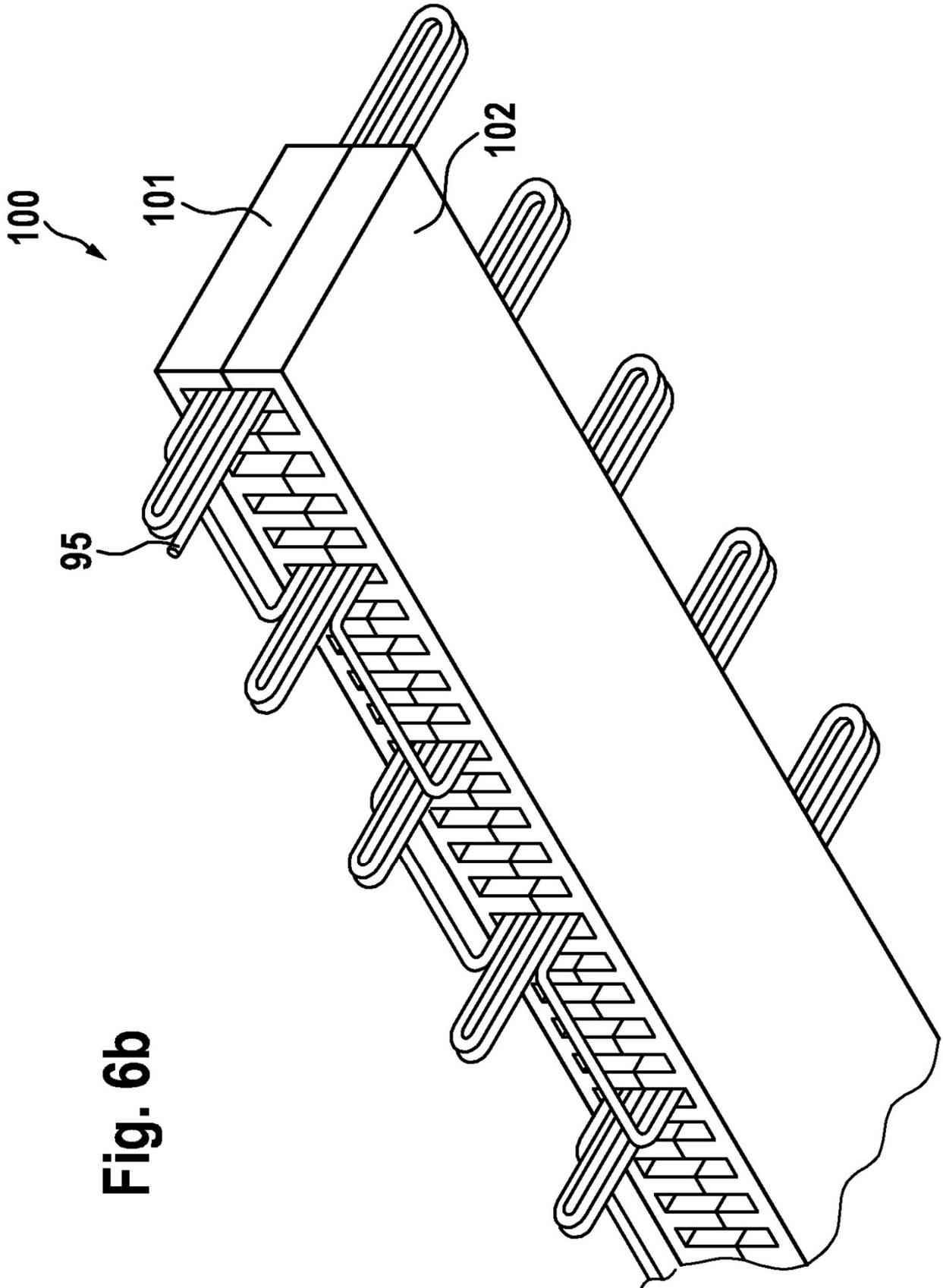
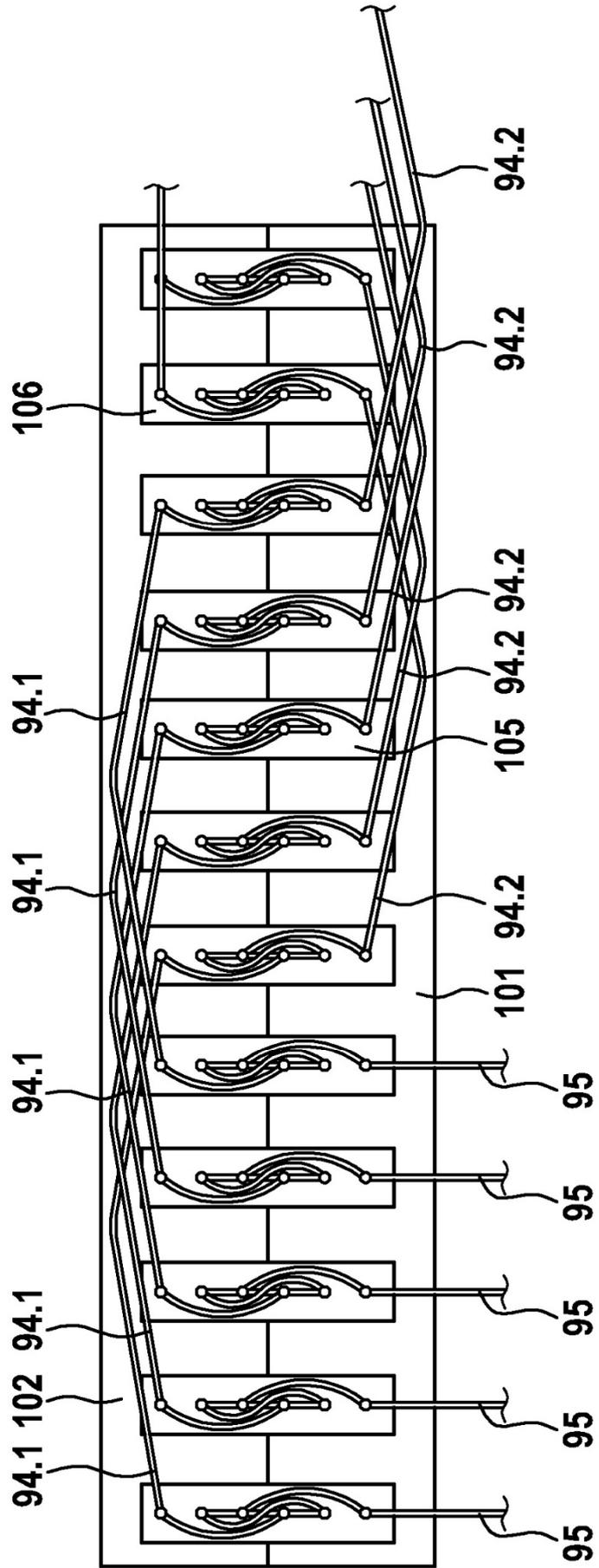


Fig. 6b

Fig. 8a



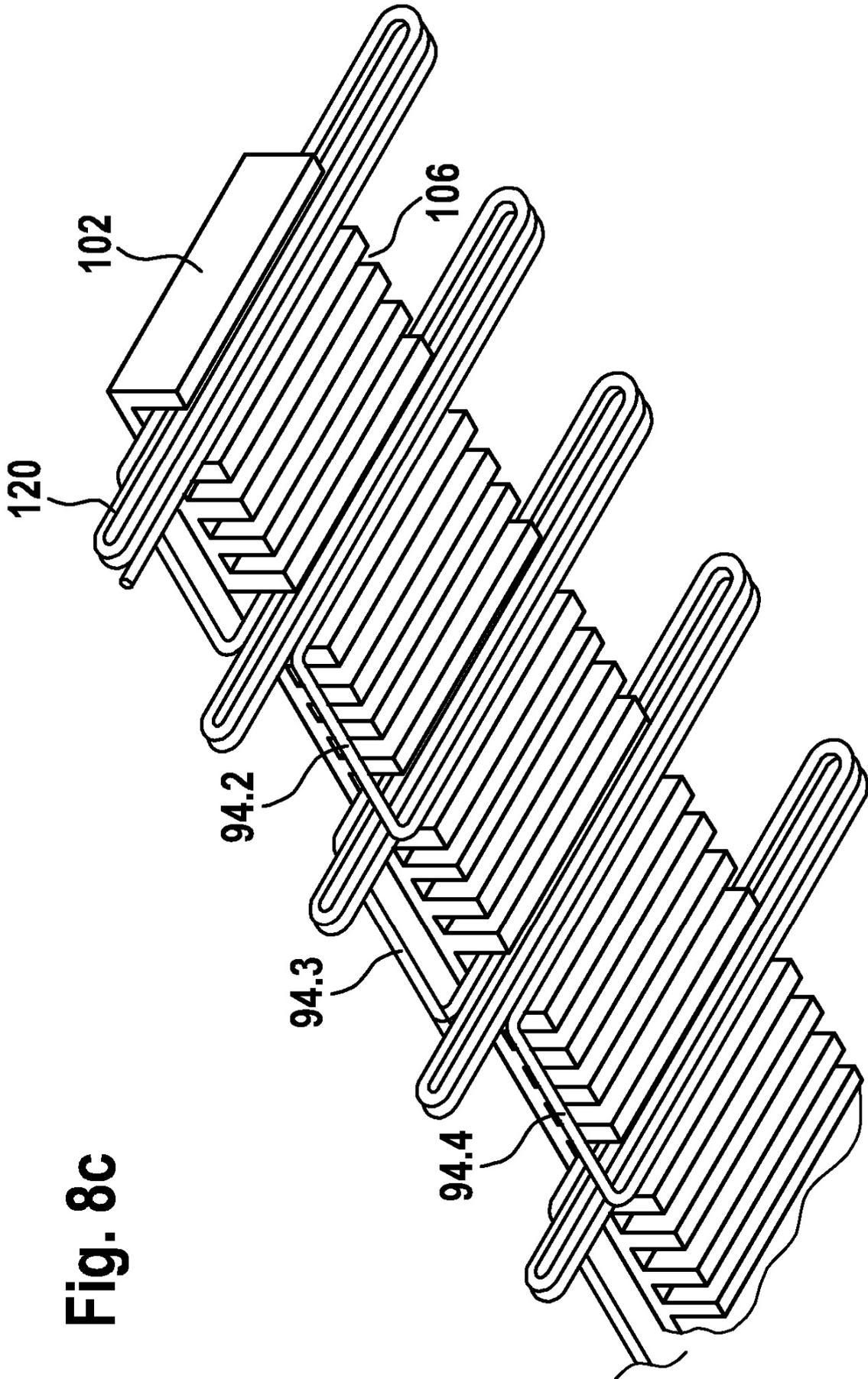


Fig. 8c

Fig. 9

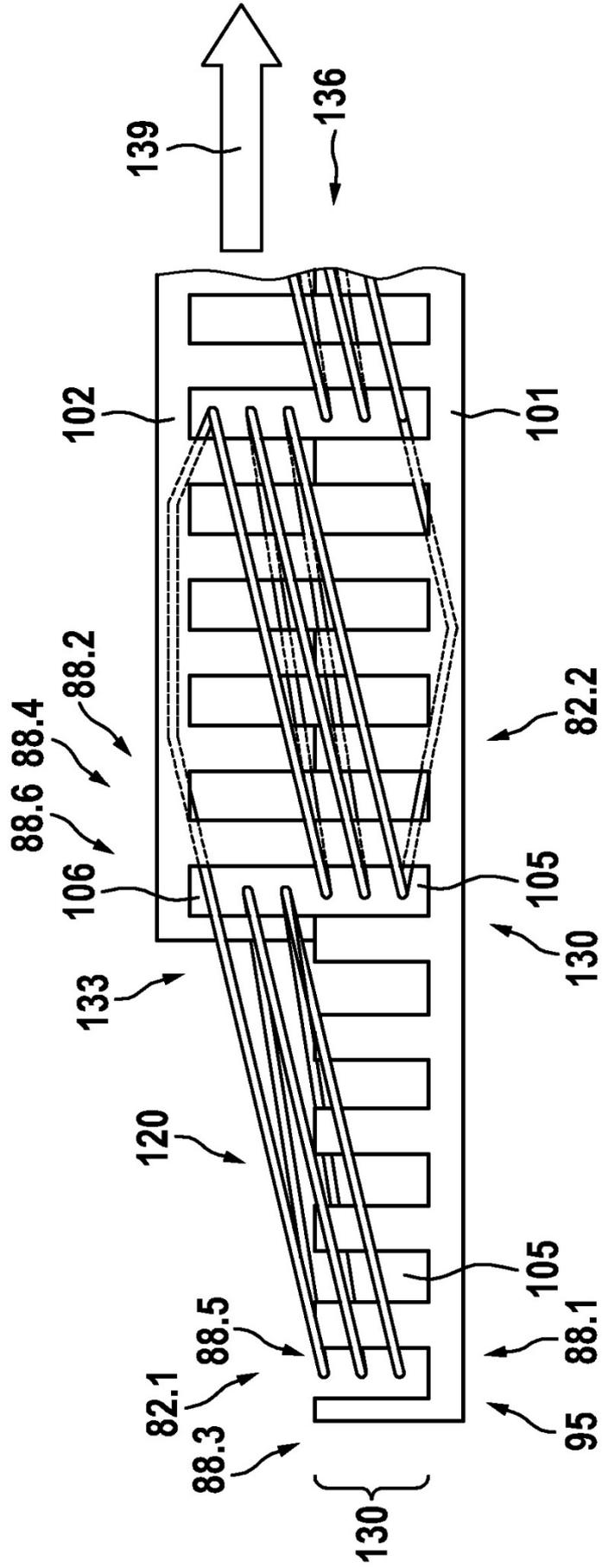


Fig. 10

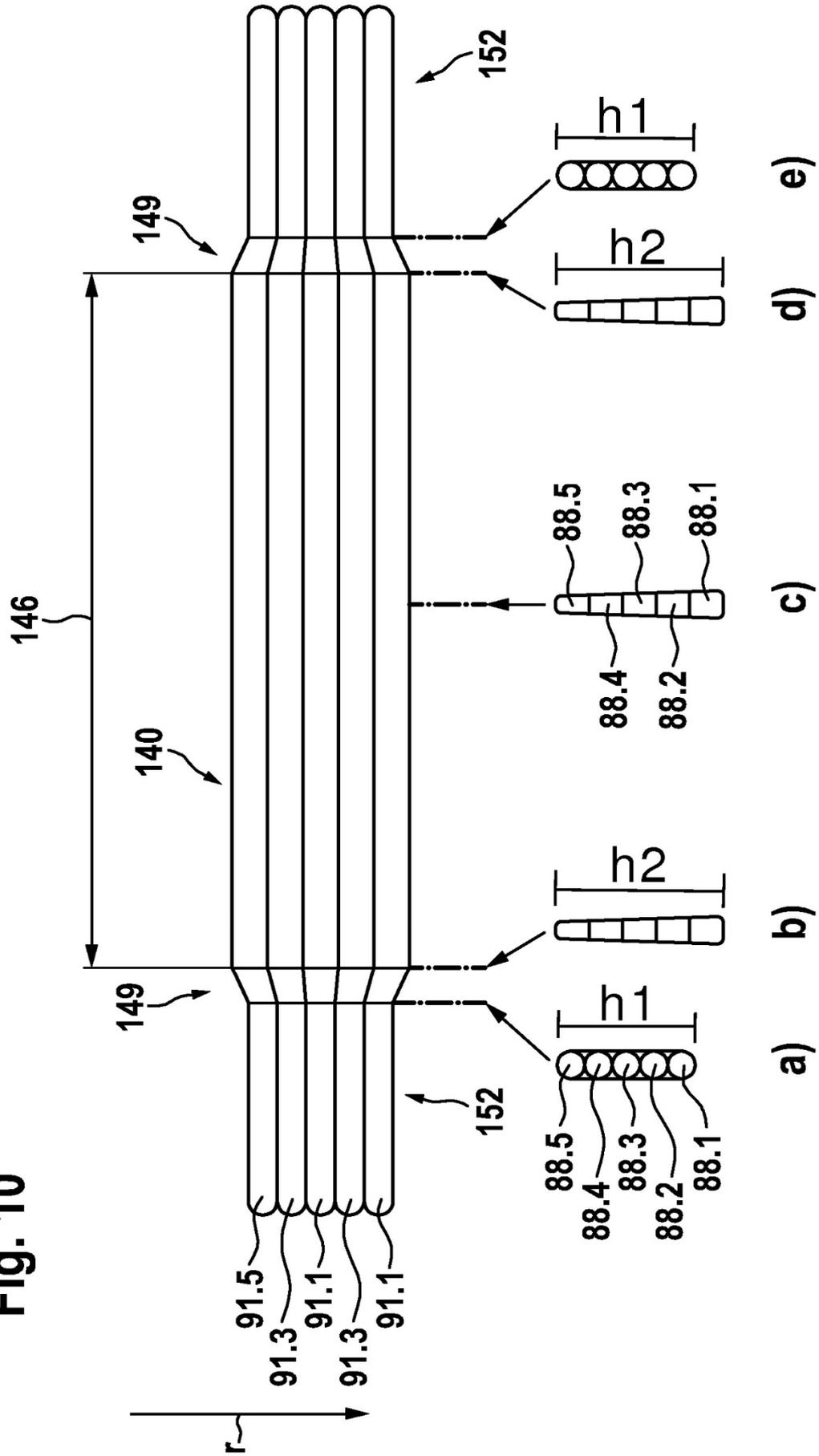


Fig. 11a

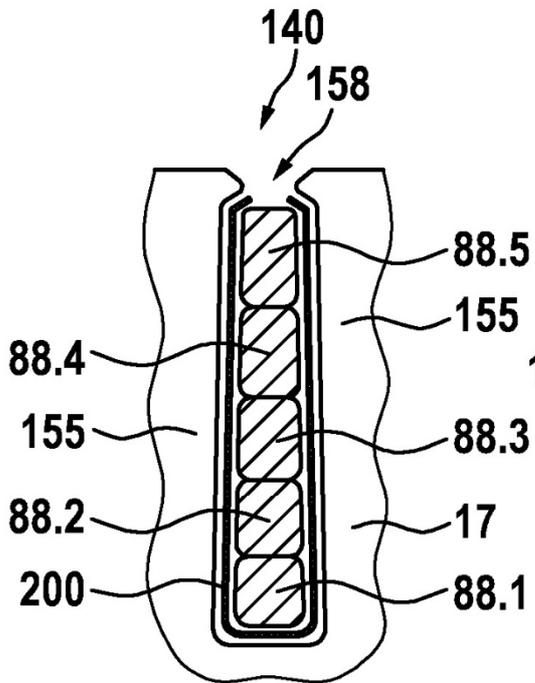


Fig. 11b

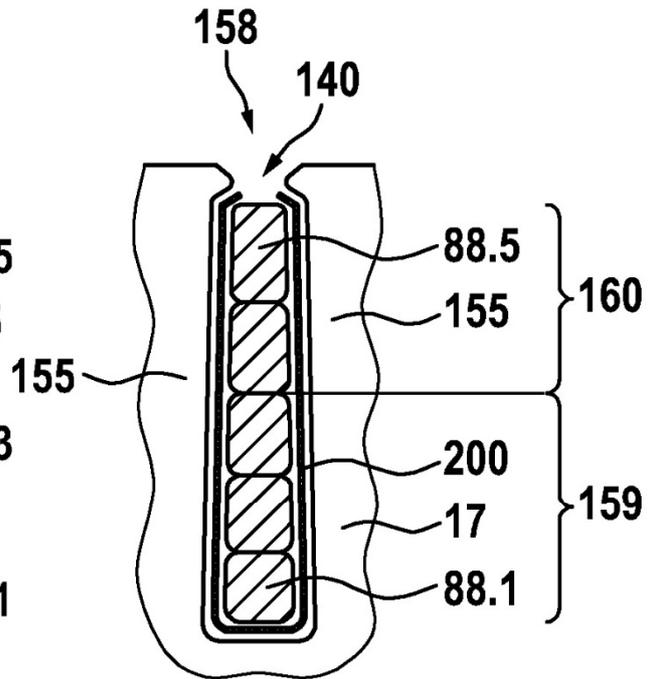


Fig. 11c

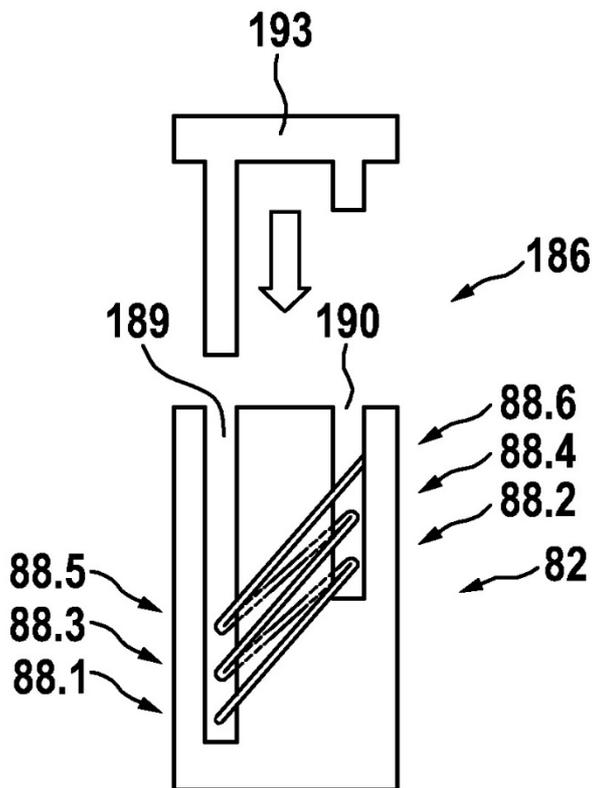
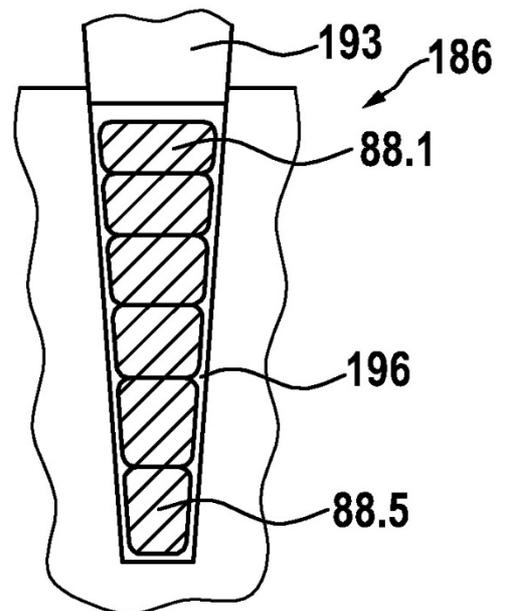


Fig. 11d



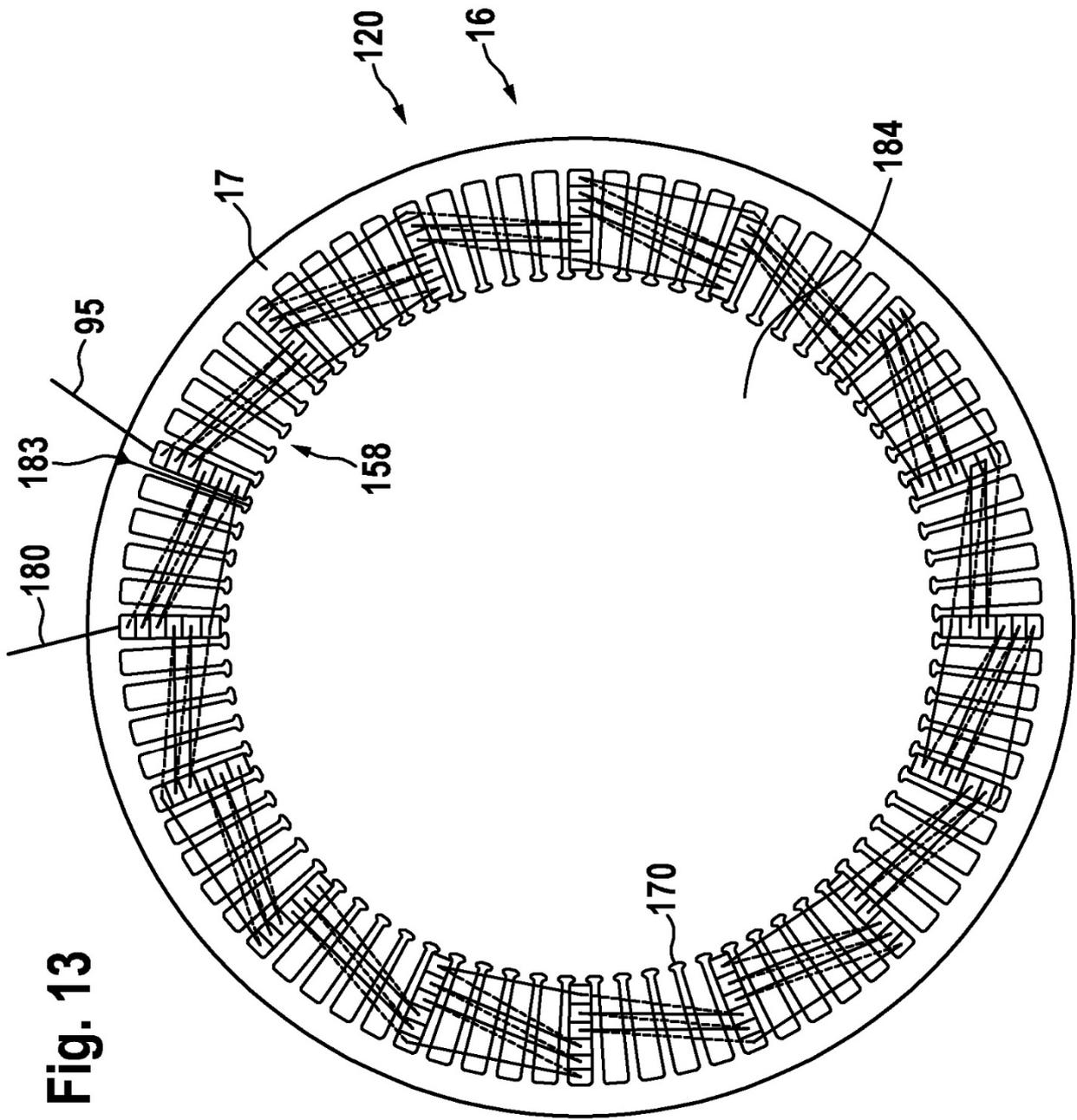


Fig. 13

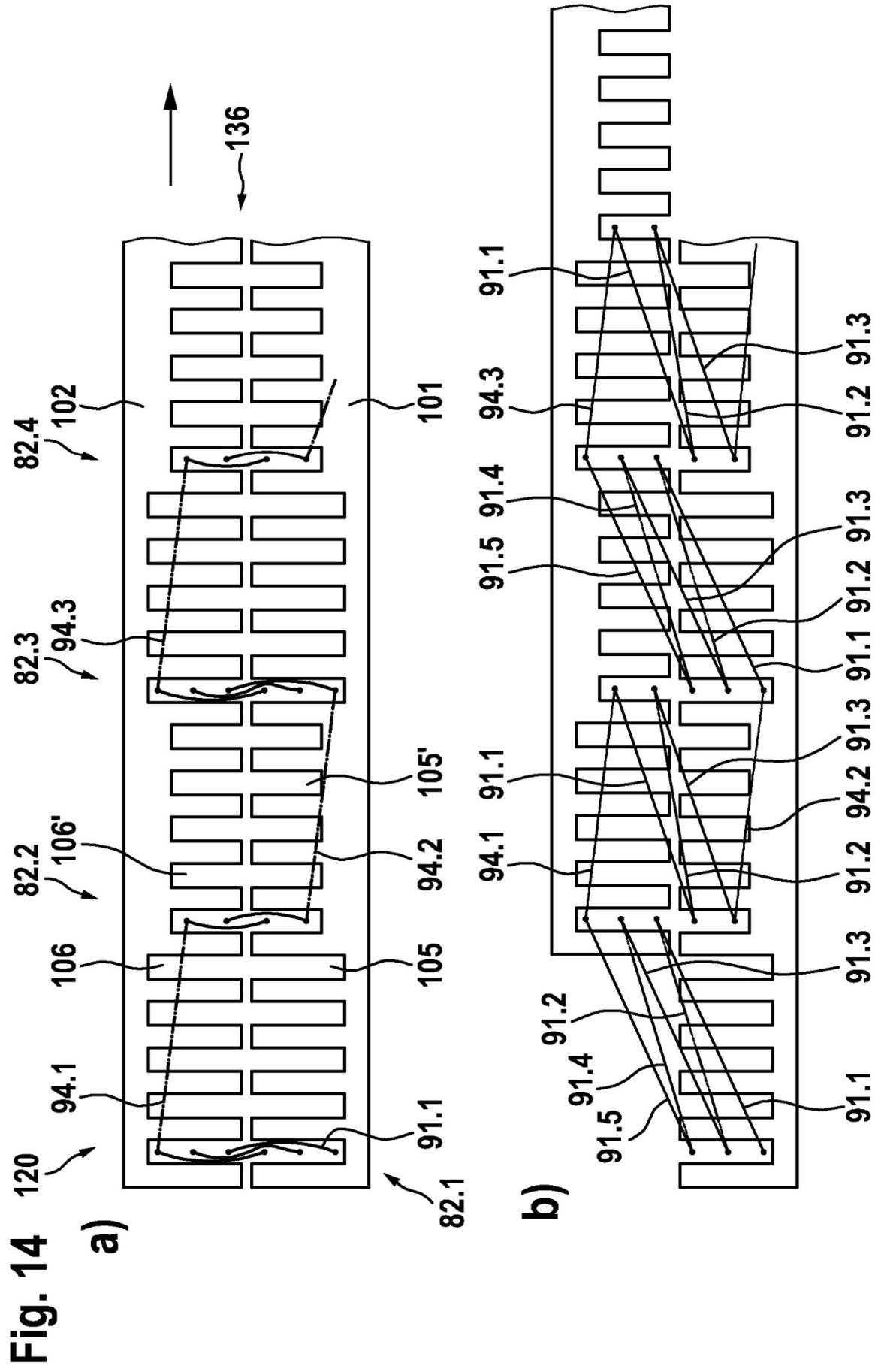
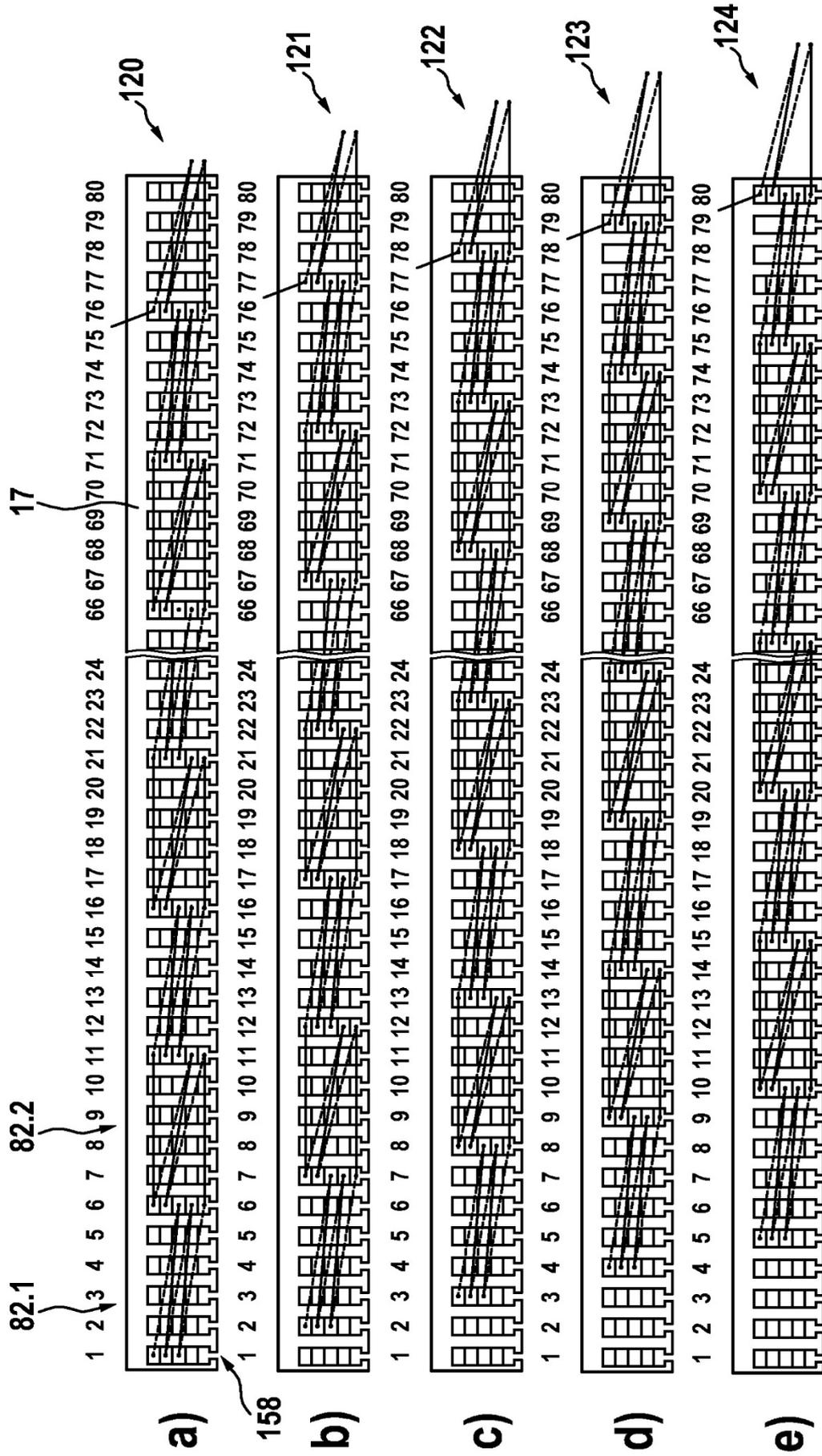


Fig. 15



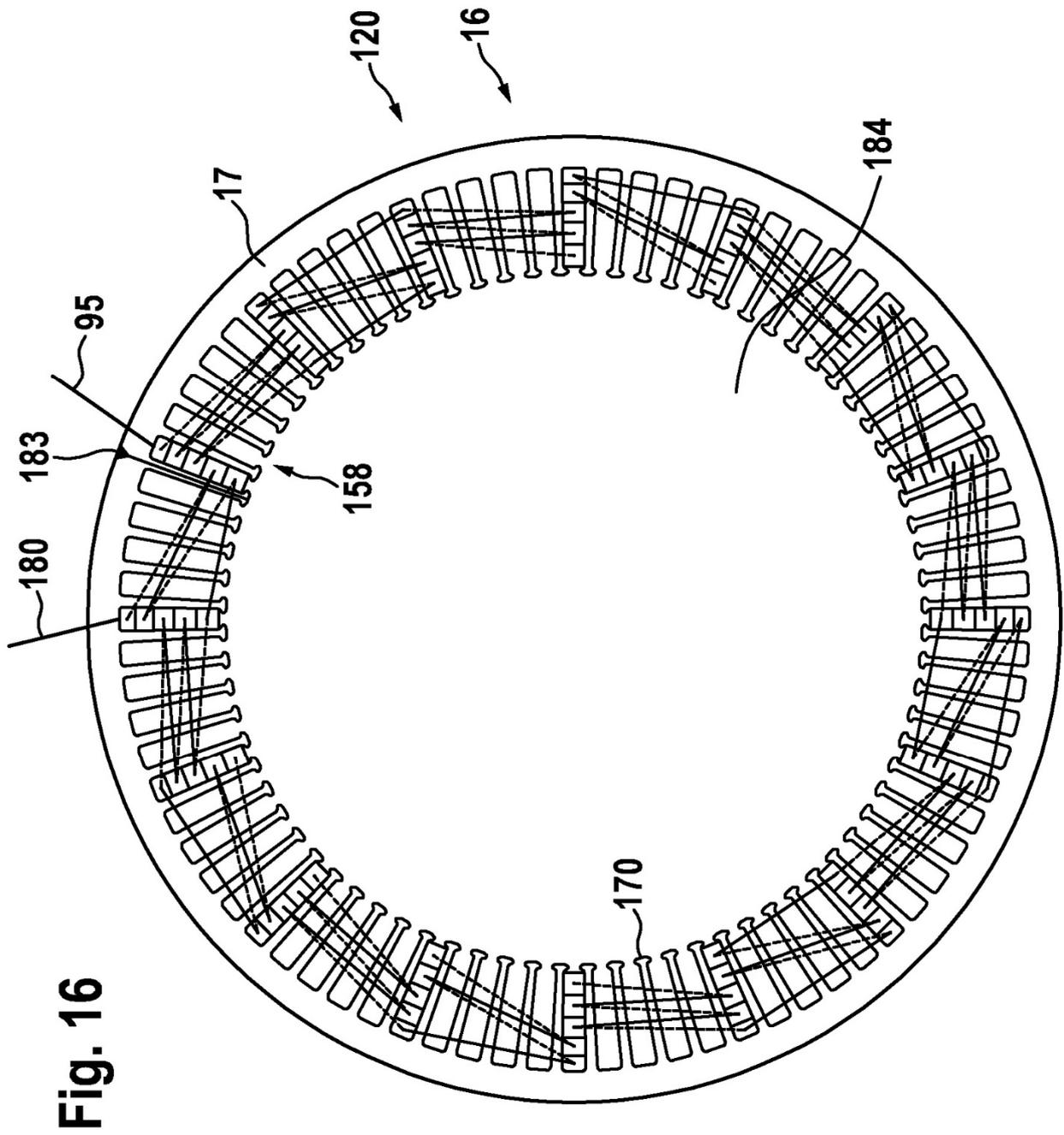


Fig. 16

Fig. 17

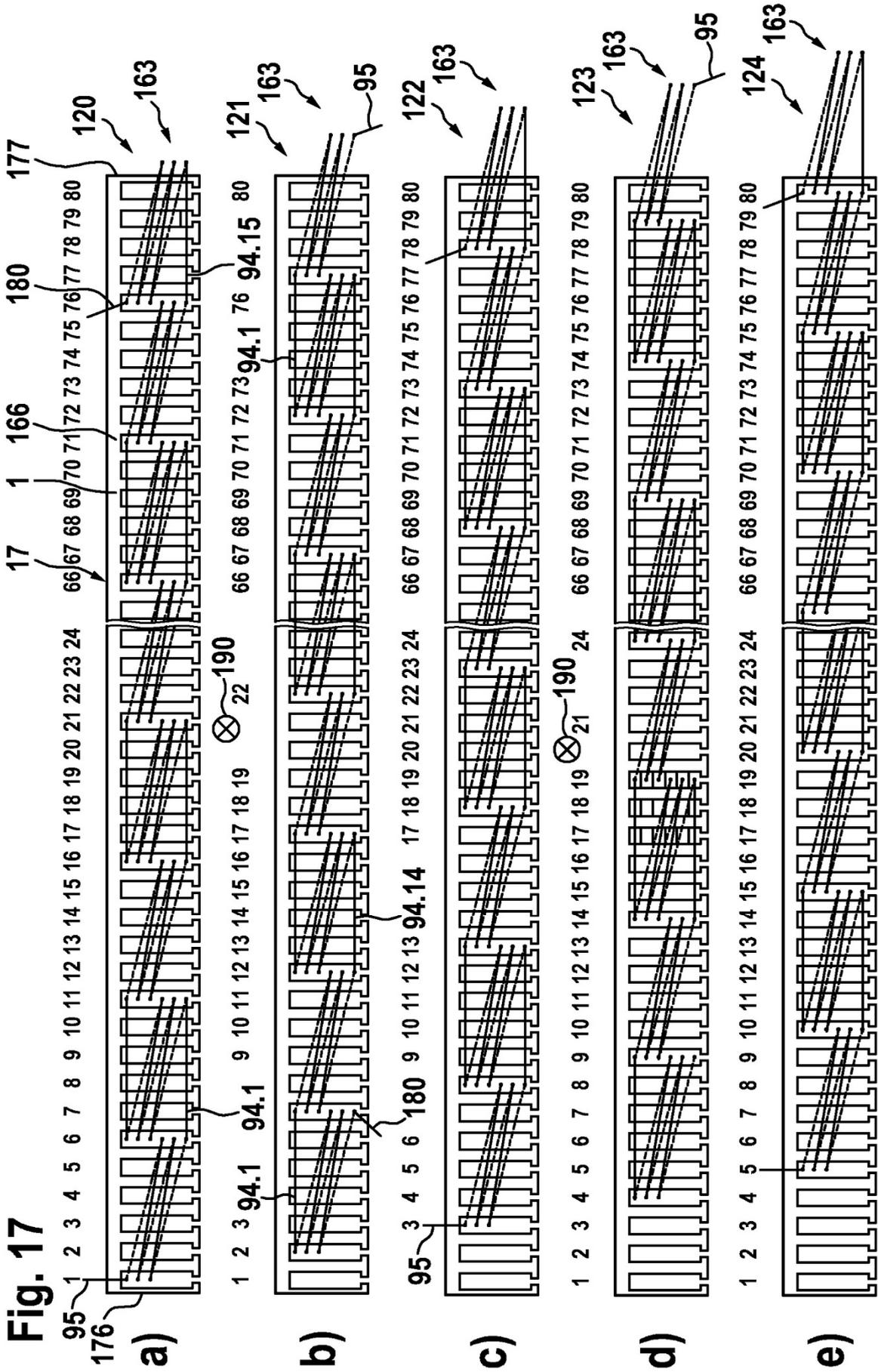


Fig. 18

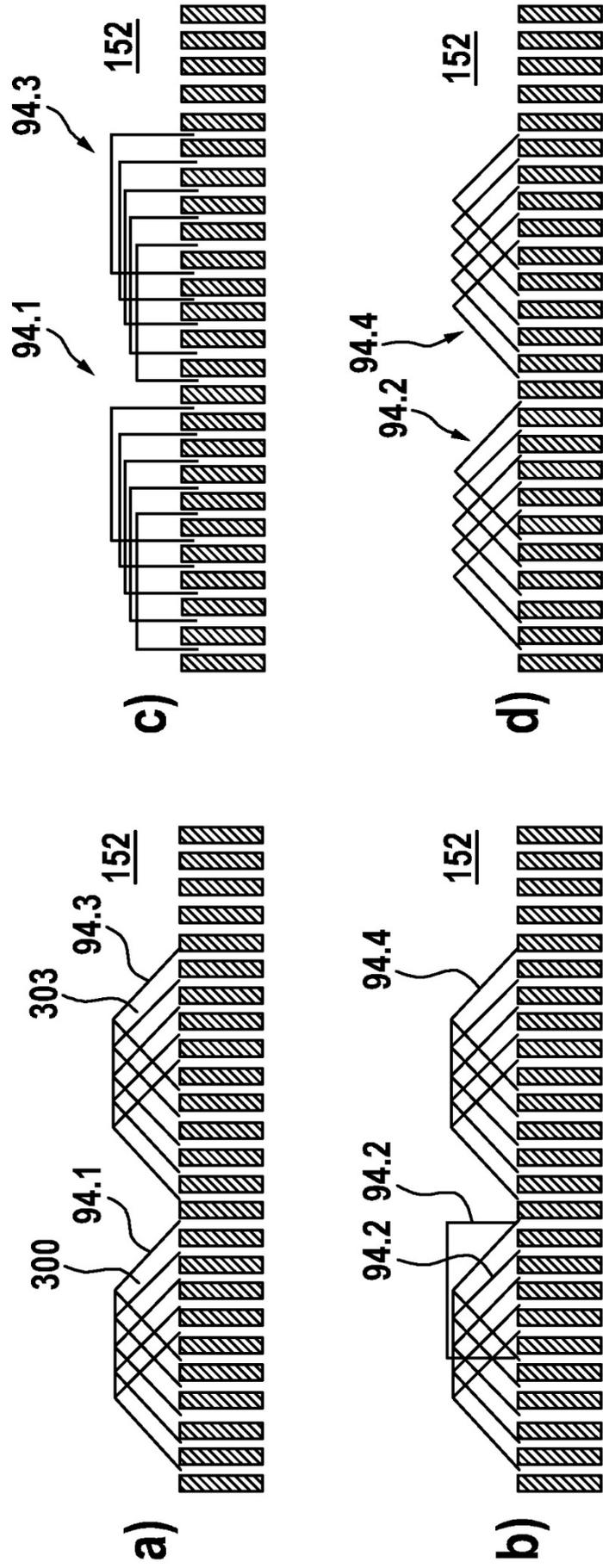


Fig. 19

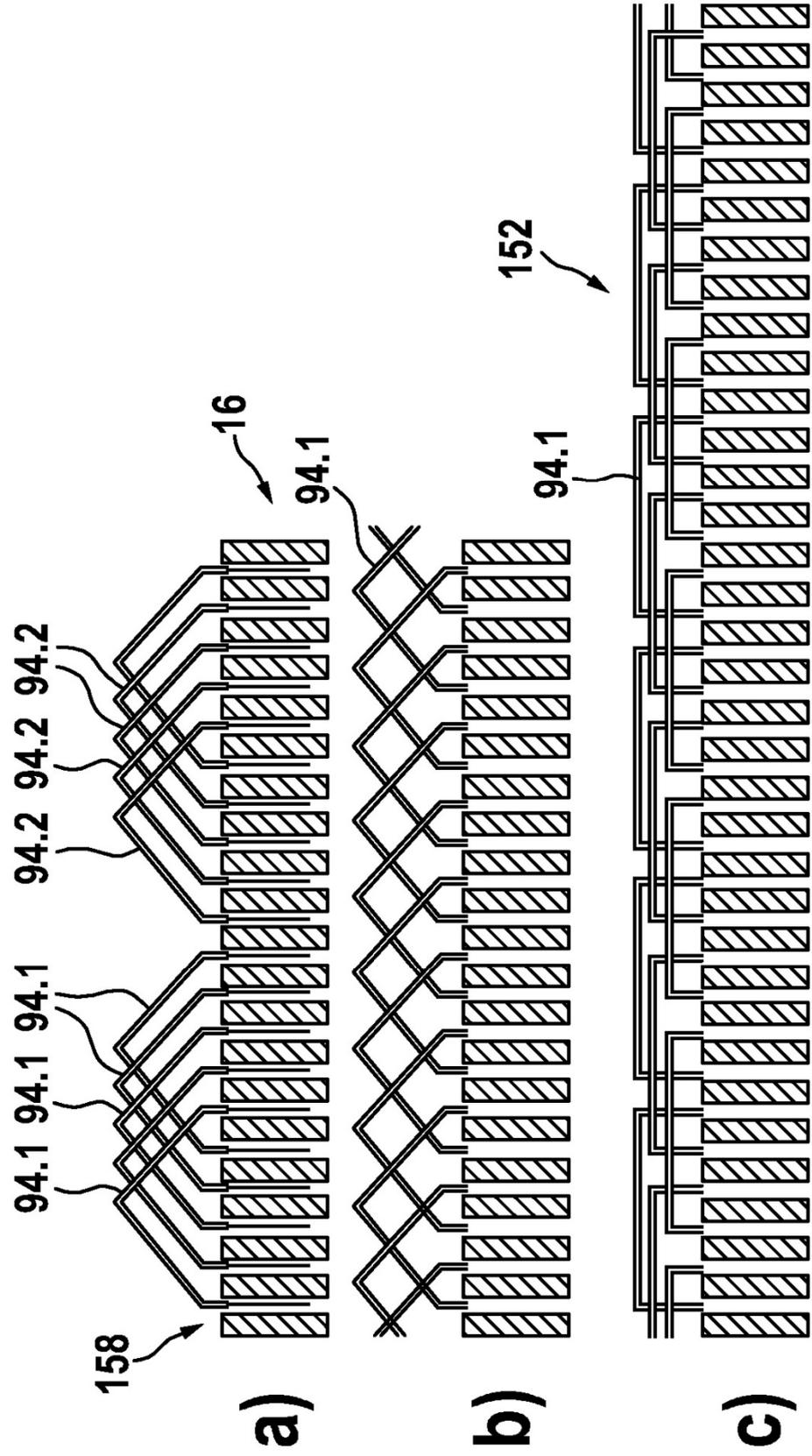


Fig. 20

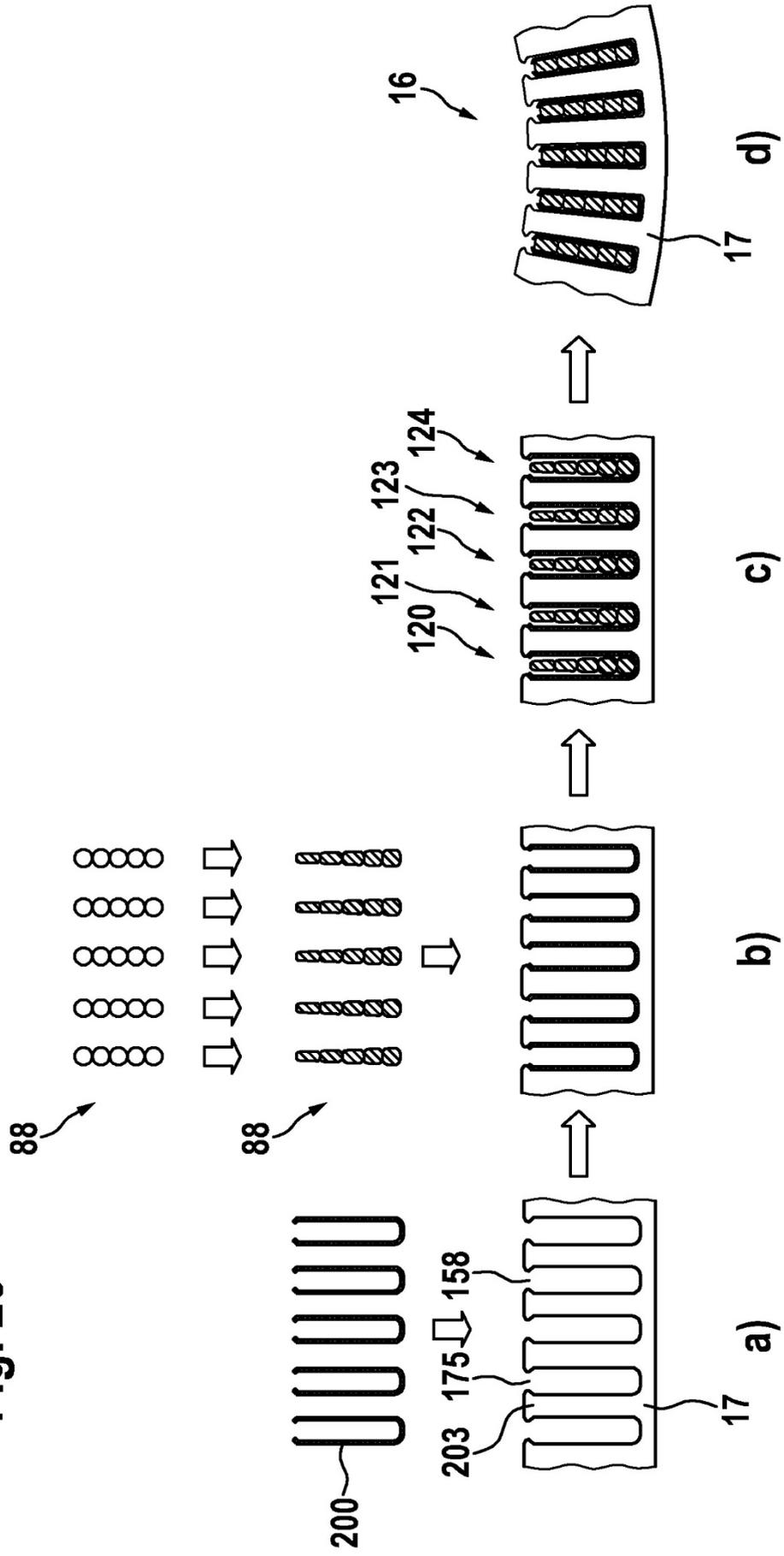


Fig. 21

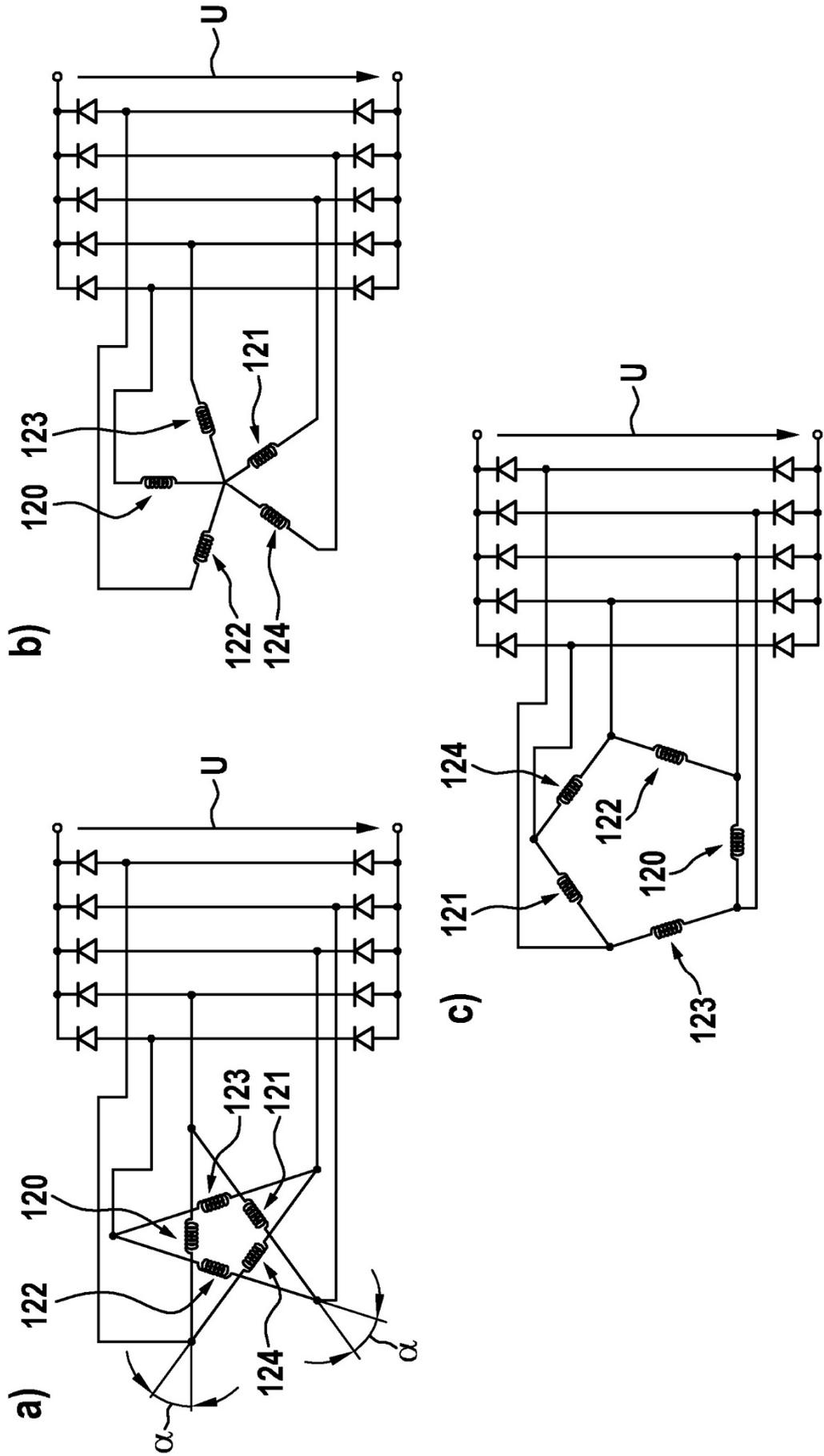


Fig. 22

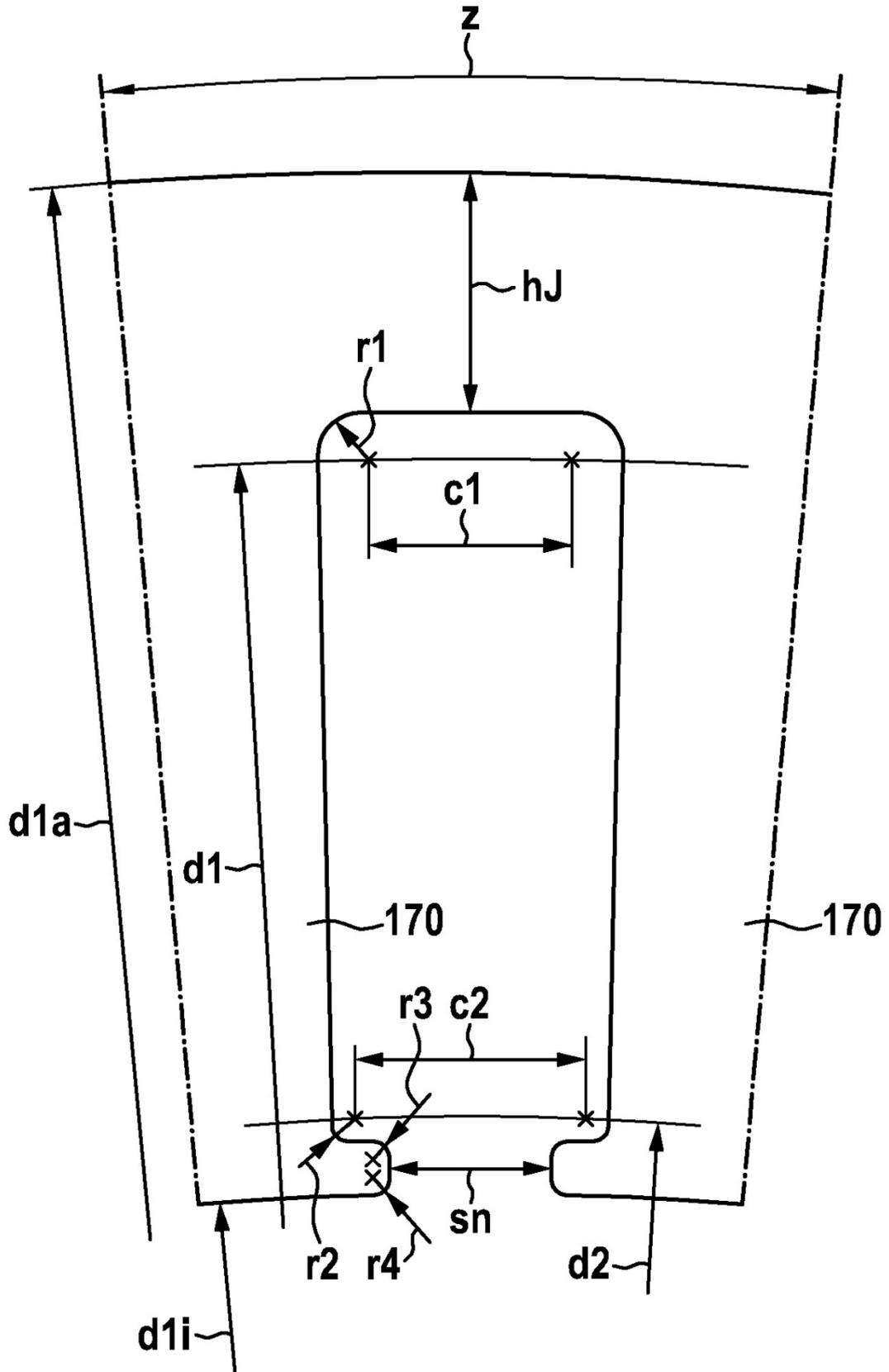
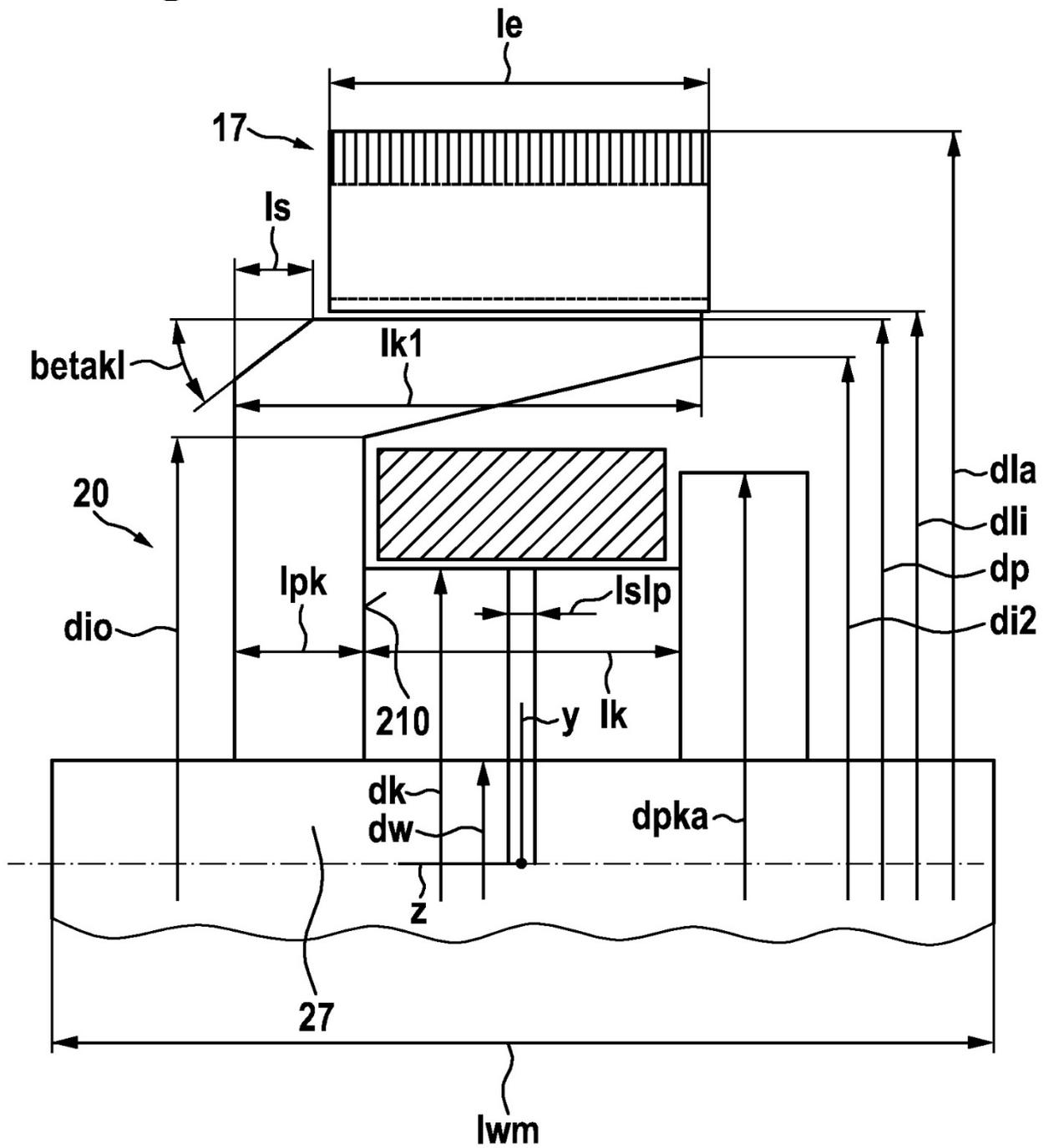
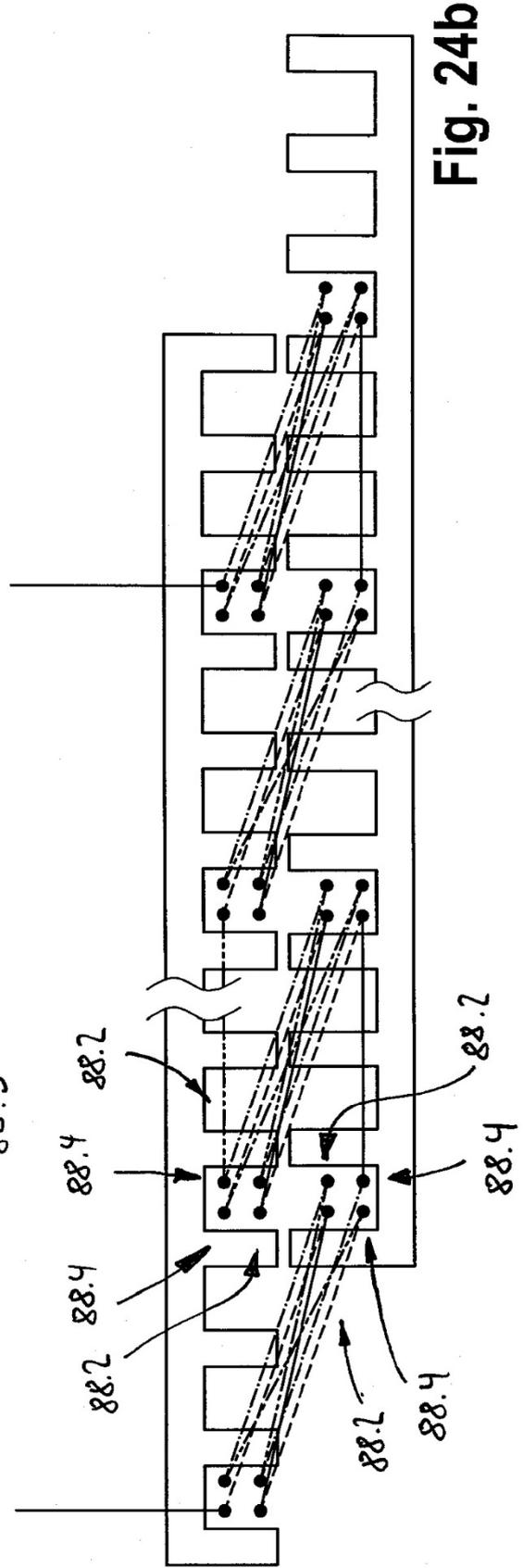
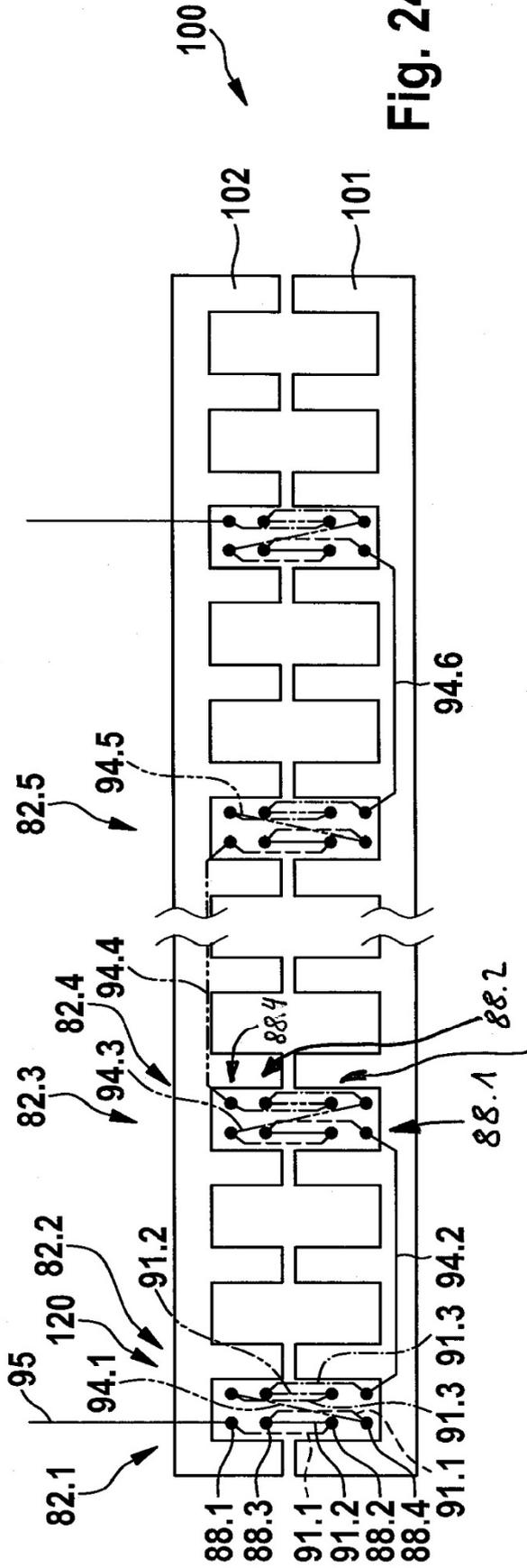


Fig. 23





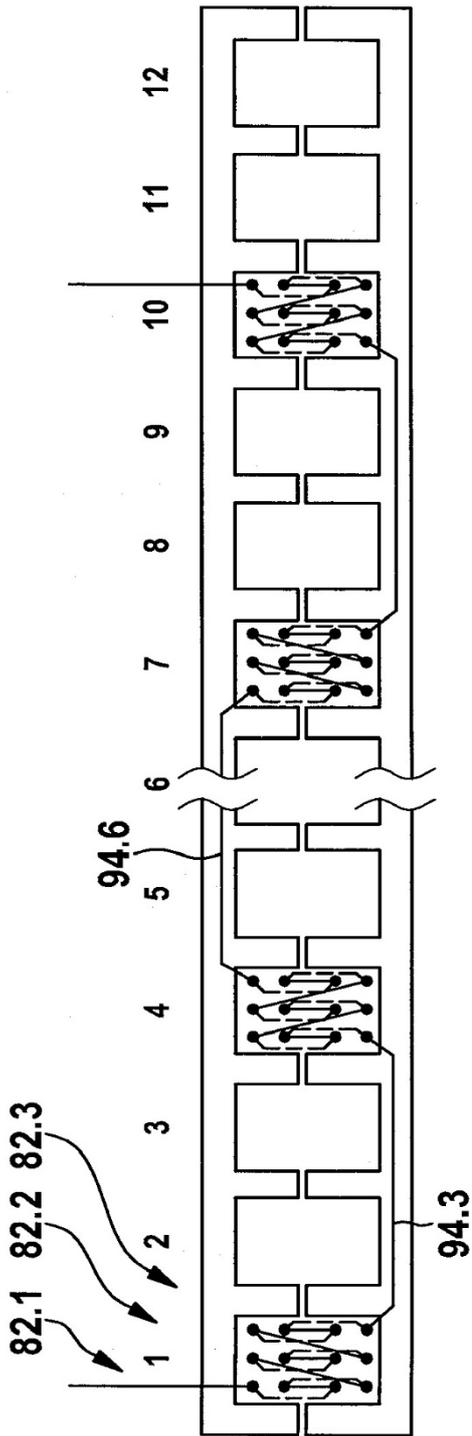


Fig. 25a

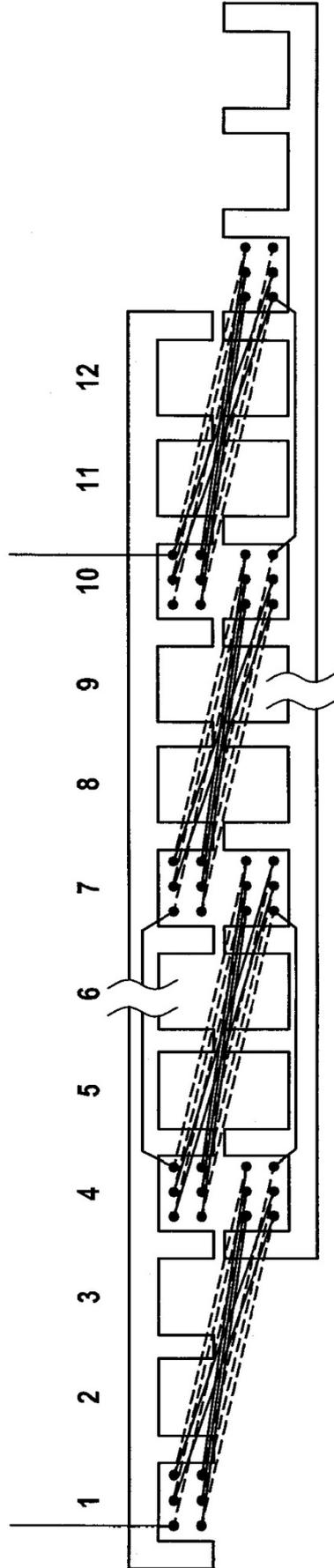
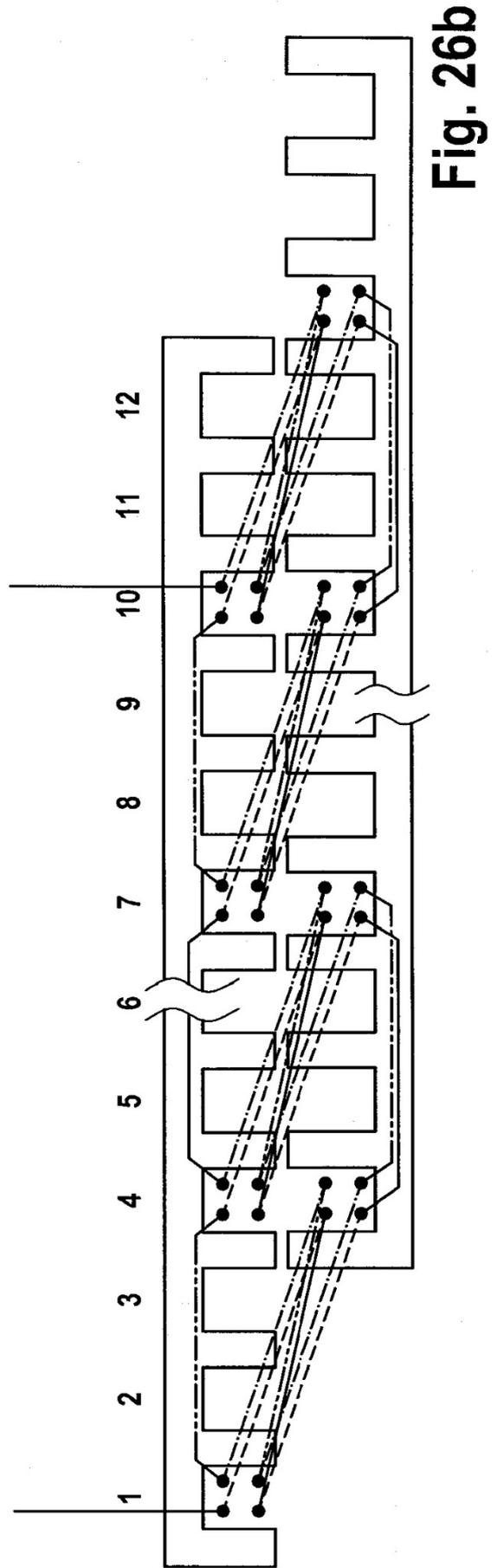
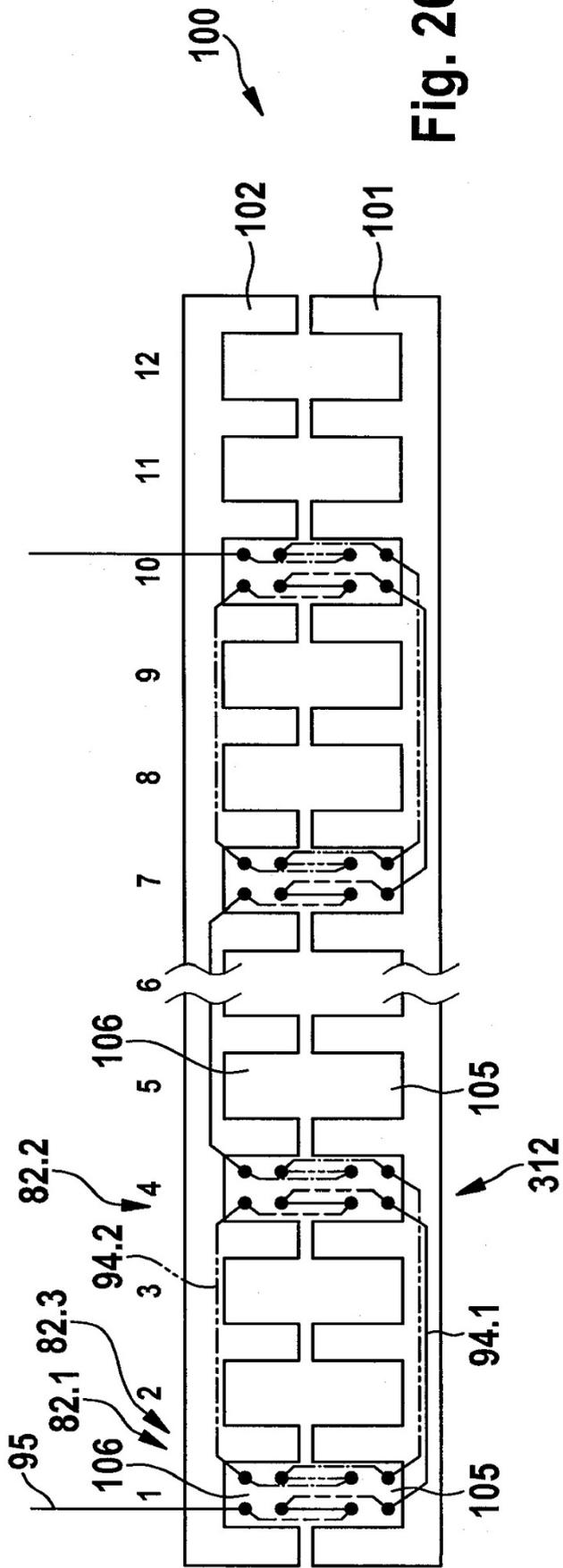


Fig. 25b



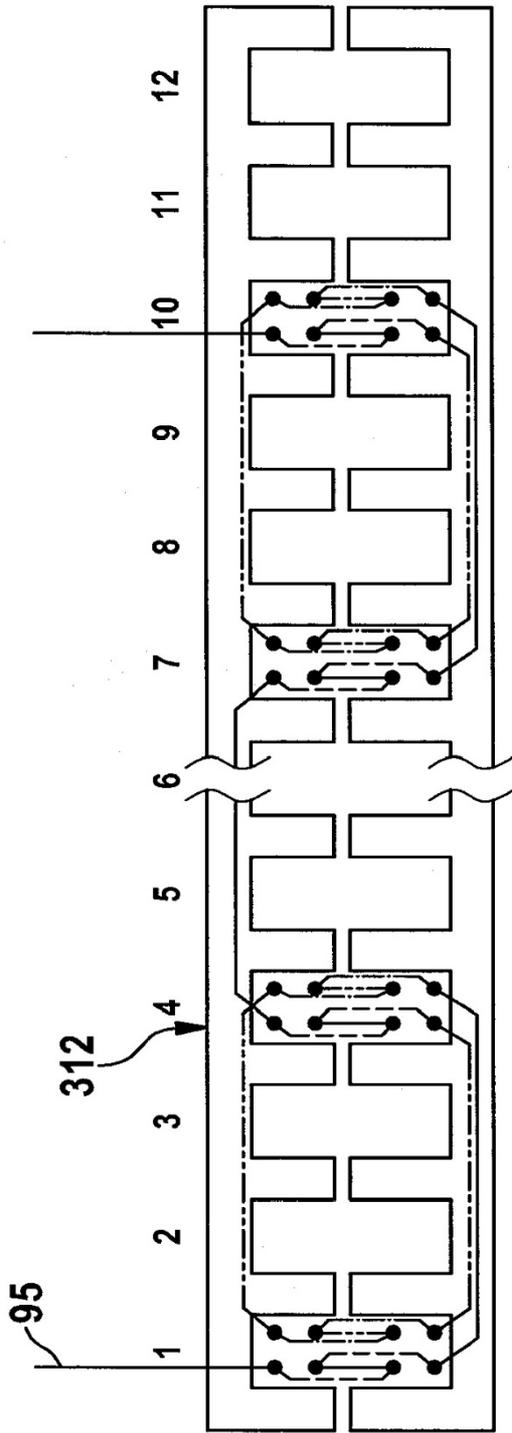


Fig. 27a

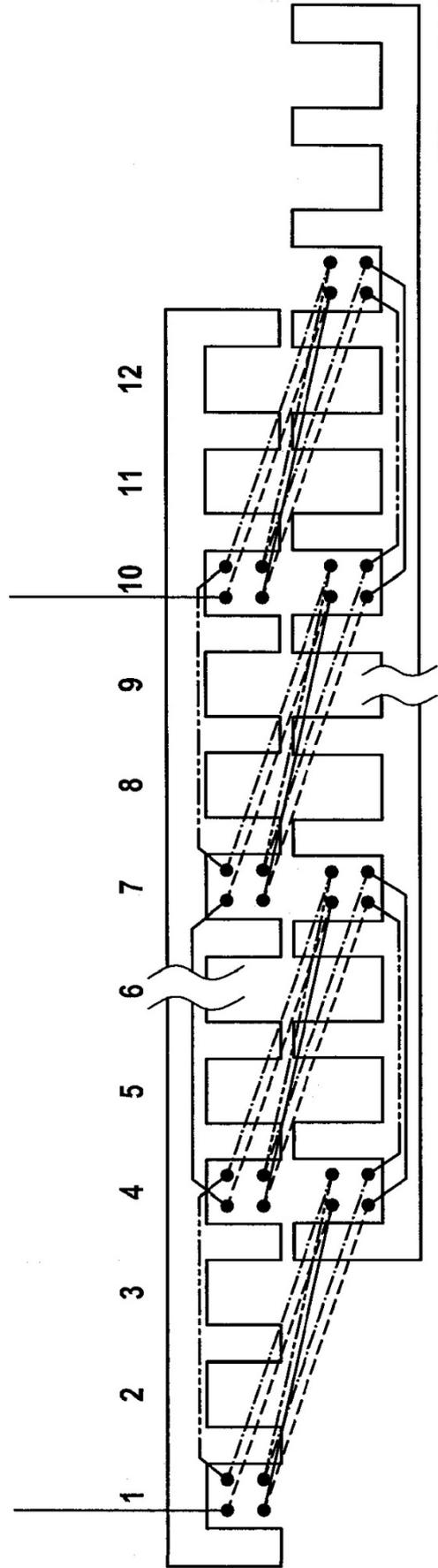


Fig. 27b

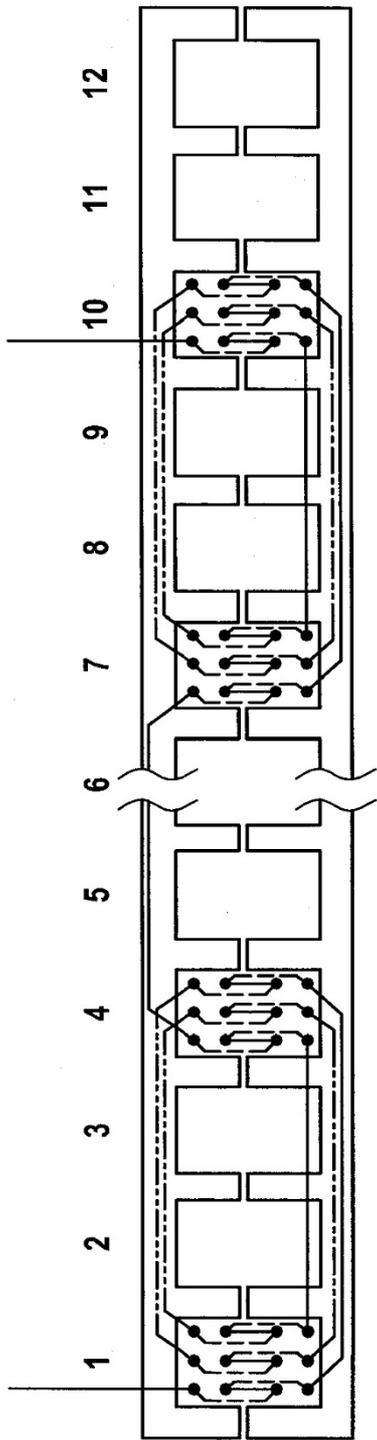


Fig. 28a

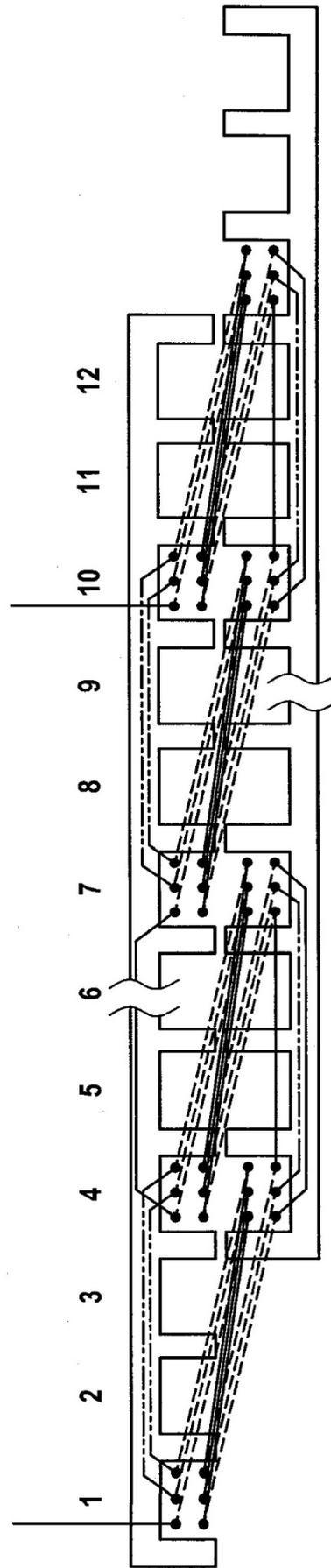


Fig. 28b

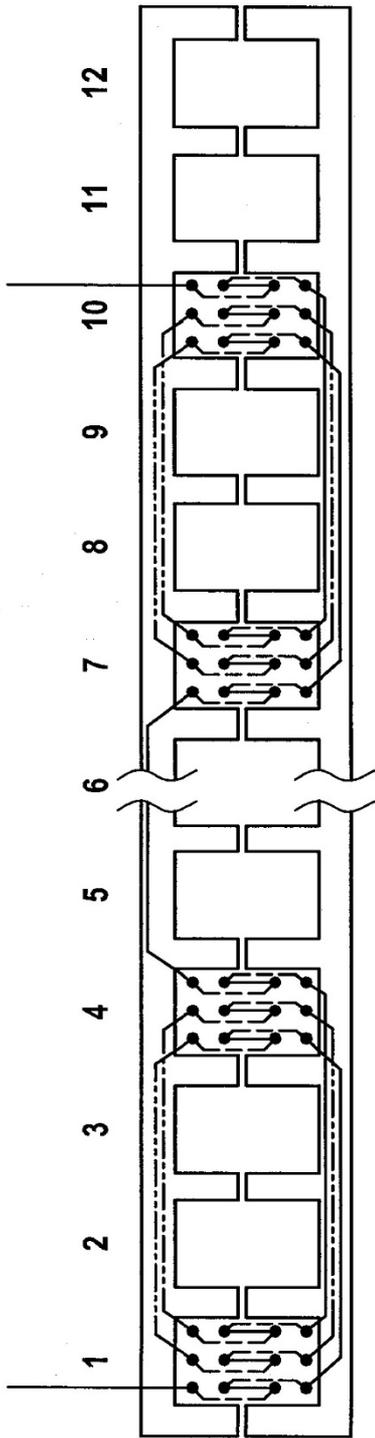


Fig. 29a

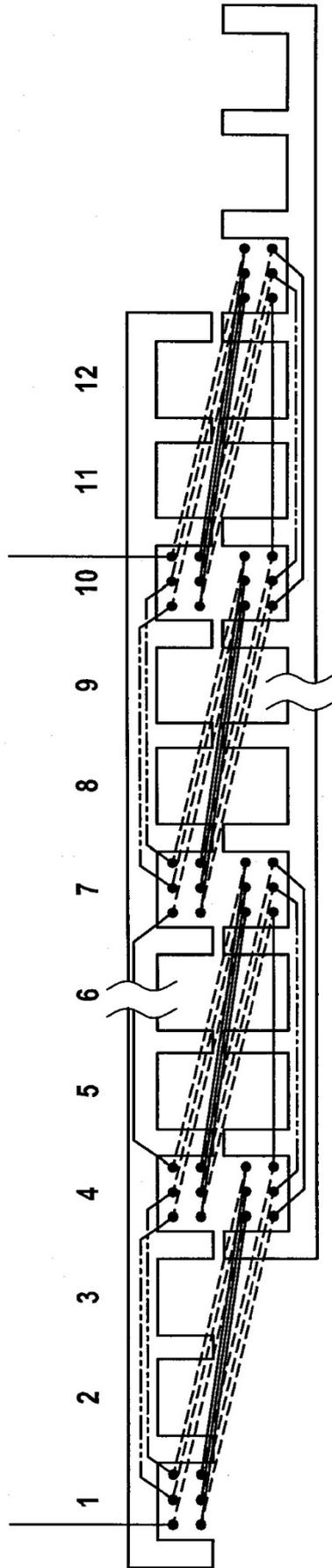


Fig. 29b