(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 532 839**

(51) Int. CI.:

***H02K 1/27*** (2006.01)
***H02K 11/00*** (2006.01)
*H02K 7/18* (2006.01)
*F03D 9/00* (2006.01)
*H02K 1/22* (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2012 E 12158962 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2498377**

(54) Título: **Turbina eólica**

(30) Prioridad:

**10.03.2011 IT MI20110375**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**01.04.2015**

(73) Titular/es:

**WILIC S.AR.L. (100.0%)**
**1, Boulevard de la Foire**
**1528 Luxembourg , LU**

(72) Inventor/es:

**CASAZZA, MATTEO;**
**PABST, OTTO y**
**FASOLO, ALESSANDRO**

(74) Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

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

Turbina eólica

La presente invención se refiere a una turbina eólica para la producción de energía eléctrica.

Más específicamente, la presente invención se refiere a una turbina eólica que comprende una máquina eléctrica que tiene un estator y un rotor que gira alrededor de un eje de rotación respecto al estator.

El estator comprende un cilindro del estator; y segmentos del estator dispuestos alrededor del eje de rotación, a lo largo del cilindro del estator.

El rotor comprende un cilindro del rotor; y segmentos del rotor dispuestos alrededor del eje de rotación, a lo largo del cilindro del rotor. Cada segmento del rotor comprende un soporte que se extiende paralelo al eje de rotación; y los módulos dispuestos magnetizados, paralelos al eje de rotación, dentro del soporte. Los segmentos del rotor están montados en el cilindro del rotor, y los segmentos del estator al cilindro del estator. El cilindro del rotor está conectado al cilindro del estator por al menos un cojinete, y está conectado a un concentrador y a un número de palas dispuestas alrededor del cubo.

Las turbinas eólicas de este tipo se describen en el documento EP 2282397 y han demostrado ser altamente eficientes y fáciles de producir e instalar, pero se ha encontrado que parte de la energía transmitida desde las palas de la máquina eléctrica es dispersada en las llamadas pérdidas electromagnéticas, particularmente en el rotor.

Además, la energía dispersada provoca el sobrecalentamiento del rotor.

Es un objeto de la presente invención proporcionar una turbina eólica diseñada para limitar los inconvenientes de la técnica conocida.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una turbina eólica diseñada para reducir las pérdidas electromagnéticas respecto a la técnica conocida.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una turbina eólica diseñada para reducir el sobrecalentamiento del rotor.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una turbina eólica que comprende una máquina eléctrica, que a su vez comprende un estator y un rotor que gira alrededor de un eje de rotación respecto al estator; el rotor comprende un número de módulos magnetizados, y un número de soportes para soportar los módulos magnetizados y dispuestos alrededor del eje o rotación; la turbina eólica se caracteriza porque al menos dos de los soportes están conectados eléctricamente en paralelo a los lados axiales opuestos del rotor por medio de una estructura conductora eléctrica diseñada para el flujo de corrientes parásitas lo largo de dichos dos soportes.

La conexión eléctrica en paralelo de los soportes reduce las corrientes parásitas inducidas por los armónicos de fuerza magnetomotriz del estator, reduciendo así las pérdidas en el rotor y mejorar la eficiencia de la turbina eólica. La reducción de las pérdidas también reduce el sobrecalentamiento del rotor, que por lo tanto puede ser enfriado utilizando relativamente pequeños componentes de refrigeración, de peso ligero.

En una realización preferida de la invención, la turbina eólica comprende una estructura conductora eléctrica para conectar eléctricamente en paralelo al menos dos de los soportes.

Un número de realizaciones no limitantes de la presente invención se describirá a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una vista lateral, con partes retiradas para mayor claridad, de una turbina eólica, de conformidad con la presente invención;

La figura 2 muestra una vista frontal esquemática, con partes retiradas para mayor claridad, de una máquina eléctrica de la turbina eólica de la figura 1;

La figura 3 muestra una vista lateral a mayor escala, con partes retiradas para mayor claridad, de un detalle de la máquina eléctrica de la figura 2;

La figura 4 muestra una vista en perspectiva, con partes retiradas para mayor claridad, de un detalle de la máquina eléctrica de la figura 2;

La figura 5 muestra una vista lateral a mayor escala, con partes retiradas para mayor claridad, de una realización alternativa de la máquina eléctrica de las figuras 2 y 3.

El número 1 en la figura 1 indica como un todo una turbina eólica para la producción de energía eléctrica.

En el ejemplo de la figura 1, la turbina eólica 1 es un accionamiento directo, de tipo angular de velocidad variable, y comprende una estructura de soporte 2, una góndola 3, un eje 4, tres palas 5 (solo se muestran dos en la figura 1), y una máquina eléctrica de múltiples fases 6. Las palas 5 están empotradas en el cubo 4, que a su vez está montado en la góndola 3, a su vez montada en la estructura de soporte 2, que es un elemento estructural de soporte de la góndola 3.

En una variación, no mostrada, de la invención, la estructura de soporte 2 es un pilón, preferiblemente hecho de material ferroso.

Con referencia a la figura 1, la góndola 3 está montada para girar alrededor de un eje A1 respecto a la estructura de soporte 2, para posicionar las palas 5 de cara al viento; el cubo 4 está montado para girar alrededor de un eje de rotación A2 respecto a la góndola 3; cada pala 5 está montada en el cubo 4 para girar alrededor de un eje A3 respecto al cubo 4; máquina eléctrica 6 comprende un estator 10 y un rotor 11 que gira respecto al estator 10 alrededor del eje de rotación A2; y el cubo 4, las palas 5, y el rotor 11 definen un conjunto giratorio 12, que gira respecto a la góndola 3 alrededor del eje de rotación A2.

Con referencia a las figuras 2 y 3, el estator 10 comprende un cilindro del estator 15; aletas de refrigeración 16 fijadas a la cara exterior del cilindro del estator 15; y un número entero de segmentos del estator 18 dispuestos alrededor del eje de rotación A2 y que se fijan a la cara interior del cilindro del estator 15 por medio de sujetadores no mostrados en los dibujos. Las aletas de refrigeración 16 sirven para enfriar el cilindro del estator 15 y por lo tanto el estator 10. Más específicamente, las aletas de refrigeración 16 y el cilindro del estator 15 están hechos de material conductor del calor, por lo que el calor producido en el interior del estator 10, por el efecto Joule o de lo contrario, se transfiere al cilindro del estator 15 y de éste a las aletas de enfriamiento 16 diseñadas para disiparlo. Cada segmento de estator 18 comprende bobinas, y los paquetes de laminaciones del estator 19 envueltos con una bobina, que está asociada con un segmento de estator 18, por lo que puede ser extraído del estator 10 sin interferir con los otros segmentos del estator 18. El cilindro del estator 15 cubre, protege y soporta segmentos del estator 18.

Con referencia a las figuras 2 y 3, el rotor 11 comprende un cilindro del rotor 20, segmentos del rotor 21 dispuestos alrededor del eje de rotación A2 (figura 2), y las aletas de refrigeración 22 fijadas a la cara interior del cilindro del rotor 20. El cilindro del rotor 20 es hueco para permitir el acceso de los trabajadores en el interior para el mantenimiento, y para permitir el acceso a través de él desde la góndola 3 al cubo 4, que también es hueco. El cilindro del rotor 20 en los dibujos tiene una sección transversal circular, pero el alcance de protección de la invención se extiende a los cilindros de cualquier sección transversal, por ejemplo, cuadrada, rectangular, etc. Las aletas de refrigeración 22 enfrían del cilindro del rotor 20 y por lo tanto el rotor 11, y están hechas, como el cilindro del rotor 20, de un material conductor del calor, por lo que el calor producido en el interior del rotor 11 se transfiere al rotor del cilindro 20 y de ésta a las aletas de refrigeración 22 diseñadas para disiparlo.

Con referencia a las figuras 3 y 4, cada segmento del rotor 21 comprende un soporte 23, guías magnéticas 24, los módulos de magnetizados 25, y pernos 26. Más específicamente, el soporte 23 se extiende, paralelo al eje de rotación A2, a partir de un extremo 23a a un extremo 23b (figura 4), y está fijado al rotor del cilindro 20 de rotor 11 por medio de pernos 26. Los módulos magnetizados 25 de cada segmento del rotor 21 están alineados radialmente respecto al eje de rotación A2 (figura 2) para formar grupos de módulos 25, que a su vez están dispuestos sucesivamente, en paralelo al eje de rotación A2 (figura 2), a lo largo de la totalidad del segmento de rotor 21.

Con particular referencia a las figuras 2, 3 y 4, cada grupo de módulos 25 comprende dos módulos 25 alineados radialmente al eje de rotación A2; y, por medio de un ejemplo no limitativo, cada segmento del rotor 21 comprende once grupos de módulos 25 (figura 4) dispuestos sucesivamente, en paralelo al eje de rotación A2. Cada grupo de módulos 25 está situado entre un respectivo par de guías magnéticas 24, cada uno definido por respectivos paquetes de laminaciones, por lo que cada segmento del rotor 21 comprende once pares de guías magnéticas 24. Cada par de guías magnéticas 24 está situado en el interior de soporte 23 fijado al rotor del cilindro 20 por medio de pernos 26, tiene dos caras 27, y es atravesado, en uso, por el flujo magnético producido por los módulos magnetizados 25, y define las líneas de campo. Cada grupo de módulos 25 entre las guías magnéticas 24 está protegido por dos protectores aislantes 28 en el extremo superior, y por un protector aislante 28a en el extremo inferior.

Con referencia a las figuras 3 y 4, el soporte 23 comprende una pinza 29 que se extiende, paralela al eje de rotación A2, a partir de un extremo 29a hasta un extremo 29b, y se fija al cilindro 20 de rotor 11 por medio de pernos 26.

Cada pinza 29 tiene dos caras laterales 29c, cada una frente a una cara lateral 29c de la pinza adyacente 29; y

mordazas 29 que se procesan para aislar eléctricamente las caras laterales 29c para evitar que las cargas eléctricas viajen a través de las caras laterales 29c de pinzas contiguas 29.

Con referencia a las figuras 3 y 4, el rotor 11 comprende dos conductores eléctricos anulares 30 y 31 para conectar eléctricamente pinzas 29 paralelas. El conductor eléctrico 30 se fija a un extremo 29b de cada pinza 29 por dos elementos de sujeción 32, y el conductor eléctrico 31 está fijado al extremo 29b de cada pinza 29 por dos elementos de sujeción 32, por lo que las pinzas 29 están conectadas eléctricamente en paralelo.

Las pinzas 29 se procesan para reducir la resistencia eléctrica superficial de los extremos 29a y 29b, que forman así excelentes contactos eléctricos.

Más específicamente, los conductores eléctricos 30 y 31 están conectados mediante elementos de sujeción 32 a los extremos 29a y 29b de cada pinza 29 para asegurar la conexión eléctrica óptima de la pinza 29 al conductor eléctrico 30 en virtud de la resistencia superficial baja de los extremos 29a y 29b.

En una realización alternativa de la invención, la turbina eólica 1 comprende una pasta eléctricamente conductora, por ejemplo, plata, entre los extremos 29a, 29b y los respectivos conductores 30, 31 para mejorar la conexión eléctrica.

En el uso real, los conductores eléctricos 30 y 31 están atravesados por corrientes parásitas inducidas por los armónicos de fuerza magnetomotriz del estator 10, y están diseñados en consecuencia, sobre la base de la amplitud de las corrientes parásitas.

Los conductores eléctricos 30 y 31 definen una estructura de conducción eléctrica.

En una realización de la invención, los conductores eléctricos 30 y 31 están hechos de cobre.

En otra realización de la invención, los conductores eléctricos 30 y 31 están hechos de material conductor no magnético, tal como aluminio o acero inoxidable.

En una realización alternativa de la invención mostrada en la figura 5, conductores eléctricos 30 y 31 se sustituyen con dos grupos de elementos conductores eléctricos 130 (solo se muestra uno en la figura 5). Un grupo de elementos conductores eléctricos 130 se asocia con los extremos 29a, y el otro con los extremos 29b de las pinzas 29; y, para cada pinza 29, cada grupo de elementos de conducción eléctrica 130 comprende un conductor eléctrico 133 que enfrenta al respectivo extremo 29A, 29b de la pinza respectiva 29. Los conductores eléctricos 133 se extienden en toda la longitud de, y están posicionados de contacto con, el respectivo extremo 29a, 29b de la pinza respectiva 29. Y la superficie de baja resistencia eléctrica de los extremos 29a y 29b proporciona una excelente conexión eléctrica entre la pinza 29 y el conductor eléctrico 133.

Cada grupo de elementos conductores eléctricos 130 también comprende conductores eléctricos 134 para conectar eléctricamente las pinzas adyacentes 29. Más específicamente, cada conductor eléctrico 134 está situado entre dos pinzas adyacentes 29, y se coloca en contacto con respectivos conductores eléctricos 133 de pinzas adyacentes 29. Los conductores eléctricos 133 y 134 están fijados a las respectivas pinzas 29 por sujetadores 132 diseñados para fijar los conductores eléctricos 133 a la respectiva pinza 29 y los conductores eléctricos 134 a los respectivos conductores eléctricos 133.

Los dos grupos de elementos conductores eléctricos 130 están diseñados sobre la base de la amplitud de las corrientes parásitas.

En una realización alternativa de la invención, la turbina eólica 1 comprende una pasta eléctricamente conductora entre los extremos 29a, 29b y los respectivos conductores eléctricos 133 para mejorar la conexión eléctrica.

Los dos grupos de elementos conductores eléctricos 130 definen una estructura conductora eléctrica anular.

En una realización de la invención, los grupos de elementos conductores eléctricos 130 están hechos de cobre.

En otra realización de la invención, los grupos de elementos conductores eléctricos 130 están hechos de material conductor no magnético, tal como aluminio o acero inoxidable.

Los dos grupos de elementos conductores eléctricos 130 permiten un acceso más fácil a las pinzas 29 para el mantenimiento. En otras palabras, cada pinza 29 se puede extraer del cilindro del rotor 20 por la simple eliminación de los dos conductores eléctricos 134 y el conductor eléctrico 133 fijados a los extremos 29a, 29b de la pinza 29, permitiendo así más rápido, un mantenimiento y el acceso a las pinzas 29 más fácil.

Los dos conductores 30, 31 o grupos de elementos conductores eléctricos 130 aseguran la conexión eléctrica en paralelo de las pinzas 29 y, por lo tanto, trayectorias eléctricas para las cargas eléctricas generadas en las pinzas 29 por el campo electromagnético de estator 10. En otras palabras, las pinzas 29 y los conductores 30, 31 o los dos grupos de elementos conductores eléctricos 130 forman un circuito eléctrico en el que las pinzas 29 representan impedancias conectadas en paralelo.

La conexión eléctrica en paralelo de los soportes 23 reduce las corrientes parásitas inducidas por los armónicos de fuerza magnetomotriz de estator 10, reduciendo así las pérdidas en el rotor 11 y la mejora de la eficiencia de la turbina eólica 1. La reducción de las pérdidas también reduce el sobrecalentamiento del rotor 11, permitiendo así el uso de aletas de refrigeración 22 relativamente pequeñas.

En una realización alternativa de la invención, el cilindro del rotor 20 y las aletas de refrigeración 22 están hechos de material no magnético, tal como acero inoxidable, aluminio o material polimérico conductor de calor.

La máquina eléctrica 1 que se describe es un flujo radial, de tipo de imán enterrado permanente, pero el alcance de protección de la invención también se extiende a cualquier otro tipo de imán permanente de la máquina eléctrica, tal como máquinas eléctricas de flujo radial, imán-superficie, o flujo axial, o de flujo transversal. Además, la turbina eólica es un tipo de transmisión directa, es decir, en la que el cubo y el rotor de la máquina eléctrica están conectados directamente.

Obviamente, la presente invención también abarca realizaciones que no se describen en la descripción detallada anterior, así como realizaciones equivalentes dentro del alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una turbina eólica que comprende una máquina eléctrica (6) que a su vez comprende un estator (10), y un rotor (11) que gira alrededor de un eje de rotación (A2) respecto al estator (10); comprendiendo el rotor (11) un número de módulos magnetizados (25), y una serie de soportes (23) para soportar los módulos magnetizados (25) y dispuestos alrededor del eje de rotación (A2); estando la turbina eólica caracterizada porque al menos dos de los soportes (23) están conectados eléctricamente en paralelo a los lados axiales opuestos del rotor por medio de una estructura conductora eléctrica diseñada para el flujo corrientes parásitas a lo largo de dichos dos soportes.

2. Una turbina eólica según la reivindicación 1, y que comprende la estructura conductora eléctrica para conectar eléctricamente en paralelo al menos dos de los soportes (23).

3. Una turbina eólica según la reivindicación 2, en la que cada uno de los soportes (23) se extiende, paralelo al eje de rotación (A2), desde un primer extremo (23a) a un segundo extremo (23b).

4. Una turbina eólica según la reivindicación 3, en la que la estructura conductora eléctrica comprende al menos un primer y segundo conductor eléctrico (30, 31) para conectar eléctricamente en paralelo al menos dos de los soportes (23).

5. Una turbina eólica según la reivindicación 4, en la que el primer conductor eléctrico (30) conecta el primero de los extremos (23a) de los soportes (23), y el segundo conductor eléctrico (31) conecta el segundo extremo (23b) de los soportes (23).

6. Una turbina eólica según la reivindicación 2, en la que la estructura conductora eléctrica comprende al menos un primer y segundo grupo de elementos conductores eléctricos (130) para conectar eléctricamente en paralelo al menos dos de los soportes (23).

7. Una turbina eólica según la reivindicación 6, en la que cada primer y segundo grupo de elementos conductores eléctricos (130) comprenden terceros elementos conductores (133) y cuartos elementos conductores (134); y cada tercer elemento conductor (133) está conectado a un soporte (23) respectivo, y cada cuarto elemento conductor (134) está conectado a dos soportes (23) respectivos.

8. Una turbina eólica según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en la que cada soporte (23) comprende una pinza (29) que se extiende paralela al eje de rotación (A2); estando la estructura conductora eléctrica conectada a las pinzas (29) de manera que las pinzas (29) están conectadas eléctricamente en paralelo.

9. Una turbina eólica según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en la que todos los soportes (23) están conectados eléctricamente en paralelo, y están conectados preferiblemente eléctricamente en paralelo por la estructura conductora eléctrica.

10. Una turbina eólica según una de las reivindicaciones 2 a 9, en la que la estructura conductora eléctrica está fabricada de material no magnético, preferiblemente acero inoxidable, aluminio o cobre.

11. Una turbina eólica según una de las reivindicaciones 2 a 10, en la que la estructura conductora eléctrica conecta los soportes (23) de una manera tal como para formar una trayectoria preferencial para las cargas eléctricas en los soportes (23).

12. Una turbina eólica según una de las reivindicaciones 2 a 11, y que comprende pasta eléctricamente conductora entre la estructura conductora eléctrica y los soportes (23), para mejorar la conexión eléctrica.

13. Una turbina eólica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el estator (10) comprende un cilindro del estator (15) y el rotor (11) comprende un cilindro del rotor (20) concéntrico con el cilindro del estator (15); y el número de soportes (23) están fijados al cilindro del rotor (20).

14. Una turbina eólica según la reivindicación 13, en la que el cilindro del rotor (20) está fabricado de material no magnético, preferiblemente aluminio, acero inoxidable o material polimérico.

15. Una turbina eólica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el rotor (11) comprende pares de láminas metálicas (24), estando cada una de las láminas montada en al menos un módulo magnetizado (25) respectivo para guiar el flujo del módulo magnetizado (25).

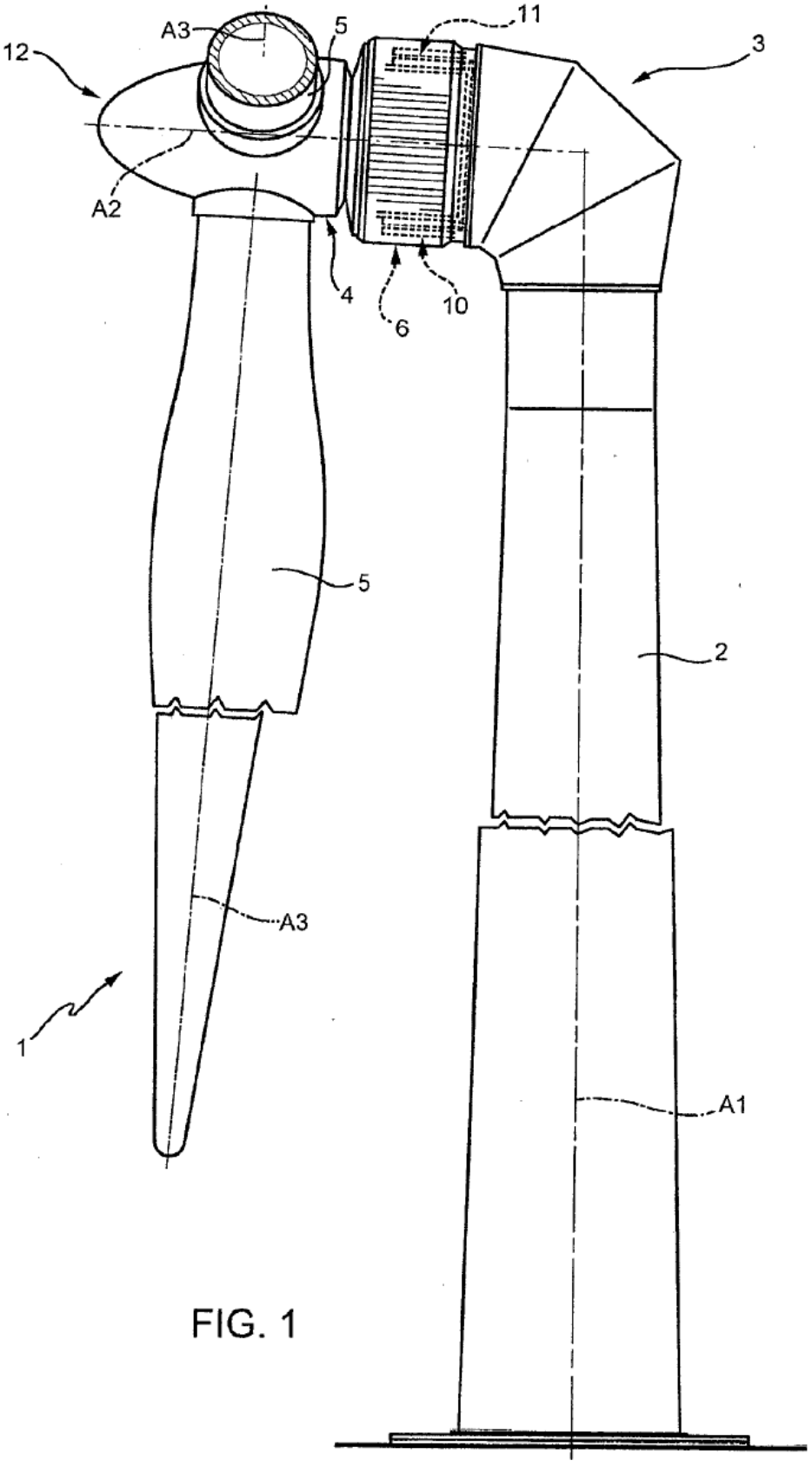


FIG. 1

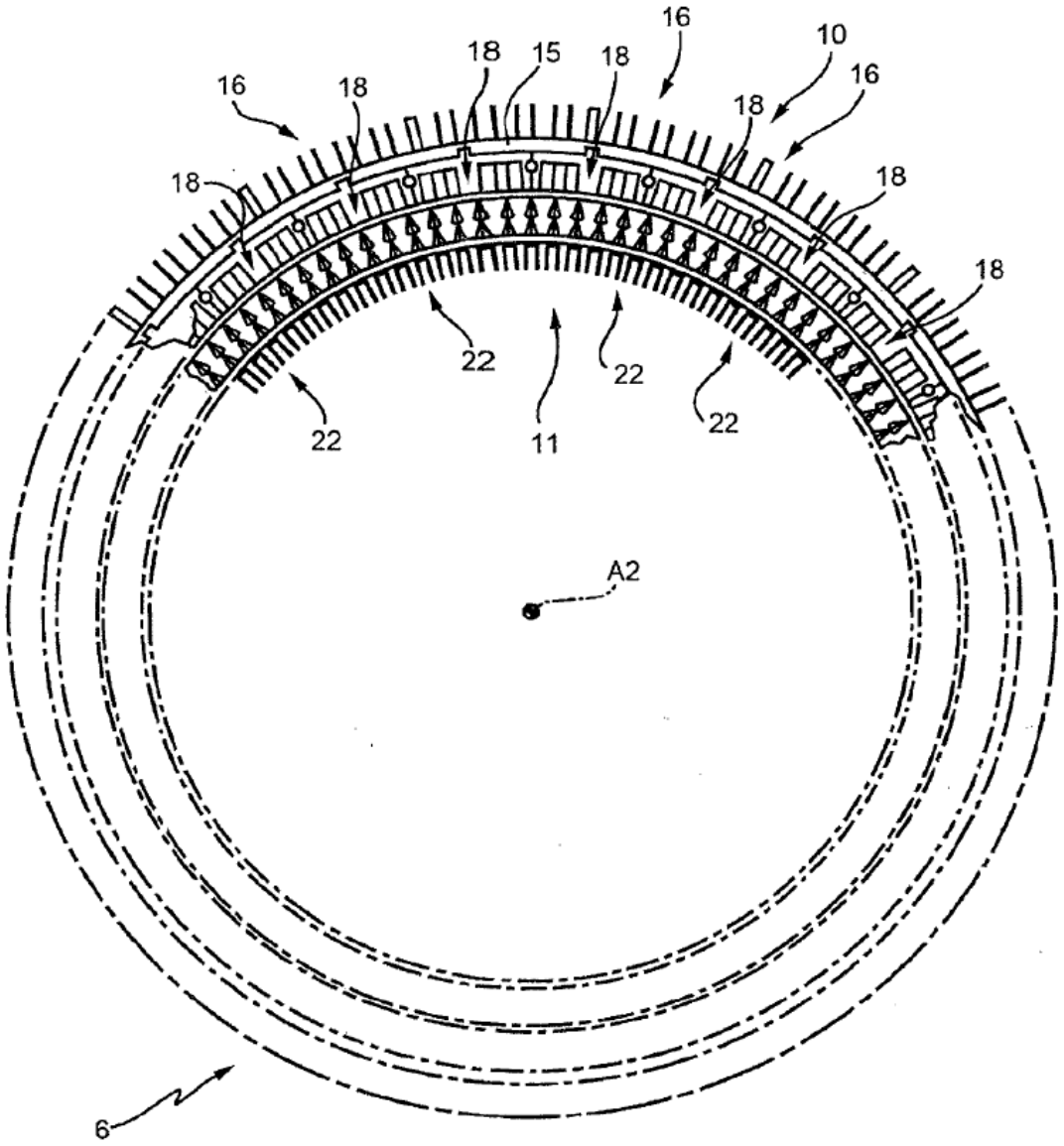


FIG. 2

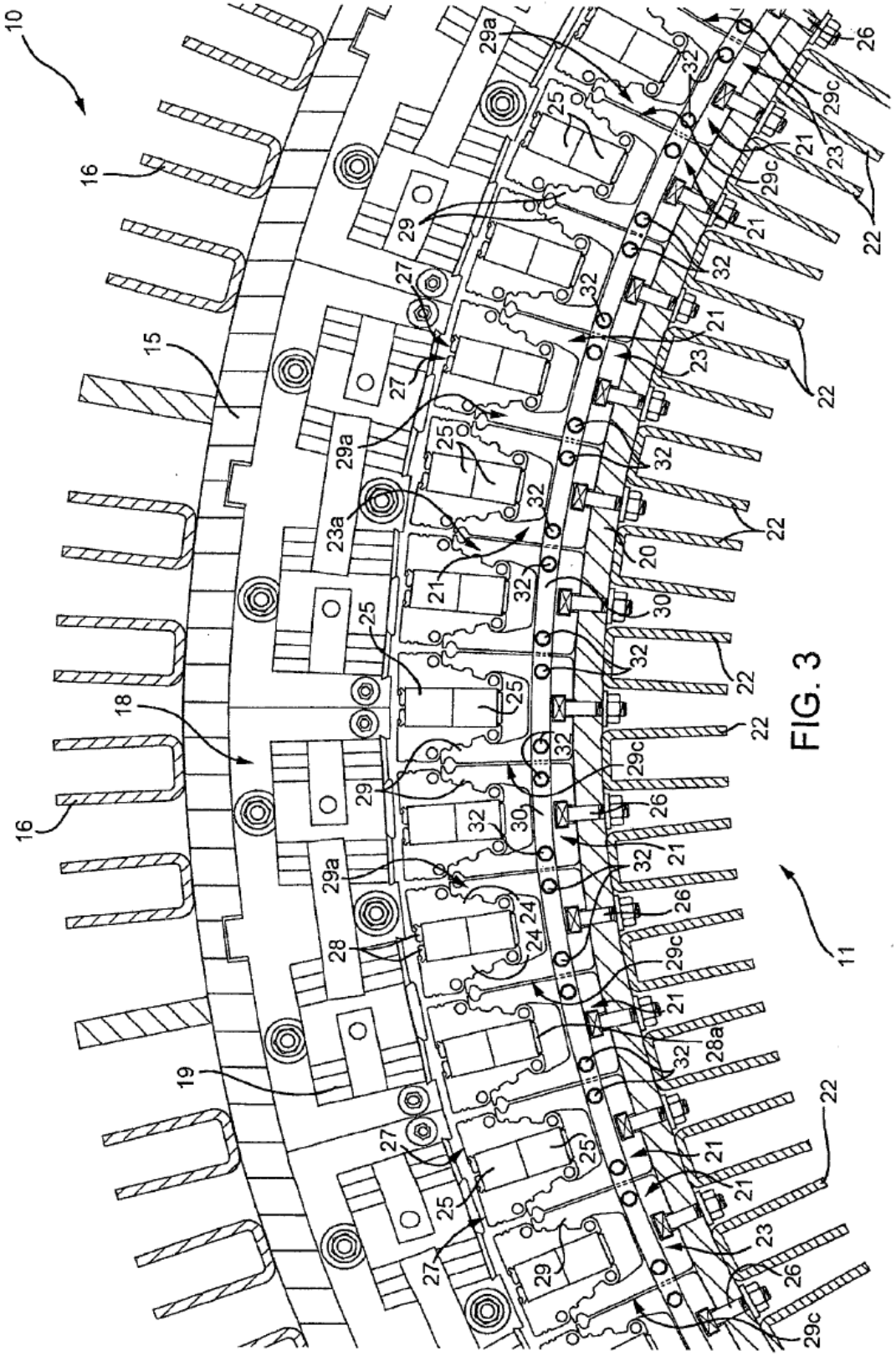


FIG. 3

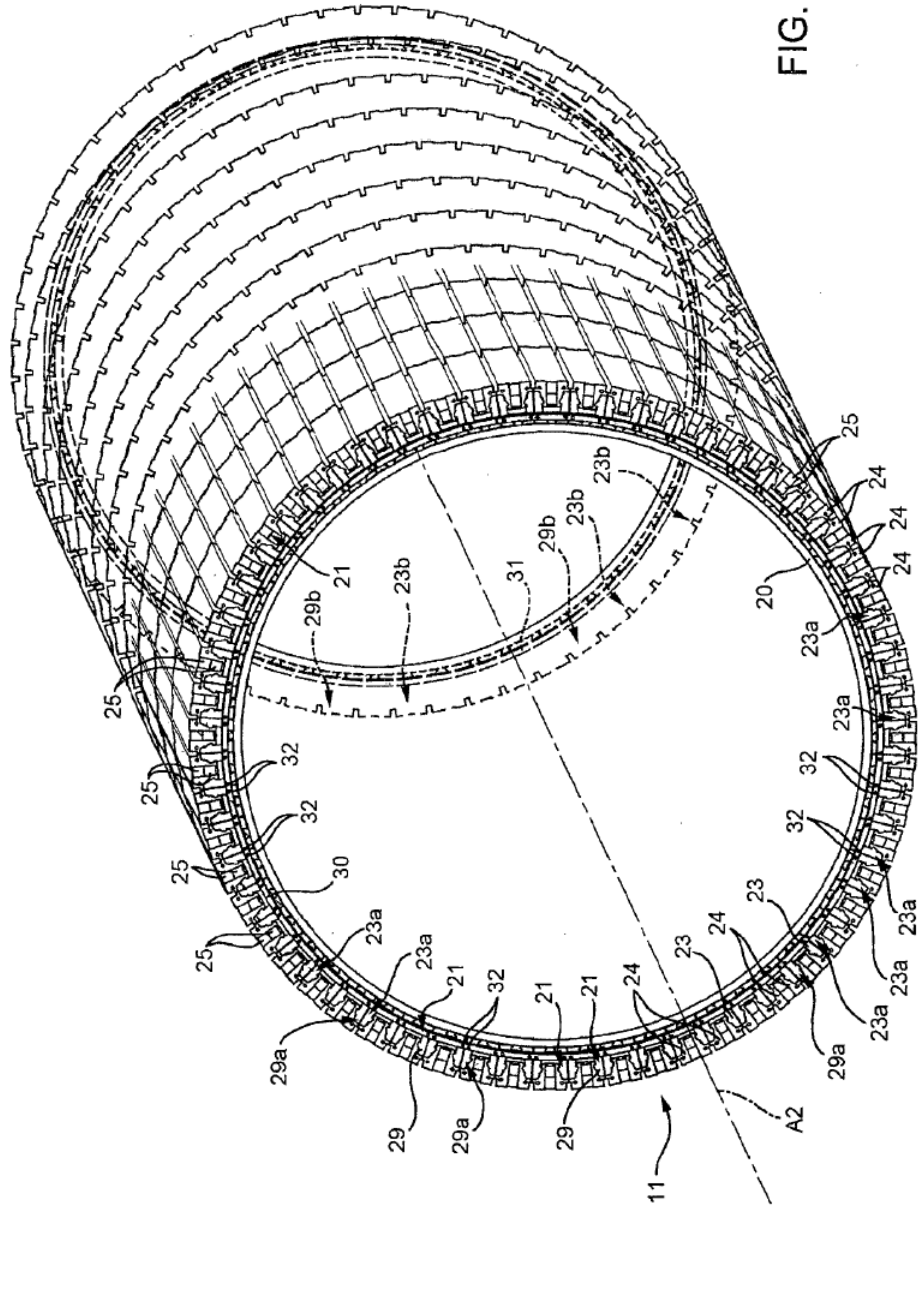


FIG. 4

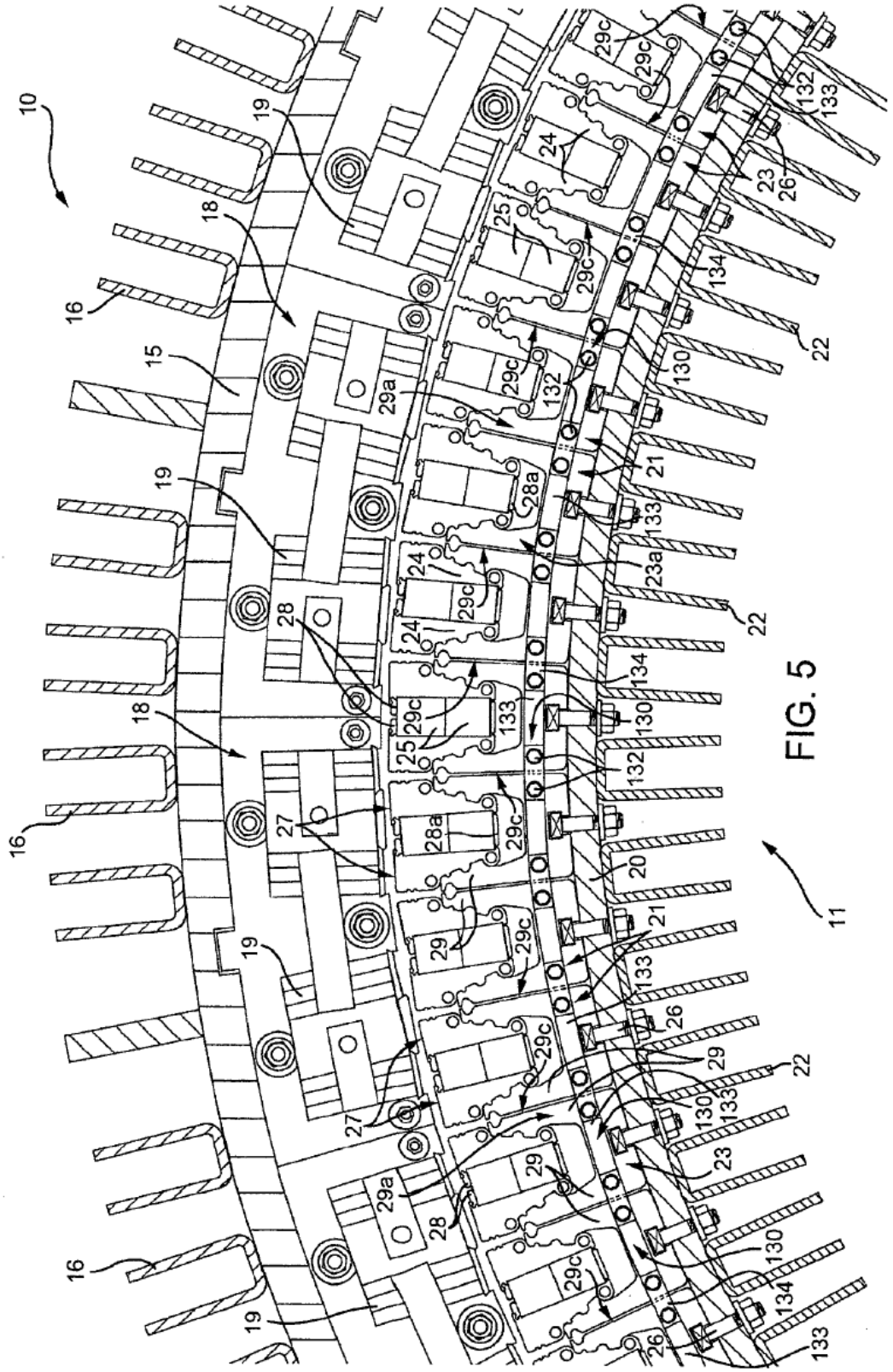
10
11
16
15
18
19
22
23
23a
24
25
26
27
28
28a
29
29a
29c
130
132
133
134

FIG. 5