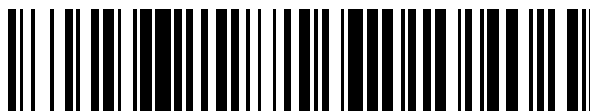


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 549**

51 Int. Cl.:

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 1/30 (2006.01)

H02K 16/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2013** **PCT/US2013/046847**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014** **WO14204469**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2013** **E 13887070 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019** **EP 3011664**

54 Título: **Máquina eléctrica que tiene un rotor con imanes permanentes inclinados**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
25.03.2019

73 Titular/es:
OTIS ELEVATOR COMPANY (100.0%)
One Carrier Place
Farmington, CT 06032, US

72 Inventor/es:
PIECH, ZBIGNIEW;
TANGUDU, JAGADEESH y
HIMMELMANN, RICHARD A.

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 705 549 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 que tiene un rotor con imanes permanentes inclinados

Antecedentes

1. Campo técnico

- 5 Los aspectos de la presente invención se refieren en general a máquinas eléctricas y más específicamente se refieren a máquinas eléctricas que tienen un rotor con imanes permanentes inclinados.

2. Información de antecedentes

- 10 Ya se conoce el dotar de una pluralidad de imanes permanentes una máquina eléctrica que tiene un rotor. Los imanes permanentes están típicamente posicionados en el rotor en una de varias configuraciones conocidas. Estas configuraciones conocidas pueden hacer que el rotor tenga un diámetro mayor del deseado. Los aspectos de la presente invención están dirigidos a este y a otros problemas.

- 15 El documento LV 14509 B describe un motor sincrónico de alta velocidad que tiene un estator y un rotor externo con imanes permanentes, donde los imanes están fijados en unos espacios entre los polos del estator en un ángulo de 10 a 15 grados en relación con planos tangentes de la superficie interior del rotor. El documento JP 2003-319584 describe un motor con imanes insertados, que tiene imanes embutidos en un núcleo de rotor entre partes de intercalación en forma de V de un rotor interior y un rotor exterior, de tal manera que los imanes están en ángulo. El documento US 2010/0052454 describe un dispositivo accionador para una bicicleta motorizada en el que la unidad de rotación tiene una pluralidad de imanes inclinados en relación con unas bobinas de una unidad fija. El documento CN 102306963 describe un motor en el que el rotor comprende un núcleo de hierro con aceros magnéticos dispuestos oblicuamente. El documento US 2012/0126658 describe un núcleo de rotor para una máquina eléctrica rotativa que incluye una pluralidad de placas de núcleo anulares formadas uniendo segmentos en forma de arco. El documento US 6459185 describe una máquina eléctrica con un estator interior, un estator exterior y un rotor dispuesto entre los mismos. El documento EP 2555387 describe un núcleo de rotor que comprende imanes permanentes dispuestos básicamente a intervalos regulares en ángulos de paso polar predeterminados a lo largo de la dirección circunferencial.
- 25

Compendio de aspectos de la invención

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona una máquina eléctrica según la reivindicación 1.

Estos y otros aspectos de la presente invención se harán patentes a la luz de los dibujos y la descripción detallada proporcionada a continuación.

30 Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva parcial de una realización de máquina eléctrica.

La FIG. 2 ilustra una vista en perspectiva parcial de la máquina eléctrica de la FIG. 1.

La FIG. 3 ilustra una vista en sección parcial del rotor y los estatores de la máquina eléctrica de la FIG. 1.

La FIG. 4 ilustra una vista en sección parcial del rotor de la FIG. 1.

- 35 La FIG. 5 ilustra una vista en sección parcial de dos (2) piezas de cuerpo de rotor del rotor de la FIG. 1.

La FIG. 6 ilustra un despiece de una pieza de cuerpo de rotor incluida en el rotor de la máquina eléctrica de la FIG. 1.

La FIG. 7 ilustra un despiece de dos (2) piezas de cuerpo de rotor incluidas en el rotor de la máquina eléctrica de la FIG. 1.

- 40 La FIG. 8 ilustra paneles, que se utilizan para formar las piezas de cuerpo de rotor del rotor, cortados de una pieza de trabajo.

La FIG. 9 ilustra una vista en sección parcial de un rotor alternativo.

Descripción detallada

- 45 Remitiéndonos a las FIGS. 1 y 2, la presente descripción describe realizaciones de una máquina eléctrica 10 que incluye un rotor 12 y uno o más estatores 14, 16. La máquina eléctrica 10 puede hacerse funcionar como un motor eléctrico o como un generador eléctrico. El rotor 12 y los estatores 14, 16 son concéntricos y están alineados axialmente en relación con una línea central axial 18 de la máquina eléctrica 10. El rotor 12 está unido a un soporte 20 de rotor, y el soporte 20 de rotor está unido a un árbol 22 que se extiende a lo largo de la línea central 18 de la

máquina eléctrica 10. El rotor 12 gira en relación con los estatores 14, 16, que están fijados en su posición a una carcasa (no mostrada) de la máquina eléctrica 10. En la presente memoria se describen aspectos de la presente invención con referencia a las realizaciones ilustradas en los dibujos; sin embargo, los aspectos de la presente invención no están limitados a las realizaciones ilustradas en los dibujos. En la realización ilustrada en las FIGS. 1-7, el rotor 12 está colocado concéntricamente entre un estator interior 14 y un estator exterior 16 (véanse las FIGS. 1-3); el rotor 12 está colocado axialmente entre un anillo terminal 24, que tiene forma anular y que no conduce la electricidad (véase la FIG. 2), y un separador 26, que tiene forma anular y que no conduce la electricidad (véanse las FIGS. 1 y 2); el separador 26 está colocado axialmente entre el rotor 12 y el soporte 20 de rotor; y el rotor 12, el anillo terminal 24 y el separador 26 están unidos al soporte 20 de rotor por medio de unos pasadores 25 (véanse las FIGS. 2, 6 y 7), como se describirá posteriormente.

El rotor 12 incluye un cuerpo 28 de rotor con forma anular (véanse las FIGS. 2-7) y una pluralidad de imanes permanentes 30, 32, 34, 36 (véanse las FIGS. 3 y 4), que están fijados en su posición en relación con el cuerpo 28 de rotor. En la realización ilustrada en las FIGS. 1-7, el cuerpo de rotor 28 incluye una pluralidad de ranuras 42 que están separadas circunferencialmente y que se extienden axialmente (véanse las FIGS. 3, 6 y 7), dentro de las cuales están dispuestos los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 para fijarlos en su posición en relación con el cuerpo 28 de rotor. Los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 generan cada uno un campo magnético individual y generan colectivamente un campo magnético de rotor. Al menos una parte del campo magnético de rotor se extiende desde el rotor 12 en una dirección radial para interactuar con los estatores 14, 16. El campo magnético de rotor gira en relación con los estatores 14, 16 durante el funcionamiento de la máquina eléctrica 10. El cuerpo 28 de rotor y los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 se describen en detalle posteriormente.

El rendimiento de la máquina eléctrica 10 puede depender, al menos en parte, de una o más características del campo magnético de rotor; por ejemplo, la intensidad del campo magnético de rotor, la simetría del campo magnético de rotor, etc. Por consiguiente, la máquina eléctrica 10 puede diseñarse de manera que el rotor 12 consiga un campo magnético de rotor deseado. La presente descripción describe varias características del cuerpo 28 de rotor que pueden seleccionarse para conseguir un campo magnético de rotor deseado. El cuerpo 28 de rotor puede influir en el campo magnético de rotor porque puede modificar los campos magnéticos individuales generados por los imanes permanentes 30, 32, 34, 36, al atravesar aquellos (los campos magnéticos individuales) el cuerpo 28 de rotor; por ejemplo, el cuerpo 28 de rotor puede inducir corrientes parásitas al atravesar los campos magnéticos individuales el cuerpo 28 de rotor, haciendo así que los campos magnéticos individuales pierdan intensidad, y/o el cuerpo 28 de rotor puede modificar la dirección de los campos magnéticos individuales al atravesar éstos el cuerpo 28 de rotor. La presente descripción describe también cómo pueden seleccionarse características de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 y/o el posicionamiento de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 en el rotor 12 para conseguir un campo magnético de rotor deseado.

El rendimiento de la máquina eléctrica 10 puede depender también, al menos en parte, de la integridad estructural de la máquina eléctrica 10; por ejemplo, la capacidad del rotor 12 para girar en relación con los estatores 14, 16 sin hacer que la máquina eléctrica 10 vibre. Por consiguiente, la máquina eléctrica 10 puede diseñarse con la integridad estructural en la mente. La presente descripción describe características que pueden ayudar a mejorar la integridad estructural del cuerpo 28 de rotor en realizaciones en las que el cuerpo 28 de rotor está segmentado en una pluralidad de piezas. Como se describirá posteriormente, el cuerpo 28 de rotor puede estar segmentado en una pluralidad de piezas, por ejemplo, de manera que el rotor 12 consiga un campo magnético de rotor deseado.

El rendimiento de la máquina eléctrica 10 puede depender también, al menos en parte, de la interacción del campo magnético de rotor con los estatores 14, 16; por ejemplo el flujo del campo magnético de rotor a través de los estatores 14, 16. Por consiguiente, la máquina eléctrica 10 puede diseñarse para conseguir una interacción deseada del campo magnético de rotor con los estatores 14, 16. La presente descripción describe cómo pueden seleccionarse la estructura de los estatores 14, 16 y/o el posicionamiento de los estatores 14, 16 para conseguir una interacción deseada del campo magnético de rotor con los estatores 14, 16.

El cuerpo 28 de rotor puede ser una estructura unitaria, o puede estar segmentado; por ejemplo segmentado circunferencialmente, segmentado axialmente, etc. En la realización de las FIGS. 1-7, el cuerpo 28 de rotor está segmentado tanto circunferencialmente como axialmente; el cuerpo 28 de rotor incluye cuatro (4) anillos 33, 35, 37, 39 de rotor posicionados axialmente (véanse las FIG. 2 y 7), que incluyen cada uno una pluralidad de piezas arqueadas 40 de cuerpo de rotor (véanse las FIGS. 2-7) que están posicionadas extremo con extremo para formar los respectivos anillos 33, 35, 37, 39 de rotor. En algunas realizaciones, incluyendo la realización ilustrada en la FIG. 5, las piezas 40 de cuerpo de rotor pueden tener una forma tal que las piezas 40 de cuerpo de rotor adyacentes casen y estén solapadas unas a otras circunferencialmente cuando están posicionadas extremo con extremo para formar los respectivos anillos 33, 35, 37, 39 de rotor del cuerpo 28 de rotor. La FIG. 5 ilustra cómo dos (2) piezas 40 de cuerpo adyacentes pueden reunirse para que casen y se solapen una a otra circunferencialmente. El solapamiento circunferencial de piezas 40 de cuerpo de rotor adyacentes puede ayudar a mejorar la integridad estructural de la máquina eléctrica 10; por ejemplo, puede mejorarse la rigidez del cuerpo 28 de rotor, lo que a su vez puede reducir o eliminar las vibraciones que de otro modo podrían producirse durante el funcionamiento de la máquina eléctrica 10. En algunas realizaciones, las piezas 40 de cuerpo de rotor pueden tener una forma tal que las piezas 40 de cuerpo de rotor adyacentes formen colectivamente una abertura de extensión axial a través de la cual pueda insertarse un pasador 25. En la realización ilustrada en las FIGS. 5-7, por ejemplo, cada pieza 40 de cuerpo

de rotor se extiende circunferencialmente entre una primera superficie terminal 27 y una segunda superficie terminal 29, y las superficies terminales 27, 29 de las piezas 40 de cuerpo de rotor incluyen cada una una muesca 31. La FIG. 5 ilustra que la muesca 31 incluida en la primera superficie terminal 27 de una pieza 40 de cuerpo de rotor y la muesca 31 incluida en la segunda superficie terminal 29 de una pieza 40 de cuerpo de rotor adyacente forman colectivamente una abertura cuando se reúnen las piezas 40 de cuerpo adyacentes para que casen y se solapen una a otra circunferencialmente. Puede ser deseable prever un cuerpo 28 de rotor que esté segmentado como se muestra, por ejemplo, en las FIGS. 2, 6 y 7, por una o más razones. Por ejemplo, en algunas realizaciones el rotor 12 puede tener un diámetro relativamente grande, y por lo tanto puede ser más fácil y/o menos caro fabricar el cuerpo 28 de rotor si éste está segmentado. Además, segmentar el cuerpo 28 de rotor puede facilitar la sustitución o la reparación de una parte del cuerpo 28 de rotor. Además, segmentar el cuerpo 28 de rotor puede permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor deseado. Un cuerpo 28 de rotor que sea una estructura unitaria puede debilitar los campos magnéticos individuales generados por los imanes permanentes 30, 32, 34, 36, al atravesar aquellos el cuerpo 28 de rotor, en una mayor medida que un cuerpo 28 de rotor que esté segmentado, y por lo tanto el cuerpo 28 de rotor puede estar segmentado, por ejemplo, para conseguir un campo magnético de rotor relativamente más intenso.

En realizaciones en las que el cuerpo 28 de rotor incluye una pluralidad de piezas 40 de cuerpo de rotor, cada pieza 40 de cuerpo de rotor puede ser una estructura unitaria, o cada una puede estar segmentada axialmente. En la realización de las FIGS. 1-7, cada pieza 40 de cuerpo de rotor está segmentada axialmente en una pluralidad de paneles 41 (véanse las FIGS. 6 y 7). En realizaciones en las que las piezas 40 de cuerpo de rotor están segmentadas axialmente en una pluralidad de paneles 41, las piezas 40 de cuerpo de rotor no están limitadas a un número concreto de paneles 41, y los paneles 41 no están limitados a un espesor axial concreto. En algunas realizaciones en las que las piezas 40 de cuerpo de rotor están segmentadas axialmente en una pluralidad de paneles 41, los paneles 41 adyacentes en dirección axial pueden unirse unos a otros; por ejemplo, utilizando adhesivos, dispositivos mecánicos de sujeción, características de acoplamiento (por ejemplo concavidades) previstas en los paneles 41, etc. En algunas realizaciones en las que las piezas 40 de cuerpo de rotor están segmentadas axialmente en una pluralidad de paneles 41, puede preverse una estructura para comprimir los paneles 41 entre sí axialmente para formar las piezas 40 de cuerpo de rotor. En la realización ilustrada en las FIGS. 1-7, por ejemplo, los pasadores 25 (véanse las FIGS. 2, 6 y 7) se extienden a través de unas aberturas que están formadas en (o formadas por) las piezas 40 de cuerpo de rotor, y los pasadores 25 proporcionan una tensión axial entre el anillo terminal 24 (véase la Fig. 2) y el separador 26 (véanse las FIGS. 1 y 2), que a su vez comprime los paneles 41 entre sí axialmente para formar las piezas 40 de cuerpo de rotor. Tales estructuras para comprimir los paneles 41 axialmente pueden ayudar a mejorar la integridad estructural de la máquina eléctrica 10; por ejemplo, puede mejorarse la rigidez del cuerpo 28 de rotor, lo que a su vez puede reducir o eliminar las vibraciones que de otro modo podrían producirse durante el funcionamiento de la máquina eléctrica 10. Puede ser deseable prever piezas 40 de cuerpo de rotor que estén segmentadas axialmente como se muestra, por ejemplo, en las FIGS. 6 y 7, por una o más razones. Por ejemplo, segmentar las piezas 40 de cuerpo de rotor axialmente puede facilitar la sustitución o la reparación de una parte de una pieza 40 de cuerpo de rotor. Además, segmentar las piezas 40 de cuerpo de rotor axialmente puede hacer más fácil y/o menos caro fabricar las piezas 40 de cuerpo de rotor.

Remitiéndonos a la FIG. 8, por ejemplo, puede ser posible cortar (o punzonar, o estampar, etc.) la pluralidad de paneles 41 utilizados para formar las piezas 40 de cuerpo de rotor a partir de una pieza 43 de trabajo, que puede ser una hoja relativamente delgada de material. Los paneles 41 pueden cortarse a partir de la pieza 43 de trabajo de tal manera que la cantidad de material de desecho creada sea menor que la que se crearía fabricando una pieza 40 de cuerpo de rotor que fuera una estructura unitaria. Además, segmentar las piezas 40 de cuerpo de rotor axialmente puede permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor deseado. Una pieza 40 de cuerpo de rotor que sea una estructura unitaria puede debilitar los campos magnéticos individuales generados por los imanes permanentes 30, 32, 34, 36, al atravesar aquellos la pieza 40 de cuerpo de rotor, en mayor medida que una pieza 40 de cuerpo de rotor que esté segmentada, y por lo tanto la pieza 40 de cuerpo de rotor puede estar segmentada, por ejemplo, para conseguir un campo magnético de rotor relativamente más intenso.

En realizaciones similares a la ilustrada en las FIGS. 1-7, en las que el cuerpo 28 de rotor incluye una pluralidad de piezas 40 de cuerpo de rotor que están posicionadas extremo con extremo para formar una pluralidad de anillos 33, 35, 37, 39 de rotor posicionados axialmente (véanse las FIGS. 2 y 7), los anillos 33, 35, 37, 39 de rotor pueden estar desplazados circunferencialmente unos con respecto a otros en la medida de un ángulo de desplazamiento de anillo de rotor. Es decir, por ejemplo, los anillos 33, 35, 37, 39 de rotor puede estar posicionados unos en relación con otros de tal manera que las superficies terminales 27, 29 de las piezas 40 de cuerpo de rotor no estén alineadas circunferencialmente de un anillo 33, 35, 37, 39 de rotor al siguiente. Esta característica se muestra, por ejemplo, en la FIG. 7. En la FIG. 7, la primera superficie terminal 27 de la pieza 40 de cuerpo de rotor incluida en el primer anillo 33 de rotor está desplazada circunferencialmente, en la medida de un ángulo de desplazamiento de anillo de rotor, con respecto a la primera superficie terminal 27 de la pieza 40 de cuerpo de rotor incluida en el segundo anillo 35 de rotor. Los aspectos de la presente invención no están limitados a la utilización con un ángulo de desplazamiento de anillo de rotor concreto; sin embargo, los anillos 33, 35, 37, 39 de rotor pueden estar posicionados preferiblemente unos en relación con otros de tal manera que los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 estén alineados circunferencialmente de un anillo 33, 35, 37, 39 de rotor al siguiente, y de esta manera las aberturas formadas en (o formadas por) las piezas 40 de cuerpo de rotor estén alineadas circunferencialmente de un anillo 33, 35, 37, 39 de

rotor al siguiente. Puede ser deseable prever un cuerpo 28 de rotor que incluya una pluralidad de anillos 33, 35, 37, 39 de rotor que estén desplazados circunferencialmente unos con respecto a otros por una o varias razones. Por ejemplo, desplazar circunferencialmente los anillos 33, 35, 37, 39 de rotor unos con respecto a otros puede ayudar a mejorar la integridad estructural de la máquina eléctrica 10; por ejemplo, desplazar circunferencialmente los anillos 33, 35, 37, 39 de rotor puede permitir al cuerpo 28 de rotor tener una carga más continua en dirección circunferencial, lo que a su vez puede reducir o eliminar vibraciones que de otro modo podrían producirse durante el funcionamiento de la máquina eléctrica 10. Además, desplazar circunferencialmente los anillos 33, 35, 37, 39 de rotor unos con respecto a otros puede permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor deseado.

Remitiéndonos a la FIG. 5, en algunas realizaciones puede existir una separación relativamente pequeña entre la primera superficie terminal 27 de una pieza 40 de cuerpo de rotor y la segunda superficie terminal 29 de una pieza 40 de cuerpo de rotor adyacente. Los campos magnéticos individuales generados por los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 pueden pasar a través de tales separaciones con un debilitamiento relativamente pequeño, especialmente si las separaciones se extienden axialmente entre una superficie delantera del cuerpo 28 de rotor y un extremo trasero del cuerpo 28 de rotor. Desplazar circunferencialmente la pluralidad de anillos 33, 35, 37, 39 de rotor unos con respecto a otros puede evitar que tales separaciones se extiendan axialmente entre una superficie delantera del cuerpo 28 de rotor y un extremo trasero del cuerpo 28 de rotor, y puede de este modo permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor relativamente más simétrico.

En algunas realizaciones, incluyendo la realización ilustrada en las FIGS. 1-7, el cuerpo 28 de rotor puede incluir una pluralidad de barreras 78 de flujo. Las barreras 78 de flujo se han omitido en las FIGS. 6 y 7, pero pueden verse, por ejemplo, en las FIGS. 3 y 4. En la realización ilustrada en las FIGS. 1-7, cada barrera 78 de flujo es una abertura de extensión axial dispuesta en el cuerpo 28 de rotor circunferencialmente entre las ranuras 42 (véanse las FIGS. 3, 6 y 7) dentro de las cuales están dispuestos los imanes permanentes 30, 32, 34, 36. Puede ser deseable incluir barreras 78 de flujo en el cuerpo 28 de rotor por una o más razones. Por ejemplo, la inclusión de barreras 78 de flujo puede ayudar a reducir el peso total del cuerpo 28 de rotor. Además, la inclusión de barreras 78 de flujo en el cuerpo 28 de rotor puede permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor deseado. La inclusión de barreras 78 de flujo en el cuerpo 28 de rotor puede modificar la dirección de los campos magnéticos individuales al atravesar éstos el cuerpo 28 de rotor, y puede de este modo permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor relativamente más simétrico.

El cuerpo 28 de rotor, o componentes del mismo, puede o pueden estar hechos de diversos materiales o combinaciones de materiales. Los ejemplos de materiales aceptables incluyen: acero, níquel, hierro, cobalto y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el cuerpo 28 de rotor, o componentes del mismo, puede o pueden estar revestidos con un material (por ejemplo un material laminar), que puede incluir, por ejemplo, silicio. El o los materiales del cuerpo 28 de rotor, o de componentes del mismo, pueden seleccionarse de manera que el rotor 12 consiga un campo magnético de rotor deseado. Por ejemplo, un cuerpo 28 de rotor que incluya cierto o ciertos materiales puede debilitar los campos magnéticos individuales generados por los imanes permanentes 30, 32, 34, 36, al atravesar aquellos la pieza 40 de cuerpo de rotor, en una mayor medida que una pieza 40 de cuerpo de rotor que esté hecha de otro u otros materiales, y por lo tanto el o los materiales de la pieza 40 de cuerpo de rotor pueden seleccionarse, por ejemplo, para conseguir un campo magnético de rotor relativamente más intenso.

Los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 tienen cada uno una densidad de flujo remanente. El concepto "densidad de flujo remanente" se utiliza en la presente memoria para describir la intensidad del campo magnético de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36. Los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 no están limitados a una densidad de flujo remanente concreta. La densidad de flujo remanente puede ser la misma para todos los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 o la densidad de flujo remanente puede ser diferente para uno o más de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36. En realizaciones en las que la densidad de flujo remanente es la misma para todos los imanes permanentes 30, 32, 34, 36, un ejemplo de una densidad de flujo remanente aceptable para cada uno de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 es aproximadamente un (1) tesla. La densidad de flujo remanente de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 puede seleccionarse para permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor deseado. Por ejemplo, si se desea un campo magnético de rotor relativamente intenso, pueden seleccionarse imanes permanentes 30, 32, 34, 36 que tengan una densidad de flujo remanente relativamente alta.

Remitiéndonos a la FIG. 4, los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 crean cada uno un dipolo magnético 44 que se extiende a lo largo de un eje 46 de dipolo que pasa a través del imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo. Cada dipolo magnético 44 se extiende en un primer plano, y la línea central 18 (véanse las FIGS. 1 y 2) de la máquina eléctrica 10 se extiende en un segundo plano que es perpendicular o sustancialmente perpendicular al primer plano. Cada uno de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 está posicionado de tal manera que, entre el eje 46 de dipolo respectivo y un eje radial 52 que se extiende radialmente entre el imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo y la línea central 18 de la máquina eléctrica 10, está definido un ángulo 50 de imán que está entre aproximadamente quince grados (15°) y setenta y cinco grados (75°). Los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 pueden describirse en cada caso en lo que sigue como inclinados en un ángulo 50 de imán respectivo. Los ángulos 50 de imán de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 pueden ser todos iguales, o algunos de ellos o todos pueden ser diferentes entre sí. En la realización ilustrada en la FIG. 4, por ejemplo, los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 tienen todos un ángulo 50 de imán que es de aproximadamente cuarenta y cinco grados (45°). En otras realizaciones, incluyendo la realización de la FIG. 9, los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 pueden estar agrupados en una pluralidad de grupos

54, 56 de imanes, y los ángulos 50 de imán de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 dentro de cada grupo 54, 56 de imanes pueden ser todos iguales, o algunos de ellos o todos pueden ser diferentes. En algunas realizaciones, el número de imanes permanentes 30, 32, 34, 36 dentro de cada grupo 54, 56 de imanes puede ser igual, y los ángulos 50 de imán de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 pueden seleccionarse para que tengan un patrón repetible dentro de cada grupo 54, 56 de imanes. En la realización de la FIG. 9, por ejemplo, cada uno de los grupos 54, 56 de imanes incluye un primer imán permanente 30 que tiene un ángulo 50 de imán, un segundo imán permanente 32 que tiene un ángulo 50 de imán más dos grados (2°), un tercer imán permanente 34 que tiene un ángulo 50 de imán más cuatro grados (4°) y un cuarto imán permanente 36 que tiene un ángulo 50 de imán más seis grados (6°). En realizaciones similares a la ilustrada en la FIG. 9, los diferentes ángulos 50 de imán de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 vecinos pueden hacer que el campo magnético de rotor sea asimétrico, y por lo tanto puede seleccionarse una característica (por ejemplo la densidad de flujo remanente) de modo que varíe entre imanes permanentes 30, 32, 34, 36 vecinos para aumentar la simetría del campo magnético de rotor. Puede ser deseable prever imanes permanentes 30, 32, 34, 36 que estén inclinados en un ángulo 50 de imán que esté entre aproximadamente quince grados (15°) y setenta y cinco grados (75°) por una o más razones. Por ejemplo, inclinar los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 como se describe en la presente memoria puede permitir al rotor 12 tener un diámetro menor que el de un rotor de la técnica anterior que tenga imanes permanentes posicionados en ángulos de imán bien de cero grados (0°), bien de noventa grados (90°).

Remitiéndonos a la FIG. 4, los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 están posicionados de manera que el dipolo magnético 44 de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 tiene una polaridad que es opuesta a la de los dipolos magnéticos 44 de los dos (2) imanes permanentes 30, 32, 34, 36 vecinos. En la realización ilustrada en la FIG. 4, por ejemplo, el dipolo magnético 44 del primer imán permanente 30 tiene un polo sur 58 y un polo norte 60 que se extiende radialmente hacia la línea central 18; el dipolo magnético 44 del segundo imán permanente 32 tiene un polo sur 58 y un polo norte 60 que se extiende radialmente en dirección opuesta a la línea central 18; el dipolo magnético 44 del tercer imán permanente 34 tiene un polo sur 58 y un polo norte 60 que se extiende radialmente hacia la línea central 18; y el dipolo magnético 44 del cuarto imán permanente 36 tiene un polo sur 58 y un polo norte 60 que se extiende radialmente en dirección opuesta a la línea central 18. Puede ser deseable prever imanes permanentes 30, 32, 34, 36 que tengan polaridad alternante, como se muestra por ejemplo en la FIG. 4, por una o más razones. Por ejemplo, la polaridad alternante de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 puede permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor simétrico.

Remitiéndonos a las FIGS. 4 y 9, los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 están posicionados de manera que están solapados circunferencialmente. En realizaciones en las que los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 están solapados circunferencialmente, incluyendo la realización ilustrada en la FIG. 9, un extremo radialmente exterior 62 de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 está solapado circunferencialmente a un extremo radialmente interior 64 de un imán permanente 30, 32, 34, 36 adyacente; por ejemplo, un eje radial 66 que se extiende entre el extremo radialmente exterior 62 de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 y la línea central 18 de la máquina eléctrica 10 pasará a través de un imán permanente 30, 32, 34, 36 adyacente. En realizaciones en las que los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 están solapados circunferencialmente, cada uno de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 estará solapado sólo a la parte del imán permanente 30, 32, 34, 36 adyacente que se extiende entre el extremo radialmente exterior 62 del imán permanente 30, 32, 34, 36 adyacente y el centro del imán permanente 30, 32, 34, 36 adyacente, siendo el centro un lugar en el imán permanente 30, 32, 34, 36 adyacente que está aproximadamente a medio camino entre su extremo radialmente exterior 62 y su extremo radialmente interior 64. Puede ser deseable prever imanes permanentes 30, 32, 34, 36 que estén solapados circunferencialmente por una o más razones. Por ejemplo, solapar circunferencialmente los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 puede permitir al rotor 12 tener un diámetro relativamente pequeño. Además, solapar circunferencialmente los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 permite al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor simétrico.

Remitiéndonos a las FIGS. 4 y 9, cada imán permanente 30, 32, 34, 36 puede describirse como poseedor de una fracción de exposición exterior y una fracción de exposición interior.

Remitiéndonos a la FIG. 4, la fracción de exposición exterior de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 es igual a una razón de dos valores: (1) una anchura 70 de cuerpo del imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo; y (2) una anchura 72 de exposición exterior del imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo. La anchura 70 de cuerpo de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 es una distancia que se extiende entre el extremo radialmente interior 64 y el extremo radialmente exterior 62 del imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo. Remitiéndonos a la FIG. 9, en realizaciones en las que los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 están solapados circunferencialmente, la anchura 72 de exposición exterior es una distancia que se extiende circunferencialmente, en una posición radialmente exterior con respecto a los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 respectivos, entre dos ejes: (1) el eje radial 66 que se extiende entre el extremo radialmente exterior 62 del imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo y la línea central 18 de la máquina eléctrica 10; y (2) un eje radial 74 que se extiende entre el extremo radialmente exterior 62 del imán permanente 30, 32, 34, 36 adyacente solapado y la línea central 18 de la máquina eléctrica 10. La fracción de exposición exterior de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 no está limitada a un valor concreto; sin embargo, la fracción de exposición exterior puede preferiblemente tener un valor que sea mayor de uno (1). La fracción de exposición exterior de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 puede seleccionarse para permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor deseado. Por ejemplo, para conseguir un campo magnético de rotor relativamente

intenso, los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 pueden posicionarse en el rotor 12 de manera que cada uno tenga una fracción de exposición exterior relativamente alta.

Remitiéndonos a la FIG. 4, la fracción de exposición interior de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 es igual a una razón de dos valores: (1) la anchura 70 de cuerpo del imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo; y (2) una anchura 76 de exposición interior del imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo. Remitiéndonos a la FIG. 9, en realizaciones en las que los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 están solapados circunferencialmente, la anchura 76 de exposición interior es una distancia que se extiende circunferencialmente, en una posición radialmente interior con respecto a los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 respectivos, entre dos ejes: (1) el eje radial 66 que se extiende entre el extremo radialmente interior 64 del imán permanente 30, 32, 34, 36 respectivo y la línea central 18 de la máquina eléctrica 10; y (2) un eje radial 74 que se extiende entre el extremo radialmente interior 64 del imán permanente 30, 32, 34, 36 adyacente solapado y la línea central 18 de la máquina eléctrica 10. La fracción de exposición interior de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 no está limitada a un valor concreto; sin embargo, la fracción de exposición interior puede preferiblemente tener un valor que sea mayor de uno (1). La fracción de exposición interior de cada imán permanente 30, 32, 34, 36 puede seleccionarse para permitir al rotor 12 conseguir un campo magnético de rotor deseado. Por ejemplo, para conseguir un campo magnético de rotor relativamente intenso, los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 pueden posicionarse en el rotor 12 de manera que cada uno tenga una fracción de exposición interior relativamente alta.

Remitiéndonos a la FIG. 3, cada uno de los estatores 14, 16 tiene forma anular e incluye una pluralidad de dientes 80 de estator que están separados circunferencialmente y se extienden radialmente. En la realización ilustrada en la FIG. 3, por ejemplo, el estator exterior 16 incluye una pluralidad de dientes 80 de estator que se extienden desde el estator exterior 16 radialmente hacia la línea central 18 de la máquina eléctrica 10, y el estator interior 14 incluye una pluralidad de dientes 80 de estator que se extienden desde el estator interior 14 radialmente en dirección opuesta a la línea central 18. Cada uno de los estatores 14, 16 incluye también una pluralidad de bobinas 82 de estator. Las bobinas 82 de estator se han omitido en la FIG. 3, pero pueden verse, por ejemplo, en las FIGS. 1 y 2. Cada diente 80 de estator tiene una bobina 82 de estator enrollada alrededor del mismo en una manera conocida. En realizaciones en las que la máquina eléctrica 10 se hace funcionar como un motor eléctrico, las bobinas 82 de estator pueden estar conectadas eléctricamente a una fuente de alimentación de CA en una manera conocida. En realizaciones en las que la máquina eléctrica 10 se hace funcionar como un generador eléctrico, las bobinas 82 de estator pueden estar conectadas eléctricamente a un dispositivo de almacenamiento de energía en una manera conocida.

Cada diente 80 de estator y la bobina 82 de estator correspondiente enrollada alrededor del mismo forman lo que en lo que sigue se denomina un polo 86 de estator. Cada estator 14, 16 puede describirse como poseedor de una pluralidad de polos 86 de estator separados circunferencialmente. Los aspectos de la presente invención no están limitados a la utilización con un estator 14, 16 que tenga un número concreto de polos 86 de estator. El número de polos 86 de estator incluidos en cada uno de los estatores 14, 16 puede preferiblemente ser igual al número de imanes permanentes 30, 32, 34, 36 incluidos en el rotor 12. El número de polos de estator puede variar dependiendo de uno o más factores, incluyendo, por ejemplo, el tamaño (por ejemplo el diámetro) de los estatores 14, 16, el tamaño (por ejemplo el diámetro) del rotor 12, etc. Cada polo 86 de estator tiene un polo 86 de estator correspondiente colocado circunferencialmente enfrente del mismo. Estas parejas de polos 86 de estator correspondientes pueden denominarse cada una en lo que sigue una pareja de polos de estator. En algunas realizaciones, la corriente eléctrica que fluye a través de las bobinas 82 de estator puede tener una de varias fases. En tales realizaciones, las corrientes eléctricas que fluyen a través de las bobinas 82 de estator de cada pareja de polos de estator están en fase una con otra.

En realizaciones similares a la ilustrada en la FIG. 3, en las que la máquina eléctrica 10 incluye un estator interior 14 y un estator exterior 16 que tienen cada uno el mismo número de parejas de polos de estator, cada pareja de polos de estator del estator interior 14 puede corresponder a una pareja de polos de estator del estator exterior 16. Como se han indicado anteriormente, en algunas realizaciones la corriente eléctrica que fluye a través de las bobinas 82 de estator puede tener una de varias fases. En tales realizaciones, la corriente eléctrica que fluye a través de las bobinas 82 de estator de las parejas de polos de estator correspondientes del estator interior 14 y el estator exterior 16 pueden tener la misma fase. En realizaciones en las que el estator interior 14 y el estator exterior 16 tienen parejas de polos de estator correspondientes, el estator interior 14 y el estator exterior 16 pueden estar posicionados uno en relación con otro de tal manera que sus parejas de polos de estator correspondientes estén desplazadas circunferencialmente unas con respecto a otras en la medida de un ángulo 88 de desplazamiento. Remitiéndonos a la FIG. 3, el ángulo 88 de desplazamiento se extiende entre dos ejes: (1) un eje radial 90 que se extiende entre un polo 86 de estator del estator exterior 16 y la línea central 18 de la máquina eléctrica 10; y (2) un eje radial 92 que se extiende entre un polo 86 de estator correspondiente del estator interior 14 y la línea central 18 de la máquina eléctrica 10. El ángulo 88 de desplazamiento puede seleccionarse, por ejemplo, de manera que sea igual a trescientos sesenta grados (360°) divididos por el número de polos 86 de estator.

La estructura de los estatores 14, 16 y/o el posicionamiento de los estatores 14, 16 pueden seleccionarse para conseguir una interacción deseada del campo magnético de rotor con los estatores 14, 16. Por ejemplo, el número de polos 86 de estator incluidos en cada uno de los estatores 14, 16 puede seleccionarse para que sea igual al número de imanes permanentes 30, 32, 34, 36 con el fin de maximizar el flujo del campo magnético de rotor a través

de los estatores 14, 16. Además, el ángulo 88 de desplazamiento puede seleccionarse para que corresponda a los ángulos 50 de imán de los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 con el fin de maximizar el flujo del campo magnético de rotor a través de los estatores 14, 16.

La máquina eléctrica 10 puede, aparte del rotor 12 y los estatores 14, 16, incluir uno o más componentes que pueden influir: (1) en el campo magnético del rotor 12; y/o (2) en la interacción del campo magnético de rotor con los estatores 14, 16. Una o más características de estos componentes pueden seleccionarse: (1) de manera que el rotor 12 consiga un campo magnético de rotor deseado; y/o (2) para conseguir una interacción deseada del campo magnético de rotor con los estatores 14, 16. En la realización ilustrada en las FIGS. 1-7, por ejemplo, los pasadores 25 (véanse las FIGS. 2, 6 y 7) que se extienden a través de las piezas 40 de cuerpo de rotor para proporcionar una tensión axial entre el anillo terminal 24 (véase la FIG. 2) y el separador 26 (véanse las FIGS. 1 y 2) pueden modificar los campos magnéticos individuales generados por los imanes permanentes 30, 32, 34, 36 al atravesar aquellos (los campos magnéticos individuales) los pasadores 25. Por consiguiente, los pasadores 25 pueden diseñarse de manera que el rotor 12 consiga un campo magnético deseado. Los pasadores 25 que están formados por una tira enrollada de material (por ejemplo similares a pasadores de resorte ya conocidos) pueden debilitar los campos magnéticos individuales generados por los imanes permanentes 30, 32, 34, 36, al atravesar aquellos los pasadores 25, en una menor medida que los pasadores 25 que están formados por una pieza maciza de material. Así pues, pueden seleccionarse pasadores 25 que estén formados por una tira enrollada de material, por ejemplo, para conseguir un campo magnético de rotor relativamente más intenso.

La máquina eléctrica 10 puede hacerse funcionar como un motor eléctrico o como un generador eléctrico. Durante el funcionamiento de la máquina eléctrica 10 como un motor eléctrico, las bobinas 82 de estator están conectadas eléctricamente a una fuente de alimentación de CA (por ejemplo una fuente de alimentación de CA trifásica). Al fluir corriente eléctrica de la fuente de alimentación de CA a través de las bobinas 82 de estator se genera un campo magnético. El campo magnético interactúa con el campo magnético de rotor generado por el rotor 12 y hace que el rotor 12 gire, lo que a su vez acciona en rotación el árbol 22 de la máquina eléctrica 10. Durante el funcionamiento de la máquina eléctrica 10 como un generador eléctrico, se hace girar el árbol 22 de la máquina eléctrica 10; por ejemplo, en algunas realizaciones una pluralidad de álabes de turbina eólica conectados al árbol 22 pueden hacer que el árbol 22 gire. El giro del árbol 22 hace que gire el rotor 12, lo que a su vez hace que el campo magnético de rotor generado por el rotor 12 gire. El campo magnético de rotor generado por el rotor 12 interactúa con las bobinas 82 de estator y hace que fluya corriente eléctrica a través de las bobinas 82 de estator. Las bobinas 82 de estator pueden estar conectadas a un dispositivo de almacenamiento de energía que reciba y almacene la energía generada por la corriente eléctrica que fluye a través de las bobinas 82 de estator.

Los aspectos de la presente invención ofrecen ventajas en comparación con las máquinas eléctricas de la técnica anterior. En realizaciones en las que la máquina eléctrica 10 se hace funcionar como un generador eléctrico, el campo magnético de rotor generado por el rotor 12 puede permitir a la máquina eléctrica 10 generar una cantidad de energía que es igual o mayor que la cantidad de energía generada por una máquina eléctrica de la técnica anterior que incluya un rotor de la técnica anterior que tenga imanes permanentes posicionados en ángulos de imán bien de cero grados (0°), bien de noventa grados (90°). La presente máquina eléctrica 10 genera esta cantidad de energía a pesar del hecho de que el diámetro del rotor 12 (y por lo tanto el tamaño total de la máquina eléctrica 10) puede ser menor que el de los rotores de este tipo de la técnica anterior, como resultado del posicionamiento inclinado de los imanes permanentes.

Aunque se han descrito varias realizaciones, para el técnico medio en la materia será evidente que los aspectos de la presente invención incluyen muchas más realizaciones e implementaciones, que están restringidas a la luz de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina eléctrica (10), que comprende:

un rotor (12) que incluye un cuerpo (28) de rotor con forma anular y una pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36) que están fijados en su posición en relación con el cuerpo de rotor;

5 un primer estator (14) con forma anular que incluye una pluralidad de polos (86) de estator separados circunferencialmente;

en donde el rotor y el primer estator son concéntricos y están alineados axialmente en relación con una línea central axial (18) de la máquina eléctrica;

10 en donde cada uno de la pluralidad de imanes permanentes crea un dipolo magnético (44), extendiéndose cada dipolo magnético a lo largo de un eje (46) de dipolo que pasa a través del imán permanente respectivo, extendiéndose cada eje de dipolo en un primer plano y extendiéndose la línea central de la máquina eléctrica en un segundo plano que es al menos sustancialmente perpendicular al primer plano;

15 en donde cada uno de la pluralidad de imanes permanentes está posicionado de manera que, entre el eje de dipolo respectivo y un eje radial (52) que se extiende entre el imán permanente respectivo y la línea central de la máquina eléctrica, está definido un ángulo (50) de imán que está entre 15° y 75°; **caracterizada por que**

la pluralidad de imanes permanentes están posicionados de manera que están solapados circunferencialmente; y

un extremo radialmente exterior (62) de cada uno de la pluralidad de imanes permanentes está solapado circunferencialmente a un extremo radialmente interior (64) de un imán permanente adyacente.

20 2. La máquina eléctrica (10) según la reivindicación 1, en donde el cuerpo (28) de rotor incluye una pluralidad de ranuras (42) que se extienden axialmente y dentro de las cuales están dispuestos la pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36).

3. La máquina eléctrica (10) según la reivindicación 1 o 2,

en donde los ángulos (0) de imán de la pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36) son todos iguales.

4. La máquina eléctrica (10) según la reivindicación 1 o 2,

25 en donde los ángulos (50) de imán de la pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36) no son todos iguales.

30 5. La máquina eléctrica (10) según cualquier reivindicación precedente, en donde el rotor (28) incluye una pluralidad de grupos de imanes, en donde cada uno de la pluralidad de grupos (54, 56) de imanes incluye al menos dos de la pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36), en donde los ángulos (50) de imán de la pluralidad de imanes permanentes dentro de cada uno de la pluralidad de grupos de imanes forman un patrón que se repite dentro de cada uno de la pluralidad de grupos de imanes.

6. La máquina eléctrica (10) según cualquier reivindicación precedente, en donde la pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36) están posicionados de manera que el dipolo magnético (44) de cada uno de la pluralidad de imanes permanentes tiene una polaridad que es opuesta al dipolo magnético de un imán permanente adyacente.

35 7. La máquina eléctrica (10) según cualquier reivindicación precedente, en donde cada uno de la pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36) tiene una fracción de exposición exterior que es igual a una razón de una anchura (70) de cuerpo del imán permanente respectivo y una anchura (72) de exposición exterior del imán permanente respectivo, siendo la fracción de exposición exterior mayor de uno.

40 8. La máquina eléctrica (10) según cualquier reivindicación precedente, en donde cada uno de la pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36) tiene una fracción de exposición interior que es igual a una razón de una anchura (70) de cuerpo del imán permanente respectivo y una anchura (76) de exposición interior del imán permanente respectivo, siendo la fracción de exposición interior mayor de uno.

9. La máquina eléctrica (10) según cualquier reivindicación precedente,

45 en donde el rotor (12) incluye una pluralidad de barreras (78) de flujo, estando cada una de la pluralidad de barreras de flujo dispuesta circunferencialmente entre uno de la pluralidad de imanes permanentes (30, 32, 34, 36) y un imán permanente adyacente.

10. La máquina eléctrica (10) según la reivindicación 9, en donde cada una de la pluralidad de barreras (78) de flujo es una abertura de extensión axial dispuesta en el rotor (12).

11. La máquina eléctrica (10) según cualquier reivindicación precedente, en donde cada uno de la pluralidad de polos (86) de estator del primer estator (14) está formado por un diente (80) de estator, que se extiende radialmente desde el primer estator, y una bobina (82) de estator, que está enrollada alrededor del diente de estator.
- 5 12. La máquina eléctrica (10) según cualquier reivindicación precedente, que además comprende un segundo estator (16) con forma anular que incluye una pluralidad de polos (86) de estator separados circunferencialmente.
13. La máquina eléctrica (10) según la reivindicación 12, en donde:
- cada uno de la pluralidad de polos (86) de estator del segundo estator (16) está formado por un diente (80) de estator, que se extiende radialmente desde el segundo estator, y una bobina (82) de estator, que está enrollada alrededor del diente de estator; y/o
- 10 el rotor (12), el primer estator (14) y el segundo estator (16) son concéntricos y están alineados axialmente en relación con la línea central (18) de la máquina eléctrica, y en donde el rotor está posicionado concéntricamente entre el primer estator y el segundo estator; y/o
- cada uno de la pluralidad de polos (86) de estator del primer estator (14) corresponde a uno de la pluralidad de polos (86) de estator del segundo estator (16), y en donde los polos de estator correspondientes del primer y el segundo
- 15 estatores están desplazados unos con respecto a otros en la medida de un ángulo de desplazamiento.
14. La máquina eléctrica (10) según la reivindicación 1,
- en donde el cuerpo (28) de rotor es concéntrico en relación con la línea central axial (18) de la máquina eléctrica;
- en donde el cuerpo de rotor incluye una pluralidad de anillos (33, 35, 37, 39) de rotor posicionados axialmente, que incluyen cada uno una pluralidad de piezas arqueadas (40) de cuerpo de rotor que están posicionadas extremo con
- 20 extremo para formar los respectivos anillos de rotor.
15. La máquina eléctrica (10) según la reivindicación 1,
- en donde el cuerpo (28) de rotor es concéntrico en relación con la línea central axial (18) de la máquina eléctrica;
- en donde el cuerpo de rotor incluye una pluralidad de piezas arqueadas (40) de cuerpo de rotor que están posicionadas extremo con extremo para formar el cuerpo de rotor;
- 25 en donde cada una de las piezas arqueadas de cuerpo de rotor incluye una pluralidad de paneles (41) posicionados axialmente que están comprimidos axialmente para formar la respectiva pieza de cuerpo de rotor.

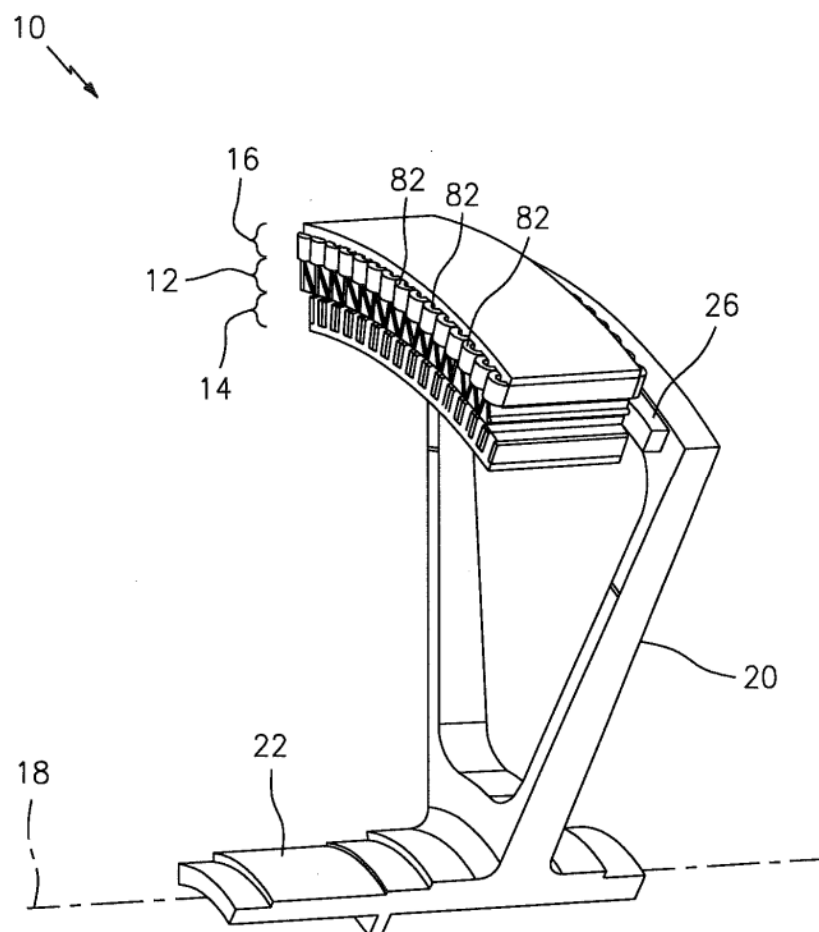


FIG. 1

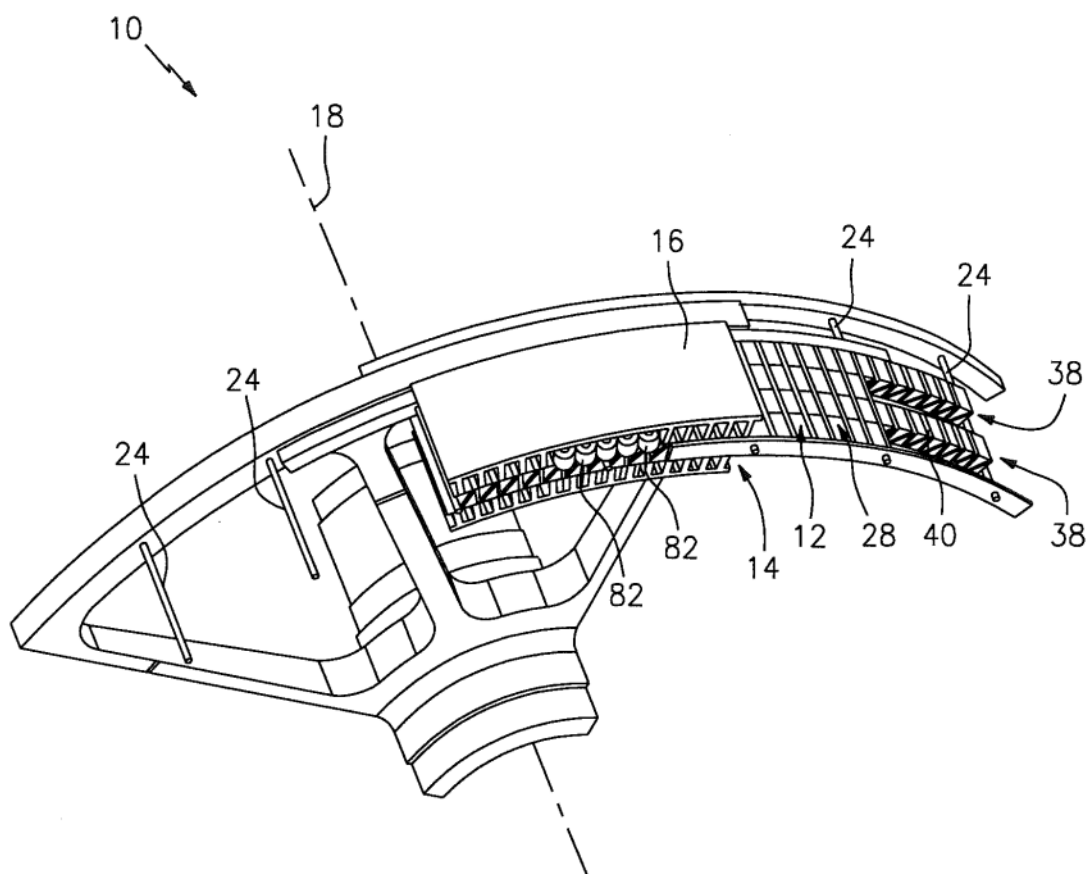


FIG. 2

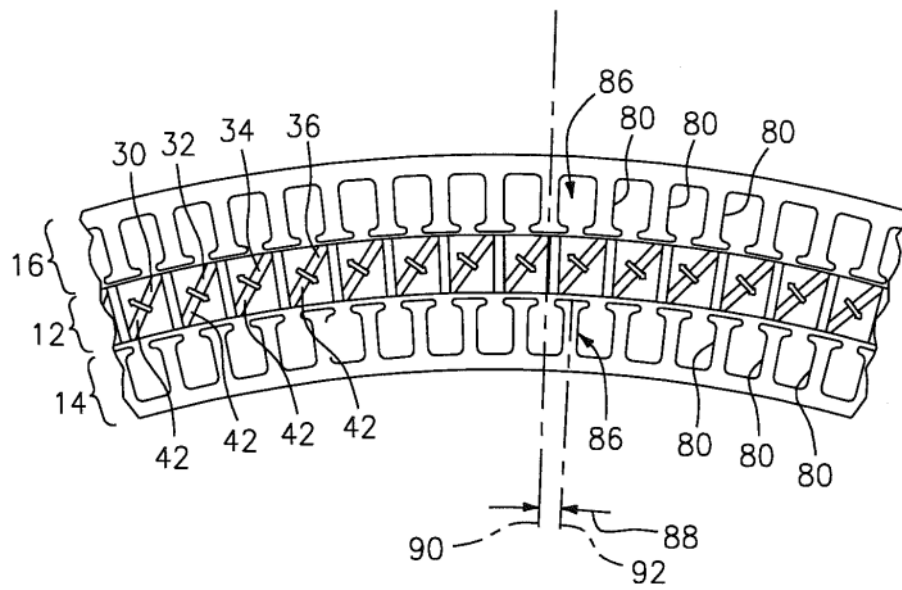


FIG. 3

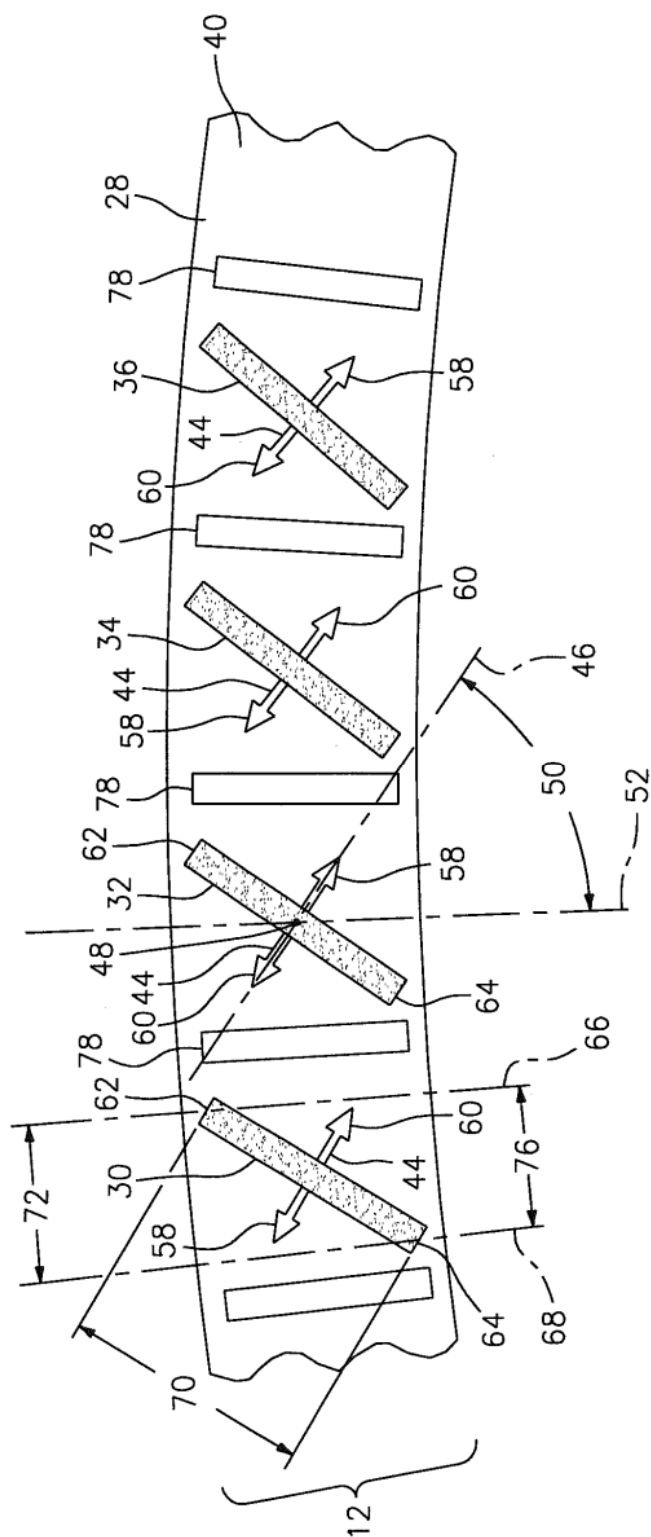


FIG. 4

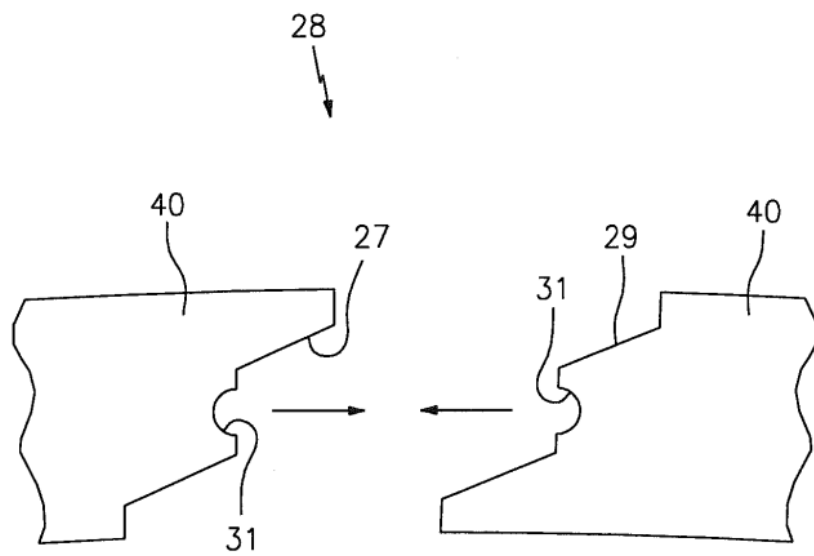


FIG. 5

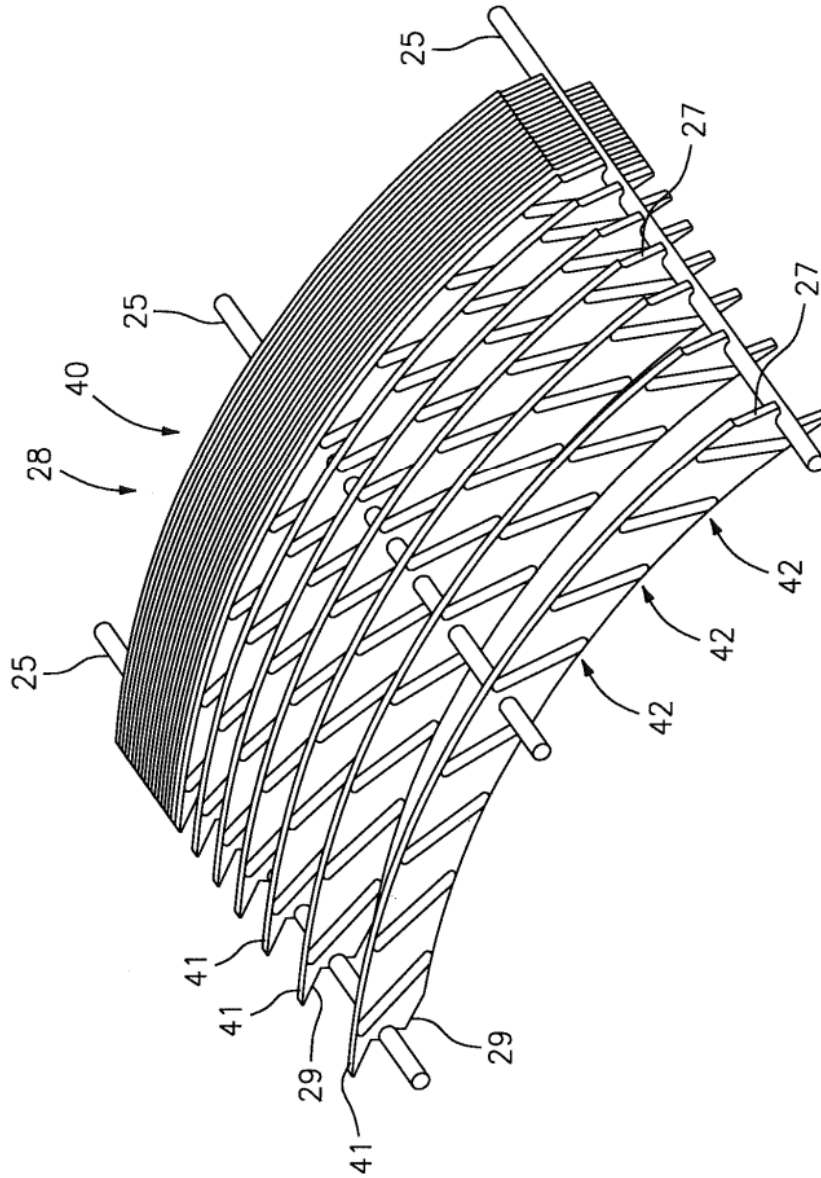


FIG. 6

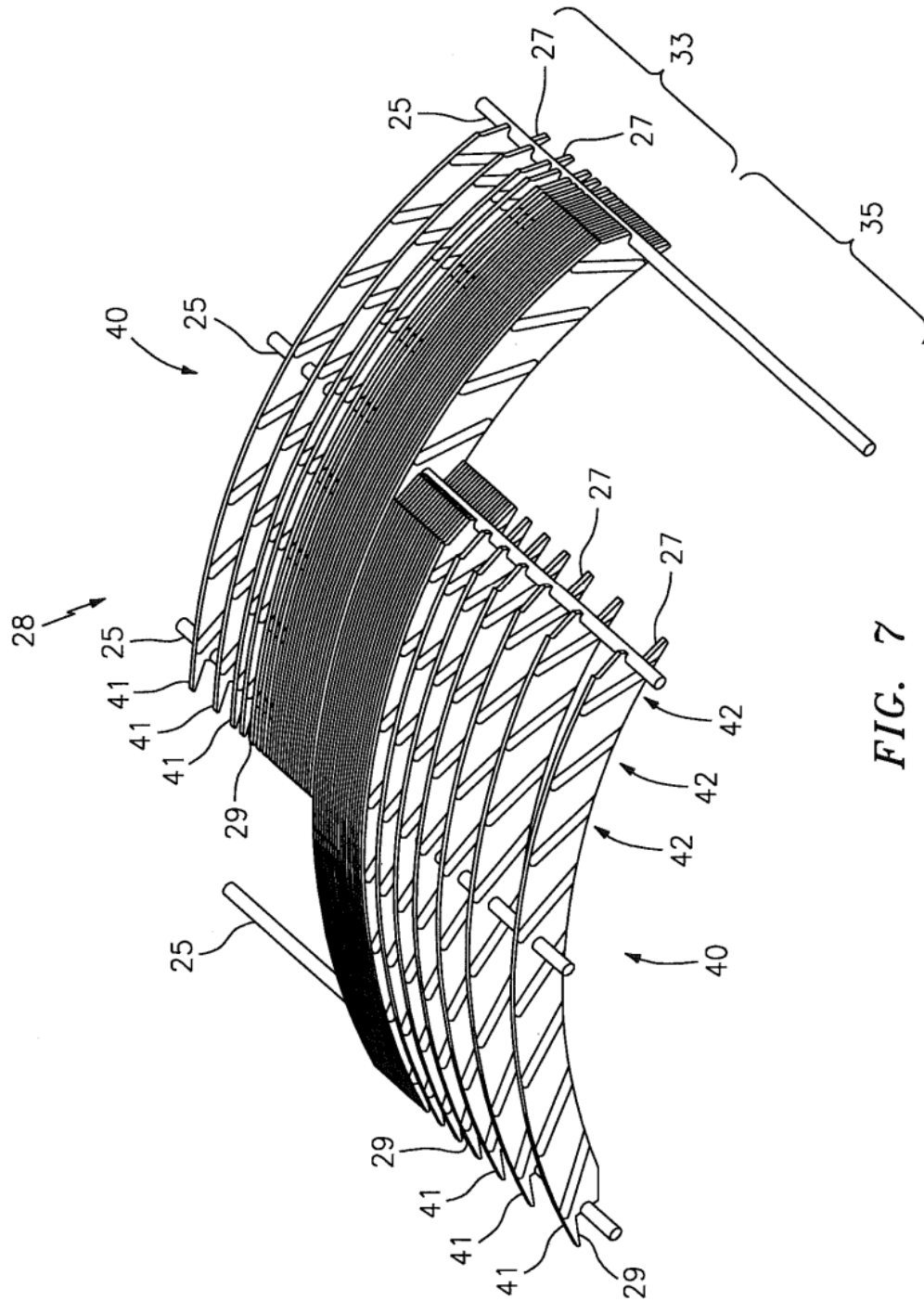


FIG. 7

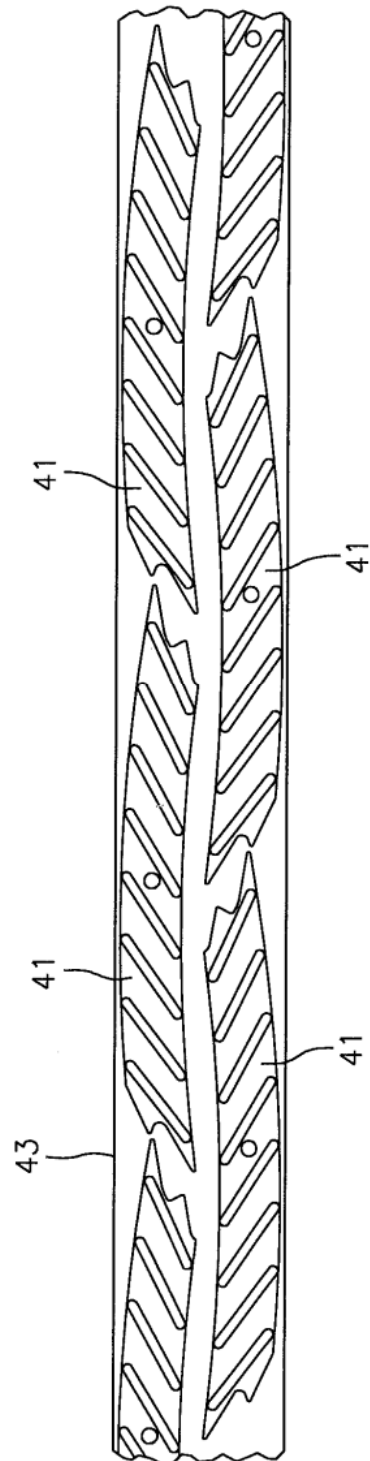


FIG. 8

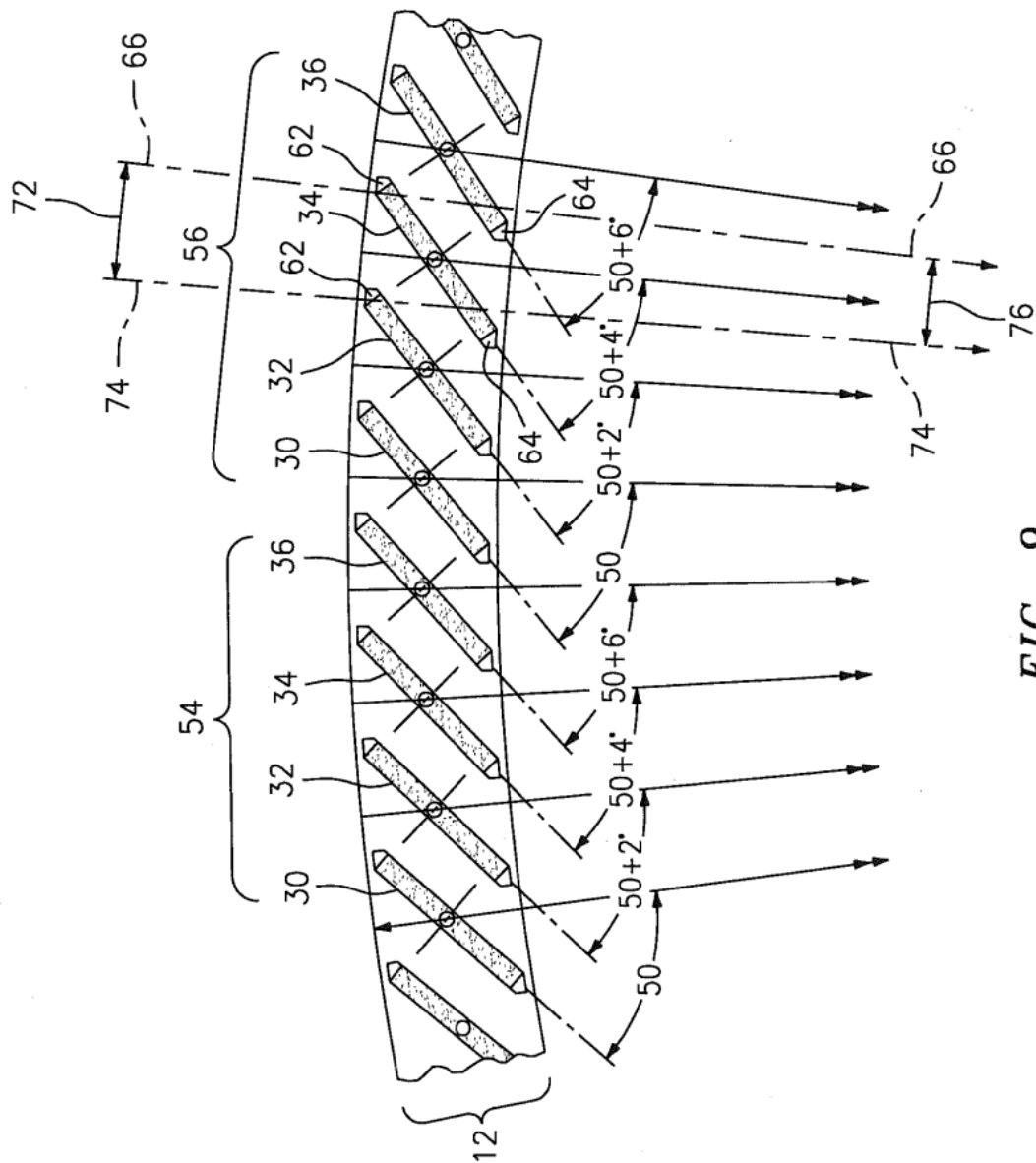


FIG. 9