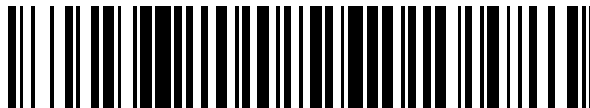


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 169**

51 Int. Cl.:

**H02K 15/04** (2006.01)

**H02K 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2011 E 11788846 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014 EP 2647108**

54 Título: **Procedimiento para la estampación de lados de bobinas de un arrollamiento de estator**

30 Prioridad:

**01.12.2010 DE 102010053716**

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

**18.12.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 525 169 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 la estampación de lados de bobinas de un arrollamiento de estator

**Estado de la técnica**

5 Durante el diseño de la geometría de la ranura en el lado del estator de máquinas eléctricas, el factor de llenado eléctrico, es decir, el cociente de la superficie de cobre con respecto a la superficie de la ranura es un parámetro decisivo para la descripción de la capacidad de potencia o bien del grado de actuación del sistema general. Los procedimientos de fabricación habituales, como por ejemplo el procedimiento de retracción posibilitan valores de 40 % hasta máximo 50 % de relleno eléctrico.

10 Para el incremento adicional de estos valores se pueden compactar los alambres en la zona de la ranura por medio de un proceso de estampación, ver por ejemplo el documento WO-2001053254 A1. De esta manera se puede conseguir la zona de más del 60 % de relleno eléctrico en las ranuras del estator. Si se tienen en cuenta determinadas dependencias constructivas supuestas (por ejemplo, realización compacta de las cabezas de arrollamiento...), entonces se puede generar con poco empleo de material más potencia eléctrica en volumen de construcción pequeño.

15 Durante la aplicación técnica del proceso de estampación tienen una importancia decisiva determinadas condiciones marginales: Así, por ejemplo, los cruces de alambre en la zona de la ranura pueden conducir a aplastamientos con sección transversal fuertemente reducida, que conducen en el funcionamiento a través de una resistencia óhmica elevada a recalentamientos locales con las consecuencias correspondientes.

20 Se posibilitan factores de relleno eléctrico especialmente a través de relleno mecánico alto en las herramientas de estampación, por lo que teniendo en cuenta las tolerancias posibles del alambre, se pretende un relleno de la ranura de estampación próxima al 100 %. No obstante, esto presupone que todos los alambres son deformados de la manera más uniforme posible en la zona de la ranura.

25 En el caso de selección desfavorable de la dirección de estampación, esta condición previa no se cumple. Si se estampa el alambre en dirección radial (en la dirección de la altura de la ranura), entonces se deforma el alambre, que está en contacto con la estampa de estampación, en una medida sobreproporcionalmente fuerte en comparación con el alambre en el fondo de la ranura de estampación, porque la presión de estampación no se distribuye de una manera uniforme dentro de la ranura debido a fricción mecánica y otras influencias. Se conoce a partir de los documento DE 10 2007 034 322 A1, DE10 2005 048 094 A1 y EP 1 578 002 A1 transformar lados de bobinas en una serie de ranuras y con un ángulo cero con respecto a la serie de ranuras,

30 De manera puramente calculada, se ajuste en la estampa de estampación un relleno de la ranura de estampación mayor que 100 %. Como consecuencia, se desplaza cobre en la dirección longitudinal del alambre a las cabezas de arrollamiento y, por lo tanto, a la zona no activa electromagnéticamente. El alambre no se puede estampar de esta manera óptimamente.

**Publicación de la invención**

35 **Descripción de los dibujos**

La invención se explica en detalle a continuación a modo de ejemplo con la ayuda de las figuras. En este caso:

La figura 1 muestra una sección longitudinal a través de una máquina eléctrica.

La figura 2 muestra una serie de alambres redondos o bien lados de bobinas, que deben transformarse con flancos paralelos.

40 La figura 3 muestra una serie de alambres anteriormente redondos, que han sido transformados con flancos paralelos y han sido insertados después del aislamiento en una ranura.

La figura 4 muestra una serie de alambres redondos o bien de lados de bobinas, que deben ser transformados de forma trapezoidal.

45 La figura 5 muestra dos semiseries de alambres redondos o bien de lados de bobinas, que deben transformarse con flancos paralelos.

La figura 6 muestra cuatro semiseries o bien dos semiseries completas de alambres redondos o bien de lados de bobinas con número par de lados de bobinas, que deben ser transformados de forma trapezoidal.

La figura 7 muestra cuatro series parciales o bien dos series enteras divididas de alambres redondos o bien de lados de bobinas con número/serie impar de lados de bobinas, que deben ser transformados en forma trapezoidal.

La curva envolvente representada en las figuras representa el contorno a conseguir de las series después de la transformación.

**Formas de realización de la invención**

5 En la figura 1 se representa una sección longitudinal a través de una máquina eléctrica 10, aquí configurada en la realización como generador o bien como generador de corriente alterna para automóviles. Esta máquina eléctrica 10 presenta, entre otras cosas, una carcasa 13 de dos partes, que está constituida por una primera placa de cojinete 13.1 y por una segunda placa de cojinete 13.2. La placa de cojinete 13.1 y la placa de cojinete 13.2 reciben en sí un llamado estator 16, que está constituido, por una parte, por un hierro de estator 17 esencialmente en forma de anillo circular, en cuyas ranuras dirigidas radialmente hacia dentro y que se extienden axialmente, está insertado  
10 arrollamiento de estator 18. Este estator 16 en forma de anillo rodea con su superficie ranurada dirigida radialmente hacia dentro un rotor 20, que está configurado como rotor de polos de garras. El rotor 20 está constituido, entre otras cosas, por dos pletinas de polos de garras 22 y 23, en cuya periferia circunferencial están dispuestos unos linguetes de polos de garras 24 y 25 que se extienden, respectivamente, en dirección axial. Ambas pletinas de polos de garras 22 y 23 están dispuestas en el rotor 20 de tal forma que sus linguetes de polos de garras 24 y 25, respectivamente,  
15 que se extienden en dirección axial, alternan entre sí en la periferia del rotor 20. De esta manea resultan espacios intermedios magnéticamente necesarios entre los linguetes polares de garras 24 y 25 magnetizados en sentido opuesto, que se designan como espacios intermedios de polos de garras. El rotor 20 está alojado de forma giratoria por medio de un árbol 27 y, respectivamente, un rodamiento 28 que se encuentra sobre un lado respectivo del rotor en las placas de cojinete 13.1 y 13.2 respectivas.

20 El rotor 20 presenta, en general, dos superficies frontales axiales, en las que, respectivamente, está fijado un ventilador 30. Este ventilador 30 está constituido esencialmente por una sección en forma de placa o bien en forma de disco, desde la que parten unas palas de ventilador de manera conocida. Estos ventiladores 20 sirven para posibilitar a través de orificios 40 en las placas de cojinete 13.1 y 13.2 un intercambio de aire entre el lado exterior de la máquina eléctrica 10 y el espacio interior de la máquina eléctrica 10. A tal fin, los orificios 30 están previstos en los  
25 extremos axiales de las placas de cojinete 13.1 y 13.2, a través de los cuales se aspira aire de refrigeración por medio de los ventiladores en el espacio interior de la máquina eléctrica 10. Este aire de refrigeración es acelerado a través de la rotación de los ventiladores 30 radialmente hacia fuera, de manera que éste puede entrar a través de la cortina de arrollamiento 45 permeable al aire de refrigeración. A través de este efecto se refrigera la cortina de arrollamiento 45. El aire de refrigeración adopta después de pasar a través de la cortina de arrollamiento 45 o bien  
30 después de circular alrededor de esta cortina de arrollamiento 45 un camino radialmente hacia fuera, a través de orificios no representados en esta figura 1.

En la figura 1 sobre el lado derecho se encuentra una caperuza de protección 47, que proteger diferentes componentes contra influencias del medio ambiente. De esta manera, esta caperuza de protección 47 cubre, por ejemplo, un llamado componente de anillo de fricción 49, que sirve para alimentar a un arrollamiento de excitación  
35 51 con corriente de excitación. Alrededor de este componente de anillo de fricción 49 está dispuesto un cuerpo de refrigeración 53, que actúa aquí como cuerpo de refrigeración positivo. Como el llamado cuerpo de refrigeración negativo actúa la placa de cojinete 13.2. Entre la placa de cojinete 13.2 y el cuerpo de refrigeración 53 está dispuesta una placa de conexión 56, que sirve para conectar los diodos negativos 58 dispuestos en la placa de cojinete 13.2 y los diodos positivos no mostrados aquí en esta representación en el cuerpo de refrigeración 53 entre  
40 sí y de este modo representar un circuito de puente conocido en sí.

**Descripción del transformador**

En la figura 2 se representa una serie de ranuras 90 de alambres redondos 93 o bien de lados de bobinas 96, que deben transformarse con flancos paralelos. En el caso de la geometría de la ranura con flancos paralelos pretendida, ver también la figura 3 con una ranura 99, se transformar todos los alambres redondos 93 de manera uniforme, de  
45 modo correspondiente se puede diseñar el relleno de la ranura 99 de manera uniforme. No son previsibles daños en el alambre. Se prevé un procedimiento para la estampación de varios lados de la bobina 96 para un arrollamiento de estator 18, de manera que la pluralidad de lados de la bobina 96 se disponen en una serie de ranuras 90, de modo que se transforma con una fuerza F, cuya dirección de la fuerza presenta un ángulo  $\alpha$  con respecto a la serie de ranuras 90, que es mayor que cero. El ángulo  $\alpha$  es casi o 90°. La serie de ranuras 90 define una dirección, en la que  
50 los alambres redondos 93 están apilados. El ángulo  $\alpha$  parte desde esta dirección.

Con respecto a la dirección de las fuerzas F dirigidas unas sobre las otras se puede prever también de manera alternativa que las fuerzas F estén alineadas de tal manera que éstas actúan diagonalmente a través de la serie de ranuras 90. Con respecto al resultado representado en la figura 3, esto significa que las fuerzas actúan, por ejemplo, por un lado desde el fondo de la ranura en la parte inferior izquierda y, por otro lado, desde el lado estriado de la  
55 ranura en la parte superior derecha, De manera auxiliar, está previsto que las fuerzas F actúen en un ángulo  $\alpha > 45^\circ$  unas sobre las otras. Las consideraciones de este párrafo se aplican también para geometrías de la ranura de forma trapezoidal.

En el caso de utilización de geometrías de la ranura de forma trapezoidal, figura 4, también en el caso de una estampación tangencial en una cámara de estampación 102 aparecen problemas similares que en el caso de la estampación radial. En la zona estrecha superior de la cámara de estampación 102 las conformaciones no son ideales, en la zona ancha de la ranura 99 (parte inferior) tampoco son ideales.

5 En las figuras 5, 6 y 7 se representa cómo se estampan arrollamientos de estator o bien series 90 de alambres redondos 93 o bien lados de bobinas 96 en dos cámaras de estampación 102. A través de relleno mecánico uniforme alto en las cámaras se pueden aplicar diseños electromagnéticos optimizados con factores de relleno eléctrico mayor del 60 %. Especialmente los diseños de ranuras de estator con forma de ranuras de forma trapezoidal se aprovechan de este principio.

10 A través del empleo de dos cámaras de estampación 102 se puede conseguir un relleno mecánico uniforme de las ranuras de estampación. Esto posibilita, teniendo en cuenta las tolerancias posibles del alambre, un grado de relleno de la estampación próximo al 100 %. De esta manera, se posibilitan diseños electromagnéticos optimizados con grados de relleno eléctrico mayores que el 60 % (ver la figura 5).

15 Está previsto un procedimiento, en el que los lados de las bobinas 96 están dispuestos en varias series parciales 110, de manera que varias series parciales 110 forman una serie de ranura 90.

De acuerdo con las figuras 6 y 7 está previsto un procedimiento, en el que las series de bobinas 96 están dispuestas en varias series parciales 110, de manera que varias series parciales 110 forman una serie de ranura 90 y por cada ranura 99 están previstas varias series de ranuras 90. Las series parciales 110 de una serie de ranuras 90 presentan un número diferente de lados de bobinas 96.

20 Las series parciales 110 son estampadas en cámaras de estampación 102 separadas unas de las otras.

25 Los rellenos calculados de la ranura de estampación mayores del 100 % en zonas parciales de la ranura se evitan con dos cámaras de estampación. No se producen ya deformaciones inadmisibles de alambres individuales, ni se desplaza cobre en dirección longitudinal (perpendicularmente al plano de la representación) a las cabezas de arrollamiento no activas electromagnéticamente. Es decir, que en realidad se aplica también el diseño optimizado calculado.

30 En particular, con dos cámaras de estampación separadas se pueden aplicar también diseños con ranuras de forma trapezoidal. No son necesarios movimientos de compensación entre la zona estrecha y la zona ancha de las cámaras de estampación. Las influencias difícilmente gobernables, como por ejemplo la fricción dentro de las cámaras de estampación no tienen ninguna influencia sobre la calidad de la realización. En este caso no existe una limitación con respecto a la forma de la ranura, en particular se pueden realizar diversas formas trapezoidales.

35 El principio propuesto se puede aplicar para diferentes diseños. Se pueden realizar tanto disposiciones de alambres de una serie como por ejemplo en el caso de un sistema de 5 fases con 80 ranuras (ver la figura 5) como también disposiciones de dos series, como por ejemplo en el caso de un sistema de 3 fases con 48 ranuras (ver la figura 6). Otras disposiciones de varias series son concebibles en principio, en cuyo caso el número de ranuras o bien la polaridad de diseño son opcionales. Además, con un cálculo correspondiente de las superficies de las cámaras de estampación se puede construir también diseños con número impar de conductores (ver la figura 7).

40 La estampación en dos cámaras genera un plano de separación unívoco y sobre todo reproducible entre la capa superior y la capa inferior de ranuras, respectivamente. Diferentes condiciones dentro de la ranura estampada, como por ejemplo fricción, resistencia del alambre o diámetro del alambre no tienen ninguna influencia sobre este plano de separación. Esto puede ser muy ventajoso en las etapas siguientes del proceso: por ejemplo, se puede realizar un proceso de limitación de los elementos de las bobinas a lo largo de este plano de separación.

Está previsto un estator con un arrollamiento de estator (18), que está fabricado de acuerdo con una de las etapas del procedimiento presentadas aquí.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento para la estampación de varias series de bobinas (96) para un arrollamiento de estator (18), caracterizado porque la pluralidad de lados de la bobina (96) se disponen en una serie de ranuras (90), en el que se transforma con una fuerza (F), cuya dirección de la fuerza presenta un ángulo ( $\alpha$ ) con relación a la serie de ranuras (90), que es mayor que cero, de manera que todos los lados de las bobinas en la zona de las ranuras se transforman de la manera más uniforme posible.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los lados de las bobinas (96) están dispuestos en varias series parciales (110), en el que varias series parciales (110) forman una serie de ranuras (90).
- 10 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque los lados de las bobinas (96) están dispuestos en varias series parciales (110), en el que varias series parciales (110) forman una serie de ranuras (90) y por cada ranura (99) están previstas varias series de ranuras (90).
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque las series parciales (110) de una serie de ranuras (90) presentan un número diferente de lados de bobinas (96).
- 15 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las series parciales (110) son estampadas en cámaras de estampación (102) separadas unas de las otras.
- 6.- Estator con un arrollamiento de estator (18), que está fabricado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4.
- 7.- Máquina eléctrica (10) con un estator (16) de acuerdo con la reivindicación 6.

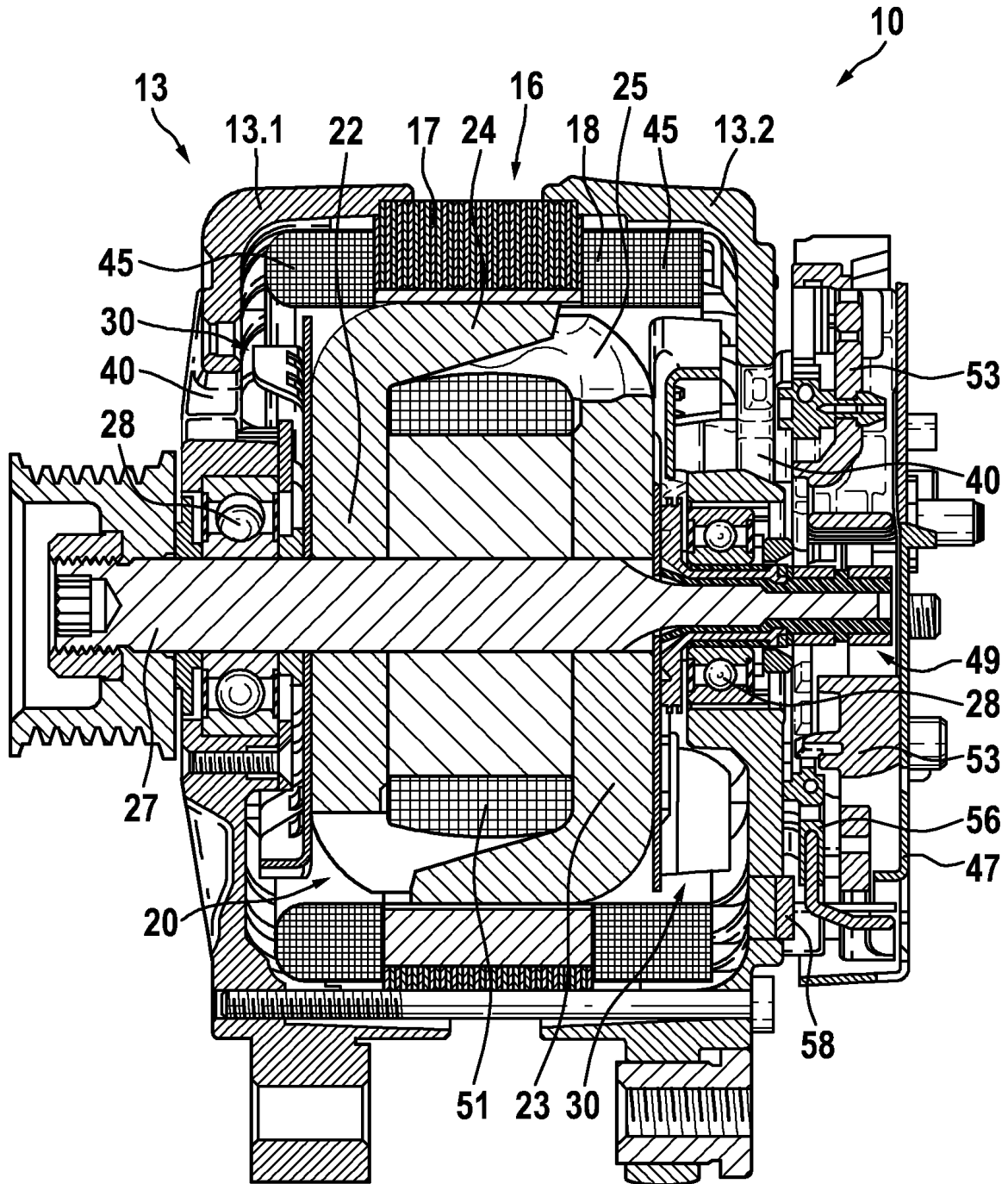


Fig. 1

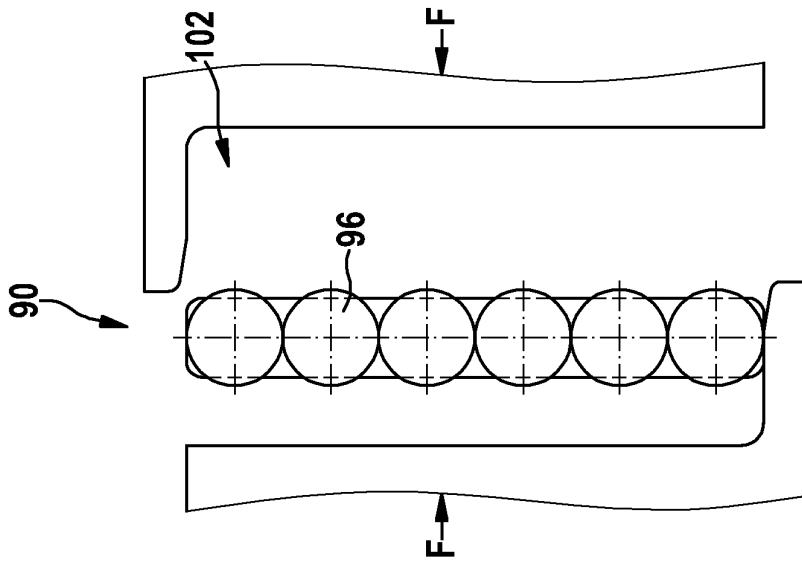


Fig. 2

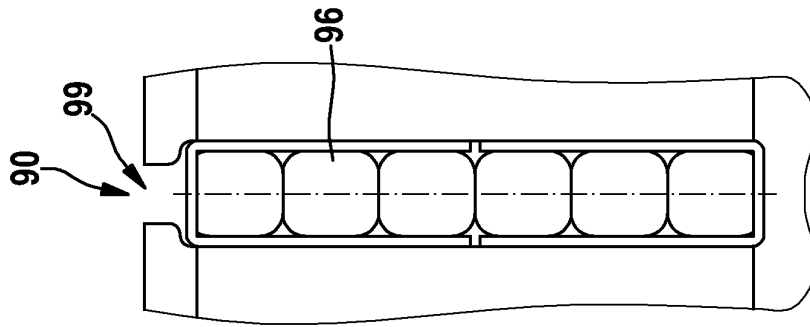


Fig. 3

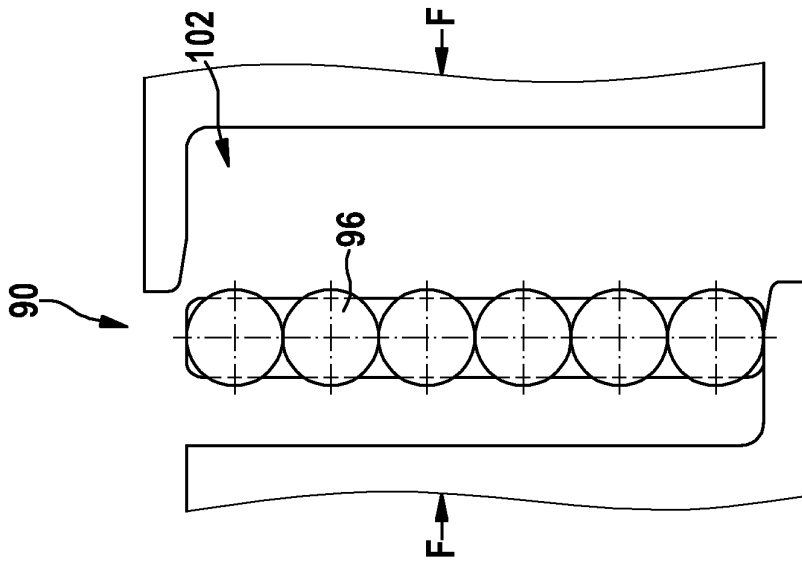


Fig. 4

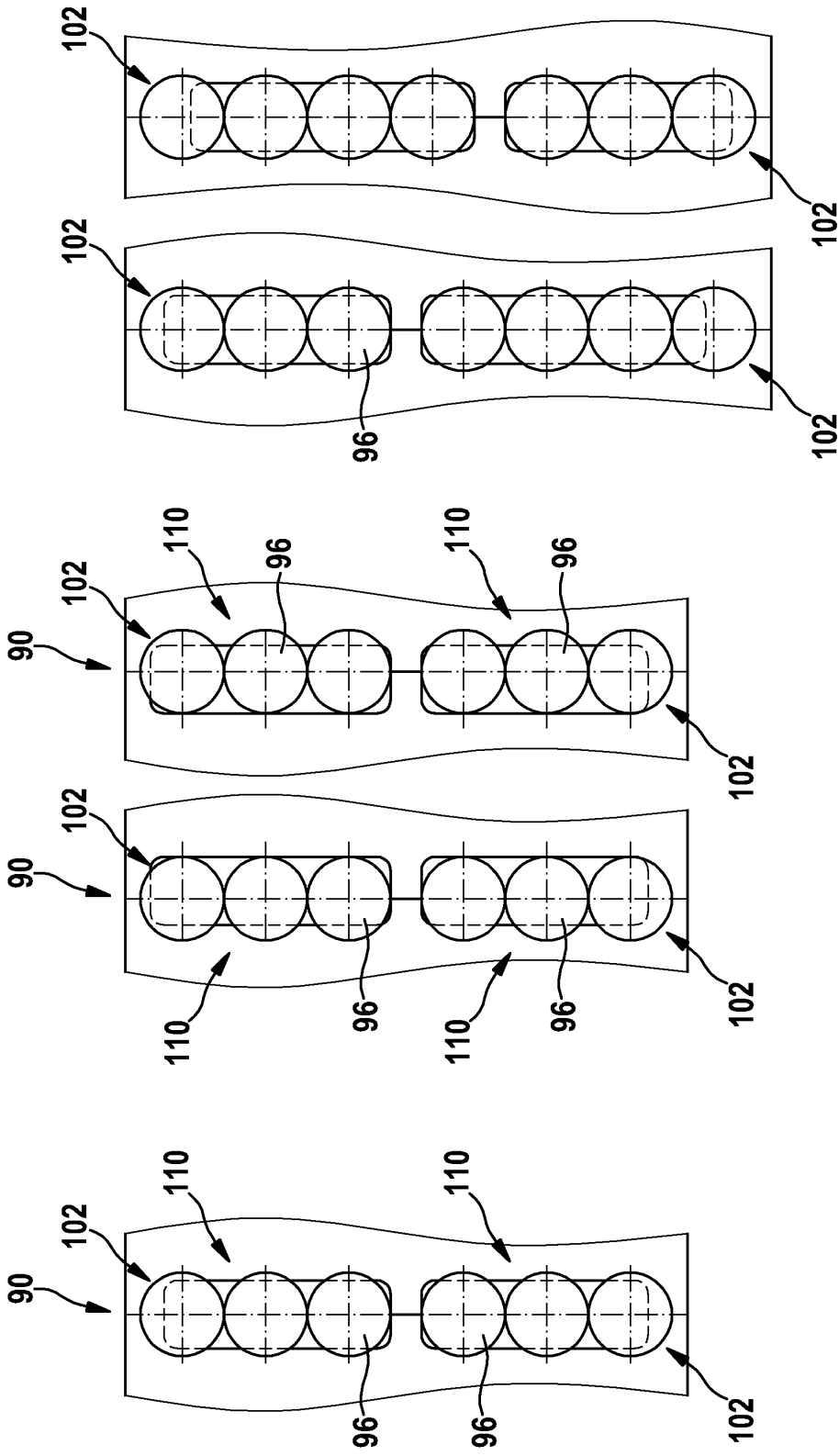


Fig. 7

Fig. 6

Fig. 5