



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 238**

51 Int. Cl.:

**H02K 1/06** (2006.01)

**H02K 1/18** (2006.01)

**H02K 15/02** (2006.01)

**H02K 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04789933 .1**

96 Fecha de presentación : **21.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1702395**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.09.2006**

54

Título: **Método para la fabricación de un estator, así como un estator fabricado mediante dicho método.**

30

Prioridad: **30.12.2003 DE 103 61 857**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.09.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.09.2011**

73

Titular/es: **ROBERT BOSCH GmbH**  
**Postfach 30 02 20**  
**70442 Stuttgart, DE**

72

Inventor/es: **Rau, Eberhard;**  
**Berger, Thomas;**  
**Henne, Martin y**  
**Pflueger, Klaus**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 365 238 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para la fabricación de un estator, así como un estator fabricado mediante dicho método.

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un método para la fabricación de un estator, así como un estator fabricado mediante dicho método de acuerdo con la clase de las reivindicaciones independientes.

10 De la patente WO 01/54254 A1 se conoce un método para la fabricación de un estator que se provee para una máquina eléctrica, en particular para un generador para vehículos a motor. Además, en primer lugar se conforma un paquete de láminas de forma esencialmente cuboide a partir de láminas en forma de tiras, y en una de las siguientes etapas se conforma mediante curvado logrando una forma anular. La forma anular de dicho estator o bien, del núcleo de hierro del estator, presenta dos superficies frontales axiales. Se ha comprobado que esta clase de estator o bien, núcleo de hierro del estator fijado axialmente entre dos placas de cojinete a lo largo de las superficies frontales axiales, presentan una elasticidad y una flexibilidad axial relativamente elevadas. Dicha flexibilidad puede provocar que los medios de sujeción separables, por ejemplo, los tornillos que se utilizan para fijar el estator entre las placas de cojinete, se aflojen o que alternativamente deban ser altamente resistentes, hecho que repercute en sus dimensiones. De esta manera, si dichos tornillos se encuentran dispuestos en la periferia exterior del estator, esto puede generar un incremento del diámetro exterior de la máquina eléctrica.

15 En los documentos US 4 901 428 y US 5 489 811, las láminas en forma de tiras también se utilizan para la fabricación de paquetes de chapas para estatores.

Ventajas de la presente invención

20 El método conforme a la presente invención para la fabricación de un estator para una máquina eléctrica, con las características de la primera reivindicación independiente, presenta la ventaja de que mediante el paquete de láminas de forma anular, deformado plásticamente en sentido axial, al menos, en determinados puntos de las superficies frontales axiales, cuya flexibilidad se reduce considerablemente en particular en relación con la unión atornillada entre las dos placas de cojinete, y por lo tanto, se mejora la fijación entre ambas placas de cojinete. Se reduce considerablemente el riesgo de una liberación de los elementos de fijación entre ambas placas de cojinete. Por otra parte, se evita en gran medida que el dentado interior de acción electromagnética del estator se abra en forma de abanico mediante la deformación entre ambas placas de cojinete. Por otra parte, de esta manera se reducen pérdidas electromagnéticas.

30 Mediante las medidas mencionadas en las reivindicaciones dependientes, se pueden realizar perfeccionamientos ventajosos del método de acuerdo con la reivindicación principal.

35 Resulta particularmente ventajosa la conformación de superficies de sujeción axiales mediante la deformación plástica de las superficies frontales en ambos extremos axiales del paquete de láminas de forma anular. Esto significa que mediante la deformación plástica en sentido axial se reduce la porción elástica de la deformación del estator en sentido axial. La elasticidad entre ambas placas de cojinete es reducida. La compresibilidad restante del estator resulta ahora homogénea de manera tal que las deformaciones entre los elementos de fijación individuales entre ambas placas de cojinete no resulten muy diferentes. En particular, en la fabricación de las superficies de sujeción axiales mediante un proceso de conformación en frío, las fuerzas de conformación que actúan axialmente generan un incremento de la rigidez axial además de la deformación plástica deseada. Esto repercute de manera ventajosa en los estatores con la técnica de sujeción axial que en el estado montado se someten a una carga por compresión elevada, y debido a su estructura de paquete laminado presentan un comportamiento de asiento principalmente desfavorable para la unión atornillada de la carcasa. Mediante dicha carga de fuerza después del proceso de curvado, en el estator acabado cilíndrico y hueco se reduce considerablemente la fluctuación que existe principalmente de la deformación permanente. Por lo tanto, también se pueden establecer con más precisión las tolerancias de forma y de medida del estator y, de esta manera, se puede cumplir con exigencias aún más elevadas.

45 De acuerdo con otro acondicionamiento de la presente invención, se prevé que el paquete de láminas de forma anular se presione simultáneamente mediante la deformación axial en su periferia exterior en sentido radial y que, de esta manera, también se deforme plásticamente. Dicha medida evita todas las variaciones demasiado amplias, en sentido axial, generadas mediante la carga de fuerza axial, y cumple exactamente y, por lo tanto, de una mejor manera con la forma exterior del estator o bien, del núcleo de hierro del estator.

50 Se prevé particularmente que mediante la deformación plástica de la periferia exterior del paquete de láminas se conforme una hendidura radial de la carcasa. En la denominada técnica de sujeción axial en los generadores para vehículos a motor y en máquinas eléctricas en general, no sólo se requiere de una posición axial segura del estator en relación con las placas de cojinete, sino que también se requiere de una disposición exactamente centrada en

- relación con el rotor dispuesto en el estator. Por lo tanto, mediante la medida conforme a la presente invención, se conforma un diámetro de centrado mediante la hendidura de la carcasa, a través del cual se logra una disposición sumamente exacta del estator en las placas de cojinete, y también una correspondencia sumamente exacta con el rotor. Por otra parte, de esta manera se puede lograr perfectamente la perpendicularidad entre las superficies axiales de sujeción y el diámetro de centrado o bien, la hendidura de la carcasa. Además, se puede prever que mediante la deformación plástica simultánea se conforme en sentido axial y radial un bisel de unión entre las superficies axiales de sujeción y la hendidura de la carcasa. De esta manera, dicho bisel de unión elaborado conforme a la presente invención, economiza otra operación de trabajo, por ejemplo, la de arranque de viruta, y permite además un montaje simple y seguro del estator en una placa de cojinete.
- Mediante el método de conformación en frío seleccionado se suprimen, por ejemplo, procesos de trabajo de arranque de viruta costosos, y mediante la supresión de dicho trabajo de arranque de viruta no se forman las rebabas y, por lo tanto, se evitan los problemas de montaje provocados de esa manera.
- Conforme a la presente invención, las láminas deben presentar un grosor de entre 0,35 mm y 1 mm, en donde se prefiere un grosor de 0,5 mm y que todas las láminas presenten preferentemente el mismo grosor. Esto ofrece la ventaja de una capacidad y un coeficiente de rendimiento elevados, dado que el grosor de las láminas se encuentra dentro de un margen que se puede lograr mediante la denominada calidad de chapa magnética. Por otra parte, se simplifican los insumos para herramientas y se incrementa la productividad de la instalación de fabricación. Mediante la estructura homogénea (igual grosor) se mejora la propiedad de flexión del núcleo de hierro del estator.
- Además, se prevé que la cantidad de n láminas de un paquete de chapas de estator se dispongan en dicho paquete en el mismo orden en que se fabrican en una herramienta troqueladora. Esto presenta la ventaja de que, por una parte, las láminas se pueden utilizar con prácticamente el mismo grosor de material y, de esta manera, las tolerancias previsible del paquete son lo más reducidas posible para el paquete de chapas de estator. Los errores de separación o de posicionamiento de la placa guiapunzón o bien, la placa de corte durante el troquelado, así como los errores de posicionamiento de la tira de chapa en la herramienta troqueladora se pueden mantener reducidos de esta manera y, por lo tanto, también en el producto final, es decir, el paquete de chapas para estatores.
- Además, se prevé que antes del troquelado de las láminas a partir de un producto semiacabado de chapa laminar, por ejemplo una bobina de fleje, se determine su grosor de material mediante un dispositivo de medición, y a partir de un ancho nominal provisto de una tolerancia del paquete de láminas de forma esencialmente cuboide, se determine la cantidad nominal de láminas para el paquete de láminas de forma esencialmente cuboide. Mediante un ordenador se determina la cantidad exacta de láminas para un paquete de chapas de estator. Mediante dicha medida se obtienen tolerancias reducidas de ancho del paquete.
- Otra medida para la fabricación o bien, para la obtención de tolerancias axiales reducidas o tolerancias de ancho del paquete de láminas reducidas, consiste en primer lugar en limpiar las láminas individualmente y, de esta manera, eliminar el aceite residual y las impurezas del proceso de troquelado. A continuación, se apila en capas dichas láminas limpias para conformar un paquete de láminas sin dividir, alineadas exactamente y presionadas unas contra otras bajo la acción de una fuerza, con el fin de unir entre sí a continuación las láminas mediante una técnica de unión, preferentemente mediante soldadura. En particular, en este caso resulta adecuada la denominada soldadura por láser, dado que mediante dicha soldadura se logra un paquete de láminas resistente a la deformación con un aporte de calor lo más reducido posible.
- El curvado del paquete de láminas se realiza bajo una pretensión axial. De esta manera, se evitan deformaciones plásticas inadmisibles, como por ejemplo, aperturas en abanico y ondas en las láminas.
- De acuerdo con otro acondicionamiento ventajoso de la presente invención, se prevé que en el paquete de láminas de forma esencialmente cuboide se unan entre sí ambos extremos frontales del paquete de láminas alineados entre sí después del curvado mediante pretensión axial. Este proceso de unión también se realiza preferentemente mediante un método de soldadura por láser.
- Se prevé que mediante la etapa de conformación axial, la reducción de la longitud axial del paquete del estator en la periferia exterior sea de entre 1% y 10%.
- Para otro perfeccionamiento de la rigidez axial del paquete del estator o bien, del paquete de láminas, se prevé que antes del curvado del paquete de láminas en primer lugar en forma de tiras se introduzca un devanado en las ranuras del paquete de láminas. Mediante la fricción inevitable entre el devanado y las ranuras, transmitida a través del esmalte para hilos y del aislamiento de ranura, se logra la rigidez axial mejorada.

De acuerdo con la reivindicación 18 del dispositivo, se proporciona un estator para una máquina eléctrica cuyo núcleo de hierro de estator se compone de un paquete de láminas de forma esencialmente cuboide y de arco circular, que presenta superficies frontales axiales y que se encuentra deformado plásticamente en sentido axial en

dichas superficies frontales. Dicha deformación plástica se puede limitar a zonas localizadas de manera tal que el paquete de láminas se deforme, al menos, en determinados puntos de la periferia exterior de las superficies frontales axiales. En el caso que el paquete de láminas presente un dentado exterior, dichos puntos se pueden limitar a dichos dientes exteriores.

- 5 El núcleo de hierro del estator debe presentar en su periferia, al menos, una hendidura radial del estator deformada plásticamente para la unión precisa en una placa de cojinete. Dicha hendidura se encuentra dispuesta, al menos, en un extremo axial del núcleo de hierro del estator.

10 Además, el estator presenta, al menos, un bisel de unión conformado. El núcleo de hierro del estator presenta en su diámetro interior una longitud axial mayor que en su diámetro exterior. De esta manera, en el caso de la presente invención, el núcleo de hierro del estator presenta una rigidez axial mayor.

#### Dibujos

En los dibujos se representan ejemplos de ejecución de un método conforme a la presente invención para la fabricación de un estator, así como un estator conforme a la presente invención.

Muestran:

- 15 Figuras 1a, 1b, 1c el método de fabricación fundamental de un núcleo de estator fabricado de acuerdo con el método de fabricación de paquetes planos,
- Figura 2 la deformación plástica del paquete de láminas de forma anular en las superficies frontales axiales en sentido axial,
- Figura 3 en un corte la transformación del paquete de láminas durante el proceso de conformación axial,
- 20 Figura 4 la transformación del paquete de láminas después del proceso de conformación,
- Figura 5 en un corte la transformación del paquete de láminas durante el proceso de conformación axial y radial,
- Figura 6 la transformación del paquete de láminas después del proceso de conformación axial y radial,
- Figura 7 la transformación del paquete de láminas después del proceso de conformación axial y radial con un bisel de unión troquelado,
- 25 Figura 8 una vista lateral del paquete de láminas después del proceso de conformación axial y radial con un bisel de unión troquelado,
- Figura 9 láminas dispuestas en el orden de troquelado,
- Figura 10 una vista tridimensional de un paquete de láminas,
- Figura 11 un corte transversal a través de una ranura de un paquete de láminas,
- 30 Figura 12 una vista tridimensional de otro ejemplo de ejecución de un paquete de láminas,
- Figura 13 un corte transversal a través de una ranura del paquete de láminas representado en la figura X3,
- Figura 14 un corte transversal a través de una ranura del paquete de láminas representado en la figura X3, después de la eliminación de rebabas del troquelado,
- Figura 15a superficies axiales de sujeción sólo en el dentado exterior de un paquete de láminas,
- 35 Figura 15b superficies axiales de sujeción en el dentado exterior y en el yugo de un paquete de láminas,
- Figura 16 a 23 diferentes ejemplos de ejecución para costuras de soldadura en el paquete de láminas.

## Descripción

En las figuras 1a, 1b, y 1c se representa el método de fabricación fundamental de un núcleo de estator 20 para una máquina eléctrica, fabricado de acuerdo con el método de fabricación de paquetes planos. En primer lugar, se proporcionan láminas 21 en forma de tiras esencialmente rectangulares o bien, cuboides que están provistas de entalladuras 22. Las entalladuras 22 se encuentran limitadas a ambos lados respectivamente por un diente 24 o por medio diente 25. Los dientes 24 o bien, los medios dientes 25 se encuentran unidos entre sí a través de un yugo 26. El yugo 26 se extiende esencialmente en sentido periférico p y en sentido radial r, por otra parte, presenta en general un grosor de material s que coincide con el grosor de material de las láminas 21. El yugo 26 presenta una superficie posterior 32 opuesta a los dientes 24 ó 25. Dicha superficie posterior del yugo 32 presenta una orientación en sentido negativo r. Los dientes 24 y los medios dientes 25 se extienden esencialmente en sentido radial y en sentido periférico p. Los dientes 24 y 25 presentan también el grosor de material s. Al igual que los dientes 24 y 25, las entalladuras 22 también se extienden naturalmente en sentido periférico p y en sentido radial r. Los dientes 24 y los medios dientes 25 se pueden subdividir respectivamente en una base de diente 28 y en una cabeza de diente 29 ensanchada en sentido periférico p frente a la base del diente 28. Los dientes 24 y 25 se encuentran unidos con el yugo 26 en una única pieza mediante la base del diente 28, en donde las bases de diente 28 parten esencialmente en ángulo recto desde el yugo 26. Los medios dientes 25 se encuentran dispuestos respectivamente en los extremos del yugo 26 y, de esta manera, opuestos en sentido periférico p en el estado inicial de las láminas 21. Una lámina de esta clase 21 puede presentar, por ejemplo, 36 entalladuras 22 o también 48 entalladuras 22. Sin embargo, también se pueden presentar cantidades mayores de entalladuras. Una lámina de esta clase 21 se compone generalmente de una denominada chapa magnética y, por lo tanto, es ferromagnética.

A partir de una pluralidad de esta clase de láminas 21, por ejemplo, de 60 láminas 21, se conforma un paquete de láminas 40 de forma esencialmente cuboide mediante la unión recíproca de dichas láminas 21. Además, las láminas 21 se alinean de manera tal que sus contornos exteriores conformados por el yugo 26 y los dientes 24 y 25, se cubran entre sí. El paquete de láminas 40 presenta respectivamente un extremo frontal 43 en cada extremo en sentido periférico. Por consiguiente, el paquete de láminas 40 conformado de esta manera presenta además el sentido axial a, el sentido periférico p y también el sentido radial r. De manera consecuente, dicho paquete de láminas 40 presenta ahora ranuras 42 que se extienden en sentido axial a que, por otra parte, se encuentran limitadas por los dientes 24 o bien, los medios dientes 25. Los dientes 24 y los medios dientes 25 conforman superficies individuales que se orientan en sentido radial r. Dichas superficies de las cabezas de dientes 44 conforman después las superficies que actúan directamente junto con las piezas de acción electromagnética de un rotor. En una de las siguientes etapas, dicho paquete de láminas 40 se conforma en una forma anular mediante curvado. Mediante dicha conformación, después del curvado las superficies de las cabezas de dientes 44 se encuentran alineadas todas juntas de manera que se encuentren alineadas a un eje de cilindro z que corresponde al sentido axial a. Por lo tanto, las superficies de las cabezas de dientes 44 forman parte de una superficie exterior de cilindro que se puede lograr con la forma anular del paquete de láminas 40, observar también la figura 1c. Mediante dicho curvado, ambos medios dientes 25 entran en contacto entre sí de manera tal que dichos medios dientes en conjunto corresponden a un diente completo 24 en relación con el aspecto electromagnético. Dicha forma anular del paquete de láminas 40 presenta dos superficies frontales axiales 46 de las cuales en la figura 1c sólo se observa una de ellas. Como se explica a continuación, en otra de las siguientes etapas el paquete de láminas 40 de forma anular se deforma plásticamente, al menos, en determinados puntos de las superficies frontales axiales 46 en sentido axial a.

En la figura 2 se representa la deformación plástica del paquete de láminas 40 de forma anular en las superficies frontales axiales 46 en sentido axial. Para realizar dicha etapa del método, el paquete de láminas 40 circular o bien, el núcleo del estator 20 se monta con una superficie frontal axial 46 sobre un anillo 50 cuyo diámetro interior es más reducido que el diámetro exterior del paquete de láminas 40. Desde la superficie frontal axial 46 enfrentada se mueve un segundo anillo 51 hacia dicha superficie frontal axial 48, hasta que dicha superficie se apoye sobre la segunda superficie frontal axial 46. El diámetro interior de dicho anillo 51 también es más reducido que el diámetro exterior del paquete de láminas 40 con forma de arco circular. A continuación, el anillo 51 se somete a una fuerza y presiona sobre el paquete de láminas 40 de forma anular, de manera que dicho paquete se apoye sobre el anillo 50 con la contrafuerza correspondiente mediante el principio de "acción igual a reacción". Mediante dicha carga de fuerza F el paquete de láminas 40 de forma anular se deforma plásticamente en las superficies frontales axiales 46 en sentido axial a. Dependiendo de si los anillos 50 y/o 51 se disponen adyacentes a las superficies frontales 46 con su forma anular completa o sólo con una porción de dicha forma, dicho paquete se deforma en sentido axial ya sea a lo largo de toda la periferia del paquete de láminas 40 o sólo en partes o bien, en puntos individuales de la periferia. La figura 3 muestra en un corte la transformación del paquete de láminas 40 durante el proceso de conformación a lo largo del anillo 51 o del anillo 50. En una representación ampliada en gran medida se representa en este caso en un corte el ángulo superior derecho del paquete de láminas 40 en la figura 2, en el momento de la introducción más profunda del anillo 51. Como se observa claramente, las láminas individuales 21 se deforman plásticamente en su extremo exterior radial mediante el contorno redondeado del anillo 51, preferentemente en sentido radial hacia el interior. Por consiguiente, el material de las láminas 21 se comprime en sentido axial y, en este caso, se forma un paquete de láminas 40 levemente convexo hacia el exterior.

En la figura 4 se representa el mismo corte del paquete de láminas 40 de la figura 3 sin el anillo 51 después de su elevación. Mediante la deformación plástica de las superficies frontales 46, se forman superficies axiales de sujeción 53 en ambos extremos axiales del paquete de láminas 40 de forma anular.

5 En la figura 5 se representa otro ejemplo de ejecución para la deformación plástica de las superficies frontales axiales 46. Mientras que el anillo 51, de acuerdo con el ejemplo de ejecución de la figura 3 ó 4, presenta un perfil esencialmente cuadrado, el anillo 51 representado en la figura 5 presenta un contorno algo diferente. Además, el anillo 51 está diseñado de manera tal que resulta apropiado para conformar plásticamente superficies frontales axiales en sentido axial en el paquete de láminas 40. Por otra parte, dicho anillo 51 puede presionar al mismo tiempo dicho paquete en la periferia del paquete de láminas 40 en sentido radial y, de esta manera, puede deformar plásticamente.

10 La figura 6 muestra el contorno correspondiente del paquete de láminas 40 después de la elevación del anillo 51. Además, se conforma una hendidura de la carcasa mediante la deformación plástica de la periferia del paquete de láminas 40, de manera tal que después de la elevación del anillo 51, como se ha mencionado anteriormente, quede una superficie de sujeción axial 53 y también una hendidura radial de la carcasa 54. Se prevé que el diámetro de la hendidura de la carcasa de entre 0,01% y 1% sea menor que la medida inicial.

En la figura 7 se representa otra variante de dicha deformación plástica del paquete de láminas 40. En dicho ejemplo de ejecución existen no sólo una superficie de sujeción axial 53 y una hendidura de la carcasa 54, sino que por otra parte existe un bisel de unión 55 producido mediante el mismo proceso de deformación plástica.

20 En la figura 8 se representa la vista lateral de un paquete de láminas 40 en forma de arco circular después de la deformación plástica de la superficie frontal axial 46 o de la periferia exterior. En este punto, se debe mencionar que las deformaciones limitan con los ángulos en los que se encuentran la superficie frontal axial 46 y la superficie de la periferia exterior. Tanto la superficie axial de sujeción 53 como la hendidura de la carcasa 54 se extienden en una longitud de alrededor de 1 a 6 mm.

25 Para lograr una longitud axial del paquete de láminas 40 de medidas particularmente seguras, después de la deformación plástica en sentido axial se requiere de las siguientes medidas en particular:

En primer lugar, es importante que las láminas presenten un grosor de entre 0,35 mm y 1 mm, en donde se prefiere un grosor de 0,5 mm. En el caso ideal, todas las láminas presentan el mismo grosor de material.

30 Para la fabricación de un paquete de láminas 40 que presenta propiedades particularmente apropiadas en relación con las tolerancias esperadas, se prevé que ya en el troquelado de las láminas 21 se proceda de una manera determinada. Durante el troquelado, las láminas 21 son expulsadas de la máquina troqueladora una detrás de otra, es decir, que provienen de una máquina o herramienta troqueladora. Por ejemplo, se troquela una primera lámina 21.1 e inmediatamente a continuación una segunda lámina 21.2, después una lámina 21.3, a continuación una lámina 21.4 y de esta manera las láminas siguientes 21.5, 21.6, 21.7, 21.8, 21.9. Por consiguiente, en dicho ejemplo se troquelan nueve láminas 21.1 a 21.9 inmediatamente consecutivas. Dicho orden se debe conservar exactamente también en la formación del paquete de láminas 40, observar también la figura 9. El orden de láminas 21 mencionado también se cumple en dicho ejemplo para la fabricación del paquete de láminas 40. Como consecuencia, a la primera lámina 21.1 del paquete de láminas 40 a formar se le aplica directamente después la lámina 21.2, a esta la lámina 21.3, a la última la lámina 21.4, y así sucesivamente hasta la lámina 21.9, y finalmente se forma de esta manera un paquete de láminas 40. En el caso que el paquete de láminas presente, por ejemplo, n = 60, 70 u 80 láminas 21, de manera correspondiente las láminas 21.1 a 21.60 ó 21.1 a 21.70 ó 21.1 a 21.80 se aplican consecutivamente de la forma descrita y forman un paquete de láminas 40. Por consiguiente, se prevé que la cantidad de n láminas 21 de un paquete de chapas de estator 40 se dispongan en dicho paquete en el mismo orden en que se fabrican en una herramienta troqueladora.

45 La medida descrita anteriormente según la cual, por ejemplo, exactamente n = 60, 70 u 80 láminas 21 deben formar un paquete de láminas 40, resulta particularmente útil para dicho objetivo cuando las tolerancias de los grosores del material s de las láminas 21 individuales se encuentran dentro de un determinado margen muy preciso.

A continuación, se describe otra medida para el perfeccionamiento de las tolerancias axiales del paquete de láminas 40. Las láminas 21 se troquelan generalmente en chapa. Dichas chapas presentan por lo general la propiedad de que su grosor de material difiere en el sentido transversal al laminado. Generalmente, el grosor de material decrece o se incrementa en el sentido transversal al laminado de manera que la chapa presenta una sección transversal trapezoidal. En el caso que las láminas 21 se troquelan en el sentido transversal al laminado de manera que el yugo 26 se extienda transversalmente al laminado, la lámina 21 presenta un grosor de material, por ejemplo, en incremento en escasa medida en el sentido del yugo o bien, en el sentido periférico p. En el caso que dichas láminas 21 se utilicen para formar un paquete como se describe en la secuencia de troquelado correspondiente (en el ejemplo conforme a la figura 10 son diez láminas 21), en dicha secuencia se logra un paquete de láminas 40 que

presenta diferentes anchos en el sentido axial  $a$  en ambos extremos frontales 43 enfrentados,  $B_{43.1} < B_{43.2}$ . Por lo tanto, el paquete de láminas 40 es en principio trapezoidal en la vista superior de sus dientes 24. Un núcleo de estator 20 circular compuesto de un paquete de láminas 40 de esta clase, se dispone con sus superficies frontales axiales 46 de manera irregular contra las superficies opuestas correspondientes de la carcasa. Un escalón resultaría de importancia en los extremos frontales 43 que se disponen uno contra otro, de manera que el medio de fijación adyacente derecho e izquierdo en relación con los extremos frontales 43 se pudieran pretensar y someter a una carga de manera diferente.

La figura 11 muestra un corte a través de una de las ranuras 42 del paquete de láminas 40 de la figura 10. Dicho paquete de láminas 40 presenta en sus contornos, al igual que el paquete de láminas 40 anteriormente mencionado y cada lámina individual 21, una denominada rebaba de troquelado 57. En la superficie frontal 46 a la izquierda de la imagen, se muestran las rebabas de troquelado 57 en dirección al centro axial del paquete. Sobre la superficie frontal 46 derecha enfrentada, se muestran las rebabas de troquelado 57 que se apartan desde el paquete de láminas 40 hacia el exterior. De esta manera, se reducen la desalineación entre las láminas 21 individuales durante la formación de paquetes (arrastre de forma entre láminas).

Para evitar en lo posible la forma trapezoidal mencionada anteriormente, se prevé como el paquete de láminas 40 representado en la figura 10, la división en dos subpaquetes de láminas 58 y la combinación de ambos subpaquetes de láminas 58 para formar un paquete de láminas 40 de manera tal que las rebabas de troquelado 57 de las láminas adyacentes 21 se orienten opuestas unas con otras en un punto de unión interior 65, se observa también en las figuras 12 y 13. Los diferentes grosores de material de las láminas 21 en el sentido del yugo 26, se pueden compensar a lo largo de la longitud del yugo 26 de manera que los anchos  $8_{43}$  en los extremos frontales 43 sean prácticamente iguales o completamente iguales. Para poder evitar ampliamente las elasticidades interiores en sentido axial  $a$ , se prevé que en el punto de unión interior las rebabas de troquelado 57 no se dispongan consecutivas entre sí. Además, una disposición de esta clase dificultaría la exactitud en el posicionamiento de ambos subpaquetes de láminas 58, dado que las rebabas dispuestas consecutivamente se impedirían mutuamente el desplazamiento.

Se puede prever la fijación de los subpaquetes de láminas 58 en una etapa intermedia mediante un método para la fabricación de una unión, por ejemplo, mediante costuras de soldadura o los demás métodos que se mencionan a continuación, antes de que dichos subpaquetes se combinen para formar un paquete de láminas 40.

Por consiguiente, en el caso de un paquete de láminas 40 constituido de esta manera, en las superficies frontales axiales 46 se muestran las rebabas de troquelado 57 apartadas del paquete de láminas 40.

Otra medida para el perfeccionamiento de las tolerancias axiales o bien, de las tolerancias del ancho del paquete de láminas 40, consiste en eliminar las rebabas de troquelado 57 dirigidas axialmente hacia el exterior de las láminas 21. Los métodos apropiados son, por ejemplo, los de arranque de viruta o sin arranque de viruta, el método térmico para desbarbar o el desbarbado con láser. Resulta particularmente ventajosa la conformación de un contorno 66 redondeado, por ejemplo, de un radio en los contornos de ranura sobre ambas superficies frontales axiales 46 del paquete de láminas 40, se observa también en la figura 14.

Dado que las exigencias de tolerancia particularmente elevadas para los grosores de láminas conducen, sin embargo, a costes elevados para el material base de las láminas 21, se puede prever otra medida para lograr, por una parte, una tolerancia suficiente para los anchos de los paquetes de láminas 40, aunque al mismo tiempo sin producir costes demasiado elevados mediante exigencias extremadamente elevadas en relación con los grosores del material  $s$  o bien, con sus tolerancias. Además, se prevé que antes del troquelado de las láminas 21 a partir de un producto semiacabado de chapa laminar, se determine su grosor de material  $s$  mediante un dispositivo de medición  $M$ , y a partir de un ancho nominal provisto de una tolerancia del paquete de láminas 40 de forma esencialmente cuboide, se determine la cantidad nominal de láminas 21 para el paquete de láminas 40 de forma esencialmente cuboide. Mediante dicha medida, se puede reaccionar de manera relativamente simple ante fluctuaciones del estado de tolerancia en relación con los grosores de material  $s$  de las láminas 21. Por consiguiente, mientras que en un paquete de láminas 40 se proveen, por ejemplo, en el caso ideal 60 láminas 21, puede suceder que debido a las fluctuaciones del grosor de material  $s$  en el caso de láminas 21 relativamente gruesas, un paquete de láminas 40 no se forme con 60 láminas 21 sino que sólo con 59 láminas. Si por el contrario las láminas 21 individuales presentan un grosor de material  $s$  relativamente delgado, el paquete de láminas individual 40 también puede presentar, por ejemplo, 61 láminas 21. Análogamente, esto vale también para los paquetes de láminas con 70 u 80 láminas 21 en un caso ideal, que pueden presentar ya sea 69, 71, 79 ó hasta 81 láminas 21.

Otra medida para lograr un paquete de láminas 40 en lo posible rígido en sentido axial  $y$ , de esta manera, poco elástico, consiste en primer lugar en limpiar las láminas 21 aún individuales para que exista en lo posible poco material o partículas entre las láminas 21 que favorezcan a la flexibilidad axial, a continuación se apilan en capas la cantidad nominal de láminas 21 para formar un paquete de láminas 40 de forma esencialmente cuboide y sin dividir, y se alinea dicho paquete exactamente, es decir, que los contornos de las láminas 21 cubran en lo posible con exactitud, y a continuación se presionan unas contra otras las láminas 21 bajo la acción de una fuerza en sentido

axial en relación con el paquete de láminas 40, es decir, en el sentido del ancho del paquete de láminas 40 (en la dirección del grosor del material s), y después se unen entre sí las láminas 21 mediante una técnica de unión. Por ejemplo, dicha unión se puede realizar mediante soldadura, en particular soldadura por láser. Mediante dicho proceso de unión se obtiene un paquete de láminas 40 unido.

- 5 Otros métodos apropiados para la unión de las láminas 21 son, por ejemplo, el clinchado y el método Tox, ambos denominados métodos de unión por deformación del material en frío, así como la formación de paquetes mediante troquelado y mediante troquelado láser.

10 Dicho paquete de láminas 40 de forma esencialmente cuboide fabricado de esta manera, se arquea a continuación en forma circular bajo una pretensión axial del paquete de láminas 40. En este caso, una pretensión axial significa que el paquete de láminas 40 se presiona en el sentido del grosor del material s.

15 Después del curvado del paquete de láminas 40 de forma esencialmente cuboide, ambos extremos frontales 43 mencionados anteriormente se encuentran directamente enfrentados, y se encuentran esencialmente adyacentes entre sí. En dicho estado que ya presenta una forma anular del paquete de láminas 40, se prevé que ambos extremos frontales 43 se unan entre sí bajo pretensión axial, es decir, en el sentido del grosor del material s del paquete de láminas 40. Por lo tanto, se prevé la unión de ambos extremos frontales 43 mediante una costura de soldadura, en particular una costura de soldadura láser. Dicha costura se extiende, por ejemplo, en sentido axial en la periferia exterior del paquete de láminas 40.

20 Durante la etapa de conformación axial, existe una exigencia adicional para el paquete de láminas 40 en forma de arco circular. Mientras que en principio antes de la etapa de conformación axial el paquete de láminas 40 en forma de arco circular presenta una longitud axial del 100%, dicha longitud axial del paquete de láminas 40 se reduce mediante la etapa de conformación axial en la periferia exterior del paquete de láminas 40 de forma anular. En este caso se prevé que mediante la etapa de conformación axial, la reducción de la longitud axial en la periferia exterior del paquete de láminas 40 de forma anular sea de entre 1% y 10%.

25 Otra medida para el perfeccionamiento de la rigidez axial del paquete de láminas 40 consiste en introducir una bobina de estator en las ranuras 42 del paquete de láminas 40 antes del curvado del paquete de láminas 40 de forma esencialmente cuboide. La rigidez axial mejorada del paquete de láminas 40 o bien, del núcleo del estator 20, proviene en este caso de la fricción existente entre la bobina del estator 60 y las ranuras 42 que actúa en sentido axial y que incrementa la rigidez axial del núcleo del estator 20.

30 Las medidas descritas hasta el momento para los núcleos de estatores 20 o bien, para el paquete de láminas 40, no sólo se aplican para paquetes de láminas 40 planos o levemente desiguales en la periferia exterior del paquete de láminas 40 circular o bien, que difieran en escasa medida de la forma cilíndrica, sino que también se pueden emplear para paquetes de láminas 40 dentados en su periferia exterior, figuras 15a y 15b. Tanto la figura 15a como la figura 15b muestran respectivamente un paquete de láminas 40 en forma de arco circular con un yugo 26 y dientes 24 así como las ranuras 42. En la periferia exterior del paquete de láminas 40, y por lo tanto opuesta a los dientes 24, se provee el denominado dentado exterior 70. Como ya se ha mencionado en los ejemplos de ejecución anteriores, en este caso los paquetes de láminas 40 también se deforman plásticamente en sentido axial en la forma anular, al menos, en puntos de las superficies frontales axiales 46. En el ejemplo de ejecución representado en la figura 15a, se deforman plásticamente las partes de la superficie frontal axial 46 que se conforman mediante el dentado exterior 70. Esto significa que la superficie frontal axial 53 deformada plásticamente sólo se encuentra en el dentado exterior 70. En este caso, también la hendidura de la carcasa 54 se realiza sólo en el dentado exterior 70. Es decir, que los dientes exteriores 70 se presionan en sentido radial en dirección al yugo 26 y, de esta manera, se deforman plásticamente. Naturalmente, el bisel de unión 55 mencionado anteriormente también se puede realizar en un ejemplo de ejecución de acuerdo con la figura 15a.

45 En la figura 15b, la superficie axial de sujeción 53 se realiza no sólo sobre el dentado exterior 70, sino que se encuentra también parcialmente en la zona del yugo 26 de manera que no sólo se deformen plásticamente en sentido axial los dientes exteriores 70 sino que también el yugo 26, en este caso sobre una zona reducida de su periferia exterior. Como se observa en el ejemplo de ejecución de acuerdo con la figura 15a, también en este caso los dientes exteriores 70 están provistos respectivamente de una hendidura de carcasa 54.

50 Ya se ha mencionado que la rigidez axial de cada uno de los paquetes de láminas 40 se puede incrementar también mediante costuras de soldadura apropiadas en el paquete de láminas 40. A tal efecto, a continuación se explican algunos ejemplos de ejecución.

A partir de lo mencionado y descrito hasta el momento, se proporcionan diferentes costuras de soldadura y combinaciones de costuras de soldadura para un paquete de láminas 40 en primer lugar plano:



De esta manera, en una primera combinación de costuras de soldadura se prevé que las láminas 21 agrupadas en un paquete se encuentren soldadas entre sí en la posición de cada uno de los dientes exteriores 70 a lo largo del ancho axial completo de un paquete de láminas 40, mediante una costura de soldadura del diente exterior 82, figura 16.

- 5 En una segunda combinación de costuras de soldadura se prevé que también las ranuras exteriores 72 se encuentren soldadas entre sí a lo largo del ancho axial completo de un paquete de láminas 40, figura 17.

En una tercera combinación de costuras de soldadura se prevé que sólo las ranuras exteriores 72 se encuentren soldadas entre sí en el fondo de la ranura 90 a lo largo del ancho axial completo de un paquete de láminas 40, figura 18.

- 10 En una cuarta combinación de costuras de soldadura se prevé que sólo una fracción de dientes exteriores 70 y de ranuras exteriores 72, en particular cada sexto diente exterior 70 y/o cada sexta ranura exterior 72, se encuentren soldadas entre sí a lo largo del ancho axial completo de un paquete de láminas 40, figuras 19a y 19b.

- 15 En una quinta combinación de costuras de soldadura se prevé que entre cada una de las costuras de soldadura que unen todas las láminas 21 se provean costuras de soldadura adicionales, muy en particular como costuras de soldadura de las ranuras exteriores 83 que unen entre sí sólo hasta 20 láminas 21 partiendo de una superficie frontal axial 46 en sentido axial, figuras 20a y 20b. Además, se prevé que dichas costuras de soldadura 83 cortas adicionales partan de ambas superficies frontales axiales 46 del paquete de láminas 40. Se prefiere particularmente una combinación en la que, por una parte, en cada sexta ranura 42 se aplique una costura de soldadura en el fondo de la ranura 81 que una todas las láminas 21 a lo largo del ancho axial del paquete de láminas 40, por ejemplo, comenzando en una primera ranura, después en una séptima ranura hasta alcanzar finalmente la ranura 36 ó 48 y que, por otra parte, entre dichas costuras de soldadura en las ranuras 42 partan costuras de soldadura adicionales 83 desde ambas superficies frontales axiales 46 del paquete de láminas 40. Además, se prefiere una posición central entre las costuras de soldadura 81 continuas, esto se observa también en las figuras 21a y 21b.

- 25 Mientras que para los paquetes de láminas 40 con láminas 21 de un grosor de material de 1,0 mm no se requiere de costuras de soldadura 83 cortas adicionales para reforzar, se ha revelado que en los paquetes de láminas 40 compuestos de láminas 21 con un grosor de material de 0,65 mm se deben unir entre sí, al menos, tres láminas 21. En el caso de láminas 21 con un grosor de material de 0,5 mm se deben unir entre sí, al menos, cuatro láminas, mientras que en el caso de un grosor de material de 0,35 mm se deben unir, al menos, seis láminas 21.

- 30 En una sexta combinación de costuras de soldadura se prevé que sobre las cabezas 29 de los dientes 24 se apliquen costuras de soldadura 80 para dichas cabezas y que unan entre sí las láminas 21 a lo largo del ancho axial completo de un paquete de láminas 40, figura 22. Las costuras de soldadura 80 de las cabezas de dientes, vistas en sentido periférico, se disponen preferentemente en el centro del diente.

- 35 En una séptima combinación de costuras de soldadura se prevé que los medios dientes 25 se encuentren unidos entre sí mediante costuras de soldadura de medios dientes 99 a lo largo del ancho axial completo de un paquete de láminas 40, figura 23. Por lo tanto, dichas costuras de soldadura de medios dientes 99 se disponen en los extremos frontales 43 y/o sobre las cabezas de dientes 29 de los medios dientes 25. Las costuras de soldadura de medios dientes 99 en los extremos frontales 43 se encuentran dispuestas preferentemente sobre la mitad del medio diente 25 opuesta al yugo 26.

- 40 El estator conforme a la presente invención se puede describir a modo de ejemplo, en este caso como un estator para una máquina eléctrica, en particular para un generador para vehículos a motor, que presenta un núcleo de hierro de estator conformado de láminas 21 en forma de tiras y de arco circular que presenta superficies frontales axiales 46, en donde el núcleo de hierro del estator se encuentra deformado plásticamente en sentido axial en las superficies frontales 46.

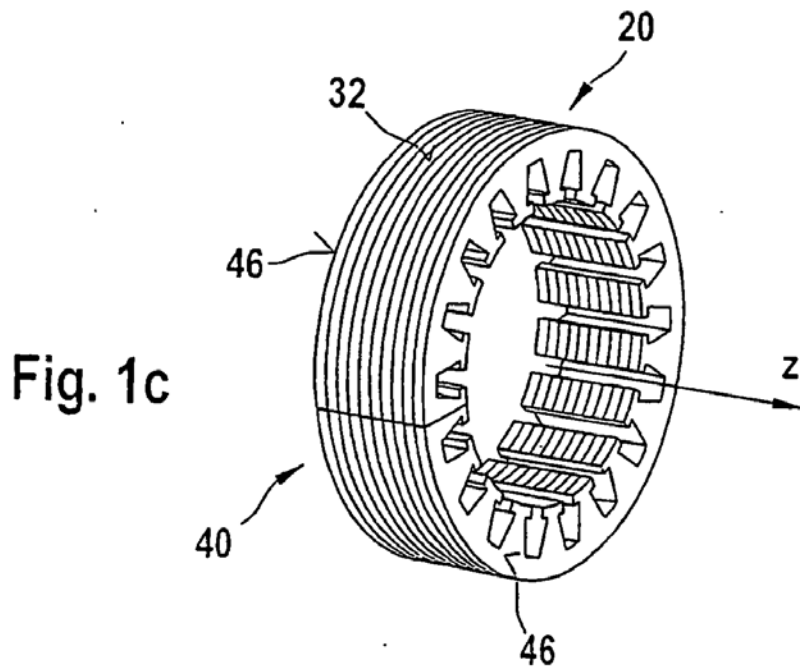
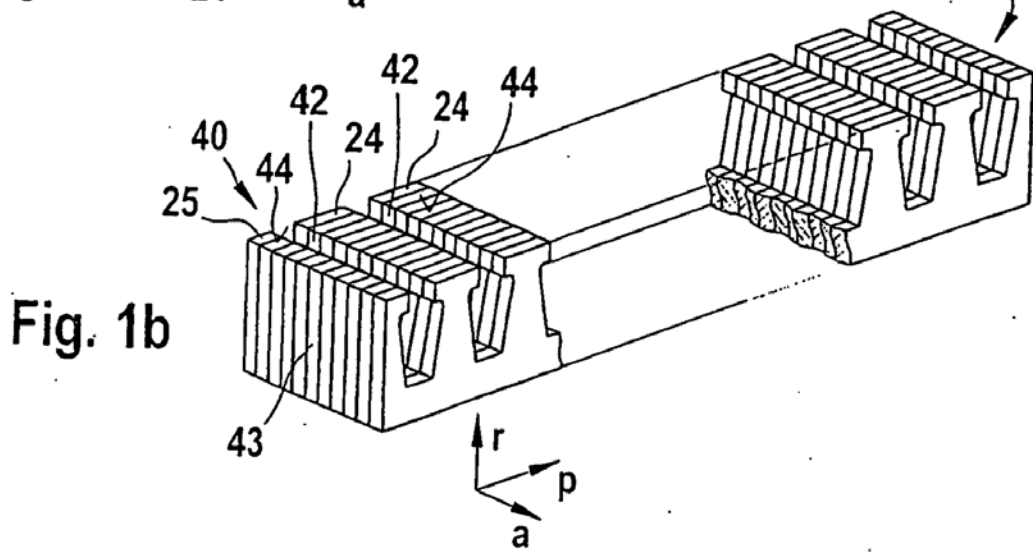
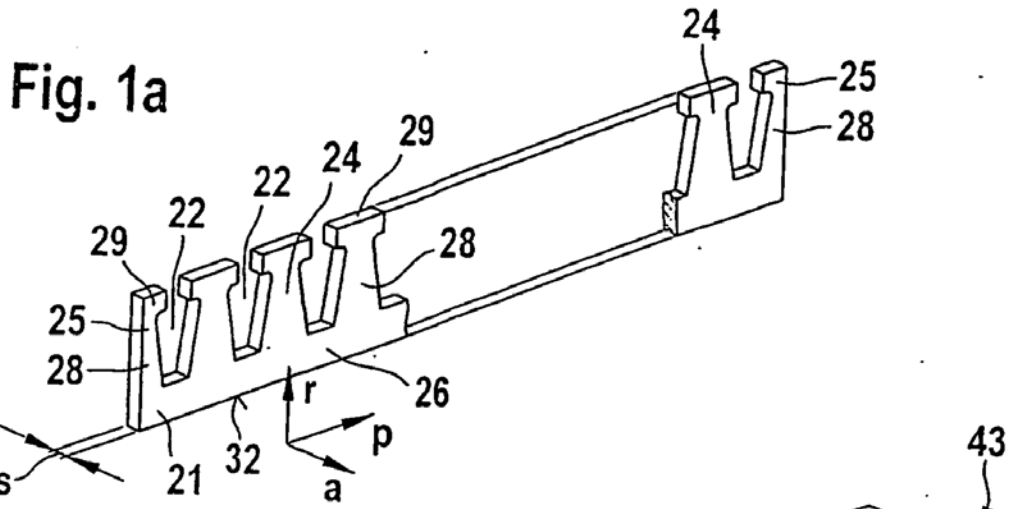
- 45 También se puede considerar otra formulación para el estator conforme a la presente invención según la cual se proporciona un estator para una máquina eléctrica, en particular un generador para vehículos a motor, que presenta un núcleo de hierro de estator compuesto de láminas 21 en forma de tiras y de arco circular que presenta superficies frontales axiales 46, en donde el núcleo de hierro del estator presenta una longitud axial mayor en su diámetro interior que en su diámetro exterior. Las diferentes longitudes axiales se logran mediante un proceso de deformación que deforma plásticamente las láminas 21.

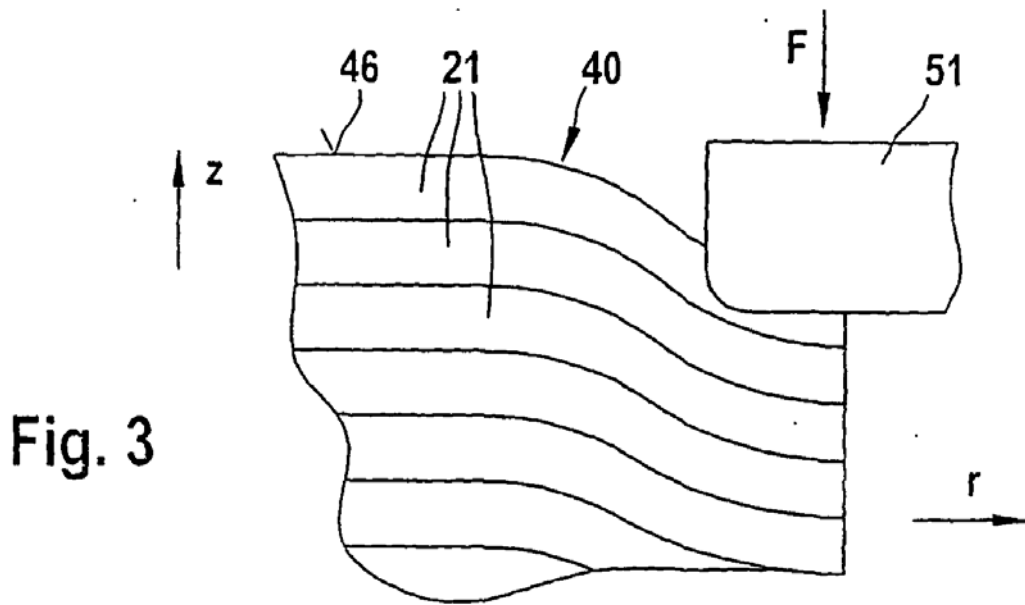
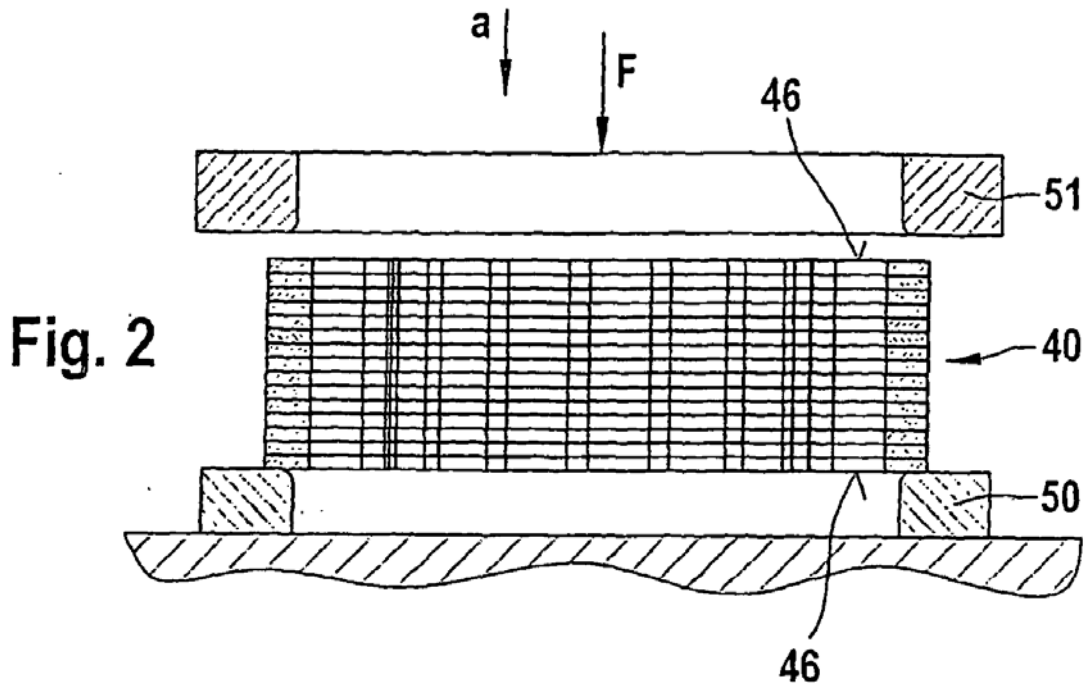
- 50 Todos los contornos de las representaciones que se muestran en las figuras en relación con dicha descripción sólo se representan simbólicamente.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la fabricación de un núcleo de estator (20) para una máquina eléctrica, en donde en primer lugar se conforma un paquete de láminas (40) esencialmente de forma cuboide compuesto de láminas (21) en forma de tiras, que en una de las siguientes etapas se conforma mediante curvado logrando una forma anular que presenta un sentido axial (a) y que corresponde a un eje de cilindro (z), en donde la forma anular presenta superficies frontales axiales (46), **caracterizado porque** en otra de las siguientes etapas el paquete de láminas (40) de forma anular se deforma plásticamente en sentido axial (a) en la periferia exterior, al menos, en puntos de las superficies frontales axiales (46).
- 10 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** mediante la deformación plástica de las superficies frontales (46) en sentido axial, se conforman superficies axiales de sujeción (53) en ambos extremos axiales del paquete de láminas (40) de forma anular.
- 15 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el paquete de láminas (40) de forma anular es presionado simultáneamente en su periferia exterior en sentido radial, y de esta manera, se deforma plásticamente.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** mediante la deformación plástica de la periferia exterior del paquete de láminas (40) se conforma una hendidura radial de la carcasa (54) en el paquete de láminas.
5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la deformación plástica del paquete de láminas conforma simultáneamente un bisel de unión (55) en el paquete de láminas.
- 20 6. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las láminas (21) presentan un grosor de entre 0,35 mm y 1 mm, en donde se prefiere un grosor de 0,5 mm y todas las láminas (21) presentan preferentemente el mismo grosor de material (s).
7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** una cantidad de n láminas de un paquete de láminas (40) se disponen en dicho paquete en el mismo orden en que se fabrican en una herramienta troqueladora.
- 25 8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** antes del troquelado de las láminas (21) a partir de un producto semiacabado de chapa laminar se determina su grosor de material (s) mediante un dispositivo de medición (M), y a partir de un ancho nominal provisto de una tolerancia, del paquete de láminas (40) de forma esencialmente cuboide, se determina la cantidad nominal de láminas (21) para el paquete de láminas (40) de forma esencialmente cuboide.
- 30 9. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque** el paquete de láminas (40) se divide en, al menos, dos subpaquetes de láminas (58) y dichos subpaquetes se combinan para conformar un paquete de láminas (40) de manera tal que las rebabas de troquelado (57) de las láminas adyacentes (21) se orienten opuestas unas con otras en un punto de unión interior (65).
- 35 10. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** las láminas (21) aún individuales se limpian y se apila en capas la cantidad nominal de láminas (21) para conformar un paquete de láminas (40) sin dividir, alineadas exactamente y presionadas unas contra otras bajo la acción de una fuerza, con el fin de unir entre sí a continuación las láminas (21) mediante una técnica de unión, preferentemente mediante soldadura.
- 40 11. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se eliminan las rebabas de punzonado (57) de las láminas (21) que se dirigen axialmente hacia el exterior.
12. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el curvado se realiza bajo una pretensión axial del paquete de láminas (40).
- 45 13. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el paquete de láminas (40) de forma esencialmente cuboide presenta dos extremos frontales 43 que se unen entre sí después del curvado mediante pretensión axial del paquete de láminas (40).
14. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** mediante la etapa de conformación axial, la reducción de la longitud axial en la periferia exterior del paquete de láminas (40) de forma anular es de entre 1% y 10%.

15. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se disponen costuras de soldadura de medio diente (99) sobre las cabezas de dientes (29) de los medios dientes (25) y/o en los extremos frontales (43) de los medios dientes (25).
- 5 16. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se aplican costuras de soldadura (81, 83) que a partir de una superficie frontal axial (46) unen entre sí sólo hasta veinte láminas (21) en sentido axial.
17. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** antes del curvado se inserta una bobina de estator (60) en el paquete de láminas de forma esencialmente cuboide.
- 10 18. Estator para una máquina eléctrica, en particular un generador para vehículos a motor, provisto de un núcleo de hierro de estator compuesto de láminas (21) en forma de tiras y de arco circular que presenta superficies frontales (46) axiales, **caracterizado porque** el núcleo de hierro del estator se encuentra deformado plásticamente en sentido axial (a), al menos, en puntos de las superficies frontales axiales (46) de manera tal que el núcleo de hierro del estator presente una longitud axial mayor en su diámetro interior, en comparación con su diámetro exterior.





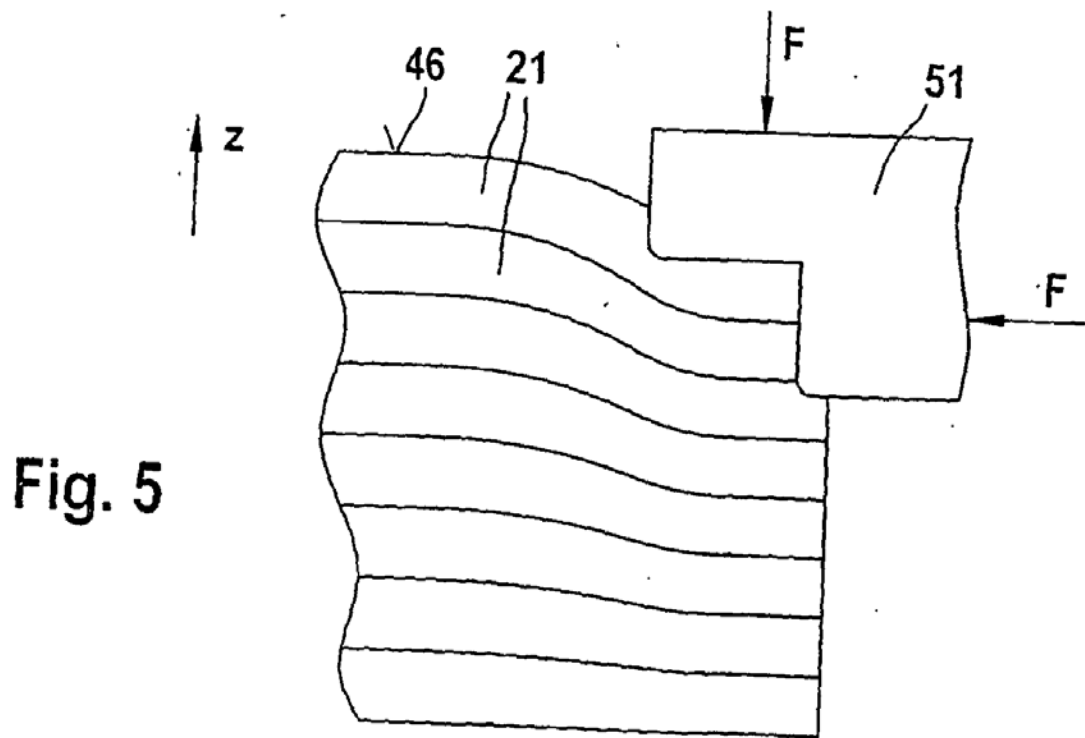
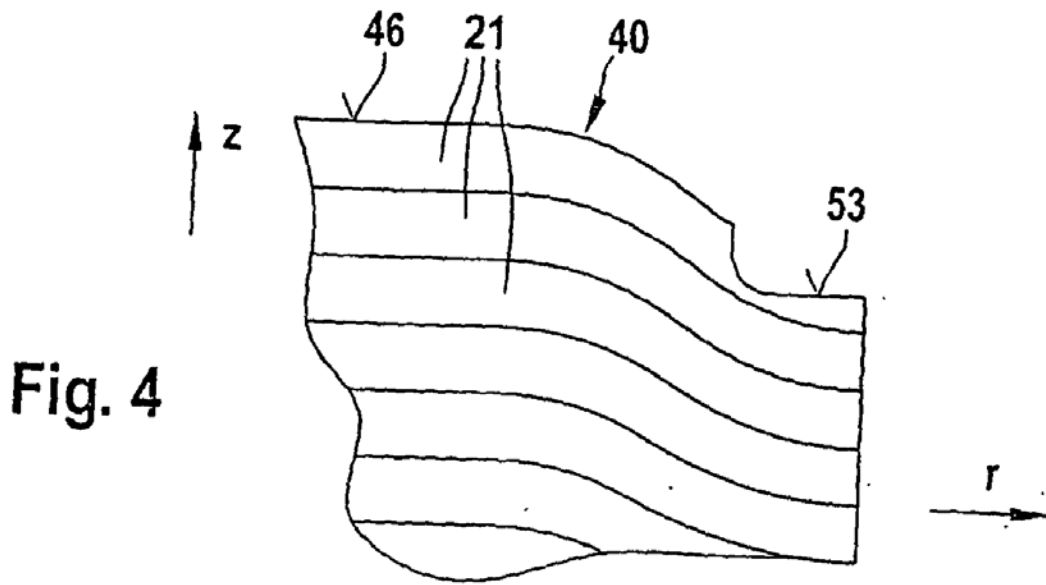


Fig. 6

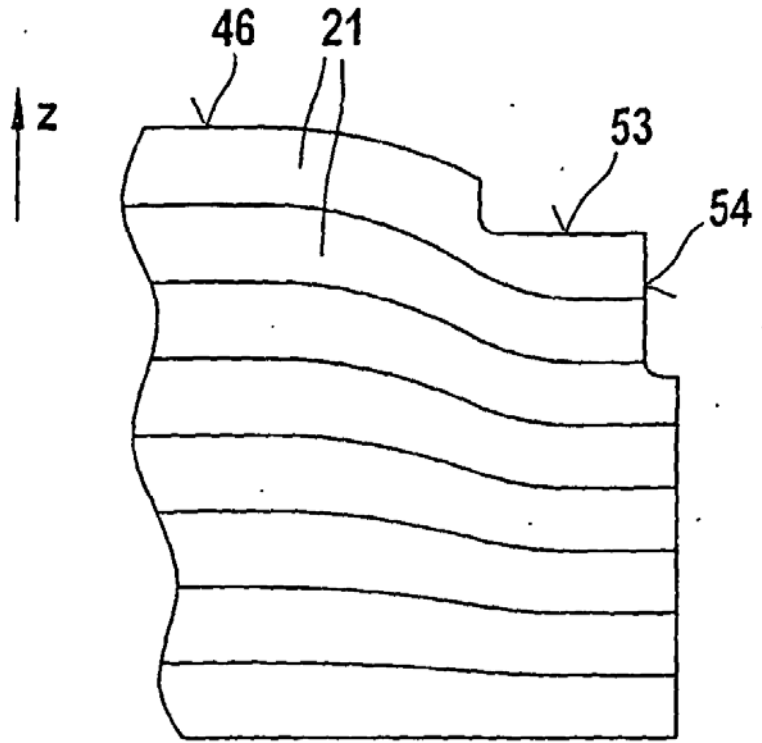


Fig. 7

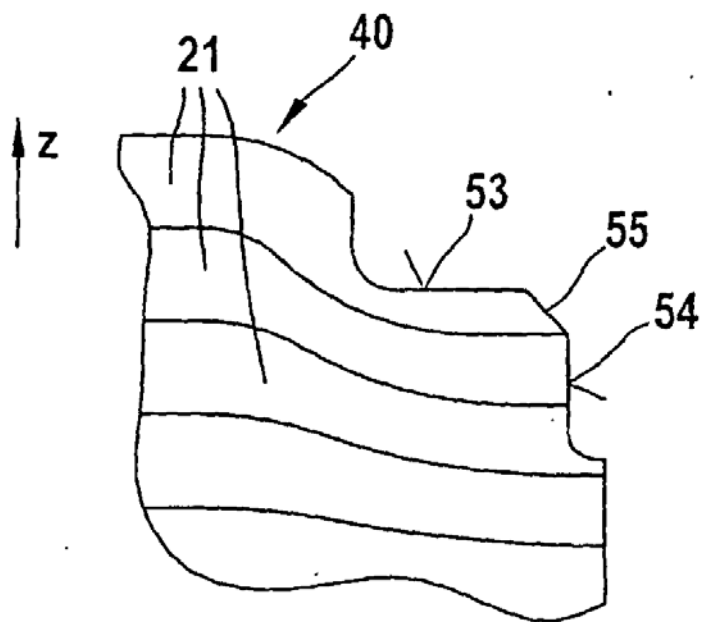


Fig. 8

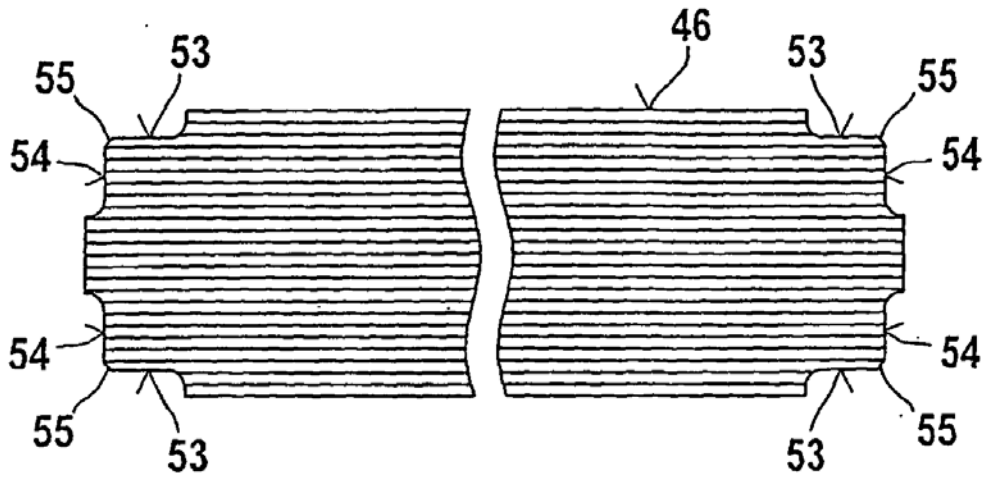
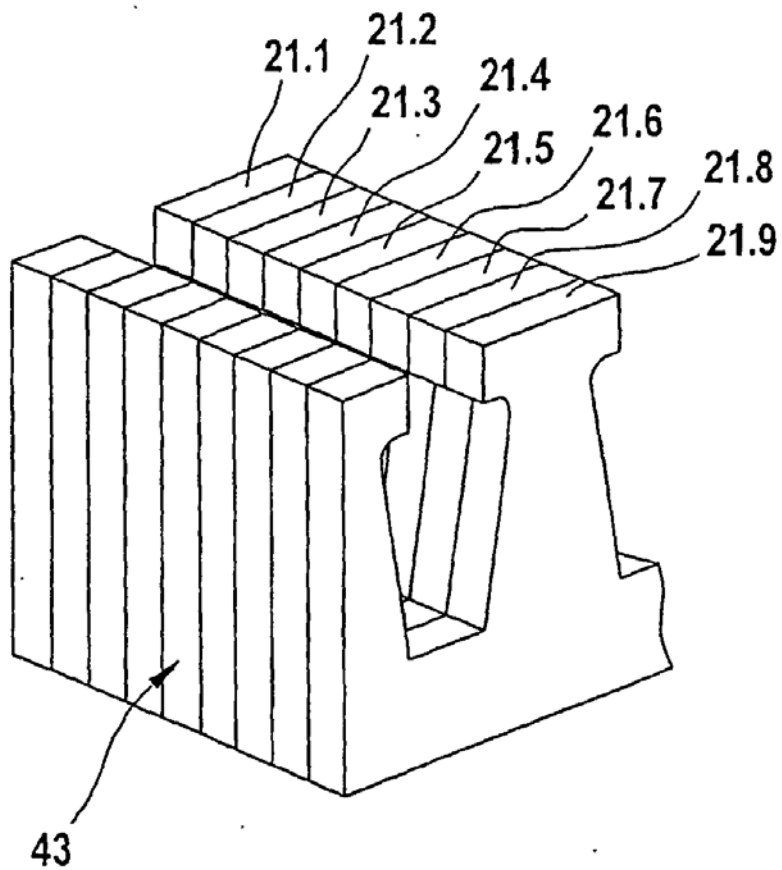


Fig. 9





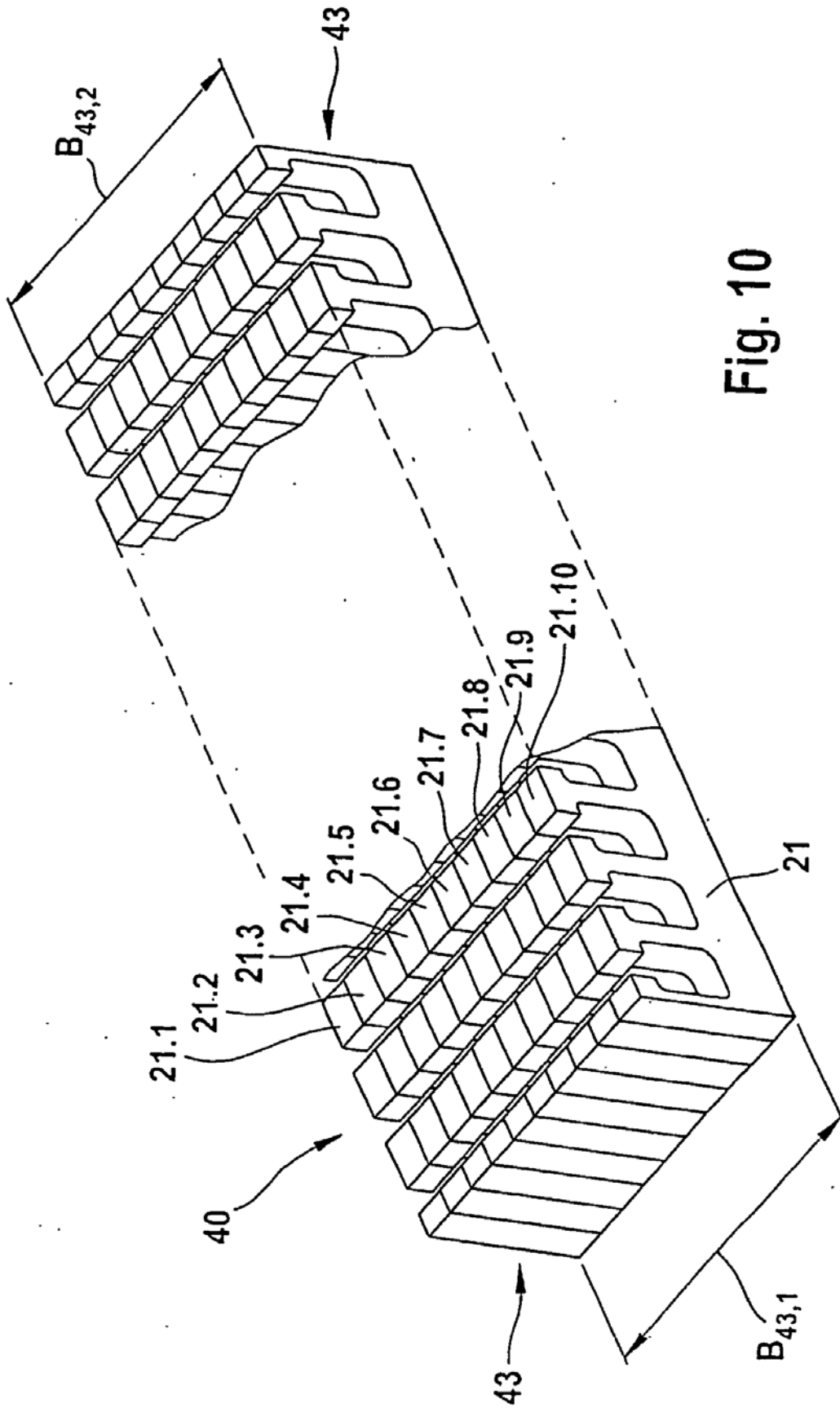


Fig. 10

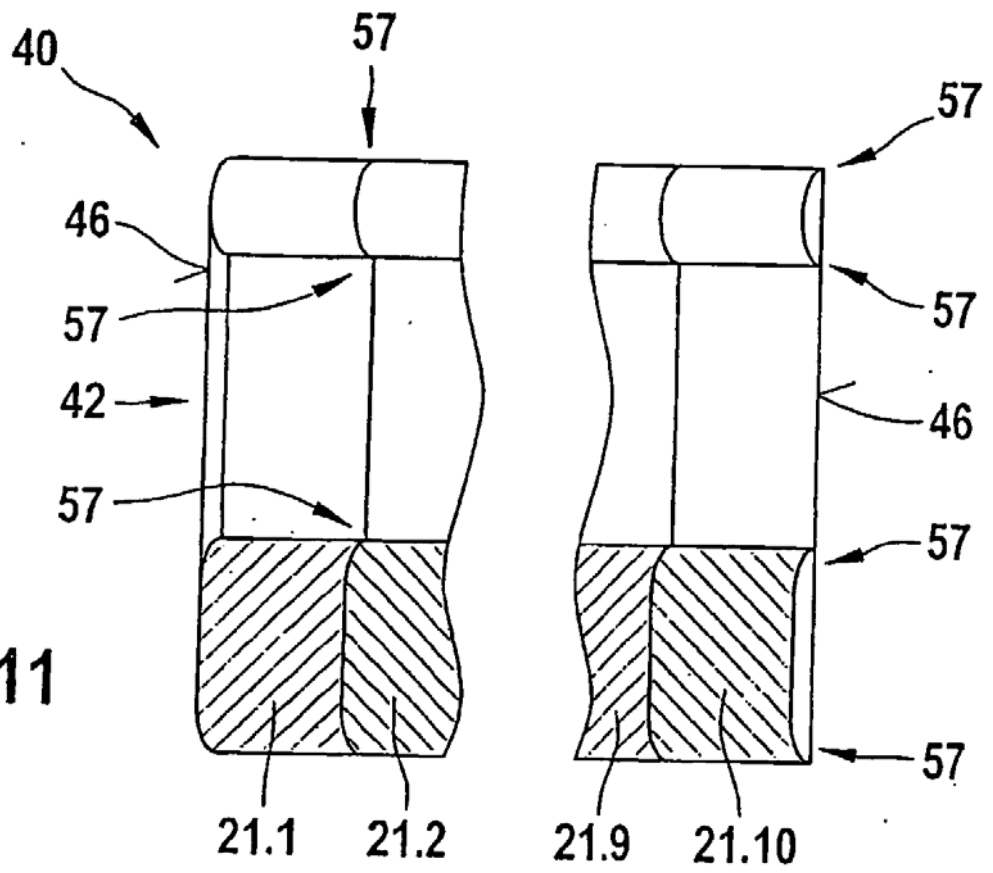


Fig. 11

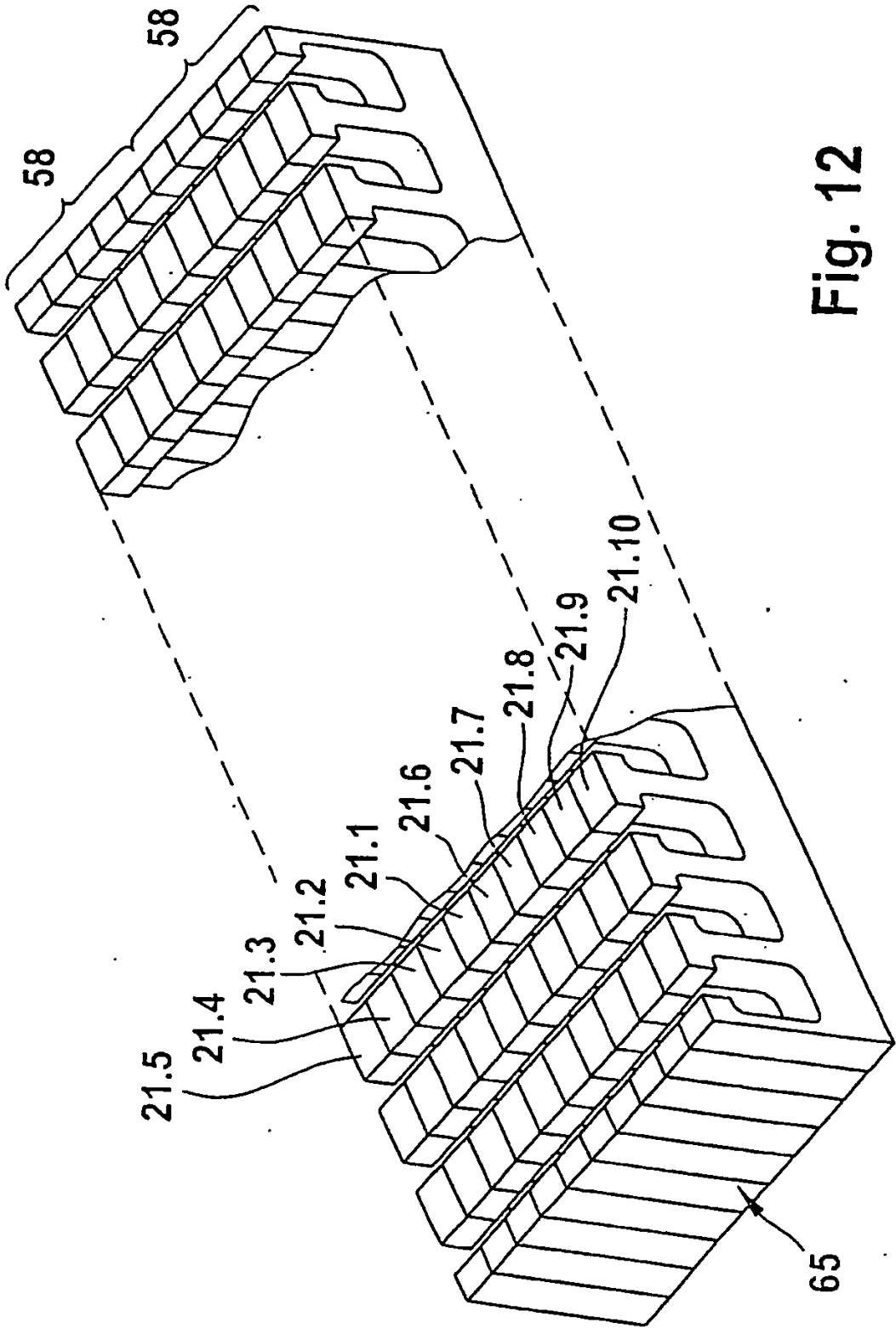


Fig. 12

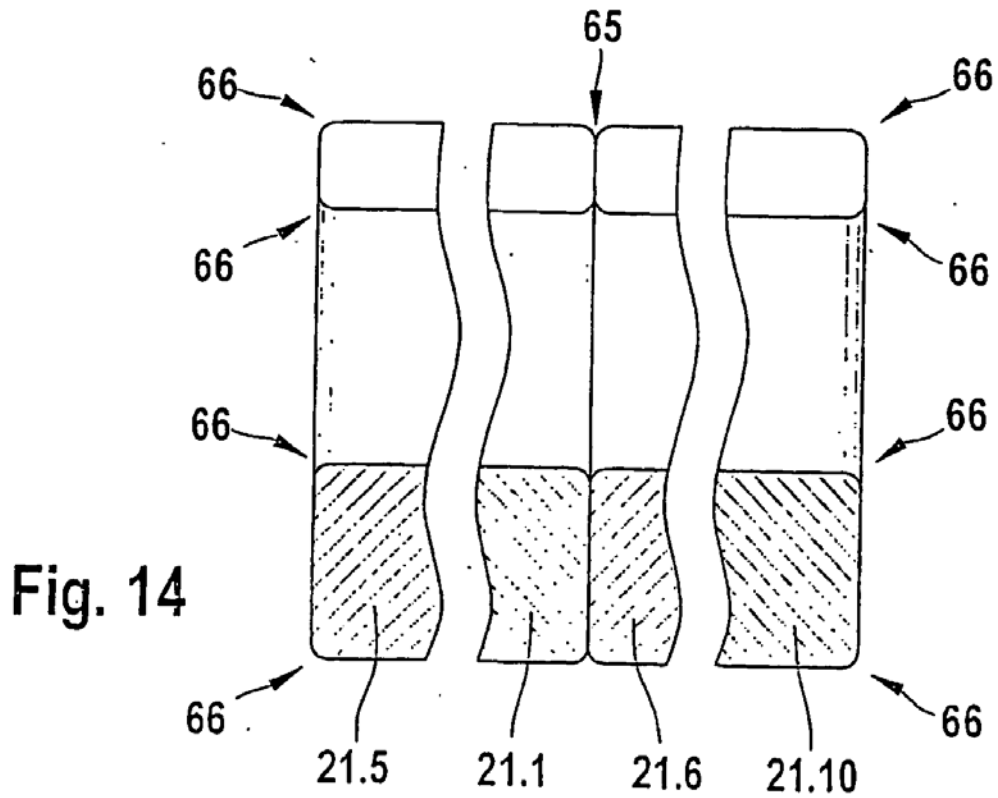
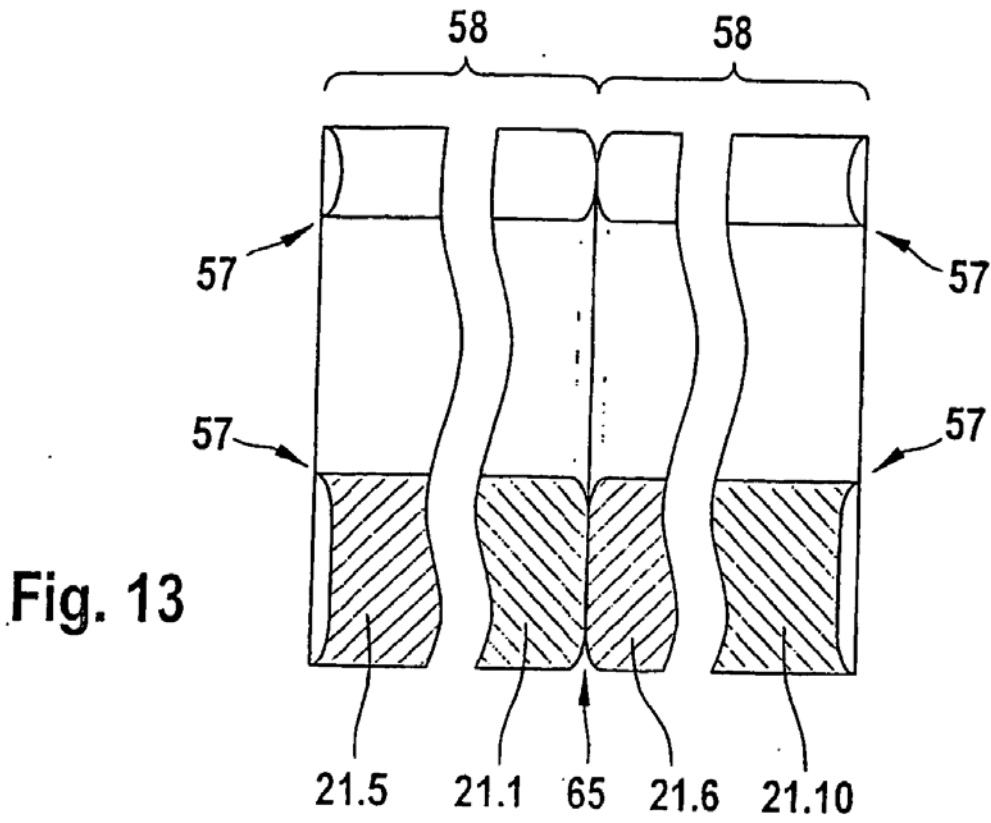


Fig. 15a

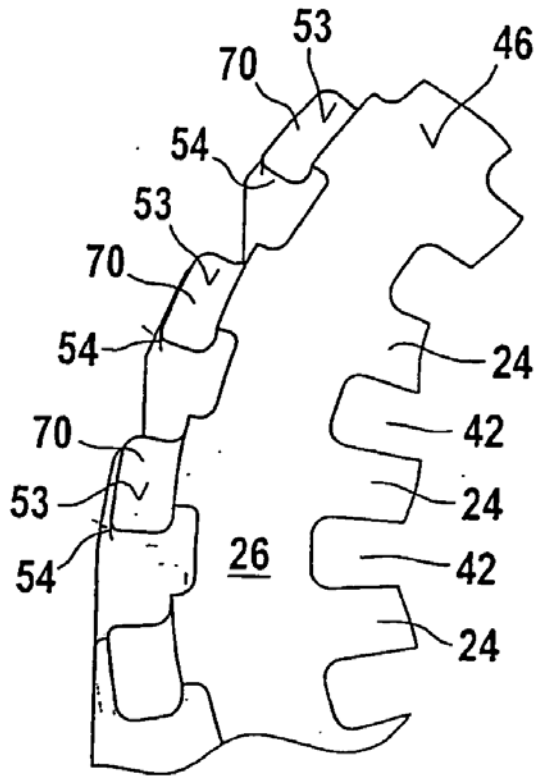
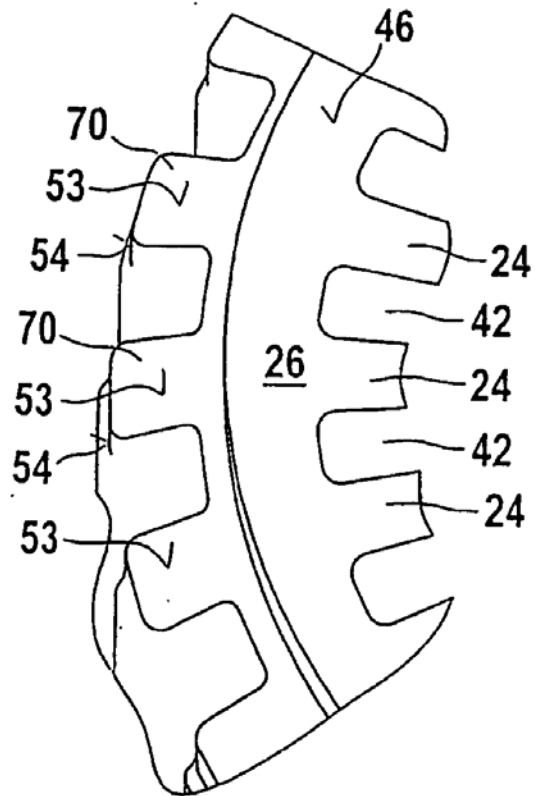


Fig. 15b



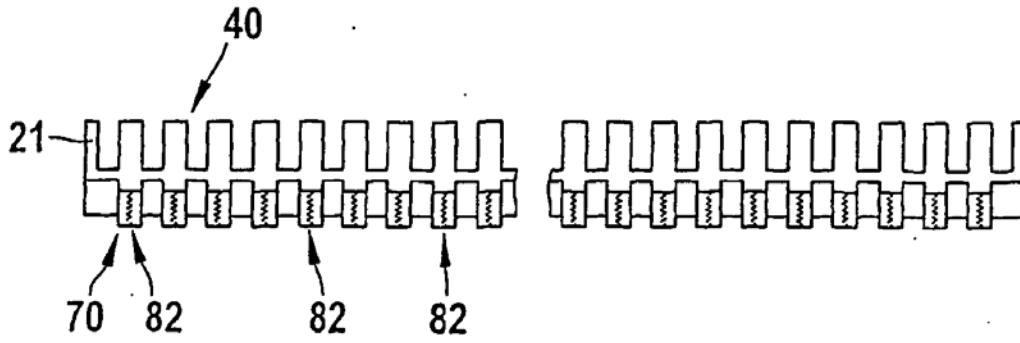


Fig. 16

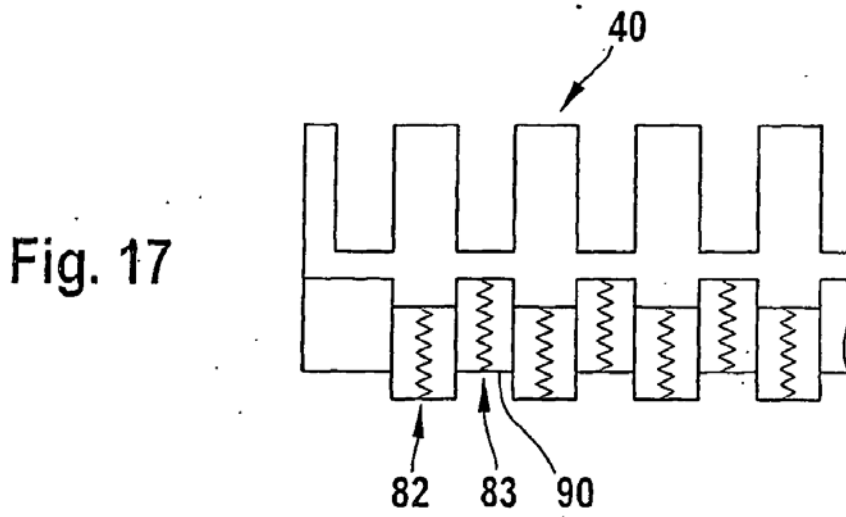


Fig. 17

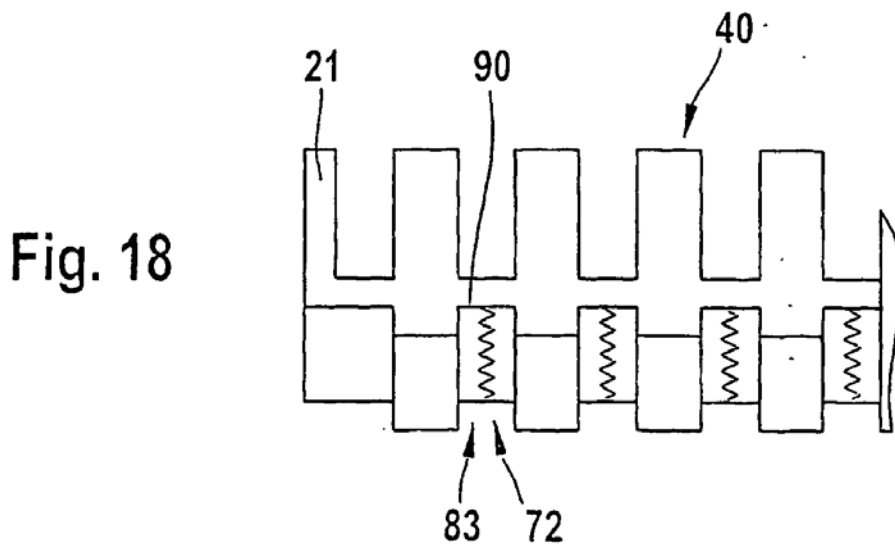


Fig. 18

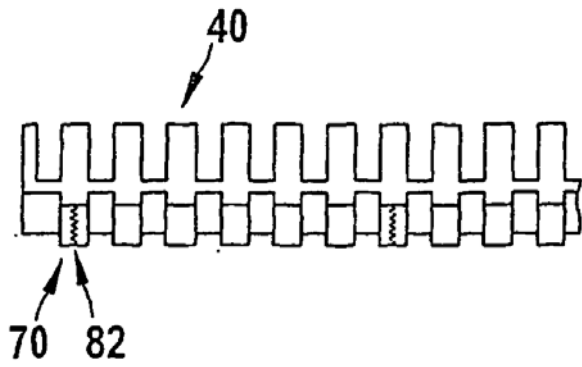


Fig. 19a

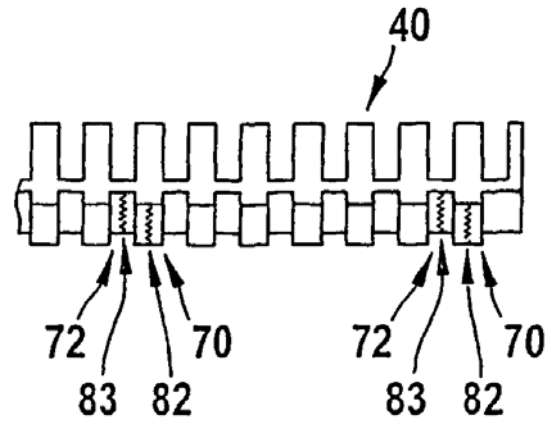


Fig. 19b

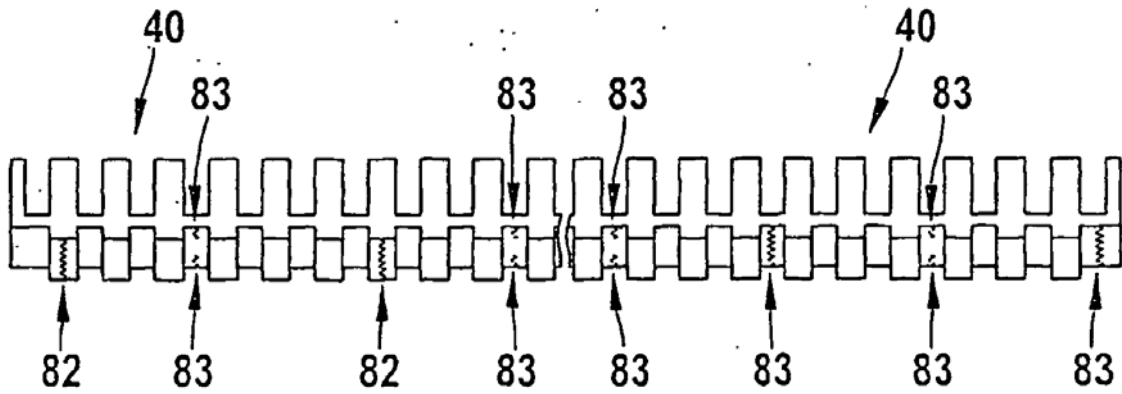


Fig. 20a

Fig. 20b

Fig. 21a

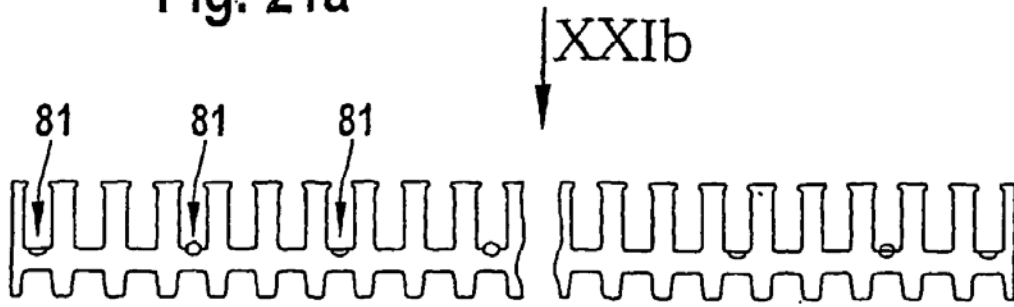


Fig. 21b

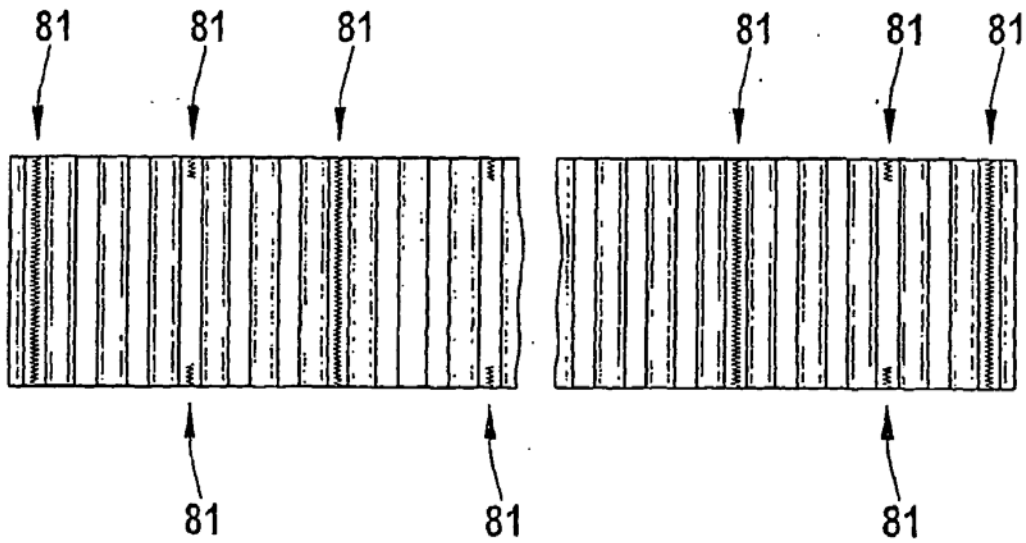
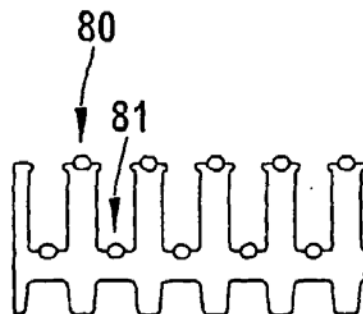
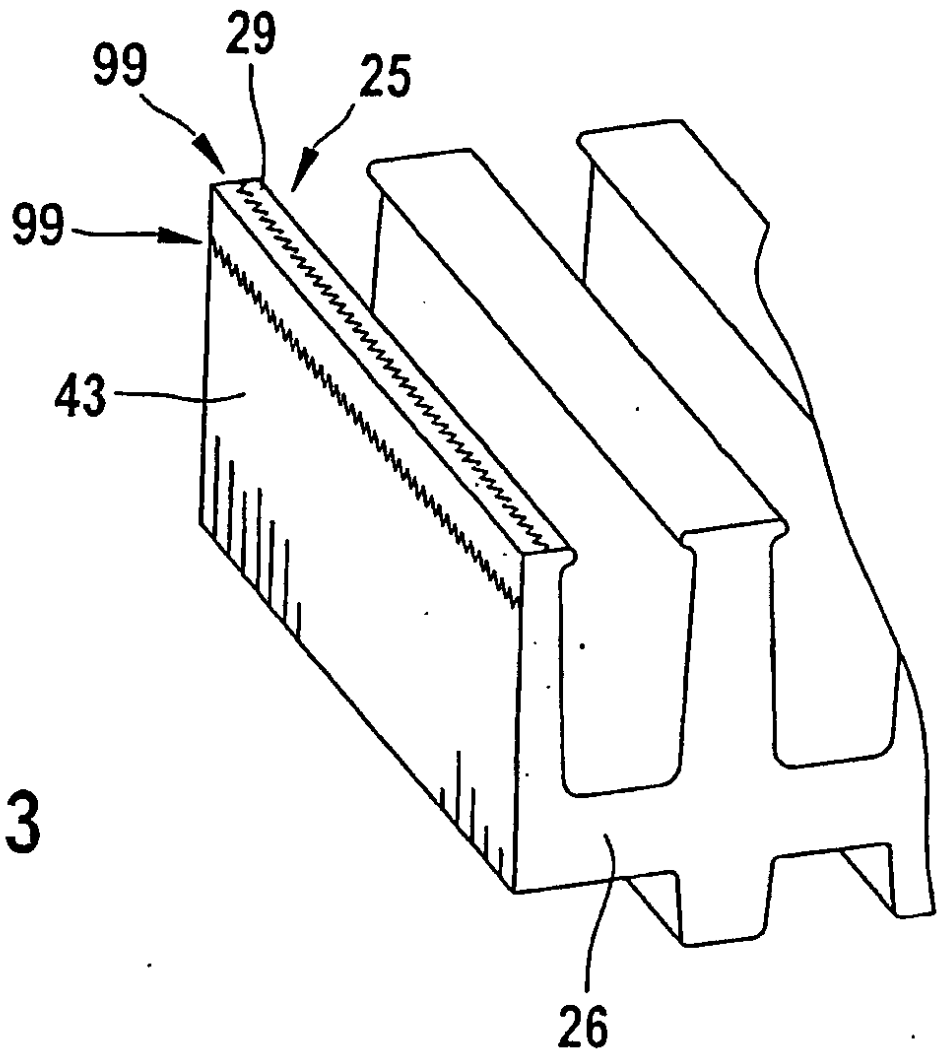


Fig. 22







**Fig. 23**