



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI 1105607-0 A2**



(22) Data de Depósito: 17/11/2011
(43) Data da Publicação: 07/05/2013
(RPI 2209)

(51) *Int.Cl.:*
H02K 1/28
H02K 15/03
F03D 1/06

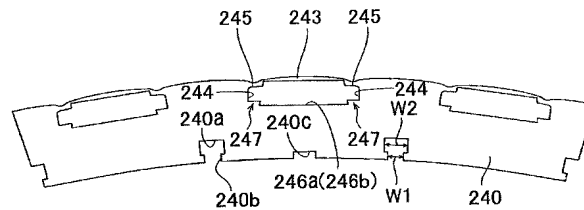
(54) **Título:** MÁQUINA ELÉTRICA ROTATIVA E SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

(30) **Prioridade Unionista:** 20/01/2011 JP 2011-009665,
20/01/2011 JP 2011-009666, 26/05/2011 JP 2011-118020

(73) **Titular(es):** Kabushiki Kaisha Yaskawa Denki

(72) **Inventor(es):** Daisuke Morishita, Hiroshi Tsumagari, Yasuhiro Miyamoto

(57) **Resumo:** MÁQUINA ELÉTRICA ROTATIVA E SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA. A presente invenção refere-se a uma máquina elétrica rotativa que inclui um rotor que inclui uma porção de eixo rotativo, um garfo de rotor circunda a porção de eixo rotativo e um núcleo de rotor, disposto na superfície periférica externa do garfo de rotor, que tem uma pluralidade de ímãs permanentes circunferencialmente dispostos neste em intervalos, e um estator disposto para ser oposto à superfície periférica externa do rotor, enquanto o garfo de rotor e a porção periférica interna do núcleo de rotor são fixados uns aos outros com um elemento fixador.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "MÁQUINA ELÉTRICA ROTATIVA E SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA".

Antecedentes da Invenção

5 Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a uma máquina elétrica rotativa e um sistema de geração de energia eólica.

Descrição da Técnica Antecedente

10 Uma máquina elétrica rotativa que inclui um rotor que inclui um núcleo de rotor que tem uma pluralidade de ímãs permanentes circunferencialmente dispostos em intervalos geralmente é conhecida.

A patente japonesa aberta à inspeção pública número 2000-324738 descreve um motor IPM (máquina elétrica rotativa) que inclui um rotor que inclui um núcleo de ferro (núcleo de rotor) que tem uma pluralidade de ímãs de terras raras (ímãs permanentes) circunferencialmente embutidos
15 neste em intervalos. Quando o rotor deste motor IPM for montado, um eixo rotativo é fixado por contração dentro da porção periférica interna do núcleo de ferro a ser fixada ao núcleo de ferro.

No motor IPM descrito na patente japonesa aberta à inspeção pública número 2000-324738, entretanto, o eixo rotativo é fixado por
20 contração dentro do núcleo de ferro quando o rotor for montado e, portanto, a tensão residual (tensão de fixação por contração) que resulta do calor gerado na fixação por contração é aplicada de maneira desvantajosa ao rotor montado. Deste modo, quando o eixo rotativo for fixado por
25 contração dentro do núcleo de ferro a fim de montar o rotor, a tensão residual é aplicada ao rotor, para reduzir de maneira desvantajosa a durabilidade deste. Quando o eixo rotativo for fixado por contração dentro do núcleo de ferro a fim de montar o rotor, adicionalmente, o equipamento de aquecimento é requerido de maneira desvantajosa para a fixação
30 por contração.

Sumário da Invenção

A presente invenção foi proposta a fim de solucionar os proble-

mas mencionados acima, e um objetivo da presente invenção consiste em proporcionar uma máquina elétrica rotativa e um sistema de geração de energia eólica cada um tendo um rotor que pode ser aprimorado em durabilidade e montado por um método simples.

5 A fim de atingir o objetivo mencionado acima, uma máquina elétrica rotativa, de acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, inclui um rotor que inclui uma porção de eixo rotativo, um garfo de rotor que circunda a porção de eixo rotativo e um núcleo de rotor, disposto na superfície periférica externa do garfo de rotor, que tem uma pluralidade de ímãs permanentes circunferencialmente dispostos neste em intervalos, e um estator disposto pra ser oposto à superfície periférica externa do rotor, enquanto o garfo de rotor e a porção periférica interna do núcleo de rotor são fixados uns aos outros com um elemento de fixação.

15 Na máquina elétrica rotativa, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção, conforme descrito acima no presente documento, o garfo de rotor e a porção periférica interna do núcleo de rotor são fixados uns aos outros com o elemento de fixação. Deste modo, nenhuma tensão residual que resulta do calor gerado na fixação por contração é aplicada ao rotor montado de uma maneira diferente a um caso de fixação do núcleo de rotor e do garfo de rotor uns aos outros através da fixação por contração ao
20 montar o rotor, de modo que a durabilidade do rotor possa ser aprimorada. Ademais, nenhum equipamento de aquecimento é requerido para a fixação por contração, de modo que o rotor possa ser montado por um método simples.

25 Um sistema de geração de energia eólica, de acordo com um segundo aspecto da presente invenção, inclui um gerador de energia que inclui um rotor e um estator disposto para ser oposto à superfície periférica externa do rotor e uma lâmina conectada ao rotor do gerador de energia, enquanto o rotor inclui a porção de eixo rotativo, um garfo de rotor que circunda a porção de eixo rotativo e um núcleo de rotor, disposto na superfície
30 periférica externa do garfo de rotor, que tem uma pluralidade de ímãs permanentes circunferencialmente dispostos neste em intervalos, e o garfo de

rotor e a porção periférica interna do núcleo de rotor são fixados uns aos outros a um elemento de fixação.

No sistema de geração de energia eólica, de acordo com o segundo aspecto da presente invenção, conforme descrito acima no presente documento, o garfo de rotor e a porção periférica interna do núcleo de rotor do gerador de energia são fixados uns aos outros a um elemento de fixação. Deste modo, nenhuma tensão residual que resulta do calor gerado na fixação por contração é aplicada ao rotor montado de maneira diferente a um caso de fixação do núcleo de rotor e do garfo de rotor uns aos outros através da fixação por contração ao montar o rotor, de modo que a durabilidade do rotor possa ser aprimorada. Ademais, nenhum equipamento de aquecimento é requerido para a fixação por contração, de modo que o rotor possa ser montado através de um método simples. Em geral, a alta durabilidade é requerida para um sistema de geração de energia eólica usado ao longo de um período longo. Em geral, um rotor adicionalmente usado para um gerador de energia do sistema de geração de energia eólica é difícil de montar devido ao tamanho grande deste. De acordo com a presente invenção, entretanto, a durabilidade do rotor pode ser aumentada e o rotor pode ser montado através de um método simples, de modo que um gerador de energia adequado ao sistema de geração de energia eólica possa ser proporcionado.

Os objetivos, recursos, aspectos e vantagens precedentes e outros da presente invenção tornar-se-ão mais aparentes a partir da seguinte descrição detalhada da presente invenção quando tomada em conjunto com os desenhos em anexo.

25 Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é um diagrama esquemático que mostra a estrutura de um sistema de geração de energia eólica, de acordo com cada uma entre a primeira e a quarta modalidades da presente invenção;

a figura 2 mostra um estator e um rotor de um gerador de energia, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção, quando observada a partir de um lado (ao longo da seta A na figura 1) em uma direção axial;

a figura 3 é uma vista ampliada de uma parte principal na figura 2;

a figura 4 é uma vista ampliada da parte mostrada na figura 3 quando observada a partir de outro lado (ao longo da seta B na figura 1) na direção axial;

a figura 5 é uma vista transversal tomada ao longo das linhas 200-200 nas figuras 3 e 4;

a figura 6 é uma vista transversal tomada ao longo das linhas 300-300 nas figuras 3 e 4;

a figura 7 mostra linhas magnéticas de fluxo em um núcleo de rotor do gerador de energia, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção;

a figura 8 ilustra porções de núcleo que constituem um núcleo de rotor do gerador de energia, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção;

a figura 9 é uma vista em perspectiva que mostra uma porca empregada para montar o núcleo de rotor do gerador de energia, de acordo com a primeira modalidade, ou cada um dos núcleos de rotor dos geradores de energia, de acordo com as segunda a quarta modalidades da presente invenção em um garfo de rotor;

a figura 10 é uma vista transversal que ilustra um procedimento de fixação do núcleo de rotor e do garfo de rotor do gerador de energia, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção;

a figura 11 é uma vista transversal que ilustra um procedimento de fixação do núcleo de rotor e do garfo de rotor do gerador de energia, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção com um elemento de chaveta;

a figura 12 é uma vista ampliada de um rotor do gerador de energia, de acordo com a segunda modalidade da presente invenção, quando observada a partir de um lado em uma direção axial;

a figura 13 é uma vista ampliada do rotor mostrado na figura 12 quando observada a partir de outro lado na direção axial;

a figura 14 é uma vista ampliada de um rotor do gerador de energia, de acordo com a terceira modalidade da presente invenção, quando observada a partir de um lado em uma direção axial;

5 a figura 15 é uma vista ampliada do rotor mostrado na figura 14 quando observada a partir de outro lado na direção axial;

a figura 16 é uma vista transversal tomada ao longo das linhas 400-400 nas figuras 14 e 15;

a figura 17 é uma vista transversal tomada ao longo das linhas 500-500 nas figuras 14 e 15;

10 a figura 18 é uma vista ampliada de um rotor do gerador de energia, de acordo com a quarta modalidade da presente invenção, quando observada a partir de um lado em uma direção axial;

a figura 19 é uma vista ampliada do rotor mostrado na figura 18 quando observada a partir de outro lado na direção axial;

15 a figura 20 é uma vista ampliada de um rotor, de acordo com uma modificação da terceira modalidade da presente invenção, quando observada a partir de um lado em uma direção axial;

a figura 21 é uma vista ampliada do rotor mostrado na figura 20 quando observada a partir de outro lado na direção axial;

20 a figura 22 é uma vista transversal de um rotor, de acordo com uma modificação de cada uma das primeira, segunda e quarta modalidades da presente invenção ao longo de uma direção axial;

a figura 23 é uma vista transversal de um rotor, de acordo com outra modificação da terceira modalidade da presente invenção ao longo de uma direção axial; e

25 a figura 24 é um diagrama esquemático que mostra a estrutura de um sistema de geração de energia eólica, de acordo com uma modificação de cada uma das primeira a quarta modalidades da presente invenção.

30 Descrição das Modalidades Preferidas

As modalidades da presente invenção serão descritas agora com referência aos desenhos.

(Primeira Modalidade)

Primeiro, a estrutura de um sistema de geração de energia eólica 100 que inclui um gerador de energia 1, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção, é descrita com referência à figura 1. O gerador de energia 1 é um exemplo da "máquina elétrica rotativa" na presente invenção.

Conforme mostrado na figura 1, o sistema de geração de energia eólica 100 é constituído pelo gerador de energia 1, uma nacela 2, um cubo do rotor 3, uma pluralidade de pás 4 e uma torre (pilar de suporte) 5. O gerador de energia 1 é armazenado na nacela 2. O cubo do rotor 3 é conectado a um eixo 21, posteriormente descrito, do gerador de energia 1. A pluralidade de pás 4 é montada no cubo do rotor 3. A nacela 2 é montada na torre 5.

A estrutura do gerador de energia 1, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção, será descrita agora com referência às figuras 2 a 9.

O gerador de energia 1 inclui um estator 10 e um rotor 20, conforme mostrado na figura 2. O estator 10 é disposto oposto à superfície periférica externa do rotor 20 em um espaço prescrito (vão). O estator 10 tem um formato cilíndrico que circunda o rotor 20. Ademais, o estator 10 é constituído por um núcleo de estator 11 dotado de uma pluralidade de fendas 11a e um enrolamento 12. A pluralidade de fendas 11a é disposta em intervalos substancialmente equiangulares ao longo da periferia interna do núcleo de estator 11. O enrolamento 12 é enrolado entre a pluralidade de fendas 11a de uma maneira concentrada ou distribuída.

O rotor 20 é constituído pelo eixo 21, uma roda de rotor 22, um garfo de rotor 23 e um núcleo de rotor 24. O eixo 21 é um exemplo da "porção de eixo rotativo" na presente invenção. A roda de rotor 22 é um exemplo do "elemento de suporte" na presente invenção.

O eixo 21 é inserido em um orifício de recepção de eixo 22a proporcionado nas proximidades de uma porção central da roda de rotor 22, para se estender em uma direção X (vide figura 1) (daqui por diante referida

como uma direção axial) através do centro do rotor 20. A roda de rotor 22 tem a forma de um disco que circunda o eixo 21 e fica em contato com a superfície periférica interna do garfo de rotor 23. A roda de rotor 22 é dotada de uma pluralidade de aberturas 22b que passam através da mesma na direção axial. O garfo de rotor 23 tem a forma de um cilindro que circunda o eixo 21 e que tem uma superfície periférica interna em contato com a porção periférica externa da roda de rotor discoide 22. O garfo de rotor cilíndrico 23 é formado de modo que o comprimento L deste na direção axial seja maior que a espessura t da roda de rotor discoide 22, conforme mostrado nas figuras 5 e 6.

Conforme mostrado na figura 2, o núcleo de rotor 24 tem a forma de um cilindro que tem uma superfície periférica interna disposta na superfície periférica externa do garfo de rotor 23. Ademais, o núcleo de rotor 24 é constituído por uma pluralidade de placas de aço eletromagnéticas empilhadas para se sobreporem na direção axial, conforme mostrado nas figuras 5 e 6. De acordo com a primeira modalidade, o núcleo de rotor 24 é dividido em duas porções em uma porção central na direção axial. Em outras palavras, o núcleo de rotor 24 é constituído por um núcleo de rotor 24a (porção do núcleo de rotor 24 em um lado (ao longo da seta A na figura 1) na direção axial) e outro núcleo de rotor 24b (porção do núcleo de rotor 24 em outro lado (ao longo da seta B na figura 1) na direção axial), que são dispostos para se sobreporem na direção axial.

Conforme mostrado nas figuras 2 a 4, uma pluralidade de ímãs permanentes 30 e uma pluralidade de ímãs permanentes 31 são circumferencialmente embutidos em porções dos núcleos de rotor 24a e 24b próximas às porções periféricas externas destes em intervalos na direção de rotação (daqui por diante referida como uma direção circumferencial) respectivamente. A estrutura do núcleo de rotor 24a (24b) que tem os ímãs permanentes 30 (31) embutidos neste é geralmente referida como uma estrutura IPM (ímã permanente interior).

De acordo com a primeira modalidade, o núcleo de rotor 24a é formado ao dispor de maneira circumferencialmente alternada as primeiras

porções de polo magnético 241a que têm os ímãs permanentes 30 e as segundas porções de polo magnético 242a que não têm os ímãs permanentes 30 uma a uma, conforme mostrado nas figuras 2 e 3. De maneira similar, o núcleo de rotor 24b é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada as primeiras porções de polo magnético 241b que têm os ímãs permanentes 31 e as segundas porções de polo magnético 242b que não têm ímãs permanentes 31 uma a uma na primeira modalidade, conforme mostrado na figura 4.

Conforme posteriormente descrito, a pluralidade de ímãs permanentes 30 é magnetizada de modo que as direções de magnetização radial destes sejam idênticas umas às outras (de modo que os polos norte sejam proporcionados nos lados periféricos externos). A pluralidade de ímãs permanentes 31 também é magnetizada de modo que as direções de magnetização radial (opostas às direções de magnetização dos ímãs permanentes 30) destes sejam idênticas umas às outras (de modo que os polos sul sejam proporcionados nos lados periféricos externos). A estrutura do núcleo de rotor 24a (24b) que tem a pluralidade de ímãs permanentes 30 (31) circunferencialmente disposta de modo que as direções de magnetização radial destes sejam idênticas umas às outras é geralmente referida como uma estrutura de polo consequente.

Conforme mostrado nas figuras 3 e 4, as superfícies laterais periféricas externas das porções de cobertura de ímã 243, posteriormente descritas, das primeiras porções de polo magnético 241a (241b) são formadas para terem formatos convexos dotados de porções superiores que correspondem às porções centrais dos ímãs permanentes 30 (31) na direção circunferencial, conforme observadas a partir da direção axial. De maneira similar, as superfícies laterais periféricas externas das segundas porções de polo magnético 242a (242b) são formadas para terem formatos convexos dotados de porções superiores que correspondem às porções centrais das segundas porções de polo magnético 242a (242b) na direção circunferencial, conforme observadas a partir da direção axial. As porções superiores das primeiras porções de polo magnético 241a (241b) e das segundas porções

de polo magnético 242a (242b) que têm os formatos convexos são dispostas para fora além das porções de acoplamento 245, posteriormente descritas, das primeiras porções de polo magnético 241a (241b) na direção radial.

As primeiras porções de polo magnético 241a (241b) são formadas para incluírem as porções de cobertura de ímã 243 que cobrem os lados 5 periféricos externos dos ímãs permanentes 30 (31), pares de espaços vazios 244 que expõem ambas as superfícies de extremidade dos ímãs permanentes 30 (31) e pares de porções de acoplamento 245 proporcionados a fim de se estenderem circunferencialmente para corresponder respectivamente aos 10 pares de espaços vazios 244.

As superfícies laterais periféricas externas das porções de cobertura de ímã 243 são formadas para terem os formatos convexos dotados de porções superiores que correspondem às porções centrais dos ímãs permanentes 30 (31), conforme observadas a partir da direção axial. Os cantos 15 244a dos espaços vazios 244 mais próximos às porções de acoplamento 245, assim como, às segundas porções de polo magnético 242 são formados para terem formatos transversais arqueados. As porções de acoplamento 245 têm a forma de elementos delgados que acoplam as porções de cobertura de ímã 243 e pares de segundas porções de polo magnético 242a 20 (242b) adjacentes às primeiras porções de polo magnético 241a (241b) ao longo da periferia externa do núcleo de rotor 24a (24b). De acordo com a primeira modalidade, o gerador de energia 1 é formado de modo que a espessura radial t_1 das porções de acoplamento 245 seja menor que a espessura radial t_2 das porções centrais das porções de cobertura de ímã 243. 25 Por exemplo, a espessura radial t_1 das porções de acoplamento 245 tem pelo menos cerca de 1 mm e não mais que cerca de 1,5 mm, enquanto a espessura radial t_2 das porções centrais das porções de cobertura de ímã 243 tem pelo menos cerca de 3 mm e não mais que cerca de 4 mm.

De acordo com a primeira modalidade, as porções de orifício 30 246a (246b) para montar os ímãs permanentes 30 (31) são proporcionadas para serem contínuas aos espaços vazios 244 das primeiras porções de polo magnético 241a (241b). As porções de orifício 246a (246b) são dotadas

de pares de porções de engate 247 que se engatam às porções de porções inclinadas 30a (31a), posteriormente descritas, dos ímãs permanentes 30 (31) mais próximos à periferia interna do núcleo de rotor 24a (24b) ao entrarem em contato com a mesma. O gerador de energia 1 é formado de modo que a largura circunferencial dos espaços entre os pares de porções de engate 247 seja gradualmente reduzida a partir do lado periférico interno em direção ao lado periférico externo do núcleo de rotor 24a (24b).

De acordo com a primeira modalidade, os ímãs permanentes 30 (31) são formados para terem seções substancialmente trapezoidais, conforme observadas a partir da direção axial. Em outras palavras, as porções inclinadas 30a (31a) são proporcionadas em ambas as superfícies de extremidade dos ímãs permanentes 30 (31) de modo que a largura circunferencial dos ímãs permanentes 30 (31) seja gradualmente reduzida a partir do lado periférico interno em direção ao lado periférico externo do núcleo de rotor 24a (24b).

De acordo com a primeira modalidade, os ímãs permanentes 30 embutidos nas primeiras porções magnéticas 241a do núcleo de rotor 24a e os ímãs permanentes 31 embutidos nas primeiras porções de polo magnético 241b do núcleo de rotor 24b são magnetizados para terem polaridades diferentes umas das outras nos lados periféricos externos. Mais especificamente, os ímãs permanentes 30 são magnetizados de modo que os polos norte sejam proporcionados nos lados periféricos externos em um estado montado nas porções de orifício 246a do núcleo de rotor 24a através de um adesivo, ou similar, conforme mostrado na figura 3. Por outro lado, os ímãs permanentes 31 são magnetizados de modo que os polos sul sejam proporcionados nos lados periféricos externos em um estado montado nas porções de orifício 246b do núcleo de rotor 24b através de um adesivo, ou similar, conforme mostrado na figura 4.

De acordo com a primeira modalidade, os núcleos de rotor 24a e 24b são dispostos para se sobreporem na direção axial em um estado em que se desviam uns dos outros em um ângulo prescrito (180° em ângulo elétrico) na direção de rotação, conforme mostrado nas figuras 3 a 6. Em outras

palavras, os núcleos de rotor 24a e 24b são dispostos de modo que as primeiras porções de polo magnético 241a do núcleo de rotor 24a e as segundas porções de polo magnético 242b do núcleo de rotor 24b correspondam umas às outras enquanto as segundas porções de polo magnético 242a do núcleo de rotor 24a e as primeiras porções de polo magnético 241b do núcleo de rotor 24b correspondam umas às outras. Os comprimentos axiais dos núcleos de rotor 24a e 24b são metade ($L/2$) do comprimento axial L do garfo de rotor 23.

De acordo com a primeira modalidade, o núcleo de rotor 24a (24b) é formado para ser divisível na direção circunferencial para incluir uma pluralidade de porções de núcleo 240, conforme mostrado nas figuras 2 a 4. Os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 são dispostos nas porções que correspondem às segundas porções de polo magnético 242a (242b) do núcleo de rotor 24a (24b). Mais especificamente, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 são dispostos nos limites magnéticos (porções centrais das segundas porções de polo magnético 242a (242b) na direção circunferencial) das segundas porções de polo magnético 242a (242b). Em outras palavras, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 são dispostos para se sobreporem aos eixos de linha simétrica (vide uma linha reta 11 na figura 7) de campos magnéticos estáticos gerados pelos ímãs permanentes 30 no núcleo de rotor 24 (24a).

De acordo com a primeira modalidade, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 são dispostos a cada quatro segundas porções de polo magnético 242a (242b), conforme mostrado nas figuras 3 e 4. Em outras palavras, cada pluralidade de porções de núcleo 240 é formada para incluir três primeiras porções de polo magnético 241a (241b) dispostas entre quatro segundas porções de polo magnético 242a (242b). A pluralidade de porções de núcleo 240 é formada para ter formatos substancialmente idênticos (formatos substancialmente arqueados, conforme observados a partir da direção axial) obtidos ao dividir o núcleo de rotor cilíndrico 24a (24b) em intervalos substancialmente equiangulares, conforme mostrado nas figuras 2 a 4 e 8.

Conforme mostrado nas figuras 2 a 7, a porção periférica interna do núcleo de rotor 24a (24b) e o garfo de rotor 23 são fixados uns aos outros por elementos de fixação que consistem em porcas 41 e parafusos 42, para serem fixados uns aos outros. As porcas 41 e os parafusos 42 são dispostos em porções da porção periférica interna do núcleo de rotor 24a (24b) que correspondem às segundas porções de polo magnético 242a (242b), e dispostos nos limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 que constitui o núcleo de rotor 24a (24b). As porcas 41 e os parafusos 42 são exemplos do "elemento de fixação" na presente invenção.

Cada porca 41 é formada para ser inserida em um orifício de recepção de porca correspondente 240a, posteriormente descrito, proporcionado na porção periférica interna do núcleo de rotor 24a (24b), conforme mostrado nas figuras 5 e 6. Ademais, cada porca 41 é formada para se estender na direção axial no estado inserido no orifício de recepção de porca 240a. Mais especificamente, cada porca 41 tem a forma de um paralelepípedo retangular que tem o comprimento $L/2$. Esta porca 41 é dotada de uma pluralidade de (dois na primeira modalidade) orifícios rosqueados 41a, que têm roscas internas formadas nas superfícies internas destes, ao longo da direção extensional (direção axial) destas. Os parafusos 42 são formados para serem inseridos nos orifícios de recepção de parafuso 23a (vide figuras 5 e 6), posteriormente descritos, proporcionados na superfície periférica interna do garfo de rotor 23. Ademais, os parafusos 42 são formados para serem encaixados nos orifícios rosqueados 41a das porcas 41 através das porções de sulco 240b (vide figuras 3 a 8), posteriormente descritas, das porções de núcleo 240 que constituem o núcleo de rotor 24a (24b).

Uma pluralidade de orifícios de recepção de porca 240a é proporcionada nas porções periféricas internas das porções de núcleo 240 que constituem o núcleo de rotor 24a (24b), conforme mostrado nas figuras 3, 4, 7 e 8. A pluralidade de orifícios de recepção de porca 240a tem a forma de retângulos substancialmente idênticos ao tamanho das porcas 41, conforme observadas a partir da direção axial. A pluralidade de porções de sulco 240b é proporcionada para corresponder, respectivamente, à pluralidade de orifícios

cios de recepção de porca 240a. A pluralidade de porções de sulco 240b tem a forma de sulcos que conectam os orifícios de recepção de porca 240a e as superfícies periféricas internas das porções de núcleo 240 que constituem o núcleo de rotor 24a (24b). Conforme mostrado na figura 8, as porções de sulco 240b são formadas de modo que a largura de sulco W1 destas seja menor que a largura de orifício W2 dos orifícios de recepção de porca 240a. A pluralidade de orifícios de recepção de porca 240a é disposta em intervalos substancialmente equiangulares ao longo da direção circunferencial do núcleo de rotor 24a (24b), conforme mostrado nas figuras 3 e 4. Ademais, a pluralidade de orifícios de recepção de porca 240a e a pluralidade de porções de sulco 240b são proporcionadas para se estenderem ao longo da direção axial, conforme mostrado nas figuras 5 e 6.

Os orifícios de recepção de parafuso 23a são proporcionados em porções (diferentes daquelas nas quais a roda de rotor 22 e o garfo de rotor 23 ficam em contato uns com os outros) da superfície periférica interna do garfo de rotor cilíndrico 23 que se projeta a partir da roda de rotor 22 para passarem através das superfícies periféricas internas e externas do garfo de rotor 23, conforme mostrado nas figuras 5 e 6. Uma pluralidade de (dois na primeira modalidade) orifícios de recepção de parafuso 23a é proporcionada ao longo da direção extensional (direção axial) de cada porca 41, de modo que os parafusos correspondentes 42 possam ser encaixados na porca 41 inserida no orifício de recepção de porca correspondente 240a.

Conforme mostrado nas figuras 3, 4 e 6 a 8, os primeiros sulcos de recepção de chaveta 240c que se estendem na direção axial são formados nas superfícies periféricas internas das porções de núcleo 240 que constituem o núcleo de rotor 24a (24b). Ademais, os segundos sulcos de recepção de chaveta 23b são formados na superfície periférica externa do garfo de rotor 23, que correspondem aos primeiros sulcos de recepção de chaveta 240c. Os elementos de chaveta 43 que consistem em chavetas paralelas, ou similares, são inseridos em uma pluralidade de orifícios de recepção de chaveta 50 formados pelos primeiros e segundos sulcos de recepção de chaveta 240c e 23b. A pluralidade de orifícios de recepção de chaveta 50

é disposta nas porções em que a porção periférica interna do núcleo de rotor 24a (24b) e a porção periférica externa do garfo de rotor 23 ficam em contato umas com as outras em intervalos substancialmente equiangulares (vide figura 2) ao longo da direção circunferencial. Mais especificamente, os orifícios de recepção de chaveta 50 são dispostos nas proximidades das porções centrais das porções periféricas internas das porções de núcleo 240 que constituem o núcleo de rotor 24a (24b) em uma direção ao longo da direção circunferencial.

Um procedimento de montagem do rotor 20 do gerador de energia 1, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção, será descrito agora com referência às figuras 2 a 11.

Primeiro, o eixo 21 é inserido no orifício de recepção de eixo 22a da roda de rotor discoide 22 e o garfo de rotor cilíndrico 23 é montado na porção periférica externa da roda de rotor 22, conforme mostrado nas figuras 2, 5 e 6.

Então, o núcleo de rotor 24 (núcleos de rotor 24a e 24b) que consiste na pluralidade de porções de núcleo 240 é montado na superfície periférica externa do garfo de rotor 23, conforme mostrado nas figuras 2 a 4 e 7. Mais especificamente, a pluralidade de porções de núcleo substancialmente arqueadas 240 (vide figura 8) é disposta na superfície periférica externa do garfo de rotor cilíndrico 23 de uma maneira circunferencialmente combinada que constitui, deste modo, os dois núcleos de rotor cilíndricos 24a e 24b que têm as superfícies periféricas internas em contato com a superfície periférica externa do garfo de rotor 23.

Neste momento, os núcleos de rotor 24a e 24b são formados de modo que os ímãs permanentes 30 e 31 embutidos nos núcleos de rotor 24a e 24b tenham, respectivamente, polaridades diferentes umas das outras nos lados periféricos externos. Mais especificamente, os núcleos de rotor 24a e 24b são formados de modo que os polos norte sejam proporcionados nos lados periféricos externos dos ímãs permanentes 30 embutidos no núcleo de rotor 24a enquanto os polos sul são proporcionados nos lados periféricos externos dos ímãs permanentes 31 embutidos no núcleo de rotor 24b.

Ademais, neste momento, os núcleos de rotor 24a e 24b são dispostos na superfície periférica externa do garfo de rotor 23 para se sobre-
porem na direção axial no estado de desvio através do ângulo prescrito
(180° em ângulo elétrico) na direção de rotação. Mais especificamente, os
5 núcleos de rotor 24a e 24b são dispostos na superfície periférica externa do
garfo de rotor 23 de modo que as primeiras porções de polo magnético 241a
do núcleo de rotor 24a e as segundas porções de polo magnético 242b do
núcleo de rotor 24b correspondam umas às outras enquanto as segundas
porções de polo magnético 242a do núcleo de rotor 24a e as primeiras por-
10 ções de polo magnético 241b do núcleo de rotor 24b correspondem umas às
outras.

Então, as porções de sulco 240b das porções de núcleo 240 que
constituem o núcleo de rotor 24a (24b) e os orifícios de recepção de parafu-
so 23a do garfo de rotor 23 são alinhadas umas às outras. Ademais, os pri-
15 meiros sulcos de recepção de chaveta 240c das porções de núcleo 240 do
núcleo de rotor 24a (24b) e os segundos sulcos de recepção de chaveta 23b
do garfo de rotor 23 são alinhados uns aos outros.

Então, o garfo de rotor 23 e a porção periférica interna do núcleo
de rotor 24a (24b) dispostos na superfície periférica externa desta são fixa-
20 dos uns aos outros através da fixação dos mesmos a cada elemento de fixa-
ção que consiste em cada porca 41 e aos parafusos correspondentes 42,
conforme mostrado na figura 10. Mais especificamente, cada porca 41 (vide
figura 9) sob a forma do paralelepípedo retangular é inserida primeiro no ori-
fício de recepção de porca 240a da porção de núcleo correspondente 240 do
25 núcleo de rotor 24a (24b). Então, os parafusos 42 são inseridos nos orifícios
de recepção de parafuso 23a do garfo de rotor 23 a partir do lado interno do
garfo de rotor 23. Então, os parafusos 42 são encaixados nos orifícios ros-
queados 41a da porca 41 através dos orifícios de recepção de parafuso cor-
respondentes 23a do garfo de rotor 23 e a porção de sulco 240b da porção
30 de núcleo correspondente 240 do núcleo de rotor 24a (24b) alinhadas umas
às outras da maneira mencionada acima.

Finalmente, cada elemento de chaveta 43 que consiste em uma

chaveta paralela, ou similar, é axialmente inserido no orifício de recepção de chaveta correspondente 50 que consiste no primeiro sulco de recepção de chaveta 240c da porção de núcleo correspondente 240 do núcleo de rotor 24a (24b) e no segundo sulco de recepção de chaveta correspondente 23b do garfo de rotor 23 alinhados uns aos outros da maneira mencionada acima, conforme mostrado na figura 11. Deste modo, o rotor 20 do gerador de energia 1, de acordo com a primeira modalidade da presente invenção, é montado.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, o garfo de rotor 23 e a porção periférica interna do núcleo de rotor 24 são fixados (ligados) uns aos outros com as porcas 41 e os parafusos 42 de modo que nenhuma tensão residual que resulta do calor gerado na fixação por contração seja aplicada ao rotor montado 20 de maneira diferente em um caso de fixar o núcleo de rotor 24 e o garfo de rotor 23 uns aos outros através da fixação por contração a fim de montar o rotor 20, de modo que a durabilidade do rotor 20 possa ser aumentada. Ademais, as espessuras das porções de cobertura de ímã 243 e as porções de acoplamento 245 podem ser reduzidas devido ao aprimoramento na durabilidade do rotor 20. Quando as espessuras das porções de cobertura de ímã 243 e das porções de acoplamento 245 forem reduzidas, a densidade de fluxo magnético no vão entre a porção periférica externa do núcleo de rotor 24 e a porção periférica interna do núcleo de estator 11 é aprimorada, e o fluxo de vazamento através das porções de acoplamento 245 pode ser reduzido. Ademais, nenhum equipamento de aquecimento é requerido para a fixação por contração, de modo que o rotor 20 possa ser montado por um método simples. Em geral, a alta durabilidade é requerida em um sistema de geração de energia eólica usado ao longo de um período longo. Em geral, ademais, um rotor usado para um gerador de energia do sistema de geração de energia eólica é difícil de montar devido ao tamanho grande deste. De acordo com a primeira modalidade, a durabilidade do rotor 20 pode ser aumentada e o rotor 20 pode ser montado através de um método simples, de modo que o gerador de energia 1 adequado ao sis-

tema de geração de energia eólica 100 possa ser proporcionado.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, o núcleo de rotor 24 é formado para ser divisível na direção circunferencial, para incluir a pluralidade de porções de núcleo 240.

5 Deste modo, o número de materiais gastos na fabricação do núcleo de rotor 24 pode ser reduzido quando comparado a um caso de formação do núcleo de rotor 24 por placas de aço arqueadamente perfuradas, de modo que a produção dos materiais para o núcleo de rotor 24 possa ser aprimorada. Em geral, os materiais para o núcleo de rotor 24 usado para o gerador de energia 1 do sistema de geração de energia eólica 100 são facilmente desperdi-

10 çados devido ao tamanho grande do núcleo de rotor 24. De acordo com a primeira modalidade, entretanto, a produção dos materiais para o núcleo de rotor 24 pode ser aprimorada, de modo que o núcleo de rotor 24 adequado ao sistema de geração de energia eólica 100 possa ser proporcionado.

15 De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, as porcas 41 e os parafusos 42 são dispostos nos limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240. Deste modo, as porções periféricas internas dos limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 podem ser pressionadas contra a superfície periférica externa do garfo de rotor 23 com as porcas 41 e os parafusos 42. Consequentemente, pode-

20 se impedir que a porção periférica externa do núcleo de rotor 24 cause as etapas nos limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 quando o garfo de rotor 23 e o núcleo de rotor 24 forem fixados uns aos outros.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, o núcleo de rotor 24 tem a forma do cilindro que tem a superfície periférica interna disposta na superfície periférica externa do garfo de rotor 23, e a pluralidade de porções de núcleo 240 que constitui o núcleo de rotor 24 é formada para ter os formatos substancialmente idênti-

25 cos obtidos dividindo-se o formato cilíndrico nos intervalos substancialmente equiangulares. Deste modo, um rendimento de fabricação das porções de

30 núcleo 240 pode ser aprimorado, de maneira diferente a um caso de formação da pluralidade de porções de núcleo 240 em formatos diferentes.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, o núcleo de rotor 24 (núcleos de rotor 24a e 24b) é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada a pluralidade de primeiras porções de polo magnético 241a e 241b que têm os ímãs permanentes 30 (31) e a pluralidade de segundas porções de polo magnético 242a e 242b que não têm ímãs permanentes 30 (31) uma a uma. Ademais, as porcas 41 e os parafusos 42 são dispostos nas porções da porção periférica interna do núcleo de rotor 24 que correspondem às segundas porções de polo magnético 242a e 242b. Deste modo, as porcas 41 e os parafusos 42 são dispostos nas porções em que a distribuição do fluxo magnético gerado a partir dos ímãs permanentes 30 (31) é mais grosseira, de modo que se possa impedir que as porcas 41 e os parafusos 42 exerçam má influência magnética no gerador de energia 1.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, cada porca 41 é formada para se estender em direção ao núcleo de rotor 24 na direção axial e incluir a pluralidade de orifícios rosqueados 41a ao longo da direção axial. Ademais, a pluralidade de parafusos 42 é disposta ao longo da direção extensional da porca 41, e encaixada na pluralidade de orifícios rosqueados 41a da porca 41. Deste modo, o núcleo de rotor 24 e o garfo de rotor 23 podem ser facilmente fixados uns aos outros ao longo da direção axial a cada porca 41 que se estende na direção axial e a pluralidade de parafusos 42 encaixada na pluralidade de orifícios rosqueados 41a proporcionados na porca 41 ao longo da direção axial, e o número (número de componentes) de porcas 41 pode ser reduzido.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, os orifícios de recepção de porca 240a que recebem as porcas 41 e as porções de sulco 240b que conectam os orifícios de recepção de porca 240a e a superfície periférica interna do núcleo de rotor 24 uns aos outros são proporcionados na porção periférica interna do núcleo de rotor 24. Os orifícios de recepção de porca 240a e as porções de sulco 240b são proporcionados para se estenderem na direção axial do núcleo de rotor 24, enquanto o gerador de energia 1 é formado de modo que a largura

de sulco W1 das porções de sulco 240b seja menor que a largura de orifício W2 dos orifícios de recepção de porca 240a. Ademais, a pluralidade de parafusos 42 é encaixada na pluralidade de orifícios rosqueados 41a de cada porca 41 inserida no orifício de recepção de porca correspondente 240a através da porção de sulco correspondente 240b que se estende na direção axial. Deste modo, a largura de sulco W1 das porções de sulco 240b é produzida menor que a largura de orifício W2 dos orifícios de recepção de porca 240a de modo que as porcas 41 inseridas nos orifícios de recepção de porca 240a possam ser impedidas de se mover (cair) em direção à porção periférica interna (em direção às porções de sulco 240b) do núcleo de rotor 24. Ademais, as porções de sulco 240b podem ser empregadas como guias para inserir os parafusos 42 em direção às porcas 41 inseridas nos orifícios de recepção de porca 240b, de modo que os parafusos 41 possam ser facilmente encaixados nos orifícios rosqueados 41a das porcas 41.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, o rotor 20 é dotado da roda de rotor discoide 22 que circunda o eixo 21 e fica em contato com a superfície periférica interna do garfo de rotor 23. O garfo de rotor 23 tem a forma do cilindro que tem o comprimento axial L maior que a espessura t da roda de rotor discoide 22 (vide figuras 5 e 6), enquanto a pluralidade de orifícios de recepção de parafuso 23a é formada nas porções da superfície periférica do garfo de rotor cilíndrico 23 que se projeta a partir da roda de rotor 22. A pluralidade de parafusos 42 é encaixada na pluralidade de orifícios rosqueados 41a de cada porca 41 disposta para se estender em direção ao núcleo de rotor 24 através da pluralidade de orifícios de recepção de parafuso 23a na direção axial. Deste modo, a pluralidade de parafusos 42 pode ser facilmente inserida em direção ao núcleo de rotor 24 a partir do lado interno do garfo de rotor 23 através da pluralidade de orifícios de recepção de parafuso 23a formada nas porções da superfície periférica interna do garfo de rotor cilíndrico 23 que se projetam a partir da roda de rotor 22.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima

no presente documento, os primeiros sulcos de recepção de chaveta 240c que se estendem na direção axial são formados na porção periférica interna do núcleo de rotor 24 enquanto os segundos sulcos de recepção de chaveta 23c são formados na superfície periférica externa do garfo de rotor 23 que
5 corresponde aos primeiros sulcos de recepção de chaveta 240c do núcleo de rotor 24. Ademais, os elementos de chaveta 43 são inseridos nos orifícios de recepção de chaveta 50 que consistem nos primeiros e segundos sulcos de recepção de chaveta 240c e 23c. Deste modo, os elementos de chaveta 43 podem impedir que o garfo de rotor 23 fique inativo dentro do núcleo de
10 rotor 24.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, as primeiras porções de polo magnético 241a e 241b são formadas para incluir as porções de cobertura de ímã 243 que cobrem os lados periféricos externos dos ímãs permanentes 30 (31), os espaços vazios 244 que expõem as superfícies de extremidade dos ímãs perma-
15 nentes 30 (31) e as porções de acoplamento 245 proporcionadas para corresponderem aos espaços vazios 244 para acoplar as porções de cobertura de ímã 243 e as segundas porções de polo magnético 242a (242b) adjacentes às primeiras porções de polo magnético 241a (241b) ao longo da perife-
20 ria externa do núcleo de rotor 24 (núcleos de rotor 24a e 24b). Deste modo, as porções de cobertura de ímã 243 podem impedir que os ímãs permanentes 30 (31) saiam em direção aos lados periféricos externos devido à força centrífuga que resulta da rotação do núcleo de rotor 24. Ademais, as porções de acoplamento 245 são proporcionadas ao longo da periferia externa
25 do núcleo de rotor 24 (ao longo da direção de esforço (esforço de tração e esforço compressivo) aplicada na rotação do núcleo de rotor 24), de modo que o esforço de tração e o esforço compressivo sejam aplicados às porções de acoplamento 245 enquanto o esforço de flexão causa facilmente a ruptura quando comparado ao esforço de tração e o esforço compressivo dificil-
30 mente é aplicado a estas na rotação do núcleo de rotor 24. Deste modo, pode-se evitar que as porções de acoplamento 245 se rompam resultando do esforço de flexão, de modo que a durabilidade do núcleo de rotor 24 possa

ser aumentada. Além disso, os espaços vazios 244 que expõem as superfícies de extremidade dos ímãs permanentes 30 (31) são proporcionados de modo que as trajetórias magnéticas que conectam as superfícies periféricas externas e as superfícies periféricas internas das porções de extremidade dos ímãs permanentes 30 (31) umas às outras possam ser alongadas, e a resistência magnética possa ser aumentada. Deste modo, o fluxo de vazamento a partir das superfícies periféricas externas até as superfícies periféricas internas (ou vice versa) das porções de extremidade dos ímãs permanentes 30 (31) pode ser reduzido.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, a espessura radial t1 (vide figuras 3 e 4) das porções de acoplamento 245 é produzida menor que a espessura radial t2 (vide figuras 3 e 4) das porções centrais das porções de cobertura de ímã 243. Deste modo, a espessura das porções de acoplamento 255 pode ser reduzida de modo que as áreas transversais das porções de acoplamento 245 que formam as trajetórias de fluxo de vazamento possam ser reduzidas quando comparadas a um caso em que se igualam substancialmente às espessuras das porções de acoplamento 255 e às porções de cobertura de ímã 243, de modo que o fluxo de vazamento das porções de extremidade dos ímãs permanentes 30 (31) possa ser adicionalmente reduzido.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, os cantos 244a das porções dos espaços vazios 244 que correspondem às porções de acoplamento 245 mais próximas às segundas porções de polo magnético 242a (242b) são formados para terem formatos transversais arqueados. Deste modo, a espessura radial das porções das porções de acoplamento 245 mais próximas às segundas porções de polo magnético 242a (242b) pode ser aumentada de maneira diferente a um caso em que a formação dos cantos 244a tem formatos transversais retangulares, de modo que a durabilidade do núcleo de rotor 24 possa ser adicionalmente aumentada.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, as porções de orifício 246a (246b) para montagem

dos ímãs permanentes 30 (31) são proporcionadas para serem contínuas aos espaços vazios 244 das primeiras porções de polo magnético 241a (241b), e as porções de engate 247 que se engatam aos ímãs permanentes 30 (31) são proporcionadas nas porções de orifício 246a (246b). Deste modo, os ímãs permanentes 30 (31) podem ser fortemente fixados às porções de orifício 246a (246b) ao engatarem os ímãs permanentes 30 (31) e as porções de engate 247 das porções de orifício 246a (246b) uns aos outros.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, as porções inclinadas 30a são formadas nas superfícies de extremidade dos ímãs permanentes 30 (31) de modo que a largura circunferencial dos ímãs permanentes 30 (31) seja gradualmente reduzida a partir dos lados periféricos internos em direção aos lados periféricos externos, e as porções de engate 247 são formadas para se engatarem às porções inclinadas 30a dos ímãs permanentes 30 (31) ao entrar em contato com as mesmas. Deste modo, os ímãs permanentes 30 (31) podem ser produzidos de maneira dificilmente desengatável a partir das porções de engate 247, de modo que os ímãs permanentes 30 (31) possam ser mais firmemente fixados às porções de orifício 246a (246b).

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, as superfícies laterais periféricas externas das porções de cobertura de ímã 243 são formadas para terem os formatos convexos dotados de porções superiores que correspondem às porções centrais dos ímãs permanentes 30 (31) quando observadas a partir da direção axial. Deste modo, a distribuição da densidade de fluxo magnético no vão entre as porções de cobertura de ímã 243 (porção periférica externa do núcleo de rotor 24) e a porção periférica interna do núcleo de estator 11 pode ser sinuoidal, de modo que as propriedades magnéticas do gerador de energia 1 possam ser aprimoradas.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, o núcleo de rotor 24 é constituído pelos núcleos de rotor 24a e 24b dispostos para se sobreporem na direção axial, e os ímãs permanentes 30 e 31 dos núcleos de rotor 24a e 24b são magnetizados para

terem as polaridades diferentes umas das outras nos lados periféricos externos. Ademais, os núcleos de rotor 24a e 24b são dispostos para se sobrepor na direção axial em um estado em que se desviam uns dos outros através do ângulo prescrito (180° em ângulo elétrico) na direção de rotação de modo que as primeiras porções de polo magnético 241a do núcleo de rotor 24a e as segundas porções de polo magnético 242b do núcleo de rotor 24b correspondam umas às outras e as segundas porções de polo magnético 242a do núcleo de rotor 24a e as primeiras porções de polo magnético 241b do rotor core 24b correspondam umas às outras. Deste modo, os ímãs permanentes 30 e 31 magnetizados para terem as polaridades diferentes umas das outras nos lados periféricos externos são dispostos de maneira circunferencialmente alternada um a um no núcleo de rotor 24 que consiste em núcleos de rotor 24a e 24b conforme observados a partir da direção axial, de modo que o núcleo de rotor 24 possa gerar o fluxo magnético de uma maneira equilibrada.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, as porções de cobertura de ímã 243 são constituídas por uma pluralidade de placas de aço eletromagnéticas empilhadas para se sobrepor na direção axial. Deste modo, o fluxo magnético gerado pela reação de armadura flui ao longo da direção extensional (direção que cruza com a direção axial) das placas de aço eletromagnéticas que constituem as porções de cobertura de ímã 243, de modo que as áreas transversais de porções das porções de cobertura de ímã 243 onde o fluxo magnético gerado pelo fluxo de reação de armadura pode ser reduzido. Consequentemente, a perda de corrente de Foucault causada nas porções de cobertura de ímã 243 pode ser reduzida.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 são dispostos nas porções que correspondem às segundas porções de polo magnético 242a (242b) do núcleo de rotor 24a (24b). Deste modo, o núcleo de rotor 24a (24b) é dividido nas segundas porções de polo magnético 242a (242b) sem ímãs permanentes 30 (31), de modo que se possa evi-

tar a redução do das propriedades magnéticas do núcleo de rotor 24a (24b). Consequentemente, se pode evitar a redução da eficiência de geração de energia do gerador de energia 1. Ademais, se pode evitar mais a redução das propriedades magnéticas do núcleo de rotor 24a (24b) quando comparada a um caso de divisão do núcleo de rotor 24a (24b) nas primeiras porções de polo magnético 241a (241b) dotadas de porções de orifício 246a (246b) para montar os ímãs permanentes 30 (31). Além disso, a precisão de montagem do núcleo de rotor 24a (24b) pode ser adicionalmente aprimorada.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 são dispostos nos limites magnéticos (vide a linha reta 11 na figura 7) das segundas porções de polo magnético 242a (242b) do núcleo de rotor 24a (24b). Deste modo, o núcleo de rotor 24a (24b) é dividido em porções menos magneticamente influenciadas das segundas porções de polo magnético 242a (242b), de modo que se possa evitar mais a redução das propriedades magnéticas do núcleo de rotor 24a (24b). Consequentemente, se pode evitar mais a redução da eficiência de geração de energia do gerador de energia 1.

De acordo com a primeira modalidade, conforme descrito acima no presente documento, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 são dispostos a cada quatro segundas porções de polo magnético 242a (242b). Deste modo, o número de divisões do núcleo de rotor 24a (24b) pode ser reduzido quando comparado a um caso de divisão do núcleo de rotor 24a (24b) em todas as segundas porções de polo magnético 242a (242b), de modo que se possa evitar a redução das propriedades magnéticas do núcleo de rotor 24a (24b) que resultam de um grande número de divisões do núcleo de rotor 24a (24b).

(Segunda Modalidade)

A estrutura de um rotor 20a de um gerador de energia 1a, de acordo com a segunda modalidade da presente invenção, será descrita agora com referência às figuras 12 e 13. De acordo com a segunda modalidade,

os ímãs permanentes 32 (33) são formados para terem seções substancialmente retangulares quando observadas a partir de uma direção axial, de maneira diferente da primeira modalidade mencionada acima, em que os ímãs permanentes 30 (31) são formados para terem as seções substancialmente trapezoidais conforme observadas a partir da direção axial. O gerador de energia 1a é um exemplo da "máquina elétrica rotativa" na presente invenção.

Conforme mostrado nas figuras 12 e 13, um núcleo de rotor 25 do rotor 20a de acordo com a segunda modalidade, é formado ao dispor os núcleos de rotor 25a e 25b para se sobreporem na direção axial em um estado em que se desviam em um ângulo prescrito (180° em ângulo elétrico) na direção de rotação.

O núcleo de rotor 25a (25b) é formado para ser divisível na direção circunferencial, para incluir uma pluralidade de porções de núcleo 250. A pluralidade de porções de núcleo 250 é dotada de orifícios de recepção de porca 250a para receber porcas 41, porções de sulco 250b para receber parafusos 42 e primeiros sulcos de recepção de chaveta 250c que constituem os orifícios de recepção de chaveta 51 para receber elementos de chaveta 43.

O núcleo de rotor 25a (25b) é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético 251a (251b) que têm os ímãs permanentes 32 (33) e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético 252a (252b) que não têm ímãs permanentes 32 (33) uma a uma. Conforme mostrado na figura 12, os ímãs permanentes 32 magnetizados de modo que os polos norte sejam proporcionados nos lados periféricos externos são embutidos nas porções de orifício 256a, posteriormente descritas, das primeiras porções de polo magnético 251a através de um adesivo ou similar. Conforme mostrado na figura 13, os ímãs permanentes 33 magnetizados de modo que os polos sul sejam proporcionados nos lados periféricos externos são embutidos nas porções de orifício 256b, posteriormente descritas, das primeiras porções de polo magnético 251b através de um adesivo ou similar. Em outras palavras, cada

um dos núcleos de rotor 25a e 25b é formado para ter uma estrutura IPM e uma estrutura de polo subsequente.

Conforme mostrado nas figuras 12 e 13, as primeiras porções de polo magnético 251a (251b) são formadas para incluírem porções de cobertura de ímã 253 que cobrem os lados periféricos externos do ímã permanente 32s (33), pares de espaços vazios 2554 que expõem ambas as superfícies de extremidade dos ímãs permanentes 32 (33) e pares de porções de acoplamento 255 proporcionados para corresponderem aos pares de espaços vazios 254 respectivamente. Ademais, as primeiras porções de polo magnético 251a (251b) são dotadas de porções de orifício 256a (256b) para montar os ímãs permanentes 32 (33), que são contínuos aos espaços vazios 254.

De acordo com a segunda modalidade, os ímãs permanentes 32 (33) são formados para terem as seções retangulares conforme observadas a partir da direção axial. Em outras palavras, as porções paralelas 32a (33a) formadas para serem substancialmente paralelas umas às outras são proporcionadas em ambas as superfícies de extremidade dos ímãs permanentes 32 (33).

De acordo com a segunda modalidade, as porções de orifício 256a (256b) das primeiras porções de polo magnético 251a (251b) do núcleo de rotor 25a (25b) são dotadas de pares de porções de engate 257 que engatam nas porções das porções paralelas 32a (33a) dos ímãs permanentes 32 (33) mais próximas ao lado periférico interno do núcleo de rotor 25a (25b) ao entrarem em contato com o mesmo. O rotor 20a é formado de modo que as larguras circunferenciais dos espaços entre os pares de porções de engate 257 sejam substancialmente iguais umas às outras nos lados periféricos internos e externos do núcleo de rotor 25a (25b).

A estrutura restante da segunda modalidade é similar àquela da primeira modalidade mencionada acima. De acordo com a segunda modalidade, conforme descrito acima no presente documento, os ímãs permanentes 32 (33) são formados para terem as seções substancialmente retangulares de modo que ambas as superfícies de extremidade destas sejam subs-

tancialmente paralelas umas às outras. Deste modo, os ímãs permanentes 32 (33) podem ser facilmente fabricados, de maneira diferente a um caso de formação dos ímãs permanentes 32 (33) em formatos (tais como, formatos setoriais, por exemplo) diferentes dos formatos substancialmente retangulares.

Os efeitos remanescentes da segunda modalidade são similares aqueles da primeira modalidade mencionada acima.

(Terceira Modalidade)

A estrutura de um rotor 20b de um gerador de energia 1b, de acordo com a terceira modalidade da presente invenção, será descrita agora com referência às figuras 14 a 17. De acordo com a terceira modalidade, as superfícies laterais periféricas externas dos ímãs permanentes 30 (31) são expostas, de maneira diferente à primeira modalidade mencionada acima, em que as superfícies laterais periféricas externas dos ímãs permanentes 30 (31) são cobertas com as porções de cobertura de ímã 243. O gerador de energia 1b é um exemplo da "máquina elétrica rotativa" na presente invenção.

Conforme mostrado nas figuras 14 a 17, um núcleo de rotor 26 do rotor 20b, de acordo com a terceira modalidade, é formado ao dispor os núcleos de rotor 26a e 26b para se sobreporem em uma direção axial em um estado que se desviam em um ângulo prescrito (180° em ângulo elétrico) na direção de rotação.

Conforme mostrado nas figuras 14 e 15, o núcleo de rotor 26a (26b) é formado para ser divisível na direção circunferencial, que inclui uma pluralidade de porções de núcleo 260. A pluralidade de porções de núcleo 260 é dotada de orifícios de recepção de porca 260a para receber as porcas 41, das porções de sulco 260b para receber os parafusos 42 e dos primeiros sulcos de recepção de chaveta 260c que constituem os orifícios de recepção de chaveta 52 para receber os elementos de chaveta 43.

Conforme mostrado na figura 14, o núcleo de rotor 26a é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético 261a que tem os ímãs permanentes 30

magnetizados de modo que os polos norte sejam proporcionados nos lados periféricos externos e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético 242a que não tem ímãs permanentes 30 uma a uma. Conforme mostrado na figura 15, o núcleo de rotor 26b é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético 261v que tem os ímãs permanentes 31 magnetizados de modo que os polos sul sejam proporcionados nos lados periféricos externos e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético 262a que não tem ímãs permanentes 31 uma a uma. Em outras palavras, cada um dos núcleos de rotor 26a e 26b tem uma estrutura de polo subsequente.

De acordo com a terceira modalidade, os ímãs permanentes 30 (31) são montados nas primeiras porções de polo magnético 261a (261b) através de um adesivo ou similar, de modo que as superfícies laterais periféricas externas destes sejam expostas. A estrutura do núcleo de rotor 26a (26b) montada de modo que as superfícies laterais periféricas externas dos ímãs permanentes 30 (31) sejam expostas é geralmente referida como uma estrutura SPM (Ímã Permanente Superficial). Portanto, cada um dos núcleos de rotor 26a e 26b, de acordo com a terceira modalidade, tem uma estrutura SPM e uma estrutura de polo subsequente.

De acordo com a terceira modalidade, as primeiras porções de polo magnético 261a (261b) são dotadas de porções de montagem de ímã 263a (263b) para montar os ímãs permanentes 30 (31) nesta, conforme mostrado nas figuras 14 e 15. As porções de montagem de ímã 263a (263b) são côncavas em direção ao lado periférico interno do núcleo de rotor 26a (26b). As porções de montagem de ímã 263a (263b) são dotadas de pares de porções de engate 264 que engatam nas porções de porções inclinadas 30a (31a) dos ímãs permanentes 30 (31) mais próximas ao lado periférico interno do núcleo de rotor 26a (26b) ao entrarem em contato com o mesmo.

De acordo com a terceira modalidade, as segundas porções de polo magnético 262a (262b) são convexas em direção ao lado periférico externo do núcleo de rotor 26a (26b). Conforme mostrado na figura 14, as segundas porções de polo magnético 262b do núcleo de rotor 26b são forma-

das para se projetarem para fora além dos ímãs permanentes 30 das primeiras porções de polo magnético 261a do núcleo de rotor 26a, quando observadas em um lado em uma direção axial. De maneira similar, as segundas porções de polo magnético 262a do núcleo de rotor 26a são formadas para se projetarem para fora além dos ímãs permanentes 31 das primeiras porções de polo magnético 261b do núcleo de rotor 26b quando observadas a partir de outro lado na direção axial, conforme mostrado na figura 15.

No núcleo de rotor 26, de acordo com a terceira modalidade, que tem a estrutura SPM, o núcleo de rotor 26a (26b) pode ser proporcionado sem porções de orifício (porções de orifício 246a (246b) na primeira modalidade mencionada acima) (vide figuras 3 e 4) para montar os ímãs permanentes 30 (31), de maneira diferente do núcleo de rotor 24, de acordo com a primeira modalidade mencionada acima que tem a estrutura IPM. Em outras palavras, o rotor 20b pode ser proporcionado sem porções (porções de cobertura de ímã 243 (vide figuras 3 e 4) na primeira modalidade mencionada acima) que cobre as superfícies laterais periféricas externas dos ímãs permanentes 30 (31) ao fabricar o núcleo de rotor 26a (26b), de modo que o núcleo de rotor 26a (26b) possa ser facilmente fabricado.

A estrutura remanescente da terceira modalidade é similar àquela da primeira modalidade mencionada acima.

Os efeitos remanescentes da terceira modalidade também são similares àqueles da primeira modalidade mencionada acima.

(Quarta Modalidade)

A estrutura de um rotor 20c de um gerador de energia 1c, de acordo com uma quarta modalidade da presente invenção, será descrita agora com referência às figuras 18 e 19. De acordo com a quarta modalidade, os limites entre uma pluralidade de porções de núcleo 270 são dispostos nas porções que correspondem às primeiras porções de polo magnético 271a (271b) de um núcleo de rotor 27a (27b), de maneira diferente da primeira modalidade mencionada acima, em que os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 240 são dispostos nas porções que correspondem às segundas porções de polo magnético 242a (242b) do núcleo de rotor 24a

(24b). O gerador de energia 1c é um exemplo da "máquina elétrica rotativa" na presente invenção.

Conforme mostrado nas figuras 18 e 19, o núcleo de rotor 27 do rotor 20c, de acordo com a quarta modalidade, é formado ao dispor os núcleos de rotor 27a e 27b para se sobreporem em uma direção axial em um estado que se desviam em um ângulo prescrito (180° em ângulo elétrico) na direção de rotação.

O núcleo de rotor 27a (27b) é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético 271a (271b) que tem ímãs permanentes 30 (31) e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético 272a (272b) que não tem ímãs permanentes 30 (31) uma a uma. Conforme mostrado na figura 18, os ímãs permanentes 30 magnetizados de modo que os polos norte sejam proporcionados nos lados periféricos externos sejam embutidos nas porções de orifício 276a, posteriormente descritas, das primeiras porções de polo magnético 271a através de um adesivo ou similar. Conforme mostrado na figura 19, os ímãs permanentes 31 magnetizados de modo que os polos sul sejam proporcionados nos lados periféricos externos são embutidos nas porções de orifício 276b, posteriormente descritas, das primeiras porções de polo magnético 271b através de um adesivo ou similar. Em outras palavras, cada um dos núcleos de rotor 27a e 27b é formado para ter uma estrutura IPM e uma estrutura de polo subsequente.

Conforme mostrado nas figuras 18 e 19, as primeiras porções de polo magnético 271a (271b) do núcleo de rotor 27a (27b) são formadas para incluírem porções de cobertura de ímã 273 que cobrem os lados periféricos externos dos ímãs permanentes 30 (31), os pares de espaços vazios 274 que expõem ambas as superfícies de extremidade dos ímãs permanentes 30 (31) e pares de porções de acoplamento 275 proporcionados para corresponderem aos pares de espaços vazios 274 respectivamente. As primeiras porções de polo magnético 271a são dotadas de porções de orifício 276a (276b) para montar os ímãs permanentes 30 (31), para serem contínuos aos espaços vazios 274. As porções de orifício 276a (276b) são dotadas de pa-

res de porções de engate 277 que engatam nas porções de porções inclinadas 30a (31a) dos ímãs permanentes 30 mais próximas ao lado periférico interno do núcleo de rotor 27a (27b) ao entrarem em contato com o mesmo.

De acordo com a quarta modalidade, o núcleo de rotor 27a (27b) é formado para ser divisível na direção circunferencial, que inclui uma pluralidade de porções de núcleo 270. A pluralidade de porções de núcleo 270 é dotada de orifícios de recepção de porca 270a para receber as porcas 41, de porções de sulco 270b para receber parafusos 42 e dos primeiros sulcos de recepção de chaveta 270c que constituem os orifícios de recepção de chaveta 53 para receber os elementos de chaveta 43.

De acordo com a quarta modalidade, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 270 é disposto em porções que correspondem às primeiras porções de polo magnético 271a (271b) do núcleo de rotor 27a (27b). Mais especificamente, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 270 são dispostos nas porções centrais das primeiras porções de polo magnético 271a (271b) na direção circunferencial. Ademais, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 270 são dispostos a cada três primeiras porções de polo magnético 271a (271b). Em outras palavras, cada porção de núcleo 270 é formada para incluir duas segundas porções de polo magnético 272a (272b) dispostas entre três primeiras porções de polo magnético 271a (271b).

A estrutura remanescente da quarta modalidade é similar àquela da primeira modalidade mencionada acima.

De acordo com a quarta modalidade, conforme descrito acima no presente documento, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 270 são dispostos a cada três primeiras porções de polo magnético 271a (271b). Deste modo, o número de divisões do núcleo de rotor 27a (27b) pode ser mais reduzido quando comparado a um caso de divisão do núcleo de rotor 27a (27b) em todas as primeiras porções de polo magnético 271a (271b). Consequentemente, se pode evitar a redução das propriedades magnéticas do núcleo de rotor 27a (27b) que resultam da divisão deste.

De acordo com a quarta modalidade, conforme descrito acima no presente documento, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo 270 são dispostos nas porções centrais (isto é, os limites magnéticos (vide a linha reta 12 na figura 7) das primeiras porções de polo magnético 271a (271b)) das primeiras porções de polo magnético 271a (271b) do núcleo de rotor 27a (27b) na direção circunferencial. Deste modo, o núcleo de rotor 27a (27b) pode ser dividido em porções menos magneticamente influenciadas das primeiras porções de polo magnético 271a (271b).

Os efeitos remanescentes da quarta modalidade são similares àqueles da primeira modalidade mencionada acima.

Embora a presente invenção tenha sido descrita e ilustrada em detalhes, é claramente entendido que a mesma se dá apenas por meio de ilustração e exemplo e não deve ser tomada por meio de limitação, sendo que o espírito e escopo da presente invenção se limitam apenas aos termos das reivindicações em anexo.

Por exemplo, embora a presente invenção seja aplicada ao gerador de energia do sistema de geração de energia eólica em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. A presente invenção é aplicável a uma máquina elétrica rotativa geral, tal como, um gerador de energia ou um motor empregado em um sistema de geração de energia diferente do sistema de geração de energia eólica.

Embora o garfo de rotor e o núcleo de rotor sejam fixados uns aos outros com os elementos de fixação (elementos fixadores) que consistem em porcas e parafusos em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se limita a estas. De acordo com a presente invenção, o garfo de rotor e o núcleo de rotor podem ser fixados uns aos outros através da fixação dos mesmos aos elementos de calafetagem, ou similar, ou os orifícios rosqueados podem ser formados no núcleo de rotor nos quais o garfo de rotor e o núcleo de rotor são fixados uns aos outros através da fixação dos mesmos apenas com parafusos. De acordo com a presente invenção, ademais, o garfo de rotor e o núcleo de rotor

podem ser alternativamente fixados uns aos outros com elementos de fixação diferentes dos elementos fixadores.

Embora os elementos de fixação (elemento fixadores) consistam em porcas e parafusos dispostos nos limites entre a pluralidade de porções de núcleo em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, os elementos fixadores podem ser alternativamente dispostos em porções diferentes dos limites entre a pluralidade de porções de núcleo.

Embora o núcleo de rotor seja formado para ser divisível na direção circunferencial em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, o núcleo de rotor pode ser alternativamente constituído como um componente não divisível.

Embora o rotor seja constituído pelo núcleo de rotor que tem a estrutura de polo consequente em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, o rotor pode ser alternativamente constituído por um núcleo de rotor que tem uma estrutura diferente da estrutura de polo subsequente.

Embora a espessura radial das porções de acoplamento seja produzida menor que a espessura radial das porções de cobertura de ímã in em cada uma das primeira, segunda e quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, a espessura radial das porções de acoplamento pode ser alternativamente produzida igual à espessura radial das porções de cobertura de ímã.

Embora os ímãs permanentes sejam montados ao proporcionar as porções de engate no núcleo de rotor e engatar as mesmas aos ímãs permanentes em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, os ímãs permanentes podem ser alternativamente montados

com um adesivo, sem proporcionar porções de engate no núcleo de rotor.

Embora os limites entre a pluralidade de porções de núcleo sejam dispostos nos limites magnéticos (eixos de linha simétrica (vide a linha reta 11 na figura 7) dos campos magnéticos estáticos nas segundas porções de polo magnético da primeira modalidade ou nos eixos de linha simétrica (vide a linha reta 12 na figura 7) dos campos magnéticos estáticos nas primeiras porções de polo magnético da quarta modalidade) do núcleo de rotor em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo podem ser alternativamente dispostos nas proximidades dos limites magnéticos do núcleo de rotor. De acordo com esta estrutura, o núcleo de rotor é dividido nas proximidades das porções menos magneticamente influenciadas deste, de modo que se possa evitar efetivamente a redução das propriedades magnéticas do núcleo de rotor. De acordo com a presente invenção, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo podem ser dispostos de maneira adicionalmente alternativa nas porções diferentes dos limites magnéticos do núcleo de rotor e nas proximidades deste.

Embora os limites entre a pluralidade de porções de núcleo sejam dispostos a cada quatro segundas porções de polo magnético (de modo que cada porção de núcleo inclua três primeiras porções de polo magnético dispostas entre as quatro segundas porções de polo magnético) em cada uma das primeira a terceira modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo podem ser alternativamente dispostos a cada três ou menos segundas porções de polo magnético, ou a cada cinco ou mais segundas porções de polo magnético. De maneira similar, embora os limites entre a pluralidade de porções de núcleo sejam dispostos a cada três primeiras porções de polo magnético (de modo que cada porção de núcleo inclua duas segundas porções de polo magnético dispostas entre três primeiras porções de polo magnético) na quarta modalidade mencionada acima, os limites entre a pluralidade de porções de núcleo po-

dem ser alternativamente dispostos a cada duas ou menos primeiras porções de polo magnético, ou a cada quatro ou mais primeiras porções de polo magnético na presente invenção.

Embora os ímãs permanentes que têm as seções substancialmente trapezoidais sejam montados no núcleo de rotor que tem a estrutura SPM na terceira modalidade mencionada acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, os ímãs permanentes 32 (33) que têm seções substancialmente retangulares podem ser alternativamente montados em um núcleo de rotor 28 que tem uma estrutura SPM, como em um rotor 20d, de acordo com uma modificação da terceira modalidade mostrada nas figuras 20 e 21.

De acordo com esta modificação da terceira modalidade, o núcleo de rotor 28 do rotor 20d é formado ao dispor os núcleos de rotor 28a e 28b, cada um que tem uma estrutura de polo consequente e uma estrutura SPM, para se sobreporem em uma direção axial em um estado em que se desviam em um ângulo prescrito (180° em ângulo elétrico) na direção de rotação, conforme mostrado nas figuras 20 e 21.

Ademais, nesta modificação da terceira modalidade, o núcleo de rotor 28a (28b) é formado para ser divisível na direção circunferencial, que inclui uma pluralidade de porções de núcleo 280. Ademais, o núcleo de rotor 28a (28b) é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético 281a (281b) e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético 282a (282b) uma a uma. As primeiras porções de polo magnético 281a (281b) do núcleo de rotor 28a (28b) são dotadas de porções de montagem de ímã côncavas 283a (283b) para montar os ímãs permanentes 32 (33) que têm as seções substancialmente retangulares nestas. As porções de montagem de ímã 283a (283b) são dotadas de pares de porções de engate 284. Os pares de porções de engate 284 são formados para engatarem nas porções das porções paralelas 32a (33a), proporcionadas nas superfícies de extremidade dos ímãs permanentes 32 (33), mais próximas ao lado periférico interno do núcleo de rotor 28a (28b).

De acordo com a estrutura desta modificação da terceira modalidade, o núcleo de rotor 28a (28b) que tem a estrutura SPM, na qual os ímãs permanentes 32 (33) podem ser facilmente fabricados, pode ser proporcionado de maneira diferente de um caso de formação dos ímãs permanentes 32 (33) em formatos (formatos setoriais, por exemplo) diferentes dos formatos substancialmente retangulares.

Embora o rotor seja formado ao sobrepor os dois núcleos de rotor, cada um que tem a estrutura de polo consequente, uns aos outros na direção axial no estado em que se desviam através do ângulo prescrito na direção de rotação em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, um rotor pode ser alternativamente formado por um núcleo de rotor que tem a estrutura de polo consequente, como em uma modificação de cada uma das primeira, segunda e quarta modalidades mostradas na figura 22 ou outra modificação da terceira modalidade mostrada na figura 23.

Na modificação de cada uma das primeira, segunda e quartas modalidades mostradas na figura 22, um rotor 20e é constituído por um núcleo de rotor 29a que tem uma estrutura IPM, na qual os ímãs permanentes 34 são embutidos. Na modificação da terceira modalidade mostrada na figura 23, por outro lado, um rotor 20f é constituído por um núcleo de rotor 29b de uma estrutura SPM que tem ímãs permanentes 35 montados de modo que as superfícies laterais periféricas externas destes sejam expostas.

De acordo com a presente invenção, o rotor pode ser alternativamente formado ao sobrepor pelo menos três núcleos de rotor, cada um que tem uma estrutura de polo subsequente, uns aos outros na direção axial em um estado em que se desviam através de um ângulo prescrito na direção de rotação. Quando o rotor for formado ao sobrepor um número par de núcleos de rotor, cada um que tem uma estrutura de polo consequente uns aos outros na direção axial em um estado em que se desviam através de um ângulo prescrito (180° em ângulo elétrico) na direção de rotação, o fluxo magnético pode ser gerado no vão entre a porção periférica externa do rotor

e a porção periférica interna do estator de uma maneira equilibrada quando observado a partir da direção axial.

Embora os elementos de chaveta sejam finalmente inseridos nos orifícios de recepção de chaveta que consistem nos primeiros sulcos de recepção de chaveta do núcleo de rotor e nos segundos sulcos de recepção de chaveta do garfo de rotor em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, os elementos de chaveta podem ser alternativamente inseridos primeiro nos segundos sulcos de recepção de chaveta do garfo de rotor. Neste caso, a pluralidade de porções de núcleo é circunferencialmente disposta na superfície periférica externa do garfo de rotor, enquanto insere os elementos de chaveta nos primeiros sulcos de recepção de chaveta. Neste momento, as porções de sulco nas porções periféricas internas das porções de núcleo e os orifícios de recepção de parafuso que passam através das superfícies periféricas internas e externas do garfo de rotor são alinhados uns aos outros. Finalmente, o garfo de rotor e o núcleo de rotor são fixados uns aos outros com as porcas e os parafusos.

Embora o cubo do rotor seja diretamente montado no eixo rotativo do gerador de energia em cada uma das primeira a quarta modalidades mencionadas acima, a presente invenção não se restringe a estas. De acordo com a presente invenção, uma caixa de engrenagens 6 pode ser alternativamente proporcionada entre um cubo do rotor 3 e um gerador de energia 1, como em um sistema de geração de energia eólica 101 de acordo com uma modificação de cada uma das primeira a quarta modalidades mostradas na figura 24.

REIVINDICAÇÕES

1. Máquina elétrica rotativa, que compreende:

um rotor que inclui uma porção de eixo rotativo, um garfo de rotor que circunda a dita porção de eixo rotativo e um núcleo de rotor, dispostos na superfície periférica externa do dito garfo de rotor, que tem uma pluralidade de ímãs permanentes circunferencialmente dispostos neste em intervalos; e um estator disposto de maneira oposta à superfície periférica externa do dito rotor, em que

o dito garfo de rotor e a porção periférica interna do dito núcleo de rotor são fixados uns aos outros com um elemento de fixação.

2. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 1, em

que

o dito núcleo de rotor é formado para ser divisível na direção circunferencial, que inclui uma pluralidade de porções de núcleo.

3. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 2, em que o dito elemento de fixação é disposto no limite entre a dita pluralidade de porções de núcleo.

4. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 2, em

que

o dito núcleo de rotor é proporcionado em um formato cilíndrico que tem uma superfície periférica interna disposta na superfície periférica externa do dito garfo de rotor, e

a dita pluralidade de porções de núcleo é formada para ter formatos substancialmente idênticos obtidos ao dividir o dito formato cilíndrico em intervalos substancialmente equiangulares.

5. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 1, em

que

o dito núcleo de rotor é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético que tem os ditos ímãs permanentes e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético que não tem os ditos ímãs permanentes uma a uma, e

o dito elemento de fixação é disposto em uma porção da porção periférica interna do dito núcleo de rotor que corresponde às ditas segundas porções de polo magnético.

5 6. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 1, em que

o dito elemento de fixação inclui uma porca e um parafuso encaixado na dita porca, a dita porca se estende em direção ao lado do dito núcleo de rotor em uma direção axial, e inclui uma pluralidade de porções de encaixe ao longo da dita direção axial, e

10 uma pluralidade dos ditos parafusos é disposta ao longo da direção extensional da dita porca, e encaixados na dita pluralidade de porções de encaixe da dita porca.

7. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 6, em que

15 um orifício de recepção de porca que recebe a dita porca e uma porção de sulco que conecta o dito orifício de recepção de porca e a superfície periférica interna do dito núcleo de rotor uns aos outros são proporcionados na porção periférica interna do dito núcleo de rotor,

20 o dito orifício de recepção de porca e a dita porção de sulco são proporcionados para se estender na dita direção axial do dito núcleo de rotor, e formados de modo que a largura de sulco da dita porção de sulco seja menor que a largura de orifício do dito orifício de recepção de porca, e

25 a dita pluralidade de parafusos é encaixada na dita pluralidade de porções de encaixe da dita porca inserida no dito orifício de recepção de porca através da dita porção de sulco que se estende na dita direção axial.

8. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 6, em que

30 o dito rotor inclui adicionalmente um elemento de suporte discoide que circunda a dita porção de eixo rotativo e em contato com a superfície periférica interna do dito garfo de rotor,

o dito garfo de rotor é proporcionado em um formato cilíndrico que tem um comprimento axial maior que a espessura do dito elemento de

suporte discoide, e inclui uma pluralidade de orifícios de recepção de parafuso formada nas porções da superfície periférica interna do dito garfo de rotor que tem o dito formato cilíndrico que se projeta a partir do dito elemento de suporte ao longo da dita direção axial, e

5 a dita pluralidade de parafusos é encaixada na dita pluralidade de porções de encaixe da dita porca disposta para se estender em direção ao lado do dito núcleo de rotor na dita direção axial através da dita pluralidade de orifícios de recepção de parafuso.

9. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 1, em
10 que
um primeiro sulco de recepção de chaveta que se estende em uma direção axial é formado na porção periférica interna do dito núcleo de rotor,

um segundo sulco de recepção de chaveta é formado na superfície periférica externa do dito garfo de rotor que corresponde ao dito primeiro sulco de recepção de chaveta do dito núcleo de rotor, e

15 um elemento de chaveta é inserido em um orifício de recepção de chaveta formado pelo dito primeiro sulco de recepção de chaveta e pelo dito segundo sulco de recepção de chaveta.

20 10. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 1, em que a dita pluralidade de ímãs permanentes é circunferencialmente embutida nas proximidades da porção periférica externa do dito núcleo de rotor em intervalos.

11. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 1,
25 em que

o dito núcleo de rotor é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético que tem ditos ímãs permanentes e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético que não tem os ditos ímãs permanentes uma a uma,

30 e

as ditas primeiras porções de polo magnético incluem porções de cobertura de ímã que cobrem os lados periféricos externos dos ditos ímãs

permanentes, espaços vazios que expõem as superfícies de extremidade dos ditos ímãs permanentes e porções de acoplamento proporcionadas para corresponderem aos ditos espaços vazios para acoplar as ditas porções de cobertura de ímã e as ditas segundas porções de polo magnético adjacentes às ditas primeiras porções de polo magnético umas às outras ao longo da periferia externa do dito núcleo de rotor.

12. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 11, em que a espessura radial das ditas porções de acoplamento é menor que a espessura radial das ditas porções de cobertura de ímã.

10 13. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 11, em que os cantos das porções dos ditos espaços vazios que correspondem às ditas porções de acoplamento mais próximas às ditas segundas porções de polo magnético são formados para terem formatos transversais arqueados.

15 14. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 1, em que o dito núcleo de rotor é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético que tem ditos ímãs permanentes e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético que não nos ditos ímãs permanentes uma a uma, e formado para ser divisível na direção circunferencial que inclui uma pluralidade de porções de núcleo.

20 15. Máquina elétrica rotativa, de acordo com a reivindicação 14, em que os limites entre a dita pluralidade de porções de núcleo são dispostos nas porções do dito núcleo de rotor que corresponde às ditas segundas porções de polo magnético.

25 16. Sistema de geração de energia eólica, que compreende:
um gerador de energia que inclui um rotor e um estator disposto para ser oposto à superfície periférica externa do dito rotor; e

uma pá conectada ao dito rotor do dito gerador de energia, em
30 que o dito rotor inclui:

uma porção de eixo rotativo,

um garfo de rotor que circunda a dita porção de eixo rotativo, e

um núcleo de rotor, disposto na superfície periférica externa do dito garfo de rotor, que tem uma pluralidade de ímãs permanentes circunferencialmente dispostos neste em intervalos, e

o dito garfo de rotor e a porção periférica interna do dito núcleo de rotor são fixados uns aos outros com um elemento fixador.

17. Sistema de geração de energia eólica, de acordo com a reivindicação 16, em que o dito núcleo de rotor do dito rotor do dito gerador de energia é formado para ser divisível na direção circunferencial que inclui uma pluralidade de porções de núcleo.

18. Sistema de geração de energia eólica, de acordo com a reivindicação 16, em que a dita pluralidade de ímãs permanentes é circunferencialmente embutida nas proximidades da porção periférica externa do dito núcleo de rotor do dito rotor do dito gerador de energia em intervalos.

19. Sistema de geração de energia eólica, de acordo com a reivindicação 16, em que

o dito núcleo de rotor do dito rotor do dito gerador de energia é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético que tem ditos ímãs permanentes e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético que não tem ditos ímãs permanentes uma a uma, e

as ditas primeiras porções de polo magnético incluem porções de cobertura de ímã que cobrem os lados periféricos externos dos ditos ímãs permanentes, espaços vazios que expõem as superfícies de extremidade dos ditos ímãs permanentes e porções de acoplamento proporcionadas para corresponderem aos ditos espaços vazios para acoplar as ditas porções de cobertura de ímã e as ditas segundas porções de polo magnético adjacentes às ditas primeiras porções de polo magnético umas às outras ao longo da periferia externa do dito núcleo de rotor.

20. Sistema de geração de energia eólica, de acordo com a reivindicação 16, em que o dito núcleo de rotor do dito rotor do dito gerador de energia é formado ao dispor de maneira circunferencialmente alternada uma pluralidade de primeiras porções de polo magnético que tem os ditos ímãs

permanentes e uma pluralidade de segundas porções de polo magnético que não tem os ditos ímãs permanentes uma a uma, e formado para ser divisível na direção circunferencial que inclui uma pluralidade de porções de núcleo.

FIG.1

Primeira modalidade

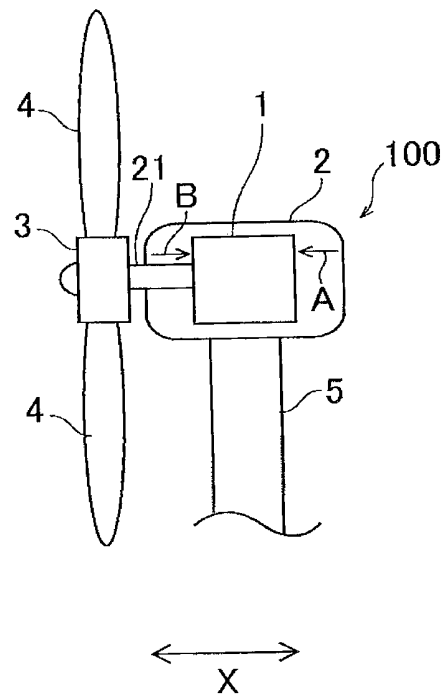


FIG.2

Diagrama observado a partir do lado ao longo
da seta A na Figura 1 (primeira modalidade)

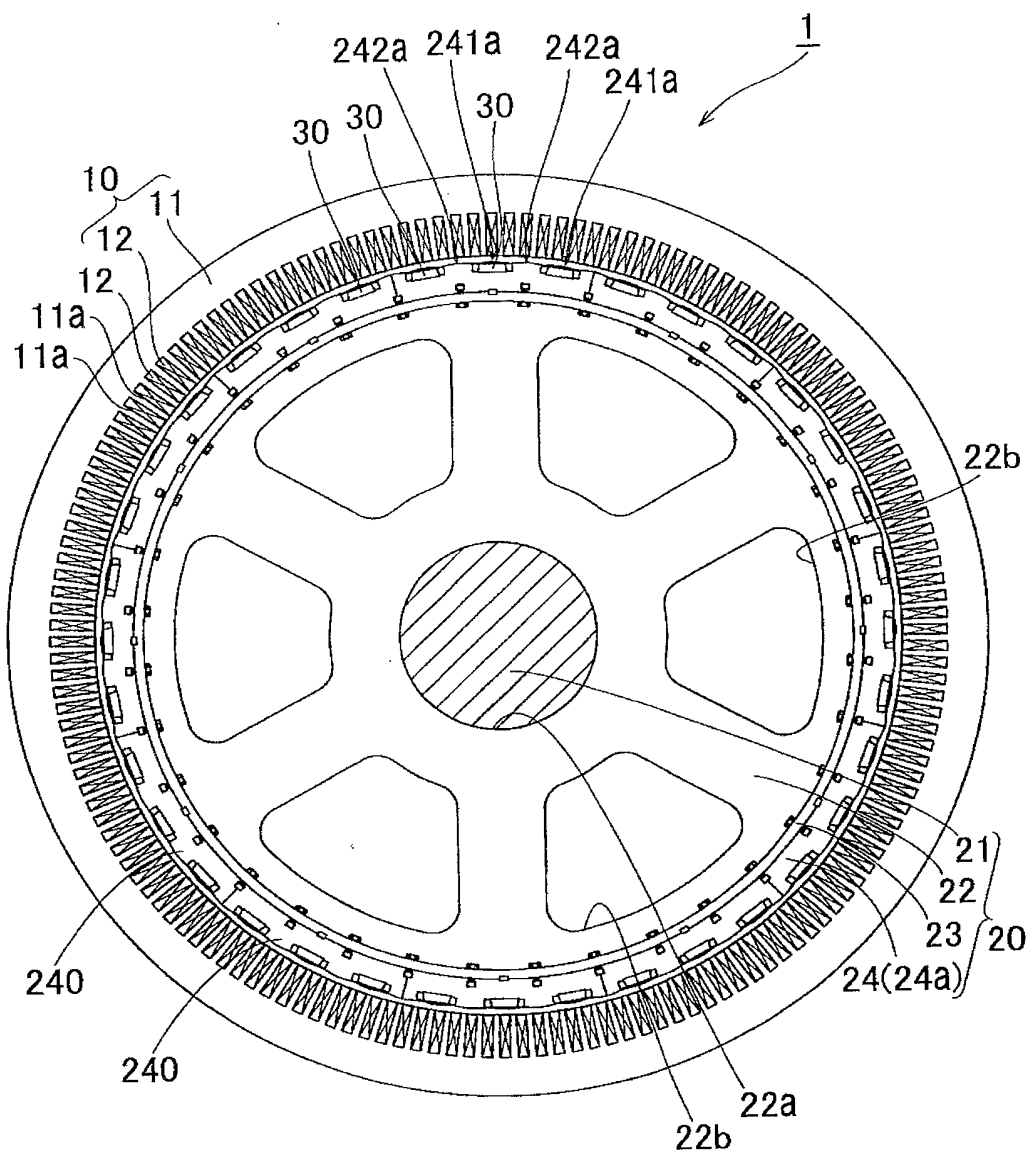


FIG.3

Vista ampliada observada a partir do lado ao longo da seta A na Figura 1 (primeira modalidade)

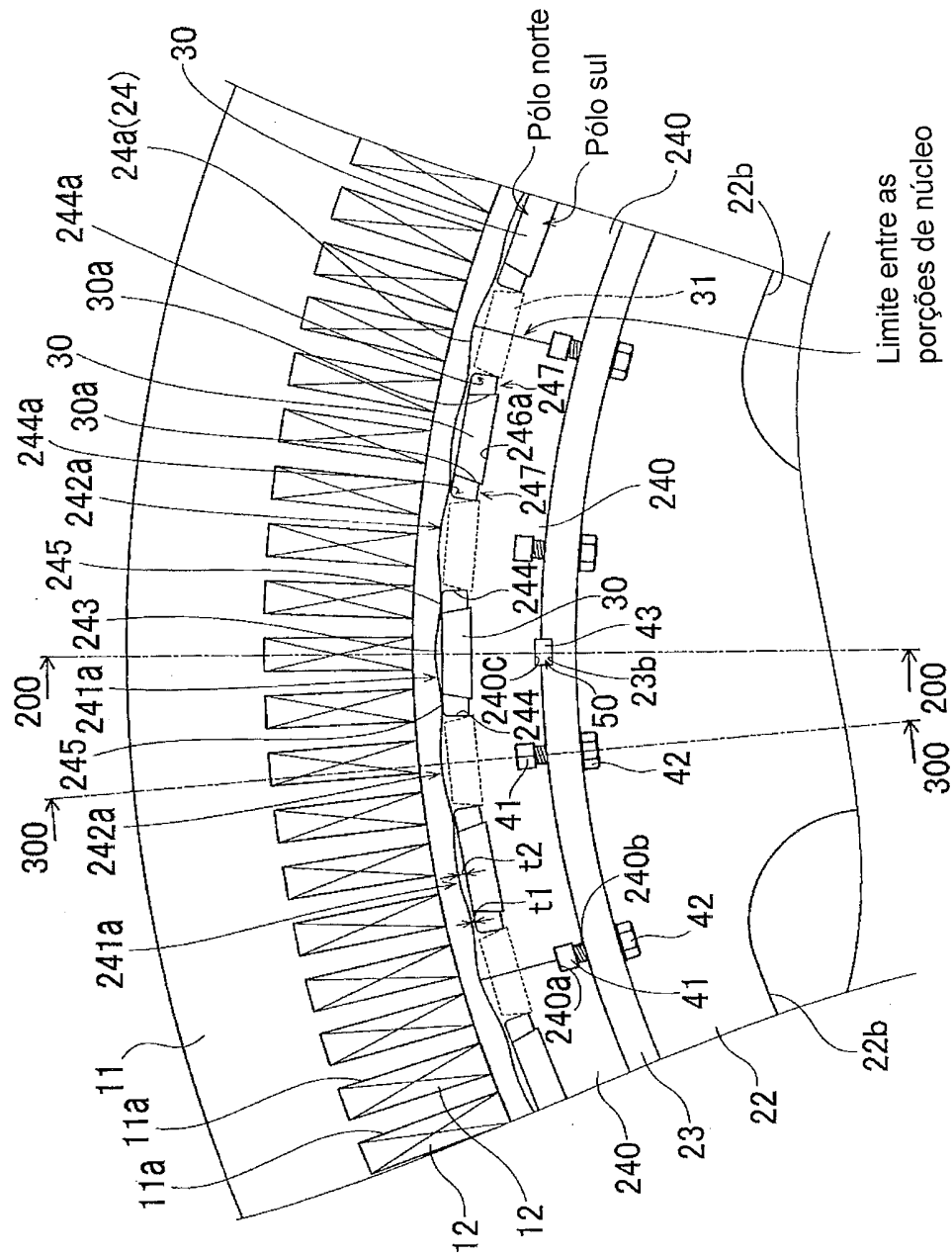


FIG.4

Vista ampliada observada a partir do lado ao longo da seta B na Figura 1 (primeira modalidade)

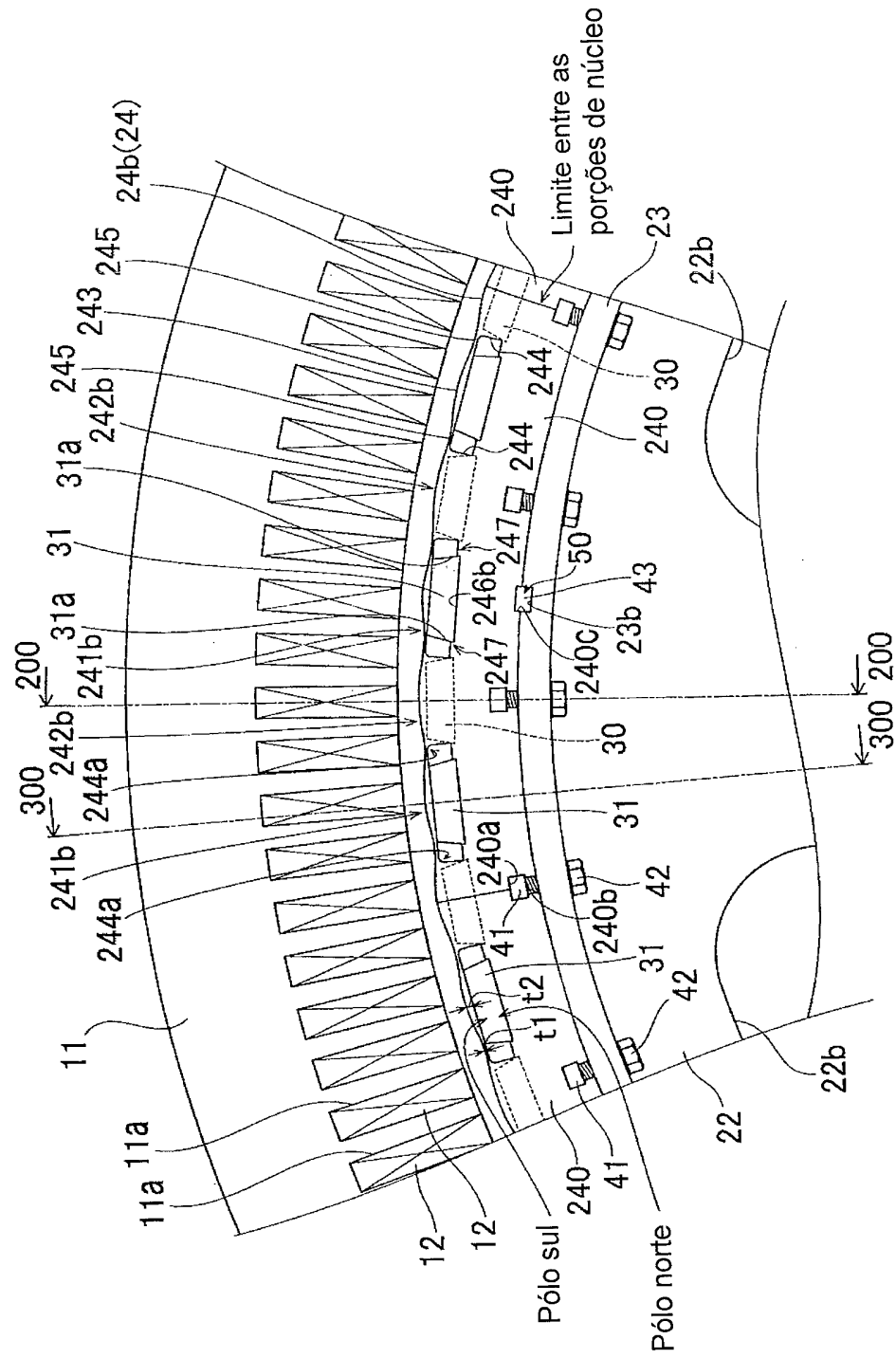


FIG.5

Vista transversal tomada ao longo da linha 200-200

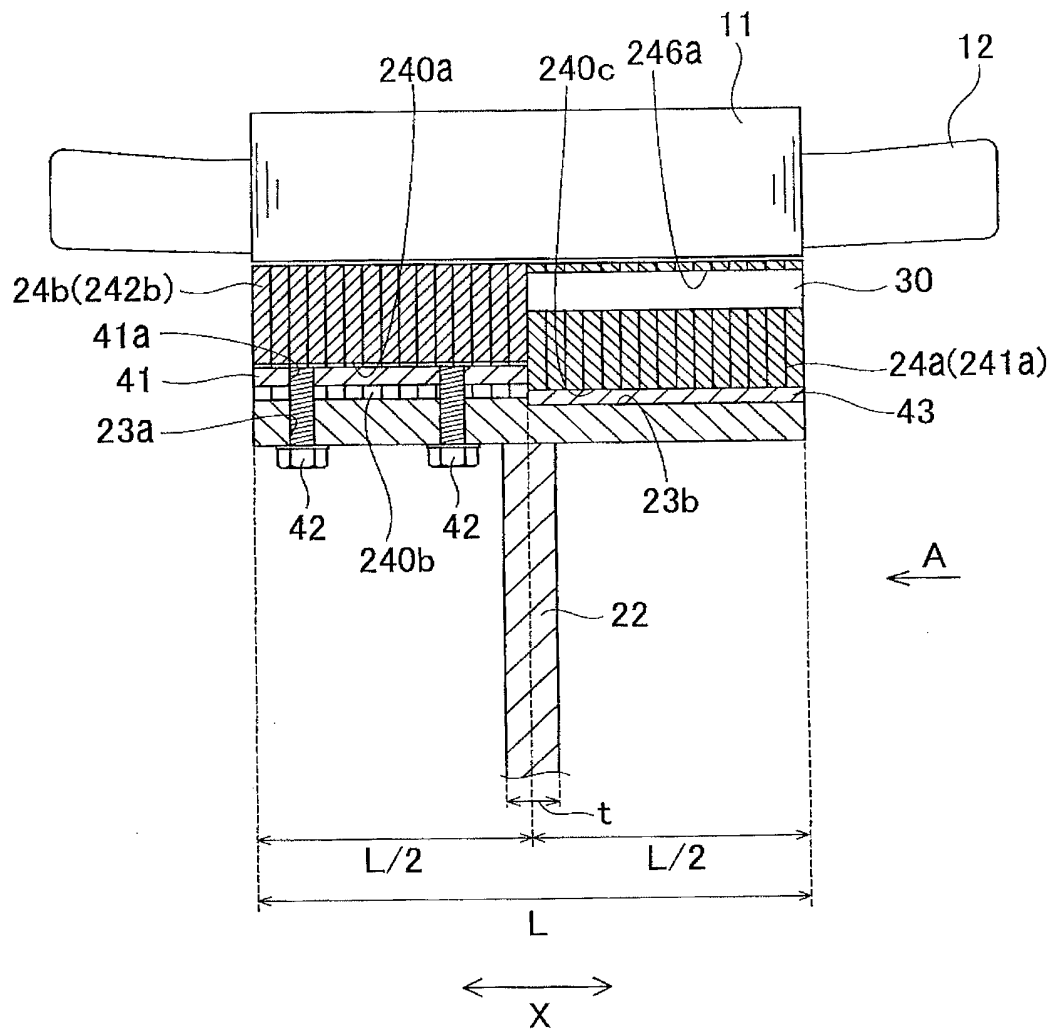


FIG.6

Vista transversal tomada ao longo da linha 300-300

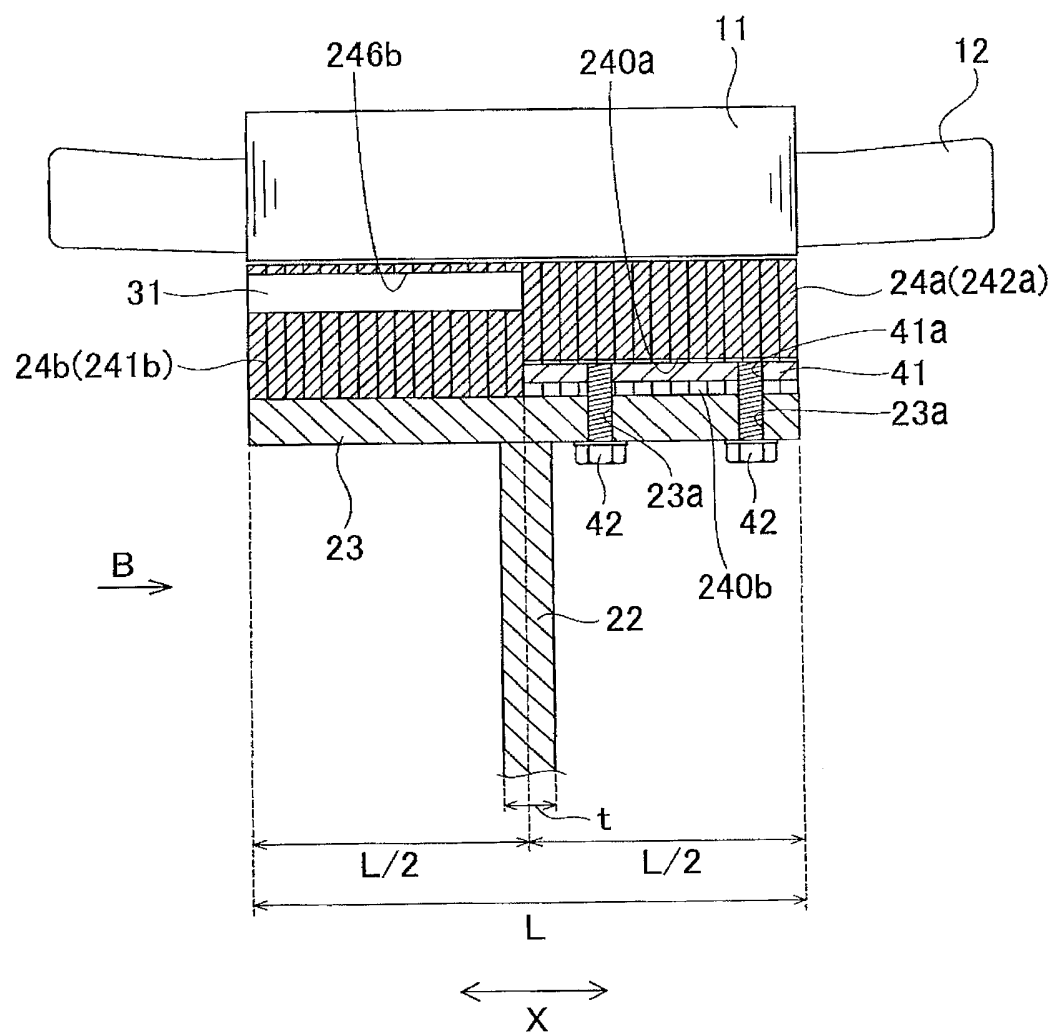


FIG. 7

Linhas magnéticas de fluxo no núcleo de rotor (primeira modalidade)

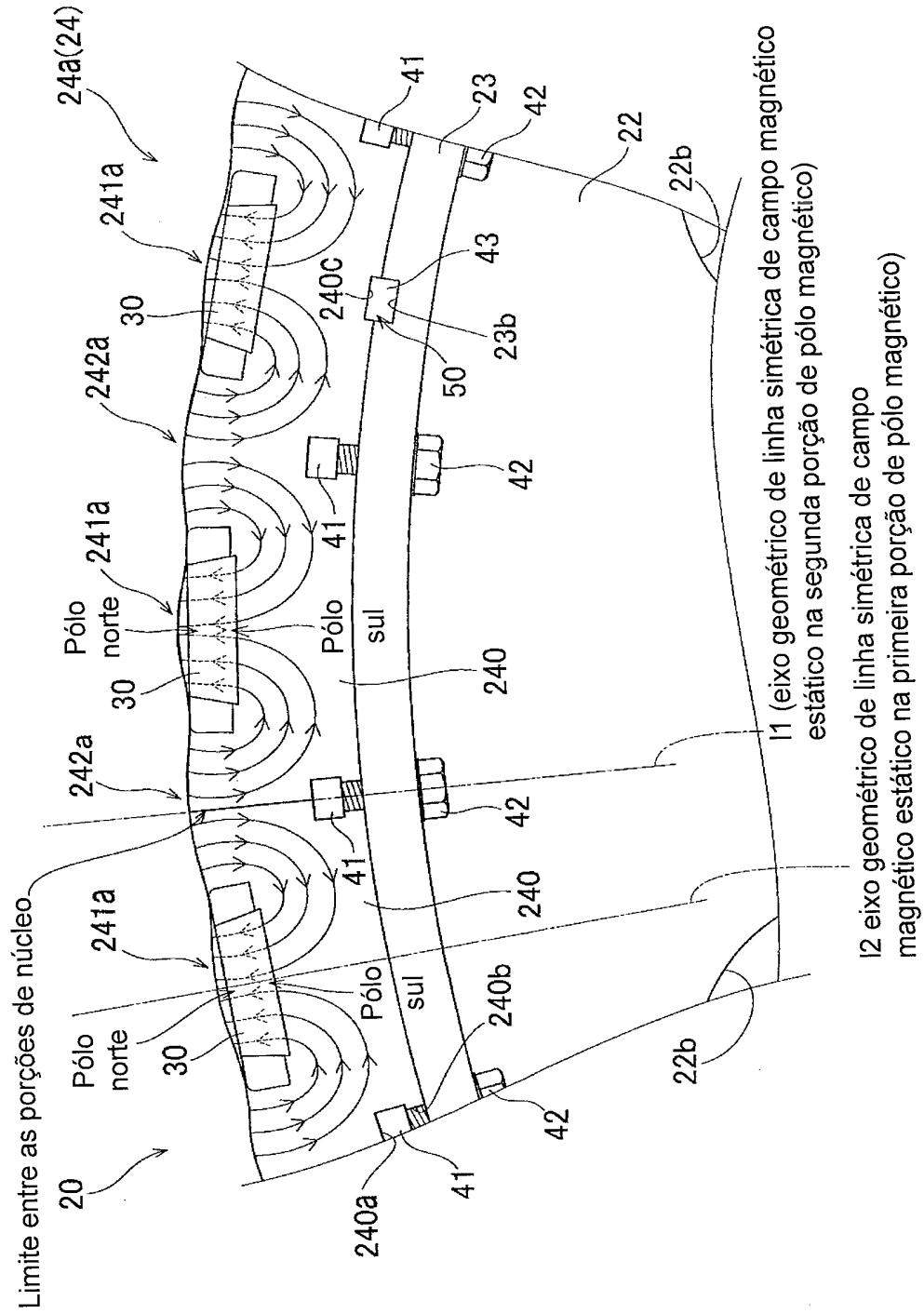


FIG. 8

Primeira modalidade

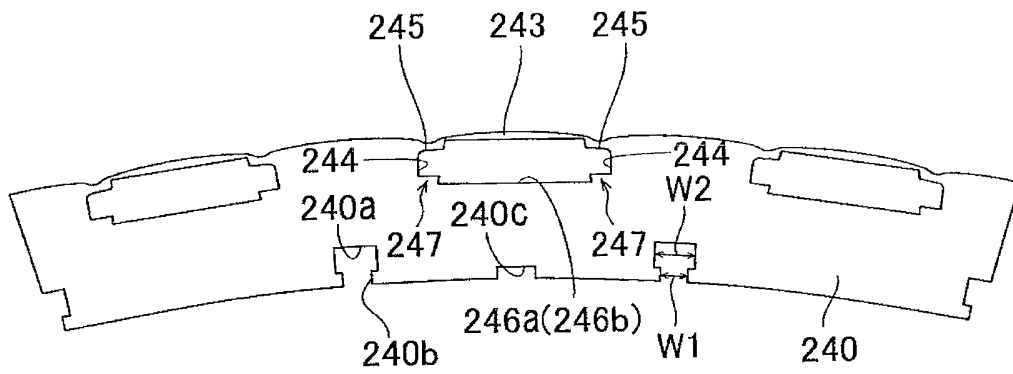


FIG. 9

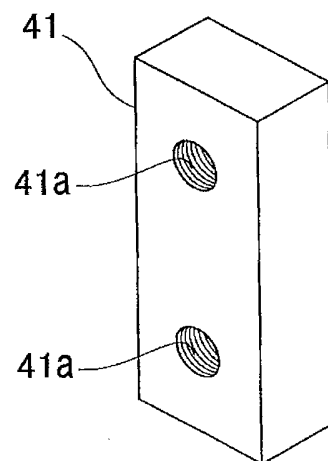


FIG. 10

Primeira modalidade

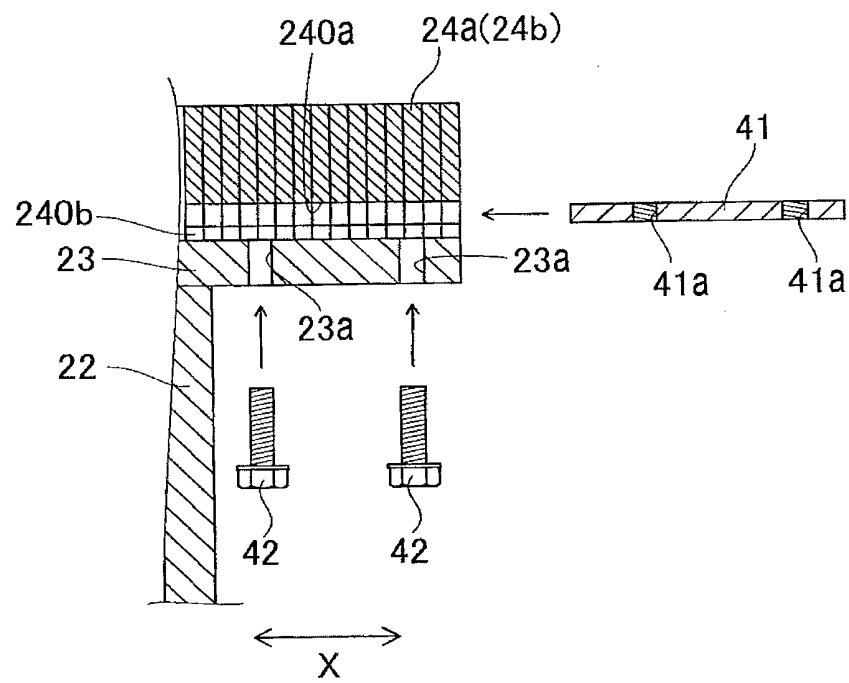


FIG.11

Primeira modalidade

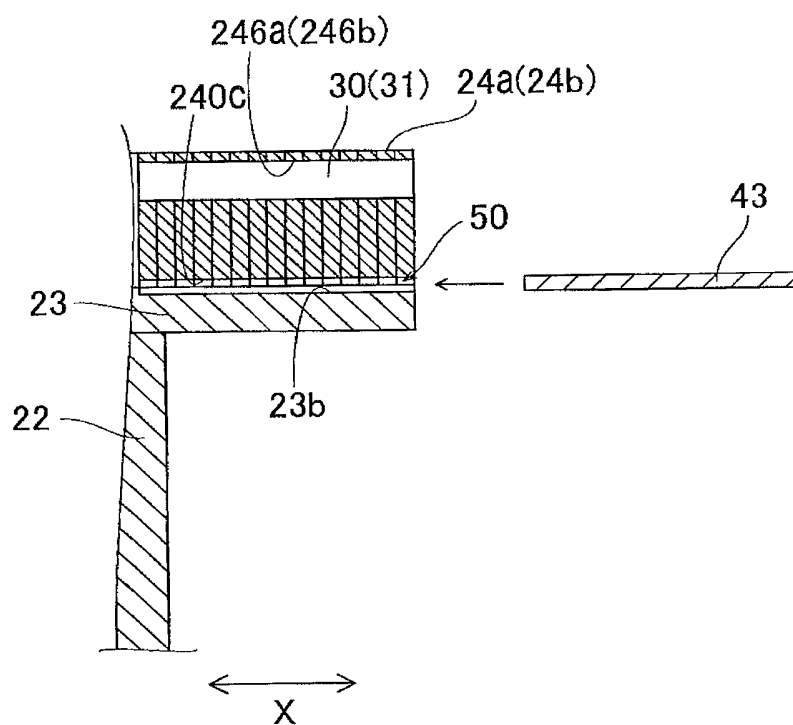


FIG. 12

Segunda modalidade

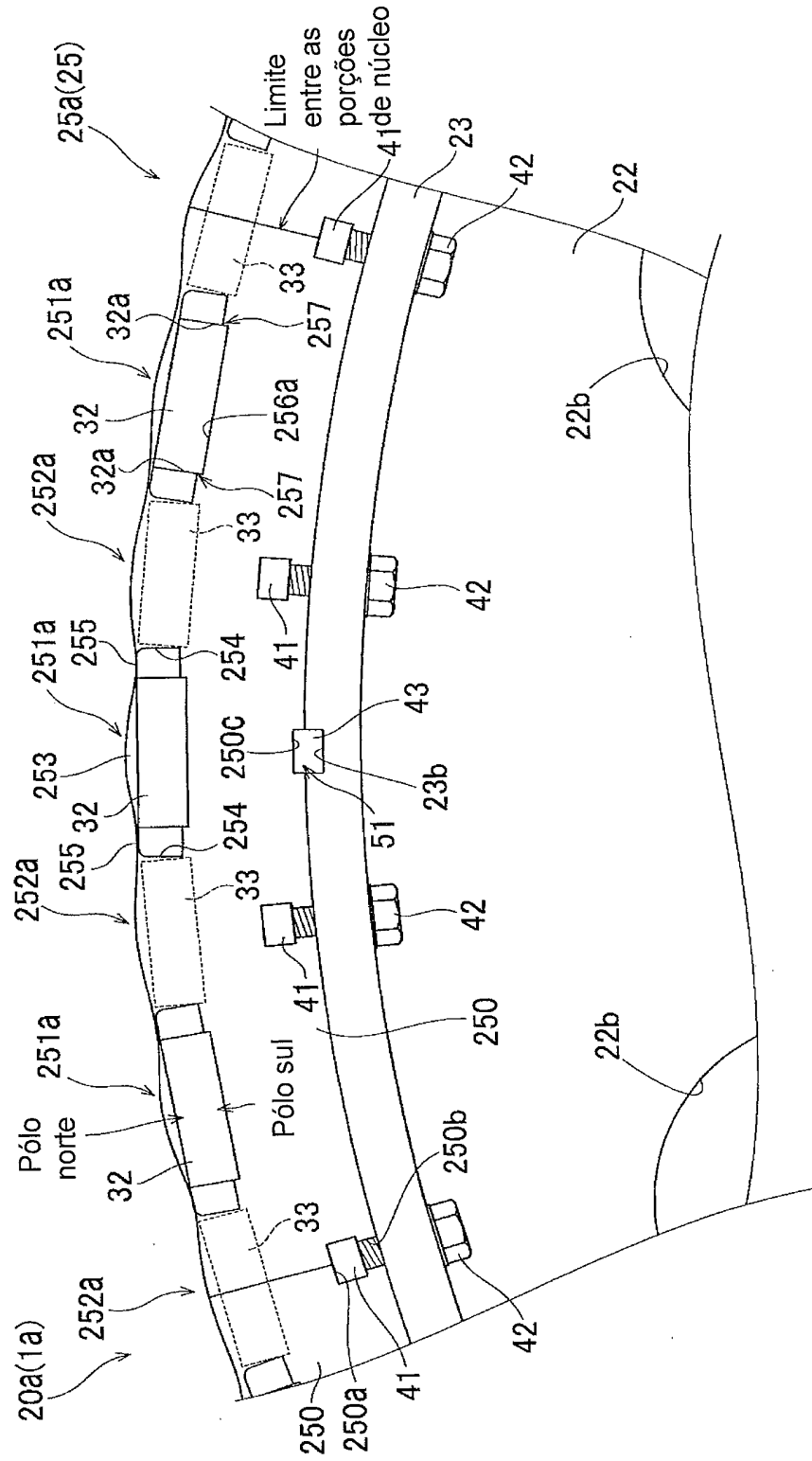


FIG. 13

Segunda modalidade

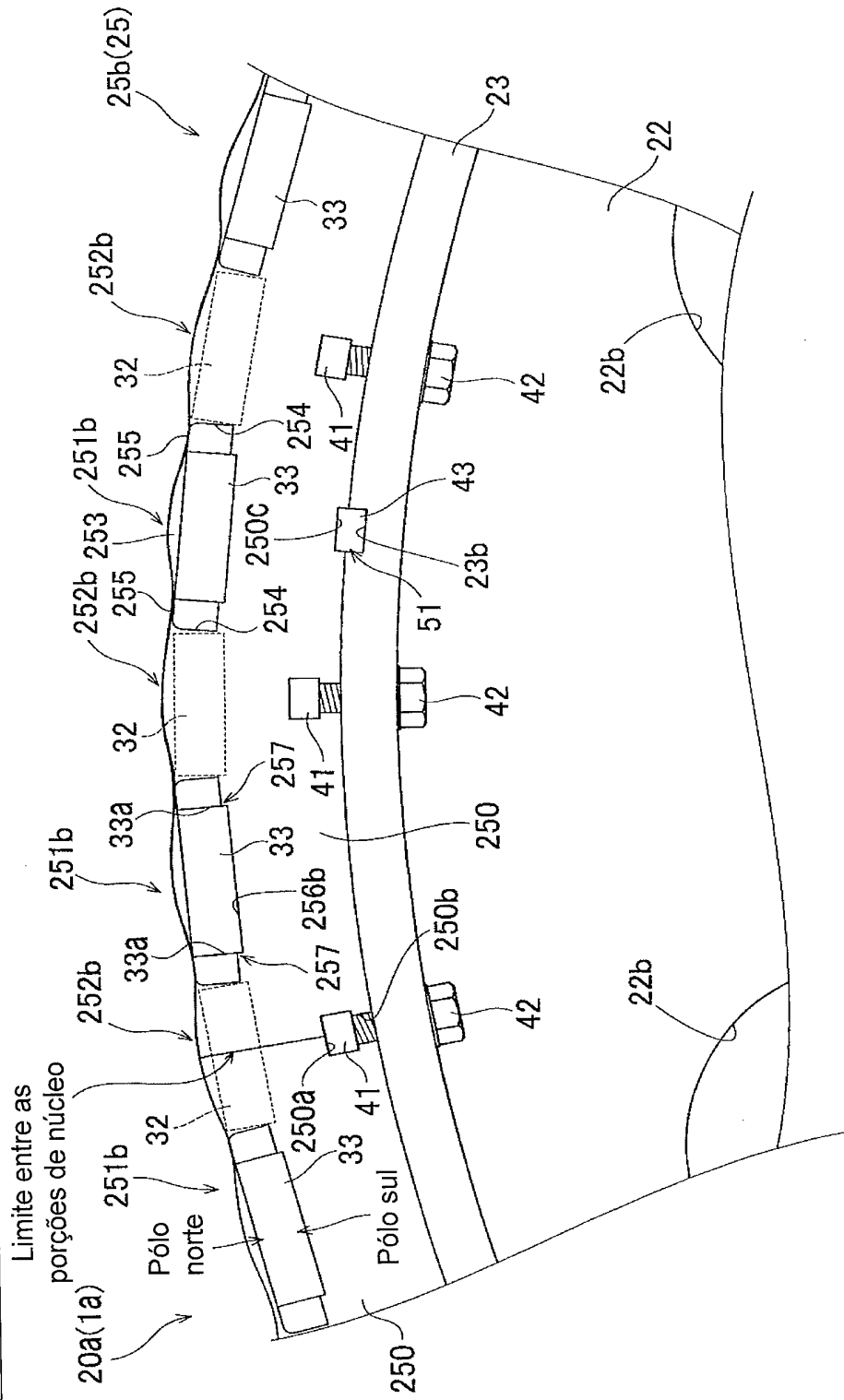


FIG.14

Terceira modalidade

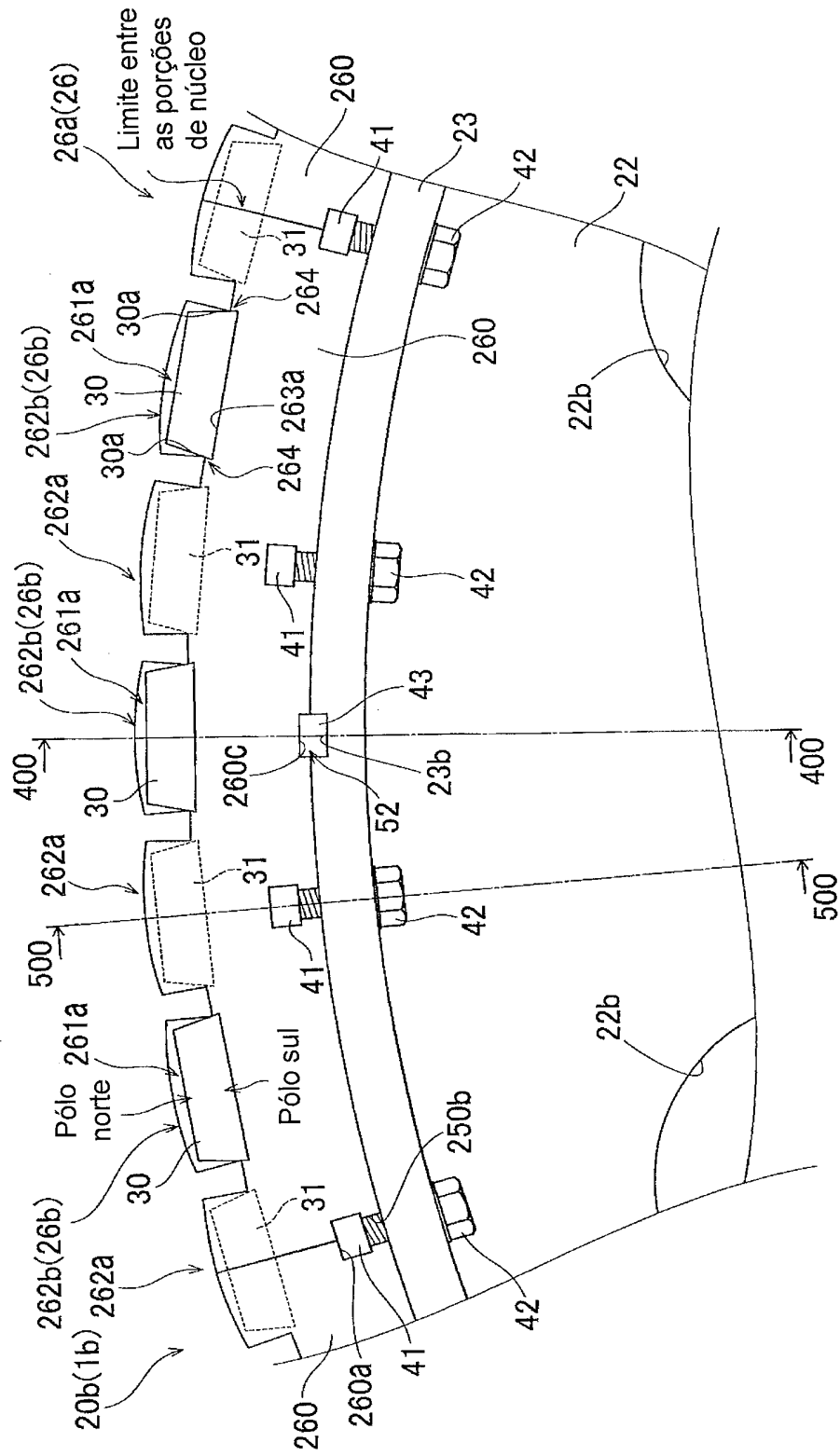


FIG.15

Terceira modalidade

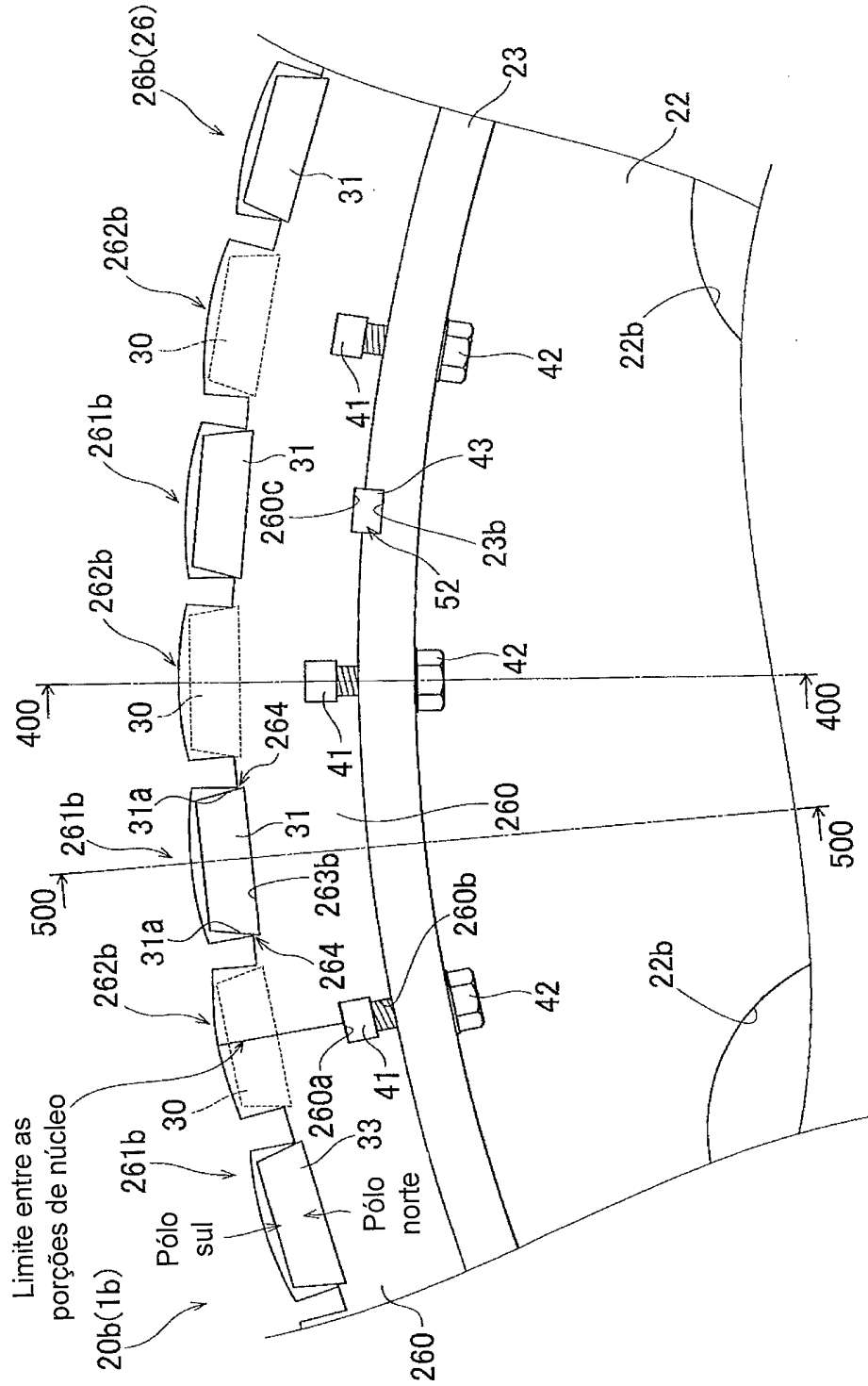


FIG. 17

Vista transversal tomada ao longo da linha 500-500

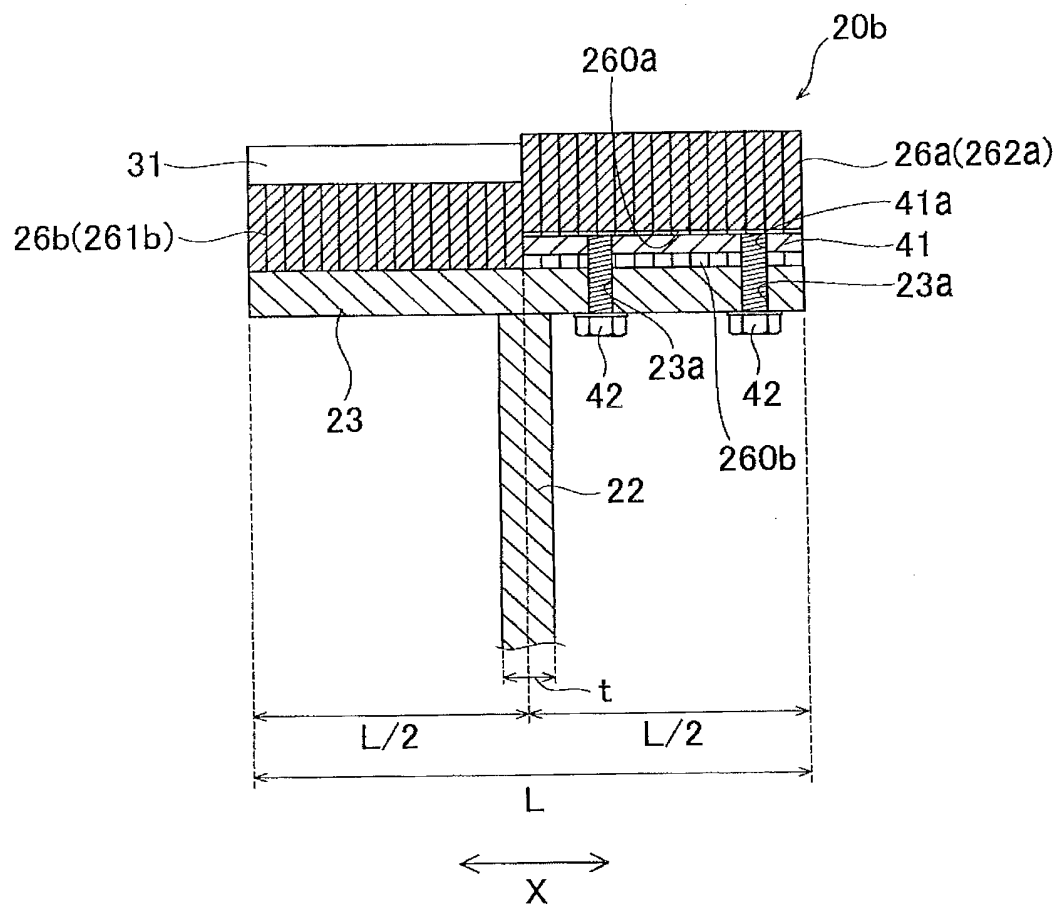


FIG.18

Quarta modalidade

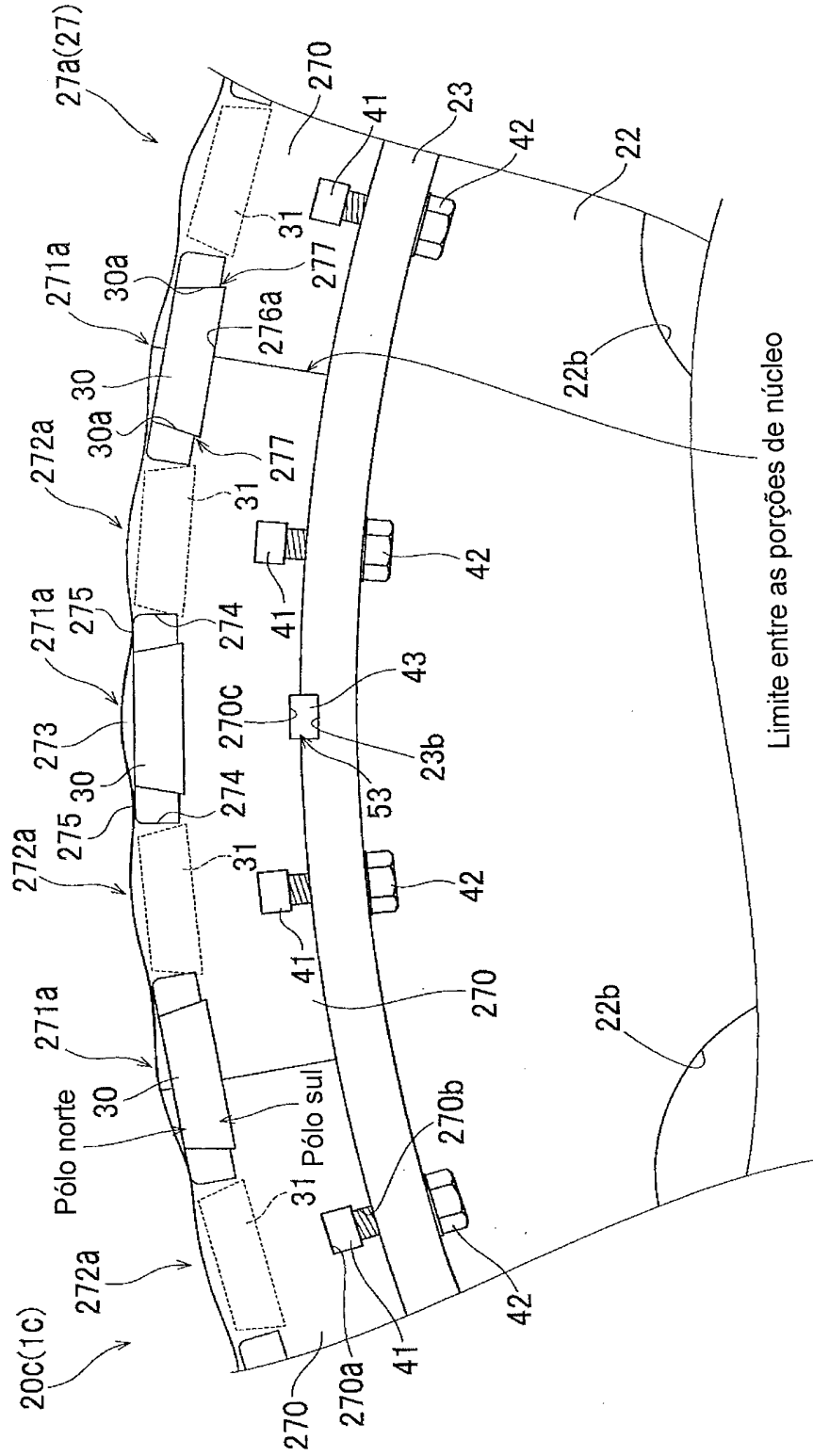


FIG.19

Quarta modalidade

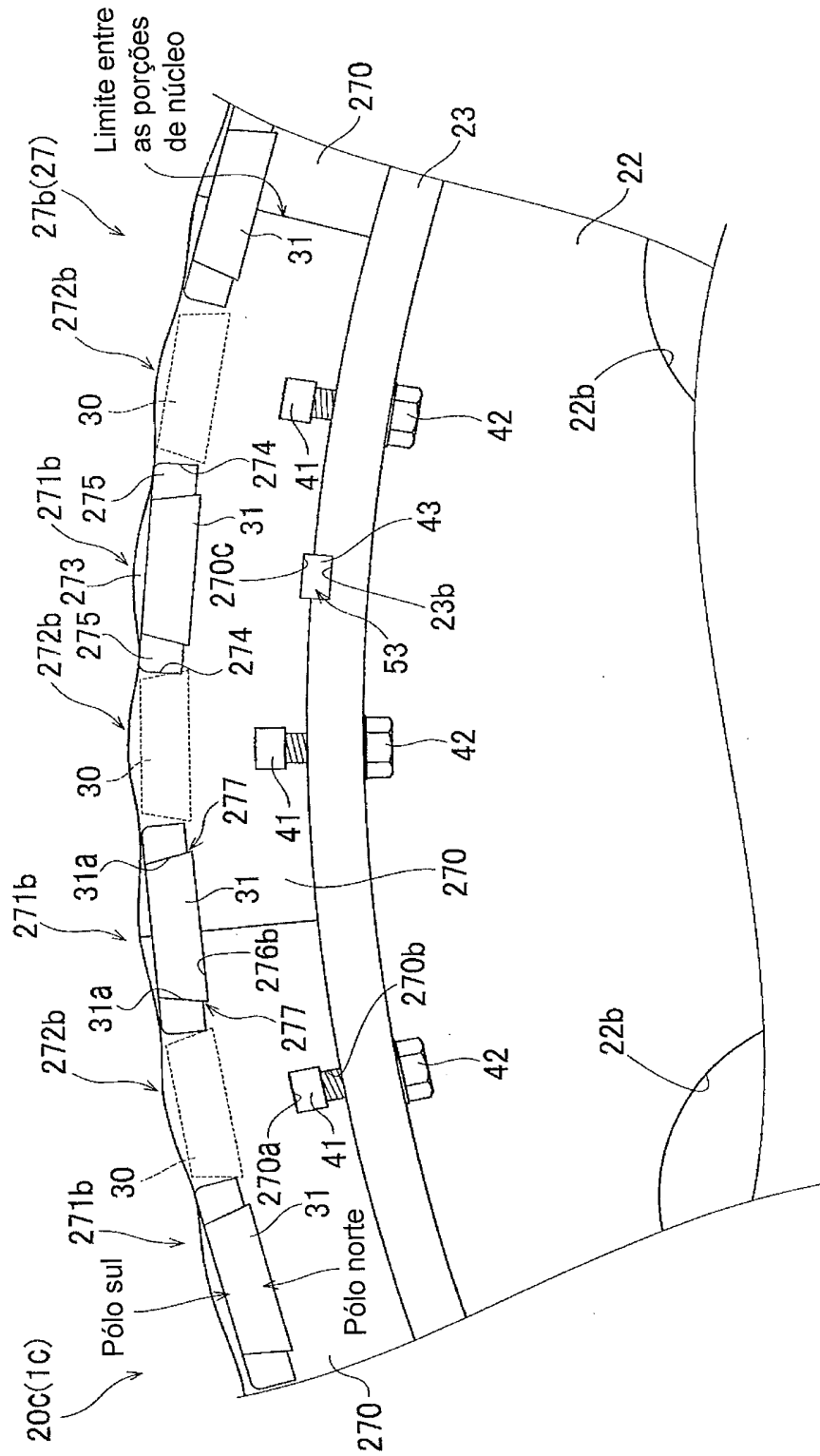


FIG.20

Modificação da terceira modalidade

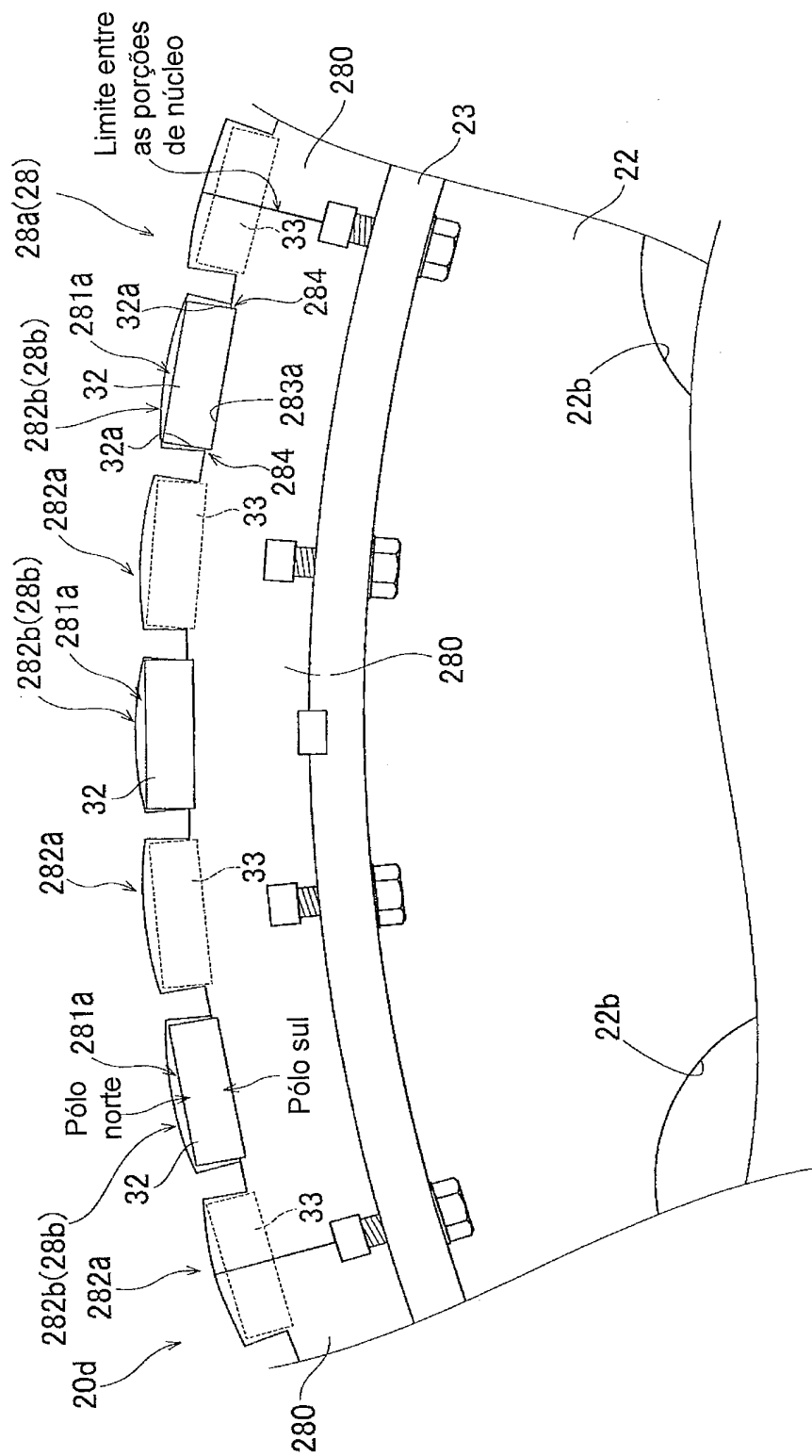


FIG.21
Modificação da terceira modalidade

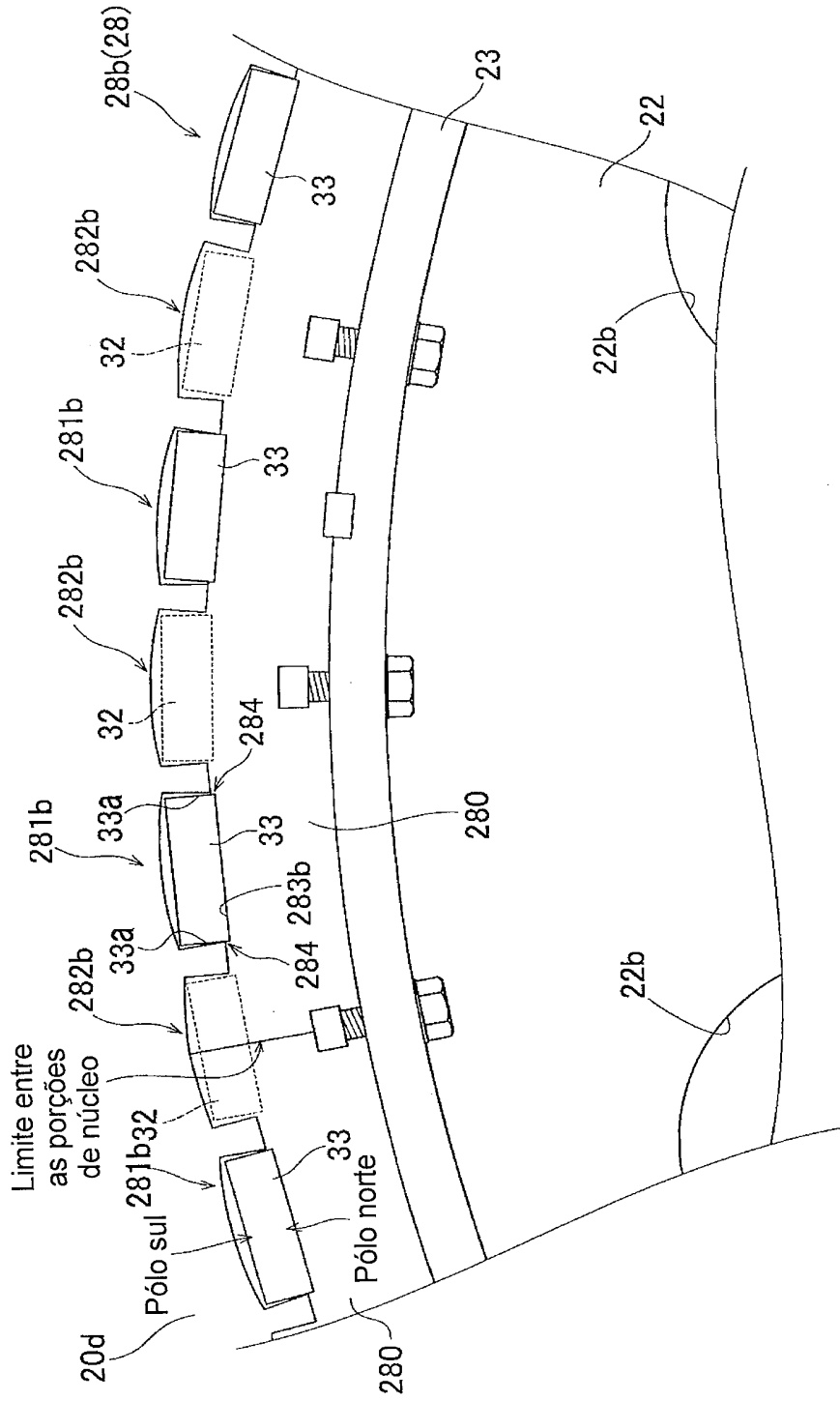


FIG.22

Modificação de cada uma das primeira,
segunda e quarta modalidades

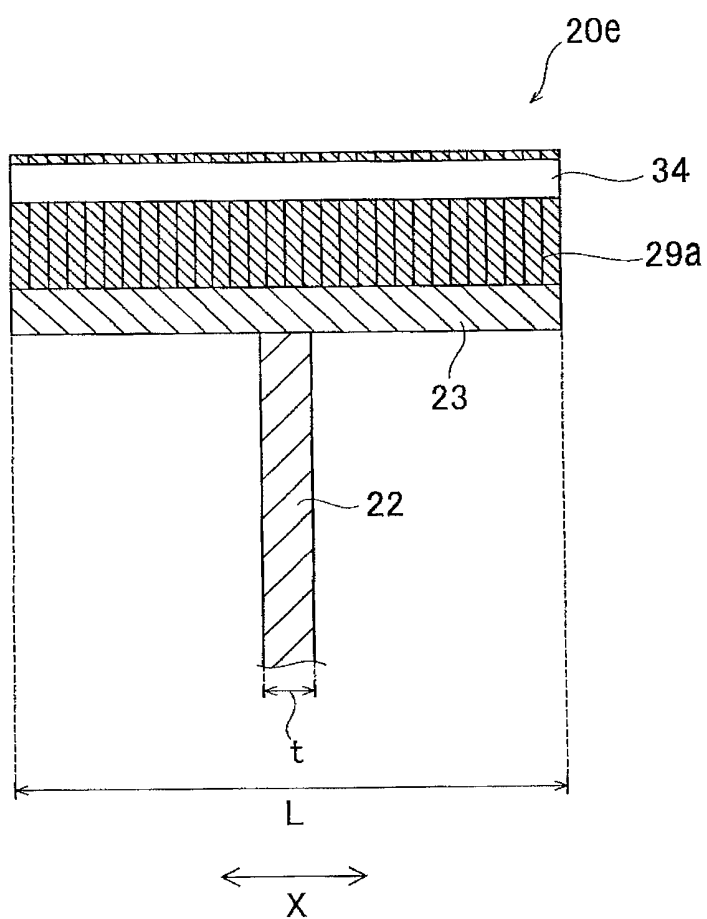


FIG.23

Modificação da terceira modalidade

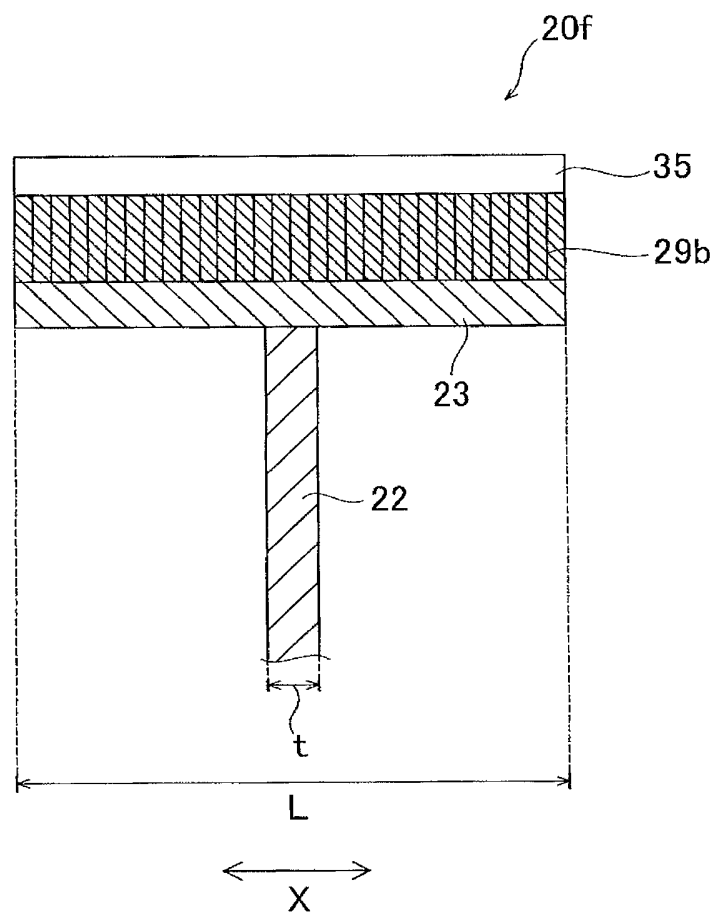
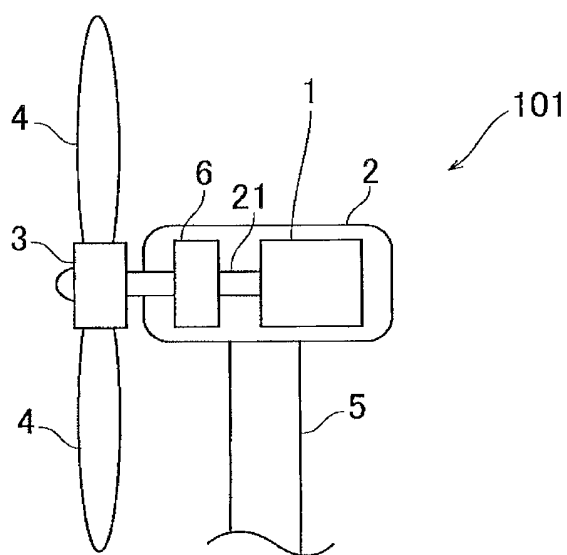


FIG.24

Modificação de cada uma das primeira a quarta modalidades



RESUMO

Patente de Invenção: **"MÁQUINA ELÉTRICA ROTATIVA E SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA"**.

A presente invenção refere-se a uma máquina elétrica rotativa

5 que inclui um rotor que inclui uma porção de eixo rotativo, um garfo de rotor circunda a porção de eixo rotativo e um núcleo de rotor, disposto na superfície periférica externa do garfo de rotor, que tem uma pluralidade de ímãs permanentes circunferencialmente dispostos neste em intervalos, e um estator disposto para ser oposto à superfície periférica externa do rotor, enquanto

10 to o garfo de rotor e a porção periférica interna do núcleo de rotor são fixados uns aos outros com um elemento fixador.