

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 572**

51 Int. Cl.:

H02K 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2005 PCT/EP2005/055731**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.06.2006 WO06061294**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2005 E 05811165 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 1825589**

54 Título: **Instalación de fabricación y procedimiento para producir un elemento electromagnético para un motor eléctrico.**

30 Prioridad:

06.12.2004 DE 102004058659

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

23.10.2017

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

**RAU, EBERHARD;
HENNE, MARTIN y
PFLUEGER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 638 572 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

Instalación de fabricación y procedimiento para producir un elemento electromagnético para un motor eléctrico

Estado de la técnica

5 La presente invención se basa en una instalación de fabricación y en un procedimiento para producir un elemento electromagnético para un motor eléctrico, según el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

10 Ya se ha propuesto en el documento WO 01/54254 A1, para estatores de motores eléctricos, que deban emplearse como generadores de alta potencia para vehículos de motor, ensamblar unas láminas en forma de tiras para formar un paquete de láminas fundamentalmente paralelepípedo, conformar el paquete de láminas mediante redondeado por flexión en un molde cilíndrico hueco y unir los dos extremos entre sí en la forma de unión material, p.ej. mediante soldadura. Lo anterior se consigue tanto mejor cuanto mejor pueda establecerse una unión positiva de forma de los extremos. Asimismo debe conseguirse la mejor circularidad posible del estator así formado en su taladro de estator. Cuanto mejor sea la circularidad, más pequeño podrá realizarse el entrehierro del motor, mejor será el aprovechamiento de material y mejor será el rendimiento de potencia y menor será el desarrollo de ruidos del motor eléctrico.

15 Para mejorar la circularidad en el documento EP 1 109 286 A2 se ha propuesto que justo al inicio de la producción se inclinen los dos extremos del paquete de láminas paralelepípedo de tal manera, que el paquete de láminas en esta zona adopte una curvatura predeterminada y que sólo entonces el paquete de láminas entero se redondee por flexión en el molde cilíndrico hueco, por medio de que el paquete de láminas se coloque alrededor de un mandril de flexión cilíndrico y se apriete con un rodillo de flexión que se aplique desde el exterior. En el estado plano los dos extremos son todavía libremente accesibles y pueden deformarse de la manera más sencilla, de tal manera que después del redondeado por flexión del paquete de láminas los extremos previamente flexionados están mutuamente enfrentados y ya sólo tienen que unirse. De este modo puede conseguirse una buena circularidad del estator. Sin embargo, en el caso de que un devanado central se bobine con al menos un voladizo de bobina y se ensamble en el paquete de láminas y en uno de sus extremos esté prevista al menos una ranura para alojar el voladizo de bobina, este extremo no puede inclinarse y flexionarse previamente, ya que las ranuras en esta zona se cierran durante el flexionado y el voladizo de bobina ya no puede ensamblarse en la ranura predeterminada.

20 Asimismo es necesario cumplir un gran número de requisitos para fabricar un elemento electromagnético. Entre otras cosas, en el caso de unas clases de devanado y unas formas de bobina desfavorables se producen irregularidades en las extensiones de las láminas en los lados frontales del paquete y en el centro del paquete, lo que conduce a una anchura de rendija irregular de los extremos que se ensamblan del paquete de láminas, y esto tanto más cuanto más estrechas sean las láminas y cuanto más voluminoso sean las cabezas de devanado.

35 Un comportamiento de flexión no unitario de láminas individuales conduce también a problemas a la hora de ensamblar la bobina en voladizo. En el caso de paquetes de láminas con bobinas en voladizo es necesario en parte flexionar por etapas, para hacer posible un ensamblaje de la bobina en voladizo, lo que conduce a una gran falta de circularidad.

Del documento US 6584672 B1 se conoce una instalación de fabricación para conformar por flexión un elemento electromagnético de un motor eléctrico, en donde el elemento electromagnético está formado por un paquete de láminas conformado por flexión. Asimismo se conforma allí el paquete de láminas previamente flexionado.

Ventajas de la invención

40 Se parte de una instalación de fabricación para conformar por flexión un elemento electromagnético de un motor eléctrico, en donde el elemento electromagnético está conformado por flexión y está formado por un paquete de láminas en su conformación de acabado.

45 La invención consiste en una instalación de fabricación conforme a la reivindicación 1 y en un procedimiento para producir un elemento electromagnético conforme a la reivindicación 22. En las reivindicaciones dependientes se encuentran unas formas de configuración adicionales de la invención.

50 Se propone un primer dispositivo para conformar por flexión el paquete de láminas paralelepípedo y de este modo para redondear por flexión, así como un segundo dispositivo para acabar la conformación del paquete de láminas previamente flexionado, que se usa para acabar de conformar el paquete de láminas previamente flexionado y todavía abierto en los extremos que forman aristas de empalme, de tal manera que no tenga rendijas en los extremos del paquete de láminas. A este respecto el segundo dispositivo presenta un primer grupo constructivo para la fijación axial y el prensado del paquete de láminas, y un segundo grupo constructivo para el centrado radial y el prensado del paquete de láminas. Estas funciones las presentan los dos grupos constructivos al menos durante un

breve espacio de tiempo simultáneamente, de tal manera que el paquete de láminas flexionado pueda centrarse y prensarse axial y radialmente al menos durante un breve espacio de tiempo simultáneamente.

5 En una conformación favorable el primer dispositivo comprende un mandril de flexión, alrededor del cual puede flexionarse el paquete de láminas, en donde el mandril de flexión cilíndrico presenta un diámetro exterior mayor que lo que corresponde a un diámetro interior del elemento electromagnético acabado de flexionar. Puede prescindirse de una inclinación de los dos extremos del paquete de láminas paralelepípedo antes del verdadero redondeado por flexión, lo que dificulta el acceso a las ranuras para ensamblar las bobinas. Si el mandril de flexión presenta a lo largo de su perímetro al menos por segmentos unas elevaciones radiales, p.ej. unas nervaduras, las mismas pueden usarse como tope para un diente del paquete de láminas o la cabeza de diente del diente. Entre los dientes del paquete de láminas están dispuestas unas ranuras, que están previstas para alojar devanados formados por hilos de bobinas. Como tope se usa a este respecto al menos un flanco de las elevaciones, que señale en la dirección de flexión. Las elevaciones se usan para fijar los dientes en dirección perimétrica. De este modo pueden garantizarse una orientación radial y una buena alineación axial de los dientes. Además de esto se hace posible un comportamiento de flexión homogéneo de las láminas y se evita la configuración de una diferencia de longitud de las láminas durante la flexión. Puede garantizarse que se logra una posición de ensamblaje para un voladizo de bobina.

20 En un perfeccionamiento favorable el mandril de flexión presenta al menos una ranura que discurre axialmente. Durante el montaje la misma puede alojar al menos el voladizo de bobina o también el voladizo de bobina con el cierre de ranura correspondiente. De este modo se hace posible el conformado por flexión de un paquete de láminas paralelepípedo, que presenta en sus ranuras un devanado con voladizo de bobina. El devanado puede prefabricarse de forma completa y sin interrupciones, de forma idónea para la fabricación en serie. Se prescinde de una complejidad posterior para una conexión mediante líneas de los devanados.

25 En un perfeccionamiento favorable, el primer dispositivo presenta una unidad de apriete. De forma preferida la unidad de apriete presenta un diámetro superior a 25 mm, de forma preferida superior a 30 mm. Se reducen las fuerzas de flexión y con ello una extensión del paquete de láminas, con la consecuencia de que pueden conseguirse de forma definida un diámetro interior y una posición de guiado para el voladizo de bobina.

La unidad de apriete presenta de forma preferida un diámetro casi infinito, de tal manera que la unidad de apriete presenta para el proceso de conformado por flexión un segmento recto. De este modo pueden reducirse todavía más las fuerzas de flexión y la extensión indeseada del paquete de láminas. El diámetro interior y la posición de guiado para el voladizo de bobina se consiguen de forma segura y en condiciones óptimas.

30 En un perfeccionamiento favorable la unidad de apriete presenta en su lado vuelto hacia el paquete de láminas un contorno dentado u ondulado. Esto es ventajoso en un paquete de láminas o en un elemento electromagnético formado a partir del mismo, que presente un contorno exterior dentado u ondulado. El contorno de la unidad de apriete penetra al menos en parte en el contorno exterior del paquete de láminas y se apoya en los flancos laterales del contorno exterior. Se apoya un comportamiento de flexión homogéneo y se evita una diferencia de longitud de las láminas durante la flexión. Puede garantizarse que se alcanza la posición de ensamblaje para la paquete de láminas. Según se observa sobre la longitud axial del paquete de láminas, se obtiene una anchura de rendija homogénea entre los extremos del paquete de láminas mutuamente enfrentados después de la flexión.

40 En un perfeccionamiento favorable puede accionarse con arrastre la unidad de apriete mediante un rodillo de presión. Las superficies de contacto comunes de la unidad de apriete y del rodillo de presión presentan una superficie lisa. En particular en los paquetes de láminas con contorno exterior dentado se obtiene un desarrollo suave de la flexión, ya que un movimiento de rodamiento del rodillo de presión está desacoplado del contorno exterior dentado del paquete de láminas.

45 En un perfeccionamiento favorable la unidad de apriete presenta unos dispositivos adicionales para la orientación axial del paquete de láminas. Mediante la orientación axial pueden ajustarse en un lado A y en un lado B, de forma correspondiente a una altura de cabeza de devanado predeterminada, un voladizo axial de las cabezas de devanado con relación a los lados frontales del paquete de láminas. Mediante el pretensado axial del paquete de láminas puede flexionarse también láminas con unos menores grosores de chapa, p.ej. de un máximo de 0,65 mm, sin formar ondulaciones. Se garantiza la orientación axial del devanado con relación al paquete de láminas, ya que en principio es todavía insuficiente un asiento firme del devanado en el paquete de láminas plano, es decir, con las ranuras todavía abiertas. El paquete de láminas se pretensa axialmente en toda su longitud de lámina, es decir, las láminas se unen por tensado en la dirección de apilado. Puede evitarse que, en el caso de un grosor de chapa de lámina insuficiente las láminas durante la flexión se ondulen o se deformen de forma inadmisibles desde el plano de la chapa.

55 De forma favorable puede redondearse por flexión un paquete de láminas paralelepípedo en el primer dispositivo sin mecanización previa, como p.ej. una inclinación de los extremos del paquete de láminas, sobre solamente un dispositivo y en unas condiciones definidas.

En el primer dispositivo para redondear por flexión un paquete de láminas paralelepípedo, para formar un paquete de láminas flexionado, pueden llevarse a cabo de forma preferida los siguientes pasos de procedimiento. El paquete de láminas paralelepípedo se orienta exactamente y se sujeta fijamente en primer lugar, con su primer diente completo sobre el mandril de flexión, entre dos elevaciones perimétricas, p.ej. nervaduras. Con un primer troquel sobre el primer semi-diente del paquete de láminas se aplica una contrafuerza que actúa con respecto a la fuerza de flexión, una llamada fuerza de sujeción, y el paquete de láminas con el rodillo de presión se apoya para evitar una desviación. Antes del inicio de la flexión se inmoviliza el voladizo de bobina. El rodillo de presión se instala en una posición angular de una guía previa. El paquete de láminas se flexiona por segmentos en diferentes posiciones angulares. En las diferentes posiciones angulares se sujeta fijamente, con al menos una mordaza de sujeción, la parte respectivamente flexionada del paquete de láminas inicialmente paralelepípedo sobre el mandril de flexión. El voladizo de bobina se ensambla en la ranura del mandril de flexión. Con unas mordazas de sujeción de un dispositivo, que se alimenta radialmente desde fuera al paquete de láminas, se sujetan fijamente los dos extremos del paquete de láminas sobre el mandril de flexión. Con este dispositivo y su troquel se circula entre los extremos del paquete de láminas hasta el mandril de sujeción, en donde se presiona sobre los flancos laterales de los dos semi-dientes por los extremos y los mismos se abren uno hacia fuera del otro, de tal manera que se deforman en dirección tangencial y con ello cierran las ranuras delimitadas por los mismos, la primera y última ranuras perimétricas del paquete de láminas. El paquete de láminas previamente flexionado se transfiere al segundo dispositivo para el conformado final, que también puede presentar un dispositivo para el ensamblaje en la forma de unión material. En conjunto en este paso de procedimiento se logra la flexión de un paquete de láminas, que presenta también en los extremos una altura de culata igual de grande que en el restante paquete de láminas, es decir, el paquete de láminas presenta en toda la zona de flexión una altura de culata constante.

En un perfeccionamiento favorable está prevista una parte del segundo dispositivo de la instalación de fabricación como herramienta de transferencia del paquete de láminas previamente flexionado entre el primer y el segundo dispositivo. Es favorable que el segundo dispositivo presente un dispositivo de sujeción para el paquete de láminas acabado de flexionar, para ensamblar en la forma de unión material los extremos libres del paquete de láminas. El ensamblaje en la forma de unión material se realiza de forma preferida mediante soldadura láser.

En un perfeccionamiento favorable, el segundo dispositivo presenta un mandril de soldadura con un diámetro que se corresponde con el diámetro interior del paquete de láminas acabado de flexionar. Además de esto es favorable que el mandril de soldadura cilíndrico presente sobre su perímetro unas elevaciones radiales, que se correspondan con unas aberturas de ranura del paquete de láminas acabado de flexionar. Las elevaciones están configuradas convenientemente como nervaduras. Es ventajoso que el segundo dispositivo presente una instalación con segmentos para el apriete radial del paquete de láminas previamente flexionado en el primer dispositivo sobre el mandril de soldadura. De este modo puede fijarse el paquete de láminas de forma fiable sobre el mandril de soldadura.

Los segmentos están divididos de forma preferida en al menos dos grupos. Los grupos de segmentos pueden accionarse de forma diferente o independiente unos de otros, p.ej. por desplazamiento controlado por fuerza.

Cada grupo de segmentos se extiende convenientemente, con relación al diámetro exterior del paquete de láminas acabado de flexionar, en un margen angular inferior a 180°. El margen angular del primer grupo de segmentos está dispuesto de forma preferida simétricamente respecto a un eje, con relación a los extremos del paquete de láminas que forman las aristas de empalme en el lado del diámetro opuesto. El margen angular del segundo grupo de segmentos y de cada uno de los otros se conecta al primer grupo de segmentos o al respectivamente precedente y se extiende después en la dirección de los extremos del paquete de láminas, en donde el margen angular está dispuesto con simetría axial en ambos lados de aquel eje, que discorra centralmente entre los extremos del paquete de láminas.

En un perfeccionamiento favorable los segmentos están configurados en dos partes y/o en forma de cuña, p.ej. en forma de un sistema formado por cuña de presión y cuña de accionamiento. A este respecto las parejas de cuñas individuales tienen una superficie de deslizamiento común, que hace posible un movimiento relativo mutuo. Las partes de presión están adaptadas de forma preferida, en su contorno interior que señala hacia el estator, al diámetro exterior del paquete de láminas, mientras que el contorno exterior presenta una superficie de contacto común a las cuñas de accionamiento, la cual está inclinada en dirección axial y radial y se usa como superficie de deslizamiento. Las cuñas de presión sólo pueden moverse fundamentalmente en dirección radial. Las cuñas de accionamiento están dispuestas con relación a las cuñas de presión desplazadas axial y radialmente hacia fuera y fundamentalmente sólo pueden moverse en dirección axial. Son accionadas por otra parte del dispositivo. El movimiento axial de las cuñas de accionamiento se transforma en un movimiento radial de las cuñas de presión. Los segmentos se componen de forma preferida al menos de cinco parejas de cuñas.

En un perfeccionamiento favorable el segundo dispositivo presenta un grupo constructivo para el centrado axial y el prensado del paquete de láminas previamente flexionado, en donde puede aplicarse una fuerza axial en ambos lados frontales tanto al diámetro interior como al diámetro exterior del paquete de láminas acabado de flexionar.

En el segundo dispositivo pueden llevarse a cabo los siguientes pasos de procedimiento para acabar de conformar el paquete de láminas previamente flexionado, para formar un elemento electromagnético de un motor eléctrico. El paquete de láminas previamente flexionado y todavía abierto en los extremos que forman las aristas de empalme se introduce en el segundo dispositivo y se orienta. Los segmentos del primer grupo se acercan hasta tal punto, que en la zona del primer grupo de segmentos el paquete de láminas se instala en el mandril de soldadura. Los segmentos del segundo grupo y de cualquier otro adicional se acercan simultáneamente y, dado el caso, con un seguimiento respectivamente adecuado de forma correspondiente del primer grupo o de los precedentes, hasta tal punto que también en la zona del segundo grupo de segmentos y de cualquier otro adicional el paquete de láminas se instala en el mandril de soldadura. El módulo del dispositivo para el pretensado del paquete de láminas se acerca. Los segmentos de todos los grupos se acercan simultánea, homogéneamente y a la misma distancia. Los extremos de paquete de láminas se unen entre sí.

Es ventajoso que pueda flexionarse un paquete de láminas paralelepípedo, que presente también en los extremos una altura de culata igual de grande que en el restante paquete de láminas, es decir puede producirse un paquete de láminas con una altura de culata constante en la zona de flexión conjunta. Se hacen posibles un empalme sin rendijas de los dos extremos de paquete de láminas después del acabado de conformado y de este modo un diámetro exacto y una buena circularidad del taladro del elemento electromagnético, en particular de un estator. Se evitan unas deformaciones inadmisibles como ondulaciones de las láminas al flexionar láminas con unos grosores de chapa reducidos por ejemplo inferiores a 0,65 mm.

Dibujos

Se obtienen unas formas de realización y ventajas de la invención de los ejemplos de realización de la invención, representados a continuación en base a los dibujos.

A continuación muestran:

la fig. 1, esquemáticamente, un paquete de láminas con dientes interiores y dientes exteriores;

la fig. 2 un corte a través de un mandril de flexión;

la fig. 3 una vista en planta sobre un primer dispositivo tridimensional de una instalación de fabricación conforme a la invención;

las figs. 4 a, b varias vistas de una unidad de apriete desde las superficie (a) vuelta hacia a un paquete de láminas y desde el lado a lo largo de la línea B-B (b); y

las figs. 5 a, b un corte longitudinal a través de una parte de un segundo dispositivo (a) y una vista en planta sobre el dispositivo (b).

Descripción del ejemplo de realización

El ejemplo de realización hace referencia a un elemento electromagnético no reproducido, configurado como estator de un motor eléctrico con 48 ranuras, así como con un número de polos $2p=16$, con un número de ranuras q por cada polo y fase de $q=1$ y un número de fases $m=3$. Para elementos electromagnéticos diseñados de otra forma es válida correspondientemente en el sentido transmitido la descripción con unos dimensionados adaptados de forma correspondiente.

Para producir un elemento electromagnético, en particular un estator, se forma de un modo en sí mismo habitual un paquete de láminas 5 paralelepípedo, como se ha representado esquemáticamente en la figura 1. A partir de un fleje de chapa por ejemplo laminado en frío se producen unas láminas en forma de tiras, en un procedimiento de estampación transversal y/o longitudinal. El fleje de chapa se corresponde con una calidad de chapa sin corriente, y el grosor de chapa es de entre 0,35 y 1 mm, de forma preferida de 0,5 mm. Las láminas presentan unos dientes interiores T1, T2, Z y unos dientes exteriores no designados con más detalle. Los dientes T1, T2, Z están distanciados mediante unas ranuras, en donde en los extremos de lámina sólo están configurados unos semi-dientes T1, T2. Los semi-dientes t1, T2 están configurados solamente como dientes interiores, pero no como dientes exteriores. En los extremos de lámina los extremos frontales no son perpendiculares al eje longitud de lámina o a unas fibras neutras, sino que difieren de una superficie de corte plana. Las láminas presentan una altura de culata, que es constante por todo el eje longitudinal de lámina, es decir también en la zona de los extremos de lámina, p.ej. de la respectivamente primera división de ranura. Las láminas se apilan unas sobre otras de forma apropiada con o sin plegado.

Las láminas se pretensan bajo una fuerza definida en la dirección de apilado y se unen entre sí en una posición predeterminada, apropiada, p.ej. se sueldan.

Como siguiente paso se produce y monta un devanado, que posteriormente se alimenta con corriente durante el funcionamiento en un motor eléctrico para generar un campo electromagnético. Un devanado multifásico, p.ej. trifásico, se bobina sobre una matriz de bobinado. El devanado presenta al menos una bobina en voladizo (devanado imbricado paralelo), pero también pueden ser más, p.ej. tres (devanado imbricado paralelo de dos capas).

Cada devanado fásico se compone de varias bobinas, que se corresponden con el número de polos, p.ej. 8 bobinas. En el caso de unas bobinas conectadas en serie se bobina el llamado devanado fásico sin interrupciones como una llamada cadena de bobinas. A continuación se estampa el devanado en la zona de ranuras sobre el molde ranurado del elemento electromagnético redondo a producir, configurado como estator, mediante el conformado de sus secciones transversales de hilo redondas en cualquier sección transversal de hilo con diferentes configuraciones. A esto le sigue la introducción del devanado en las ranuras del paquete de láminas paralelepípedo revestidas con un material aislante superficial. Los cierres de ranura se montan con excepción de aquel que cierra la ranura que aloja el voladizo de bobina (ranura 2 en un devanado imbricado paralelo de una capa), o con excepción de aquellos que cierran las ranuras que alojan el voladizo de bobina (ranura 3, ranura 2, ranura 1 en un devanado imbricado paralelo de dos capas).

A continuación se monta el paquete de láminas 5 paralelepípedo con el devanado montado para redondearse por flexión sobre un primer dispositivo 10, representado en la figura 3, de una instalación de fabricación conforme a la invención. Dentro del redondeado por flexión del paquete de láminas 5 no reproducido alrededor de un mandril de flexión 11 cilíndrico, para formar un elemento electromagnético redondo, se incluye el ensamblaje del voladizo de bobina. El mandril de flexión 11 presenta un diámetro que es mayor que el del paquete de láminas 5 acabado de flexionar y presenta al menos una ranura 12 que discurre axialmente para alojar un voladizo de bobina. Asimismo el mandril de flexión presenta sobre su perímetro unas elevaciones 12 radiales configuradas como nervaduras, que están separadas por unas ranuras 14, como puede reconocerse en la figura 12. En la figura sólo se han marcado con símbolos de referencia algunos de los elementos.

El proceso de flexión comienza en un extremo del paquete de láminas 5 en la ranura 48 (figura 1). En el caso de un devanado imbricado paralelo monocapa, que como voladizo de bobina sólo presente una bobina en voladizo, en un extremo del devanado fásico un lado de bobina de la bobina en voladizo está situado enfrente del paquete de láminas 5, mientras que el otro lado de bobina de la bobina en voladizo llena por completo la ranura 47. El lado de bobina sobresaliente de la bobina en voladizo se ensambla en el momento correspondiente en la ranura 2 en el otro extremo del paquete de láminas 5.

En el caso del devanado imbricado paralelo con dos capas, que como voladizo de bobina presenta tres bobinas en voladizo, en cada extremo del devanado fásico está situado un lado de bobina de la respectiva bobina en voladizo enfrente del paquete de láminas 5 en longitud, mientras que los otros lados de bobina de las bobinas en voladizo llenan por completo las ranuras 48, 47 y 46. Los lados de bobina sobresalientes de las bobinas en voladizo se ensamblan en unos momentos respectivamente correspondientes en las ranuras 3, 3 y 1. El proceso de flexión finaliza después en la ranura 1 del paquete de láminas 5.

La descripción ulterior se realiza a modo de ejemplo y para mayor simplicidad ya sólo para el devanado imbricado paralelo monocapa, pero puede transferirse en el modo indicado anteriormente de forma correspondiente al devanado imbricado paralelo con dos capas.

Al comienzo del procedimiento de flexión se posiciona el paquete de láminas 5 en una unidad de apriete 15 configurada como regleta de apriete, el devanado se orienta axialmente respecto al paquete de láminas 5 y el paquete de láminas 5 se pretensa axialmente. La unidad de apriete 15 se ha representado en detalle en las figs. 4a, 4b. La unidad de apriete 15 presenta una longitud que se corresponde con el perímetro del paquete de láminas 5. La unidad de apriete 15 presenta asimismo un diámetro casi infinito y está configurada recta en la zona de flexión. En su lado 16 vuelto hacia el paquete de láminas 5 está previsto un contorno dentado u ondulado, que se corresponde con los dientes exteriores antes citados del paquete de láminas 5.

La unidad de apriete 15 se tensa en el dispositivo de flexión 19 y a este respecto se orienta axial y tangencialmente con respecto al mandril de flexión 11. El paquete de láminas 5 paralelepípedo se posiciona después con su primer diente entero Z del primer extremo, es decir el extremo del paquete de láminas para iniciar la flexión con la ranura 48, sobre el mandril de flexión 11 entre dos de las elevaciones 13 configuradas como nervaduras, de tal manera que el centro de diente está situado exactamente sobre una radial del mandril de flexión 11. En esta posición se sujeta fijamente el paquete de láminas 5 sobre el mandril de flexión 11.

Después de esto se alimenta un primer troquel 18 radialmente desde fuera hasta el paquete de láminas 5 y con el mismo se aplica una fuerza sobre el semi-diente T1 mencionado del primer extremo de paquete de láminas. Esta fuerza, llamada a partir de ahora fuerza de sujeción, se usa para fijar el paquete de láminas 5 durante la flexión. Por un lado la fuerza de sujeción tiene que ser mayor como contrafuerza que la propia fuerza de flexión, pero por otro lado no tan grande que pudiera presionar o incluso deformar permanentemente el primer semi-diente T1 sobre el

mandril de flexión 11, de tal manera que en esta zona el paquete de láminas 5 adoptara ya su forma redonda definitiva con un diámetro predeterminado. Incluso con una fuerza de sujeción que actúe por completo y, de este modo, una deformación plástica y elástica máxima sigue existiendo una distancia entre la cabeza de diente Z1 del primer semi-diente T1 y el mandril de flexión 11. Tampoco la primera ranura del primer extremo de paquete de láminas, es decir la ranura 48, puede cerrarse por completo con la fuerza de sujeción, sino sólo en parte, precisamente en aproximadamente 2/3 (unos 5°) del ángulo nominal de una división de ranura, que se obtiene matemáticamente del círculo completo dividido entre el número de ranuras, es decir $360^\circ/48=7,5^\circ$.

Al comienzo, cuando el primer troquel 18 presiona sobre el paquete de láminas 5 y de este modo la fuerza de sujeción se aplica al paquete de láminas 5, la ranura 47, es decir la segunda ranura desde el primer extremo de paquete de láminas, permanece todavía abierta. Precisamente en esta ranura 47 se encuentra un lado de bobina de la bobina en voladizo, la cual llena por completo la ranura 47. Antes de la flexión y de que por ello se cierre la ranura 47, ambos lados de bobina, es decir la bobina en voladizo completa, debe sujetarse de un modo adecuado. Esto sólo puede realizarse con el lado de bobina que representa el voladizo de bobina que, en el estado plano, sobresale respecto al paquete de láminas 5 y por ello puede acometerse fácilmente con libre acceso como única parte de bobina. Para ello un dispositivo adicional no representado es guiado lateralmente por ambos lados del lado de bobina alrededor del lado de bobina, que abraza e inmoviliza el lado de bobina a modo de jaula.

La unidad de apriete 15 configurada como regleta de apriete es accionada mediante un rodillo de presión 19, que es guiado a lo largo de una guía circular alrededor del mandril de flexión 11. La posición de trabajo del rodillo de presión 19 para la flexión está caracterizada porque la posición, en la que el rodillo de presión 19 hace contacto con la unidad de apriete 15, está adelantada en la dirección de flexión con relación al diente que ya hace contacto con el mandril de flexión 11. Cuanto mayor sea la rodada delantera menor será la fuerza de flexión y mayor la zona en el segundo extremo de paquete de láminas, que no puede flexionarse con este ajuste, debido a que en el extremo de flexión el rodillo de presión 19 rueda más allá de la unidad de apriete 15 configurada como regleta de apriete o del paquete de láminas 5.

El verdadero conformado por flexión se produce en cuanto el rodillo de presión 19 es guiado sobre la guía circular alrededor del mandril de flexión 11 y a este respecto se tira del mismo en la dirección de flexión. El rodillo de presión 19 acciona a su vez la unidad de apriete 15 sobre la curva de guía prefijada para el mismo, de tal manera que el paquete de láminas 5 se envuelve alrededor del mandril de flexión 11 y con ello es extraído al mismo tiempo de la unidad de apriete 15.

Para el conformado por flexión existe el requisito de que la fuerza de tracción, que se transmite desde el rodillo de flexión o la unidad de apriete 15 al paquete de láminas 5, siempre debe ser menor que la fuerza de sujeción que se ejerce sobre el paquete de láminas en el primer extremo de paquete de láminas, para fijar el paquete de láminas 5 sobre el mandril de flexión 11, y tiene que resistir la fuerza de tracción. Solo de este modo puede garantizarse que sobre el primer diente completo no actúe ninguna fuerza en la dirección tangencial de los dientes y también en general el proceso de flexión para todos los dientes del paquete de láminas 5 se desarrolle sin fuerzas tangenciales, lo que garantiza la orientación radial de los dientes Z en el elemento electromagnético redondeado por flexión.

La flexión del paquete de láminas 5 con un rodillo de flexión, que presente un diámetro enorme, lo que se presenta en la unidad de apriete 15 configurada como regleta de apriete, se realiza mediante el pretensado axial de las láminas, para lo que están previstas unas regletas de apriete 17' en la unidad de apriete 15. De este modo se suprimen eficazmente en las láminas con un grosor de chapa reducido una ondulación y otras deformaciones inadmisibles, y se consigue la deseada exactitud de medida.

El conformado por flexión del paquete de láminas 5 se realiza por segmentos en diferentes posiciones angulares, en las que está activada al menos una mordaza de sujeción 20, 21. La respectiva mordaza de sujeción 20, 21, que al igual que el primer troquel 18 puede aproximarse radialmente desde fuera al mandril de flexión 11, se alimenta al paquete de láminas 5 y con la misma se ejerce una fuerza sobre la parte del paquete de láminas 5 entonces ya flexionada, de tal manera que el paquete de láminas 5 es presionado contra el mandril de flexión 11. De este modo se ejerce una función de sujeción y/o una función de apriete y por así decir el paquete de láminas 5 es rodeado, es decir, la fuerza de sujeción del primer troquel 18 es asumida de tal manera por una primera mordaza de sujeción 20 ó 21, que puede extraerse el primer troquel 18, etc.

Se obtienen unas condiciones de sujeción ideales si la zona flexionada del paquete de láminas 5 se aprieta homogéneamente sobre el mandril de flexión 11 y con ello el paquete de láminas 5 en esta zona se mantiene sujeto exactamente con relación al mandril de flexión 11.

En un siguiente paso de procedimiento se ensambla la bobina en voladizo en la escotadura o ranura 12 para el voladizo en el mandril de flexión 11, de tal manera que puede extraerse el dispositivo de tipo jaula, que al comienzo había fijado el voladizo de bobina.

ES 2 638 572 T3

El ensamblaje de la bobina en voladizo junto con el cierre de ranura correspondiente desde la ranura 12 en el mandril de flexión 11 a la ranura 2 del paquete de láminas 5 se produce en cuanto la ranura 2 del paquete de láminas 5 esté situada enfrente de la ranura 12 en el mandril de flexión 11.

5 En cuanto el rodillo de presión 19 haya superado el extremo del paquete de láminas, finaliza el proceso de flexión y puede extraerse la unidad de apriete 15.

10 Con un segundo troquel 22, que a su vez puede alimentarse radialmente desde fuera al paquete de láminas 5, se inmovilizan sobre el mandril de flexión 11 los dos extremos del paquete de láminas mediante una parte fija del troquel 22, y una parte móvil del troquel 22 avanza entre los dos extremos del paquete de láminas 5 hasta el mandril de flexión 11, presiona con ello sobre los flancos de los dos semi-dientes T1, T2 y abre los mismos uno hacia fuera del otro, de tal manera que se deforman en dirección tangencial y con ello cierran las ranuras 48 y 1. En un desarrollo del procedimiento subsiguiente se produce además la transferencia para acabar de conformar el paquete de láminas 5, flexionado pero todavía abierto, a un segundo dispositivo 25 de la instalación de fabricación conforme a la invención, que al mismo tiempo puede usarse como dispositivo de soldadura.

15 El paquete de láminas 5 flexionado, pero todavía abierto, se introduce con su posición orientada en el dispositivo 25 para acabar de conformar y unir los dos extremos del paquete de láminas. Esto significa que el paquete de láminas 5 con su rendija, que todavía existe entre los dos extremos de paquete de láminas, se introduce de tal manera en el dispositivo 25, que la rendija señala hacia una ventana de soldadura 26.

El segundo dispositivo 25 presenta una superficie de tope para un lado frontal del paquete de láminas 5 que debe ensamblarse primero, con lo que el paquete de láminas 5 se orienta axialmente.

20 La orientación radial se realiza en el primer planteamiento mediante un mandril de soldadura 27, cuyo diámetro se corresponde con el diámetro interior del elemento electromagnético acabado. La instalación de troqueles radiales se produce escalonadamente sobre el paquete de láminas 5 previamente flexionado, que después se instala en el mandril de soldadura 27.

25 Como troqueles radiales se designan unos segmentos que se extienden a lo largo del perímetro, por segmentos a lo largo del perímetro exterior del paquete de láminas, y presionan el paquete de láminas contra el mandril de soldadura 27. Los segmentos 28 se reúnen en al menos dos grupos 28.1, 28.2, que son accionados de forma diferentes, p.ej. controlados por fuerza-recorrido.

30 Los segmentos 28 del primer grupo 28.1, que se extienden a lo largo del perímetro por un margen angular predeterminado inferior a 180° y están dispuestos, con relación a los extremos del paquete de láminas que están todavía distanciados unos de otros, en el otro lado del diámetro, se acercan inicialmente hasta tal punto, que en la zona de los segmentos 28 del primer grupo 28.1 el paquete de láminas 5 se instala en el mandril de flexión 11.

35 Después de esto los segmentos 28 del segundo grupo 28.2 y de cualquier otro grupo, que se extienden también a lo largo del perímetro por un margen angular, que es inferior a 180° y se conecta al primer grupo de segmentos 28.1, 28.2 o al respectivamente precedente, se acercan hasta tal punto que, también en la zona de segundo grupo 28.2 el paquete de láminas 5 se instala en el mandril de flexión 11.

Otra parte del segundo dispositivo 25, que pretensa axialmente el paquete de láminas 5, se acerca a su vez controlada por fuerza-recorrido. La fuerza axial que actúa a este respecto se aplica a lo largo del diámetro interior y del exterior a ambos lados frontales As y BS del paquete de láminas 5 e impide unas deformaciones inadmisibles durante el subsiguiente desarrollo del procedimiento.

40 El mismo está caracterizado porque todos los segmentos 28 de todos los grupos 28.1, 28.2 se acercan simultánea, homogéneamente y a la misma distancia, de tal manera que el paquete de láminas 5 se aproxima sobre su perímetro radialmente con la misma intensidad al mandril de soldadura 27 y se deforma sobre su diámetro terminal, más allá de la deformación elástica, también plásticamente de forma correspondiente a la deseada exactitud de medida.

45 De este modo el paquete de láminas 5 se acaba de conformar, y los dos extremos del paquete de láminas chocan uno con el otro sin rendijas y pueden unirse entre ellos.

50 Después de acabarse el conformado no es necesario realizar ninguna mecanización adicional, ya que el diámetro y la circularidad del taladro del elemento electromagnético que forma preferiblemente un estator están fabricados ya mediante la deformación plástica con una exactitud de medida. Tampoco se produce ninguna deformación inadmisibles como p.ej. una ondulación de las láminas al flexionar láminas con un grosor de chapa reducido. La circularidad puede ser mejor que 0,15, en particular mejor que 0,1 mm, en particular en la zona de choque de los dos extremos del paquete de láminas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación de fabricación para conformar por flexión un elemento electromagnético de un motor eléctrico, en donde el elemento electromagnético está formado por un paquete de láminas (5) conformado por flexión, en donde un primer dispositivo (10) está presente para conformar por flexión el paquete de láminas (5) paralelepípedo y de este modo para redondear por flexión, así como un segundo dispositivo (25) está presente para acabar la conformación del paquete de láminas (5) previamente flexionado, que se usa para acabar de conformar el paquete de láminas previamente flexionado y todavía abierto en los extremos que forman aristas de empalme, de tal manera que no tenga rendijas en los extremos del paquete de láminas, en donde el segundo dispositivo (25) presenta un grupo constructivo (28) para el centrado radial y el prensado del paquete de láminas (5), caracterizada porque el
- 10 10 segundo dispositivo (25) presenta un grupo constructivo (29) para la fijación axial y el prensado del paquete de láminas (5).
- 15 2. Instalación de fabricación según la reivindicación 1, caracterizada porque el primer dispositivo (10) comprende un mandril de flexión (11), alrededor del cual puede flexionarse el paquete de láminas (5), en donde el mandril de flexión (11) presenta un diámetro exterior mayor que lo que corresponde a un diámetro interior del elemento electromagnético acabado de flexionar.
3. Instalación de fabricación según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque el mandril de flexión (11) presenta a lo largo de su perímetro al menos por segmentos unas elevaciones radiales (13).
4. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el mandril de flexión (11) presenta al menos una ranura (12) que discurre axialmente.
- 20 5. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el primer dispositivo (10) presenta una unidad de apriete (15).
6. Instalación de fabricación según la reivindicación 5, caracterizada porque la unidad de apriete (15) está configurada como rodillo de flexión.
- 25 7. Instalación de fabricación según la reivindicación 6, caracterizada porque la unidad de apriete (15) presenta un diámetro superior a 25 mm
8. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizada porque la unidad de apriete (15) presenta un segmento recto.
9. Instalación de fabricación según la reivindicación 8, caracterizada porque la unidad de apriete (15) está configurada como regleta de apriete.
- 30 10. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones 5 a 9, caracterizada porque la unidad de apriete (15) presenta en su lado (16) vuelto hacia el paquete de láminas (5) un contorno dentado u ondulado.
11. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones 9 ó 10, caracterizada porque la unidad de apriete (15) puede accionarse con arrastre mediante un rodillo de presión (19).
- 35 12. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones 5 a 11, caracterizada porque la unidad de apriete (15) presenta unos dispositivos adicionales (17, 17') para la orientación axial de cabezas de devanado y/o para un pretensado axial del paquete de láminas (5).
13. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque una parte del segundo dispositivo (25) está prevista como herramienta de transferencia del paquete de láminas (5) previamente flexionado entre el primer y el segundo dispositivo (10, 25).
- 40 14. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el segundo dispositivo (25) presenta un dispositivo de sujeción (28, 29) para el paquete de láminas (5) previamente flexionado, para ensamblar en la forma de unión material los extremos libres del paquete de láminas (5).
- 45 15. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el segundo dispositivo (25) presenta un mandril de soldadura (27) con un diámetro que se corresponde con el diámetro interior del paquete de láminas (5) acabado de flexionar.

16. Instalación de fabricación según la reivindicación 15, caracterizada porque el mandril de soldadura (27) presenta sobre su perímetro unas elevaciones radiales, que se corresponden con unas aberturas de ranura (1, 48) del paquete de láminas (5) acabado de flexionar.
- 5 17. Instalación de fabricación según la reivindicación 15 ó 16, caracterizada porque el segundo dispositivo (25) presenta un grupo constructivo con segmentos (28) para el apriete radial del paquete de láminas (5) previamente flexionado sobre el mandril de soldadura (27).
18. Instalación de fabricación según la reivindicación 17, caracterizada porque los segmentos (28) están divididos en al menos dos grupos (28.1, 28.2).
- 10 19. Instalación de fabricación según la reivindicación 17 ó 18, caracterizada porque cada grupo (28.1, 28.2) de segmentos (28) se extiende, con relación al diámetro exterior del paquete de láminas (5) acabado de flexionar, en un margen angular inferior a 180°.
20. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizada porque los segmentos (28) están formados respectivamente por dos cuñas que se deslizan una sobre la otra.
- 15 21. Instalación de fabricación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el segundo dispositivo (25) presenta el mencionado grupo constructivo (29) para el centrado axial y el prensado del paquete de láminas (5) acabado de flexionar, en donde puede aplicarse una fuerza axial en ambos lados frontales (AS, BS) tanto al diámetro interior como al diámetro exterior del paquete de láminas (5) acabado de flexionar.
- 20 22. Procedimiento para producir un elemento electromagnético con una instalación de fabricación según una de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado porque en un paquete de láminas (5) fundamentalmente paralelepípedo se ensambla un devanado con bobina en voladizo, el paquete de láminas (5) se conforma por flexión en el primer dispositivo (10) y de este modo se redondea por flexión, de tal manera que el paquete de láminas (5) así previamente flexionado forma una rendija con sus extremos de paquete de láminas que forman aristas de empalme, una bobina en voladizo del devanado en voladizo se ensambla desde uno de los extremos de paquete de láminas en una ranura del otro extremo de paquete de láminas y el paquete de láminas (5) previamente flexionado se transfiere al segundo dispositivo (25) para acabar el conformado y se fija axialmente y se prensa en el segundo dispositivo (25) en un grupo constructivo (29).
- 25 23. Procedimiento según la reivindicación 22, caracterizado porque el (5) se acaba de conformar en el segundo dispositivo (25) y sus extremos se ensamblan uno con el otro.

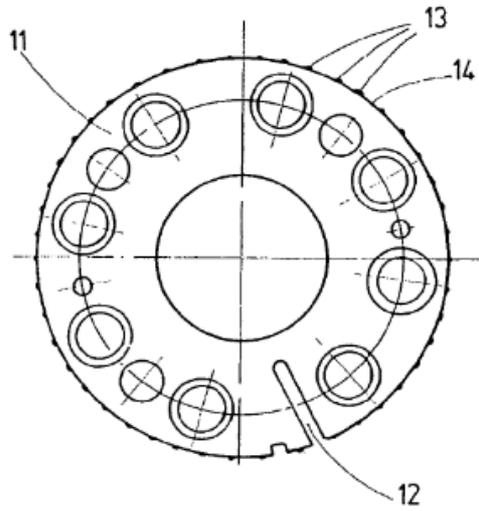


Fig.2

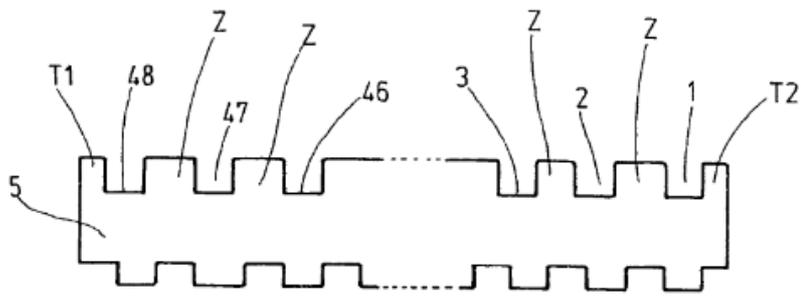


Fig.1

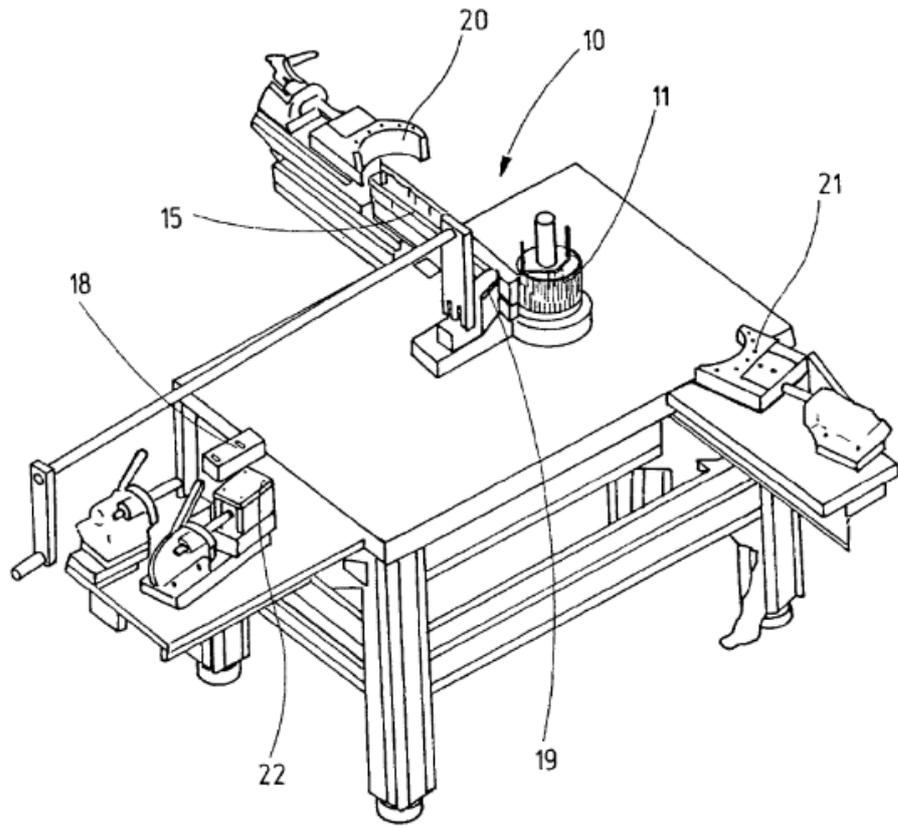


Fig.3

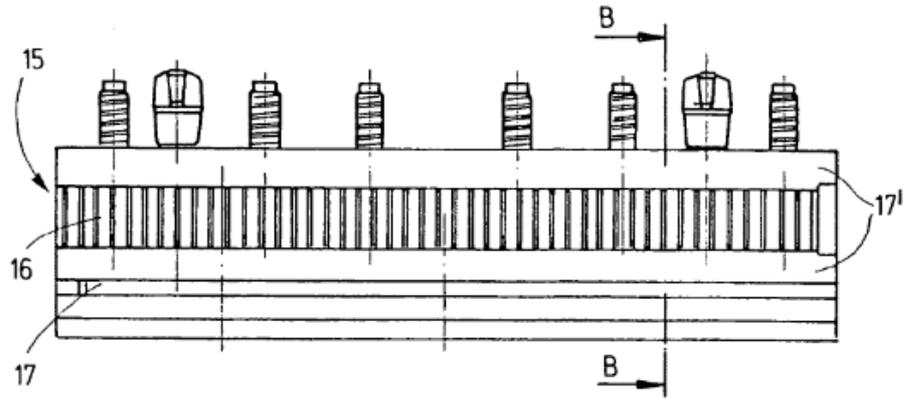


Fig.4a

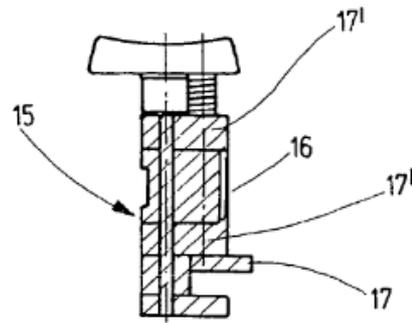


Fig.4b

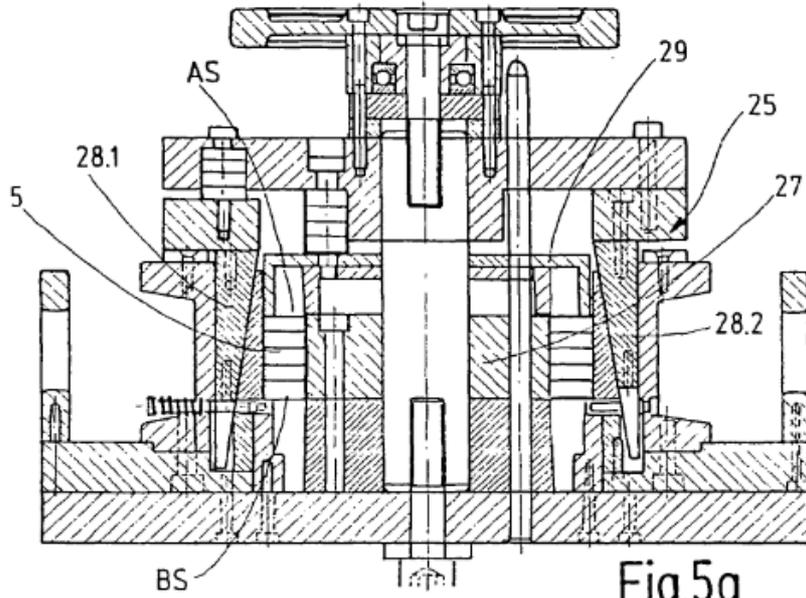


Fig.5a

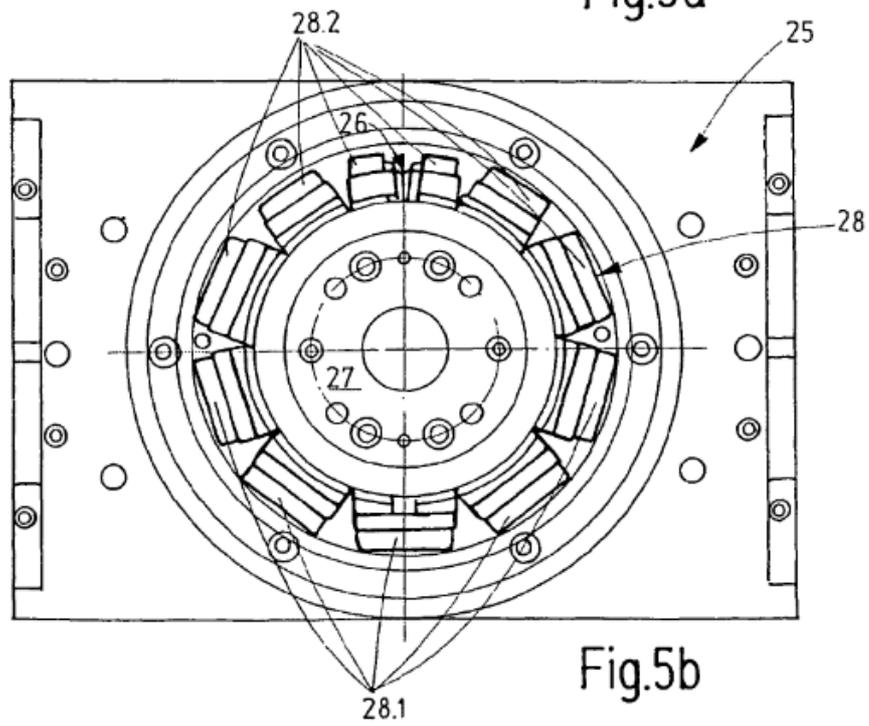


Fig.5b