

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 412 080**

51 Int. Cl.:

H02K 1/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2010 E 10715529 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 2422428**

54 Título: **Máquina eléctrica rotativa, especialmente máquina asíncrona doblemente alimentada en el intervalo de potencia entre 20 MVA y más de 500 MVA**

30 Prioridad:

24.04.2009 DE 102009018549
20.08.2009 DE 102009037991

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2013

73 Titular/es:

ALSTOM HYDRO FRANCE (100.0%)
3 Avenue André Malraux
92300 Levallois Perret, FR

72 Inventor/es:

SCHWERY, ALEXANDER;
CIFYILDIZ, SERDAR;
WALSER, HANSPETER;
MEYER, BRUNO y
OKAI, RICARDO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 412 080 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

Máquina eléctrica rotativa, especialmente máquina asíncrona doblemente alimentada en el intervalo de potencia entre 20 MVA y más de 500 MVA.

CAMPO TÉCNICO

- 5 La presente invención se refiere al campo de la generación de energía eléctrica. Conciernen a una máquina eléctrica rotativa, especialmente una máquina asíncrona doblemente alimentada en el intervalo de potencia entre 20 MVA y más de 500 MVA, según el preámbulo de la reivindicación 1. Una máquina eléctrica de esta clase es conocida por el documento JP60035931.

ESTADO DE LA TÉCNICA

- 10 Las máquinas asíncronas doblemente alimentadas en el intervalo de potencia de 20 MVA a más de 500 MVA pueden utilizarse para la producción de energía con números de revoluciones variables. Estas máquinas se caracterizan por un devanado trifásico distribuido sobre el rotor. El devanado del rotor está constituido por varillas individuales que están empotradas en ranuras del paquete de chapas del rotor. En la cabeza de la bobina se
 15 conexionan las distintas varillas formando un devanado. La alimentación de las corrientes se efectúa a través de al menos tres anillos rozantes que están fijados al árbol en el extremo de la máquina. En la figura 1 se ilustra en forma fuertemente simplificada un fragmento de una máquina de esta clase. La máquina asíncrona 10 representada en la figura 1 tiene un eje de máquina 13. Alrededor de este eje 13 está dispuesto de manera giratoria un cuerpo central 11 con un árbol sobre el cual están dispuestos los anillos rozantes 12. Alrededor del cuerpo central 11 está
 20 dispuesto el cuerpo de chapas 14 del rotor, al que se une una llanta auxiliar 20 por debajo de una cabeza de bobina 16 del devanado del rotor. El cuerpo de chapas 14 del rotor está rodeado concéntricamente por un cuerpo de chapas 15 del estator en el que está alojado un devanado de estator que, en el extremo del cuerpo, sobresale hacia fuera con una cabeza de bobina 17 del estator. En la figura 2 se representa el cuerpo de chapas 14 del estator en una vista fragmentaria ampliada.

- 25 Dado que los rotores de máquina asimétricas doblemente alimentadas llevan un devanado de rotor 18, éste tiene que ser asegurado contra las fuerzas centrífugas que se presenten. El paquete de chapas del rotor sirve, por un lado, para absorber estas fuerzas y define al mismo tiempo el camino del flujo magnético. La llanta auxiliar 20 sirve para absorber las fuerzas centrífugas que actúan sobre la cabeza de bobina 16 del rotor. La llanta auxiliar 20, al igual que ocurre también con el cuerpo de chapas 14 del rotor, está constituida por chapas estratificadas que se comprimen en dirección axial formando un conjunto. Es conocido el recurso de insertar aquí una placa de prensado
 30 19 que distribuya la presión de prensado aplicada por unos pernos 21, 22 sobre las chapas del paquete de chapas del rotor (véanse, por ejemplo, los documentos DE-A1-195 13 457 o DE-A1-10 2007 000 668).

- Se imponen diferentes exigencias al cuerpo de chapas 14 del rotor. En la figura 2 se representa la subdivisión básica en una zona eléctrica 14a y una zona mecánica 14b. Por un lado, en los dientes deberá existir una presión axial suficiente entre las capas de las chapas para garantizar la homogeneidad del cuerpo. Para evitar vibraciones, no se
 35 deberán aflojar las capas, ya que los movimientos relativos entre los dientes y el devanado 18 del rotor podrían dañar el aislamiento. Por otro lado, la presión no deberá ser demasiado alta a fin de evitar daños en el aislamiento entre las distintas chapas, ya que tales daños conducirían a pérdidas elevadas. En la zona mecánica 14b de la llanta la presión axial deberá ser más alta que en la zona eléctrica 14a a fin de obtener cierta fuerza de fricción entre las chapas.

- 40 El documento EP 0 414 129 revela una máquina eléctrica rotativa con un rotor que presenta un cuerpo de chapas y placas de prensado. Las placas de prensado están subdivididas radialmente en una placa de prensado interior separada y una placa de prensado exterior separada.

El documento US 725 773 revela un rotor con un cuerpo de chapas y placas de prensado y con polos sobresalientes.

45 EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

Por tanto, el cometido de la invención consiste en mejorar una máquina eléctrica de la clase citada al principio de modo que puedan satisfacerse considerablemente mejor las diferentes exigencias impuestas al afianzamiento del cuerpo de chapas del rotor en las diferentes zonas.

- 50 El problema se resuelve con la totalidad de las características de la reivindicación 1. Es importante para la solución según la invención que la placa de prensado esté subdividida radialmente, de conformidad con la subdivisión radial del cuerpo de chapas del rotor, en una placa de prensado interior separada y una placa de prensado exterior separada. Gracias a esta división de la placa de prensado de conformidad con las diferentes zonas del cuerpo de chapas del rotor se pueden optimizar por separado las fuerzas que actúen sobre el cuerpo de chapas del rotor.

Una primera ejecución de la invención se caracterizan por que las placas de prensado interior y exterior están unidas

una con otra en forma soltable. Se pueden absorber así eficazmente las fuerzas centrífugas que ataquen en la placa de prensado exterior.

5 Otra ejecución se caracteriza por que las placas de prensado interior y exterior lindan una con otra y están unidas entre ellas de tal manera que la placa de prensado exterior puede inclinarse con respecto a la placa de prensado interior.

Otra ejecución de la invención se caracteriza por que al menos una parte de los pernos de cizalladura están realizados en forma de pernos macizos.

10 Sin embargo, es imaginable también, y resulta ventajoso con respecto al uso de materiales diferentes, que al menos una parte de los pernos de cizalladura estén realizados como pernos de varias piezas que comprendan un tubo exterior y un perno de tracción central que discurra a través del tubo.

En particular, en este caso el tubo exterior puede estar subdividido en varias secciones parciales en dirección axial para poder observar mejor las tolerancias requeridas y facilitar el proceso de construcción y montaje de la máquina.

Es ventajoso a este respecto que las secciones parciales estén equipadas en los extremos con unos medios mutuamente conjugados para la orientación concéntrica de dichas secciones una con respecto a otra.

15 Otra ejecución de la invención se caracteriza por que la placa de prensado está subdividida radialmente, de conformidad con la subdivisión radial del cuerpo de chapas del rotor, en una placa de prensado interior separada y una placa de prensado exterior separada, y por que las chapas de prensado interior y exterior están unidas una con otra de manera soltable.

20 Un perfeccionamiento de esta ejecución se caracteriza por que la placa de prensado exterior está subdividida a lo largo del perímetro en partes periféricas individuales de la misma clase, por que las partes periféricas de la placa de prensado exterior lindan cada una de ellas con la placa de prensado interior por medio de un canto de inclinación recto, y por que las partes periféricas de la placa de prensado exterior están enganchadas cada una de ellas en la placa de prensado interior por medio de garras de martillo.

BREVE EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS

25 Se explicará seguidamente la invención con más detalle ayudándose de ejemplos de realización relacionados con el dibujo. Muestran:

La figura 1, en una representación fuertemente simplificada, un fragmento de una máquina asíncrona, tal como ésta es adecuada para el uso de la invención;

30 La figura 2, en un fragmento ampliado, la constitución del cuerpo de chapas del rotor de la máquina de la figura 1, incluyendo una placa de prensado utilizada para afianzar el cuerpo de chapas del rotor y dotada de pernos diferentes, según un ejemplo de realización de la invención;

La figura 3, en dos figuras parciales 3(a) y 3(b), dos clases diferentes de pernos para la zona eléctrica del cuerpo de chapas del rotor;

La figura 4, la constitución básica de un perno de cizalladura de varias piezas;

35 La figura 5, en diferentes figuras parciales 5(a) a 5(d), diferentes clases de medios de conexión para la orientación concéntrica de las secciones parciales de un perno de cizalladura con tubo subdividido; y

La figura 6, en vista en planta en dirección axial, un sector de una placa de prensado para afianzar el cuerpo de chapas del rotor según otro ejemplo de realización de la invención.

MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

40 Según la figura 2, se utilizan diferentes clases de pernos, concretamente pernos de cizalladura 22 y pernos de tracción 21, para el afianzamiento axial del cuerpo de chapas 14 del rotor.

Los pernos de cizalladura y de tracción 22 y 21 sirven para establecer la presión deseada en el cuerpo de chapas 14 del rotor. Para establecer la presión en la zona de los dientes o en la zona eléctrica 14a se pueden utilizar dos principios básicos:

45 Pernos de tracción:

Los pernos de tracción (21 en la figura 2 y en la figura 3(a)) discurren por toda la longitud axial del cuerpo de chapas 14 del rotor. Dado que los pernos de tracción 21 se encuentran en la parte magnéticamente activa (alta inducción magnética) del cuerpo de chapas, estos pernos tienen que estar eléctricamente aislados. Sin embargo, para evitar

un esfuerzo mecánico del aislamiento, estos pernos no podrán ser solicitados a cizalladura. Mediante la tensión en el perno de tracción 21 se pueden “ajustar” la presión sobre la placa de prensado 19 y, por tanto, la presión en los dientes (véase 29 en la figura 6).

Pernos de presión en la llanta auxiliar 20:

5 Se pueden emplear pernos de presión 23 en la llanta auxiliar 20 en lugar de los pernos de tracción corrientes 21 (véase la figura 3(b)). Si se emplea un perno de presión 23 en la llanta auxiliar 20, la transmisión de presión a la zona de los dientes del cuerpo de chapas del rotor se efectúa a través de un perno que está alojado en la llanta auxiliar 20. Entre el perno de presión 23 y la placa de prensado 19 se encuentran entonces una placa de presión 25 y una tuerca 24. Mediante la profundidad de atornillamiento del perno de presión 23 en la tuerca 24 se puede
10 “ajustar” la presión sobre la placa de prensado 19 y, por tanto, sobre los dientes.

Frente a esto, los pernos de cizalladura 22 asumen dos tareas: Por un lado, sirven para aplicar la presión axial en la zona mecánica 14b del cuerpo de chapas 14 del rotor. Por otro lado, tienen que absorber las fuerzas de cizalladura que se presenten entre las chapas del cuerpo de chapas 14 del rotor. Por este motivo, los pernos de cizalladura 22 no pueden estar aislados y se encuentran de manera consecuente en el borde interior, en la parte de débil utilización
15 magnética de la zona mecánica 14b.

Las fuerzas de cizalladura a transmitir definen las propiedades del material y el diámetro (exterior) de los pernos de cizalladura 22. La presión axial en el cuerpo de chapas 14 del rotor se ajusta por medio del alargamiento de los pernos. Para poder garantizar, a pesar de fenómenos de asentamientos del cuerpo de chapas 14 del rotor, una presión residual suficiente en el cuerpo de chapas 14 del rotor, se necesita un cierto alargamiento mínimo en el estado inicial. Ésta puede conducir, en el caso de grandes diámetros de los pernos, a presiones muy altas.
20

Por este motivo, es ventajoso que se utilicen según la figura 4, en lugar de pernos macizos, unos tubos 27 de pared gruesa junto con pernos de tracción centrales 26 que discurren en el ánima de los tubos 27. Las fuerzas de cizalladura a transmitir definen las propiedades del material y los diámetros de los tubos. Las fuerzas de cizalladura son absorbidas entonces por los tubos 27. La presión que se debe conseguir sobre el cuerpo de chapas del rotor se
25 ajusta por medio del alargamiento de los pernos de tracción centrales 26. Dado que los diámetros de estas barras son más pequeños que en el caso de los pernos macizos, se pueden conseguir presiones suficientemente grandes con un mismo alargamiento.

Cierto inconveniente de la solución con tubos 27 y pernos de tracción centrales 26 consiste en la alta exigencia impuesta a la exactitud de las ánimas de los tubos 27. Particularmente en el caso de máquinas relativamente largas, es muy costoso conseguir las estrechas tolerancias requeridas. Sin embargo, se puede materializar también la misma idea con tubos axialmente divididos 27. El tubo 27 se divide en este caso en varias secciones parciales (27a en la figura 5) que se pueden fabricar de manera sensiblemente más fácil con las tolerancias requeridas. Asimismo, esta variante de realización favorece el proceso de construcción y montaje de la máquina. Para que las distintas secciones parciales 27a estén orientadas concéntricamente de manera sencilla una con respecto a otra, los extremos, según la figura 5, pueden proveerse de roscas (figura 5(d)), decalarse (figura 3(c)) o achaflanarse (figura 5(b)), o se pueden estrechar cónicamente (figura 5(a)), siendo posible también una combinación de estas soluciones.
30
35

Las contradictorias exigencias impuestas a las partes eléctrica y mecánica 14a y 14b del cuerpo de chapas 14 del estator pueden satisfacerse aún mejor, más allá de la configuración de los pernos, por una placa de prensado radialmente separada 19. La figura 6 muestra una representación esquemática de un ejemplo de realización de la placa de prensado 19 en vista en planta en dirección axial. La placa de prensado 19 está subdividida, tanto en dirección radial como parcialmente en dirección periférica, en una placa de prensado interior separada 19a y una placa de prensado exterior separada 19b. La placa de prensado exterior 19b está a su vez subdividida, en dirección periférica, en partes periféricas individuales. Gracias a la subdivisión de la placa de prensado 19 en unas partes interior y exterior 19a y 19b, cuya subdivisión sigue a la división del cuerpo de chapas 14 del rotor en una zona mecánica 14b y una zona eléctrica 14a, se puede optimizar por separado el modo de afianzamiento axial para las diferentes zonas del cuerpo de chapas 14 del rotor.
40
45

Para poder conseguir una inclinación deliberado de la placa de prensado exterior 19b, la separación entre las placas de prensado exterior e interior 19a y 19b tiene que presentar un canto de inclinación fraccionalmente recto 28. Gracias a la separación radial de la placa de prensado 19 es posible conseguir presiones diferentes en las zonas eléctrica y mecánica 14a y 14b del cuerpo de chapas 14 del rotor.
50

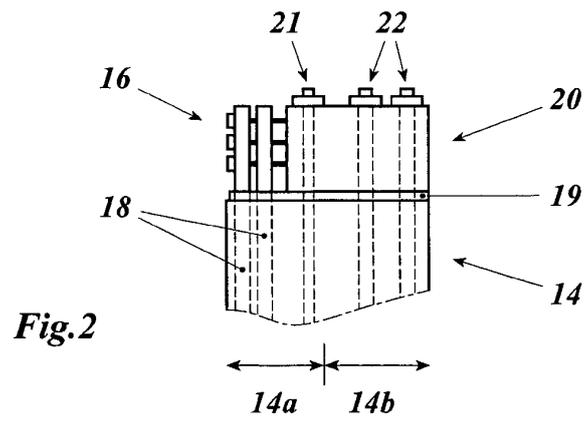
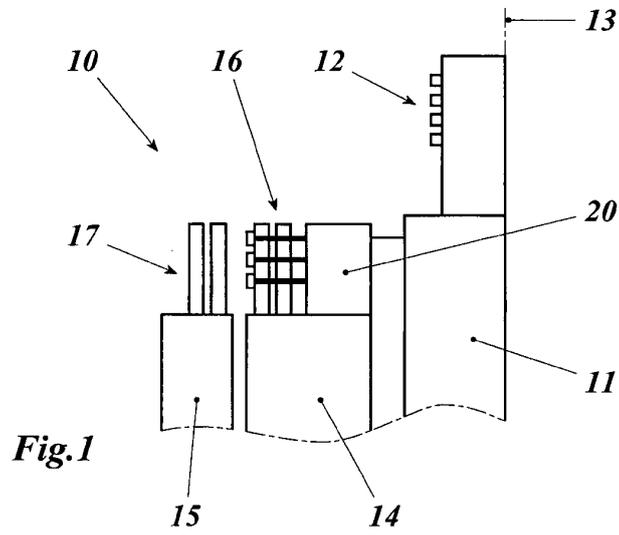
LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA

| | |
|-------|----------------------------|
| 10 | Máquina asíncrona |
| 11 | Cuerpo central (con árbol) |
| 55 12 | Anillo rozante |
| 13 | Eje |

| | | |
|----|-----|-----------------------------|
| | 14 | Cuerpo de chapas de rotor |
| | 14a | Zona eléctrica |
| | 14b | Zona mecánica |
| | 15 | Cuerpo de chapas de estator |
| 5 | 16 | Cabeza de bobina de rotor |
| | 17 | Cabeza de bobina de estator |
| | 18 | Devanado de rotor |
| | 19 | Placa de prensado |
| | 19a | Placa de prensado interior |
| 10 | 19b | Placa de prensado exterior |
| | 20 | Llanta auxiliar |
| | 21 | Perno de tracción |
| | 22 | Perno de cizalladura |
| | 23 | Perno de presión |
| 15 | 24 | Tuerca |
| | 25 | Placa de presión |
| | 26 | Perno de tracción central |
| | 27 | Tubo |
| | 27a | Sección parcial |
| 20 | 28 | Canto de inclinación |
| | 29 | Diente |

REIVINDICACIONES

1. Máquina eléctrica rotativa, especialmente máquina asíncrona doblemente alimentada (10) en el intervalo de potencia entre 20 MVA y más de 500 MVA, la cual comprende un rotor (11, 14) que gira alrededor de un eje (13) y está rodeado concéntricamente por un estator (15, 17), presentando el rotor (11, 14) un cuerpo de chapas (14) del rotor constituido por chapas estratificadas y comprimidas en dirección axial formando un conjunto, cuyo cuerpo de chapas está subdividido, en dirección radial, en una zona mecánica interior (14b) y una zona eléctrica exterior (14a), y en el que está alojado un devanado de rotor (18) en la zona eléctrica (14a), estando comprimido el cuerpo de chapas (14) del rotor en la zona mecánica (14b) por medio de pernos de cizalladura (22), que atraviesan el cuerpo de chapas (14) del rotor en dirección axial, y en la zona eléctrica (14a) por medio de unos pernos adicionales (21 ó 23), **caracterizada** por que al menos una parte de los pernos de cizalladura (22) están realizados en forma de pernos de varias piezas que comprenden un tubo exterior (27) y un perno de tracción central (26) que discurre a través del tubo (27).
2. Máquina eléctrica rotativa según la reivindicación 1, **caracterizada** por que los pernos adicionales están configurados en forma de pernos de tracción (21) que atraviesan el cuerpo de chapas (14) del rotor en dirección axial.
3. Máquina eléctrica rotativa según la reivindicación 1, **caracterizada** por que, para distribuir la presión de prensado axial sobre el cuerpo de chapas (14) del rotor, está prevista una placa de prensado (19) en cada uno de los extremos del cuerpo, y por que los pernos adicionales están configurados en forma de pernos de presión (23) que presionan desde fuera contra las placas de prensado (19).
4. Máquina eléctrica rotativa según la reivindicación 3, **caracterizada** por que está dispuesta por fuera de las placas de prensado (19) una llanta auxiliar (20) para soportar la cabeza de bobina (16) del rotor y por que los pernos de presión (23) están alojados en la llanta auxiliar (20).
5. Máquina eléctrica rotativa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** por que al menos una parte de los pernos de cizalladura (22) están construidos en forma de pernos macizos.
6. Máquina eléctrica rotativa según la reivindicación 1, **caracterizada** por que el tubo exterior (27) está subdividido, en dirección axial, en varias secciones parciales (27a).
7. Máquina eléctrica rotativa según la reivindicación 6, **caracterizada** por que las secciones parciales (27a) están equipadas en los extremos con unos respectivos medios mutuamente conjugados para producir una orientación concéntrica de dichas secciones unas con respecto a otras.
8. Máquina eléctrica rotativa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** por que la placa de prensado (19) está subdividida radialmente, en correspondencia con la subdivisión del cuerpo de chapas (14) del rotor, en una placa de prensado interior separada (19a) y una placa de prensado exterior separada (19b), y por que las placas de prensado interior y exterior (19a y 19b) están unidas una con otra de manera soltable.
9. Máquina eléctrica rotativa según la reivindicación 8, **caracterizada** por que la placa de prensado exterior (19b) está subdividida a lo largo de la periferia en partes periféricas individuales de la misma clase y por que las partes periféricas de la placa de prensado exterior (19b) limitan con la placa de prensado interior (19a) por medio de un respectivo canto de inclinación recto (28).



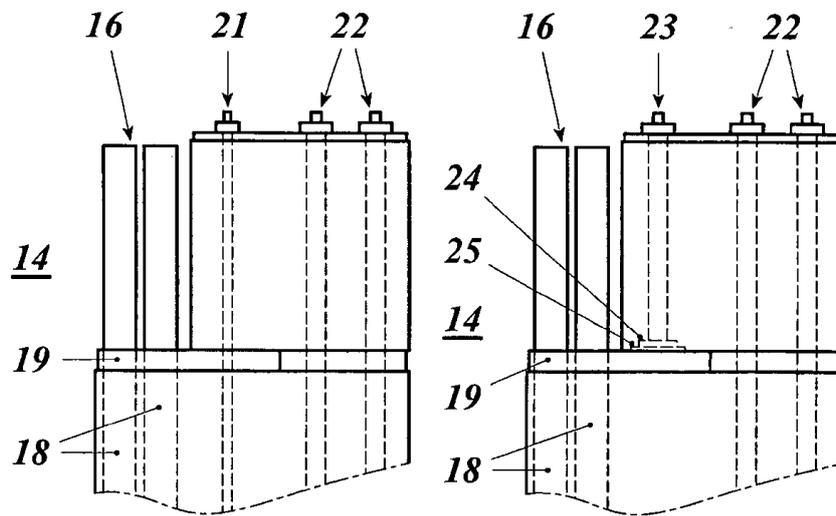


Fig.3a

Fig.3b

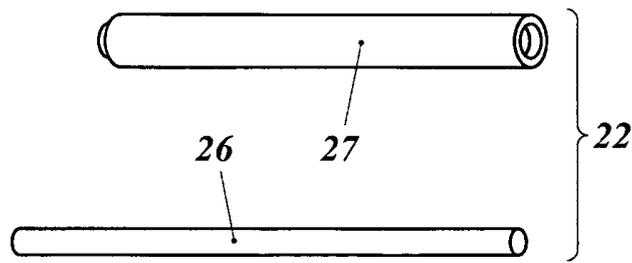


Fig.4

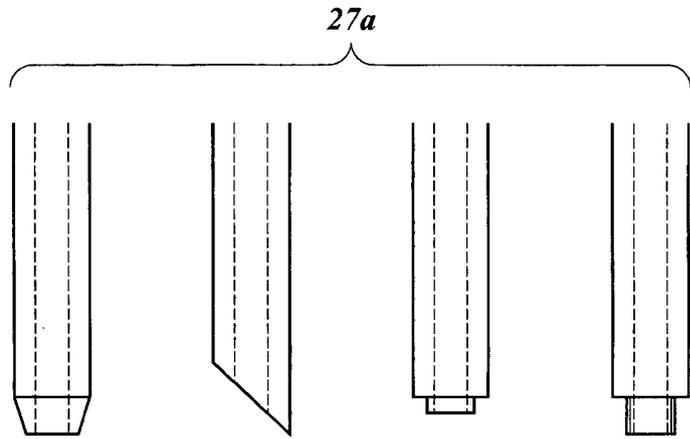


Fig.5a

Fig.5b

Fig.5c

Fig.5d

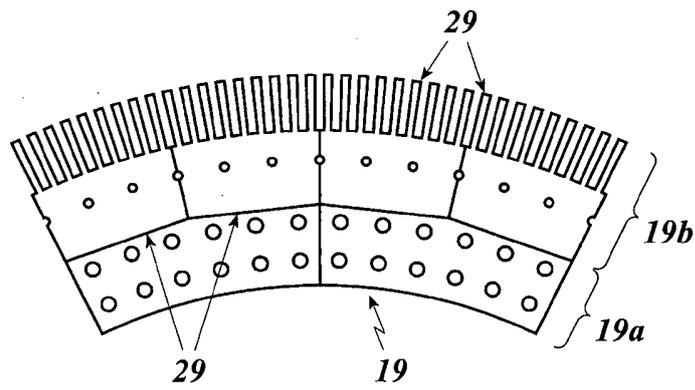


Fig.6