



* B R P I 0 9 1 7 0 2 1 B 1 *

República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0917021-9 B1

(22) Data do Depósito: 17/08/2009

(45) Data de Concessão: 26/12/2023

(54) Título: MOTOR REGENERATIVO E BOBINA

(51) Int.Cl.: H02K 3/04.

(30) Prioridade Unionista: 15/08/2008 US 61/188,994.

(73) Titular(es): MILLENNIAL RESEARCH CORPORATION.

(72) Inventor(es): DENIS PALMER; ROBERT PALMER; DAMIAN RIDDOCH; EDWARD BUTLER;
CHARLES PALMER.

(86) Pedido PCT: PCT US2009054049 de 17/08/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/019951 de 18/02/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 15/02/2011

(57) Resumo: MOTOR REGENERATIVO E BOBINA A presente invenção refere-se a um motor elétrico altamente eficiente que pode ser consubstanciado em várias configurações, incluindo um motor independente, um motor tipo cubo, um motor linear, ou outra configuração de motor. Como um dispositivo regenerativo, o motor também pode agir como gerador elétrico parcial ou total. É fornecido um motor constituído de um estador e um rotor. O estador possui um conjunto de bobinas dispostas no mesmo. O rotor possui um primeiro enrolamento e fios enrolado em torno de um núcleo, e o fio possui uma seção transversal não circular. O fio pode ser um fio achatado.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MOTOR REGENERATIVO E BOBINA"**.

Referência Cruzada a Pedidos Relacionados

[0001] Esse pedido reivindica prioridade do pedido provisório No. 61/188.994, depositado em 15 de agosto de 2008.

Declaração Referente a Pesquisas ou Desenvolvimentos Patrocinados pelo Governo Federal

Não aplicável

Anexo

Não aplicável

Antecedentes da Invenção

Campo da Invenção

[0002] A presente invenção refere-se geralmente a motores elétricos e mais particularmente a um motor regenerativo com uma bobina nova.

Descrição da Técnica Relacionada

[0003] Em motores convencionais, o ferro, em torno do qual um fio de cobre é enrolado, é utilizado para transmitir o fluxo de onde é criado a partir dos enrolamentos de cobre para onde precisa ser utilizado na área de interface entre o rotor e o estator.

Sumário da Invenção

[0004] O motor de acordo com a presente invenção é um motor elétrico altamente eficiente que pode ser consubstanciado em várias configurações, incluindo um motor padrão, um motor cubo, um motor linear, ou outra configuração de motor. Como um dispositivo regenerativo, o motor também pode agir como um gerador elétrico parcial ou total.

[0005] Em motores regenerativos, as bobinas e núcleos são elementos importantes do desenho. Os núcleos nas bobinas contêm materiais sem ferro ou com uma quantidade mínima de ferro, dependendo da

modalidade e das exigências de desempenho de desenho e são utilizados para produzir fluxo magnético no ponto de utilização ao invés de transmitido através do ferro ou laminados de ferro a partir de um ponto de criação até um ponto de utilização. Visto que a invenção contém bobinas discretas na maior parte das modalidades, nem todas as bobinas devem ser utilizadas como bobinas de motor de tempo integral ou bobinas de gerador. Algumas aplicações podem exigir o uso simultâneo de algumas bobinas como bobinas de acionamento de motor e outras como bobinas de gerador. Por exemplo, uma parte das bobinas de gerador pode ser utilizada como um transformador de energia para produzir uma voltagem exigida singular ou corrente para uma carga determinada em oposição à utilização de um transformador independente ou outro dispositivo de regulação em estado sólido. Como um segundo exemplo, o motor pode operar utilizando algumas ou todas as bobinas para acionar uma carga e posteriormente um operador pode sinalizar para o motor agir como um gerador, utilizando algumas ou todas as bobinas para frenagem regenerativa, tal como em uma aplicação de veículo elétrico. As bobinas também podem ser desativadas individualmente ou com base coletiva como necessário para aumentar ou reduzir a saída de torque do motor ou entrada do gerador.

[0006] Nas configurações de motor, as bobinas são controladas por um sistema de temporização elétrica, que permite a entrada de energia elétrica nas bobinas em uma alternância cíclica +/- e -/+. A temporização pode ser ajustada pelo retardo ou avanço do ponto em que a entrada elétrica muda de +/- para -/+ e de -/+ para +/- . O ajuste da temporização pode afetar ambos o torque e a velocidade. A temporização ideal resulta em uma maior eficiência com relação à temporização aquém de ideal.

[0007] Nas configurações de gerador, as bobinas podem ser utilizadas para acionar uma carga, normalmente através de um dispositivo

de retificação de energia convertendo a corrente alternada em corrente contínua.

[0008] Nas modalidades em que o motor é utilizado como um motor de tempo parcial e gerador, o circuito é preferivelmente capaz de comutar entre o percurso de circuito de comutação de energia de bobina e o percurso de circuito de saída de retificador.

[0009] Em uma configuração de motor padrão em que o estator é estacionário e o rotor gira, o motor de acordo com a presente invenção é um motor elétrico que 1) contém um ou mais estatores estacionários, cada um dos quais possui de forma ideal um rotor em cada lado de cada estator com um único rotor entre cada segmento de estator, 2) de forma ideal, um percurso desvio fora do rotor em cada extremidade da pilha de estator/rotor, 3) um ou mais ímãs nos rotores dispostos como descrito nessa descrição da invenção, 4) uma ou mais bobinas nos estatores dispostos como descrito nessa descrição da invenção, 5) conjunto de circuito de controle de motor interno ou externo, 6) inclui de forma opcional um conjunto de engrenagem epicíclica dentro de um ou mais dos rotores, e 7) inclui de forma opcional um mecanismo de travamento ou embreagem para travar a engrenagem anular do conjunto de engrenagem epicíclica com relação ao alojamento do motor ou estatores.

[00010] Em uma configuração de motor tipo cubo, o motor de acordo com a presente invenção é um motor elétrico que 1) fixa a um eixo estacionário ou móvel, 2) contém um ou mais estatores de rotores otimizados para um desempenho máximo com base no ímã magnético no rotor e bobinas no estator utilizando um material núcleo com base em um mínimo de ferro, 3) conjunto de circuito de controle de motor interno ou externo, 4) conexão com o armazenamento de energia interno ou externo, 5) inclusão opcional de um sistema para recebimento de instruções de controle remoto, 6) inclusão opcional de um conjunto

de engrenagem epicíclica interna, 8) inclusão opcional de um mecanismo de travamento ou embreagem para o travamento do eixo na saída do motor.

[00011] Em uma configuração de motor linear, a presente invenção é um motor elétrico que contém 1) um estator linear e rotor ou pilha de estator/rotor linear, 2) rotores possuindo um ou mais ímãs, e 3) estatores possuindo uma ou mais bobinas.

[00012] Motores orientados radialmente são variações dos motores acima (e geradores) visto que os ímãs e bobinas (ou bobinas e bobinas) são orientados ao longo de radiais ao invés de paralelos axiais. Por exemplo, em uma configuração de motor padrão o motor pode ser configurado com ímãs em torno de um rotor na superfície cilíndrica externa e bobinas podem então ser localizadas em um estator configurado em um conjunto concêntrico alinhado radialmente a partir do rotor. Esse conceito também é capaz de ser utilizado em pilhas de rotor/estator, ou múltiplos conjuntos concêntricos de ímãs e bobinas ou conjuntos de bobinas em um rotor ou bobinas em um estator. O desenho pode ser vedado pela adição de conjuntos mais concêntricos ou pelo empilhar de múltiplas seções de conjuntos concêntricos ao longo do eixo geométrico do motor.

[00013] A presente invenção pode ser consubstanciada em outras configurações de motor, incluindo, mas não limitado a motores tipo panqueca e motores tipo copo. Nas modalidades preferidas, as bobinas acionam ou são acionadas por ímãs permanentes, no entanto, em outras modalidades as bobinas podem ser utilizadas para acionar ou ser acionadas por outras bobinas.

[00014] De acordo, em um aspecto da presente invenção, é fornecido um motor constituído de um estator e um rotor. O estator possui um conjunto de bobinas dispostas no mesmo. O rotor possui um conjunto de ímãs dispostos no mesmo. Cada uma das bobinas inclui um

primeiro enrolamento de fio enrolado em torno de um núcleo, e o fio possui uma seção transversal não circular.

[00015] Preferivelmente, o fio é um fio achatado. Preferivelmente, cada uma das bobinas inclui adicionalmente um segundo enrolamento de fio enrolado em torno do núcleo. Preferivelmente, os primeiro e segundo enrolamentos são feitos de um único fio, e os primeiro e segundo enrolamentos são orientados em oposição um ao outro. Os enrolamentos podem ser formados em um primeiro painel de circuito impresso em uma forma espiral.

[00016] Preferivelmente, o motor possui uma pluralidade de módulos de bobina e cada uma das bobinas é disposta em cada um dos módulos de bobina.

[00017] Preferivelmente, o núcleo é substancialmente um núcleo sem ferro. O núcleo pode ser um núcleo de ar.

[00018] Preferivelmente, o núcleo possui um formato que coincide substancialmente com um formato transversal do ímã. Preferivelmente, o núcleo é não circular.

[00019] O núcleo pode ser constituído de um fio de calibragem. Alternativamente, o núcleo é constituído de um aço fino com um corte.

[00020] O motor pode ser um motor tipo cubo. Alternativamente, o motor pode ser um motor linear. Preferivelmente, o motor pode ser um motor regenerativo, e cada uma das bobinas pode ser regulada separadamente. Adicionalmente ou alternativamente, o motor pode incluir um conjunto de engrenagem epicíclica.

[00021] Em uma modalidade alternativa, é fornecido um motor possuindo um estator e um rotor. O estator possui um conjunto de bobinas disposto no estator, e o rotor possui um conjunto de ímãs disposto no rotor. Cada uma das bobinas possui um enrolamento de fio enrolado em torno de um núcleo, cada um dos ímãs possui uma face de primeiro polo, uma face de segundo polo e uma parte intermediária entre a

face de primeiro polo e a face de segundo polo. A face de primeiro polo é mais estreita do que a parte intermediária.

[00022] Preferivelmente, a face de segundo polo é mais estreita do que a parte intermediária. Preferivelmente, o ímã possui um primeiro degrau formado adjacente à face de primeiro polo. O ímã pode possuir adicionalmente um segundo degrau adjacente à face de segundo polo. Os primeiro e segundo degraus possuem degraus em formato de torta. Alternativamente, o ímã pode possuir uma borda angulada formada adjacente à face de primeiro polo.

[00023] O conjunto de ímãs pode ser disposto de forma circunferencial em torno de um eixo geométrico do rotor. Nessa modalidade, o ímã possui uma extremidade interna disposta perto o eixo geométrico do motor e uma extremidade externa disposta longe do eixo geométrico do motor. A extremidade interna do ímã pode ser mais estreita do que a extremidade externa do ímã. Preferivelmente, a extremidade interna da face de primeiro polo do ímã é mais estreita do que a extremidade externa da face de primeiro polo do ímã. Cada um dos ímãs pode ser constituído de duas ou mais partes de ímã empilhadas uma em cima da outra. Preferivelmente, o núcleo possui um formato geralmente coincidente com um formato da face de primeiro polo do ímã.

[00024] Em uma modalidade alternativa, é fornecido um motor possuindo um estator e um rotor. O estator possui um conjunto de bobinas dispostas no estator, e o rotor possui um conjunto de ímãs dispostos no rotor. Cada uma das bobinas possui um enrolamento de fio enrolado em torno de um núcleo. O núcleo possui uma face de primeiro polo, uma face de segundo polo e uma parte intermediária entre as faces de primeiro e segundo polos. Nessa modalidade, a parte intermediária possui uma largura reduzida com relação à das faces de primeiro e segundo polos.

[00025] Em uma modalidade alternativa, é fornecido um motor pos-

suindo um estator e um rotor. O estator possui um conjunto de bobinas dispostas no estator, e o primeiro rotor possui um conjunto de ímãs dispostos no primeiro rotor. Cada uma das bobinas possui um enrolamento de fio enrolado em torno de um núcleo. Cada um dos ímãs possui uma largura, um comprimento e uma altura. O núcleo possui uma largura, um comprimento e uma altura. Nessa modalidade, cada um dos ímãs é distanciado dos ímãs adjacentes por uma distância de ímã, e a distância de ímã não é inferior à largura do ímã.

[00026] Preferivelmente, a distância do ímã não é maior do que o comprimento do ímã. O motor pode possuir adicionalmente um segundo rotor possuindo um conjunto de ímãs dispostos no segundo rotor. O ímã do primeiro rotor é distanciado de um ímã adjacente do segundo rotor por um espaço de ímã, e a distância de ímã não é inferior ao espaço de ímã.

[00027] Preferivelmente, a largura do núcleo não é inferior à largura do ímã. Preferivelmente, a altura do ímã não é inferior à altura do núcleo.

[00028] Em outro aspecto da presente invenção, é fornecido um módulo de bobina para um motor. O módulo de bobina inclui um núcleo e um primeiro enrolamento de um fio enrolado em torno do núcleo. O fio possui uma seção transversal não circular.

[00029] O fio pode ser um percurso condutor impresso em um painel de circuito impresso em uma forma espiral. O fio pode ser um fio achatado.

[00030] Áreas adicionais de aplicabilidade da presente invenção se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada fornecida posteriormente. Deve-se compreender que a descrição detalhada e os exemplos específicos enquanto indicam a modalidade preferida da invenção, servem às finalidades de ilustração apenas e não devem limitar o escopo da invenção.

Breve Descrição dos Desenhos

[00031] Os objetivos e características acima e outros da presente invenção se tornarão aparentes a partir da descrição a seguir das modalidades preferidas fornecida em conjunto com os desenhos em anexo, nos quais:

[00032] A figura 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um motor de acordo com a presente invenção;

[00033] A figura 2 é uma vista parcialmente explodida do motor da figura 1;

[00034] A figura 3a é uma vista ampliada do módulo de bobina do estator do motor da figura 1; e a figura 3b é outra vista ampliada do módulo de bobina da figura 3a a partir de uma direção diferente;

[00035] A figura 4 é uma vista em perspectiva de uma variação da bobina de acordo com a presente invenção, em que a bobina é feita de um enrolamento de um fio achatado enrolado em torno de um núcleo de ar circular;

[00036] A figura 5 é uma vista em perspectiva de outra variação da bobina de acordo com a presente invenção, em que a bobina compreende dois conjuntos de enrolamentos lado a lado de um fio achatado enrolado em torno de um núcleo de ar circular, com os enrolamentos orientados em oposição um ao outro;

[00037] A figura 6 é uma vista em perspectiva de outra variação da bobina de acordo com a presente invenção, em que a bobina compreende dois conjuntos de enrolamento lado a lado de um fio achatado enrolado em torno de um núcleo de ar circular, com os enrolamentos orientados na mesma direção;

[00038] A figura 7 é uma vista em perspectiva de outra variação da bobina de acordo com a presente invenção, em que a bobina compreende um enrolamento de um fio achatado enrolado em torno de um núcleo de ar geralmente retangular;

[00039] A figura 8 é uma vista em perspectiva de outra variação da bobina de acordo com a presente invenção, em que a bobina é formada pela colocação em camadas de uma pluralidade de painéis de circuito impresso;

[00040] A figura 9 é uma vista em perspectiva de uma variação do núcleo de acordo com a presente invenção, em que o núcleo é feito de uma série de fios de calibragem pequena;

[00041] A figura 10 é uma vista em perspectiva de outra variação do núcleo de acordo com a presente invenção, em que o núcleo é feito de aço fino com cortes;

[00042] A figura 11 é uma vista em perspectiva de outra variação do núcleo de acordo com a presente invenção, em que o núcleo possui uma largura reduzida na parte intermediária;

[00043] A figura 12a é uma vista em perspectiva de uma variação do ímã de acordo com a presente invenção, em que o ímã possui um degrau em formato de torta na extremidade estreita no topo; a figura 12b é uma vista em perspectiva de outra variação do ímã, em que o ímã possui dois degraus em formato de torta na extremidade estreita no topo e no fundo, respectivamente; a figura 12c é uma vista em perspectiva de outra variação do ímã, em que o ímã é feito de duas peças empilhadas uma em cima da outra, cada uma possuindo degraus em formato de torta; e a figura 12d é uma vista em perspectiva de outra variação do ímã com a superfície angulada.

[00044] A figura 13 ilustra as regras de desenho preferidas para o desempenho ideal de acordo com a presente invenção;

[00045] A figura 14 ilustra uma placa desvio para um motor elétrico de acordo com a presente invenção;

[00046] A figura 15 ilustra um exemplo de um motor tipo cubo do tipo roda e aro de acordo com a presente invenção;

[00047] A figura 16 ilustra um exemplo de um motor de configura-

ção padrão de alta densidade de acordo com a presente invenção;

[00048] A figura 17 ilustra um exemplo de um motor com um conjunto de engrenagem epicíclica de acordo com a presente invenção;

[00049] A figura 18 ilustra um exemplo de um motor de transmissão de alta densidade de acordo com a presente invenção;

[00050] A figura 19 ilustra um exemplo de um rotor de motor padrão de acordo com a presente invenção;

[00051] A figura 20 ilustra outro exemplo de um rotor de motor padrão de acordo com a presente invenção;

[00052] A figura 21 ilustra um exemplo de um estator de um motor de acordo com a presente invenção;

[00053] A figura 22 ilustra o estator da figura 21, com alguns módulos de bobina omitidos para fins de ilustração;

[00054] A figura 23 ilustra outro exemplo de um rotor de um motor tipo cubo de acordo com a presente invenção;

[00055] A figura 24 ilustra outro exemplo de um rotor de um motor tipo cubo de acordo com a presente invenção;

[00056] A figura 25 ilustra outro exemplo de um estator de um motor tipo cubo de acordo com a presente invenção;

[00057] A figura 26 ilustra outro exemplo de um estator de um motor de acordo com a presente invenção, com hastes;

[00058] A figura 27 ilustra uma tabela do número de fases em uma determinada razão de ímãs para bobinas.

Descrição Detalhada da Invenção

[00059] É ilustrado nas figuras 1 e 2 um motor 10 que compreende um estator 20 intercalado entre um par de rotores 50. A figura 2 é uma vista parcialmente explodida do motor 10. O motor 10 ilustrado nas figuras 1 e 2 utiliza uma configuração de rotor-estator-rotor única. O estator 20 possui um ou mais conjuntos de bobina 31. Cada um dos rotores 50 possui um ou mais conjuntos de ímãs 60. O desenho pode

ser escalonado para incluir menos ou mais ímãs 60 por seção de rotor 50 ou menos ou mais bobinas 31 por seção de estator 20. No caso de um motor por indução, o rotor 50 conterà um conjunto de bobinas ao invés de ímãs.

[00060] O número de seções de estator-rotor X as espessuras de estator e rotor pode ser otimizado para melhor desempenho X custo como uma aplicação determinada exige. Um melhor desempenho pode ser alcançado quando a espessura do estator 20 não excede o dobro da espessura dos ímãs 60 em um determinado rotor 50. É possível se utilizar diferentes espessuras de rotores 50 e estatores 20 e diferentes espessuras individuais para qualquer rotor 50 ou estator 20 determinado. Pode ser ideal se utilizar um rotor mais espesso 50 em cada extremidade axial do motor 10.

[00061] Uma "seção de estator e rotor" em um motor rotativo (ou gerador) é definida para ser um rotor posicionado axialmente 50 seguido por um estator posicionado axialmente 20 seguido por um rotor posicionado axialmente 50. Uma "pilha de estator e rotor" é definida como sendo um rotor 50 seguido por um estator 20 seguido por um rotor 50 seguido por um estator 20 seguido por um rotor 50 em um padrão repetitivo em que cada extremidade da pilha é preferivelmente um rotor 50 ("rotor final"), preferivelmente configurado com um percurso de desvio magnético 70 n as extremidades axialmente externas da pilha. As seções de estator e rotor na pilha são contadas pelo número de estatores 20 na pilha.

[00062] Uma "seção de estator e rotor" em um motor linear (ou gerador) é definida como sendo um rotor disposto e posicionado de forma linear 50 perto de um estator disposto e posicionado de forma linear 20 seguido por um rotor disposto e posicionado de forma linear 50, um estator 20 sendo utilizado para descrever o componente estacionário e o rotor 50 sendo utilizado para descrever a parte móvel, apesar

de ambas as partes poderem ser configuradas para mover como necessário. O rotor 50 ou o estator 20 podem conter as bobinas 31 ou os ímãs 60 como necessário. Uma "pilha de estator e rotor" em um motor linear é definida como sendo um rotor 50 posicionado perto de um estator 20 seguido por um rotor 50 posicionado perto de um estator 20 seguido por um rotor 50 em um padrão repetitivo em que cada extremidade da pilha é preferivelmente um rotor 50 ("rotor final"), configurado preferivelmente com um percurso desvio magnético 70 nas extremidades axialmente externas da pilha. As seções de estator e rotor na pilha são contadas pelo número de estatores 20 na pilha.

[00063] Cada uma das modalidades descritas aqui pode ser configurada como um motor, um gerador, ou um modo e gerador de tempo parcial, ou um motor parcial e um gerador parcial como determinado pelo número de bobinas 31 utilizadas como bobinas de acionamento ou bobinas de gerador, notando que qualquer uma das bobinas 31 pode ser configurada para mudar como necessário dos modos de operação de gerador para motor.

[00064] Na modalidade ilustrada nas figuras 1 e 2, o estator 20 possui uma pluralidade de módulos de bobina 30. Como mais bem observado na figura 3, cada um dos módulos de bobina 30 possui uma bobina 31. A bobina 31 é constituída de um par de enrolamentos 32 em torno de um núcleo 34. Alternativamente, o módulo de bobina 30 pode ter um único enrolamento 32 ou pode ter mais de dois enrolamentos 32. Na modalidade ilustrada, o núcleo 34 está em um formato não circular. Como ilustrado nas figuras 4, 5, 6, 8, 9 e 10, o núcleo 34 pode ser formado em um formato circular. O enrolamento 32 é preferivelmente feito de um fio 33 com uma boa condutividade, tal como cobre. O fio 33 é preferivelmente isolado.

[00065] Na modalidade ilustrada na figura 4, o fio 33 é achatado e enrolado em torno do núcleo 34 que tem um formato circular. A utiliza-

ção do fio achatado 33 pode ajudar a minimizar os espaços de ar, otimizar o padrão de fluxo magnético, e aumentar a integridade do enrolamento 32. O fio 33 pode, de outra forma, ser não circular em seção transversal. Ainda, o fio 33 pode ser circular em formato transversal como convencional.

[00066] Na modalidade como ilustrado na figura 5, a bobina 31 é feita de dois enrolamentos lado a lado 32 de fio achatado 33. O fio achatado 33 é enrolado continuamente a partir do lado central para o lado de fora para formar um enrolamento 32, e então o mesmo fio 33 é novamente enrolado do lado central para o lado de fora para formar um enrolamento separado 32 de modo que os dois enrolamentos 32 feitos de um único fio 33 sejam dispostos lado a lado no mesmo núcleo 34. Visto que os dois enrolamentos 32 são feitos do mesmo fio 33, ambas as extremidades do fio 33 são dispostas no exterior dos enrolamentos 32. Esses enrolamentos lado a lado podem ser repetidos várias vezes no mesmo núcleo 34 em grupos de números pares de enrolamentos 32 de modo que ambas as extremidades do fio 33 possam sempre estar localizadas no lado central ou no lado de fora dos enrolamentos 32. Na figura 5, os dois enrolamentos 32 são orientados em oposição um ao outro. A orientação oposta promove uma criação de fluxo magnético através da bobina ideal. Alternativamente, os dois enrolamentos 32 podem ser orientados na mesma direção que ilustrado na figura 6.

[00067] Apesar de números pares de enrolamentos 32 serem preferidos, números ímpares de enrolamentos 32 também podem ser utilizados se o projetista desejar ter uma extremidade de fio central e uma extremidade de fio externa. No entanto, deixando um único fio para cruzar do lado central para o lado de fora dos enrolamentos 32 pode distorcer o campo de fluxo magnético induzido e reduzir o desempenho e eficiência da bobina.

[00068] Na modalidade como ilustrado na figura 7, a bobina 31 é feita de um enrolamento 32 de um fio achatado 33 enrolado em torno de um núcleo retangular 34. Como na figura 5 ou 6, dois ou mais enrolamentos 32 podem ser dispostos lado a lado. Adicionalmente, o núcleo 34 pode ser não circular e não retangular.

[00069] Nas figuras 4, 5, 6 e 7 nenhum fio é deixado atravessado na face do enrolamento 32. O fio 33 é enrolado de modo que ambas as extremidades do fio 33 em que precisam estar conectados a uma fonte de energia estejam localizados no lado de fora do enrolamento 32. Alternativamente, ambas as extremidades dos fios 33 podem ser localizadas no mesmo lado interno da bobina 32 (ou outro local conveniente). Preferivelmente, cada enrolamento 32 é projetado de forma que funcione como uma bobina independente, mesmo se incluído em uma corrente paralela ou em série de enrolamentos adicionais.

[00070] Nas figuras 4, 5, 6 e 7, o fio 33 é enrolado de modo que a superfície plana maior esteja voltada em uma direção perpendicular a um eixo geométrico da bobina 31. No entanto, é possível também que o fio 33 seja enrolado de modo que a superfície plana maior do mesmo esteja voltada em uma direção paralela ao eixo geométrico da bobina 31.

[00071] Os enrolamentos individuais 32 podem ser unidos com um agente isolante ou aglutinante adequado para impedir o movimento ou fornecer à bobina 31 uma integridade estrutural geral. As bobinas 31 podem ser encapsuladas em outro material, tal como plástico, ou podem ser intercaladas entre outros materiais finos para obter uma integridade estrutural adicional.

[00072] Na modalidade como ilustrado na figura 8, a bobina 31 pode ser feita de uma pluralidade de painéis de circuito impresso 35. Cada um dos painéis de circuito impresso 35 possui um percurso condutor 33a impresso no mesmo em um formato espiral em torno do núcleo 34 de modo a formar um enrolamento 32. De acordo, a pluralidade de

painéis de circuito impresso 35 são colocados em camada para formar uma pluralidade de enrolamentos 32. Alternativamente, a bobina 31 pode ser constituída de um único painel de circuito impresso 35 para formar um único enrolamento 32. O percurso condutor impresso 33a pode ter um formato circular ou outro formato concêntrico, que combina geralmente com o formato do núcleo 34, que, por sua vez, geralmente combina com o formato do ímã 60.

[00073] Como ilustrado nas figuras 4, 5 e 6, as bobinas 31 podem ser enroladas em torno de um formato de núcleo circular, ou como ilustrado nas figuras 3a, 3b e 7, as bobinas 31 podem ser enroladas em torno de um formato não circular. As bobinas 31 são preferivelmente constituídas de um bom condutor tal como cobre. Os enrolamentos 32 são preferivelmente constituídos de fio isolado 33. O fio 33 pode ser circular ou não circular em formato transversal. Como ilustrado nas figuras 4, 5 e 6, um fio achatado é particularmente eficiente. Como ilustrado na figura 8, os enrolamentos 32 podem ser feitos de múltiplos painéis de circuito em camadas 35 com formatos circular, espiral ou outros formatos concêntricos, que geralmente combinam com o formato do núcleo 34, que geralmente combina com o formato do ímã 60.

[00074] Como mais bem apreciado na figura 2, o formato transversal do núcleo 34 é preferivelmente similar a ou exatamente igual ao formato transversal normal dos ímãs 60 do rotor 50. O formato transversal do núcleo 34 também é preferivelmente similar a ou igual ao formato transversal normal dos ímãs 60. Esse desenho de núcleo permite um foco máximo do fluxo magnético perpendicular aos ímãs 60 do rotor 50 enquanto minimiza qualquer resistência (e portanto perda) ao fluxo.

[00075] Como mais bem apreciado nas figuras 2 e 3, o estator 20 é constituído de um conjunto de bobinas 31. Três categorias de estator são utilizadas: um estator integrado em que as bobinas 31 e o estator

20 são unidos como uma unidade ou módulo único, um estator parcialmente integrado em que algumas das bobinas 31 são unidas como uma unidade ou módulo único, e um estator unitizado em que as bobinas individuais 31 são utilizadas separadamente expostas ou encapsuladas para o caso de substituição individual de bobina para um desenho completamente modular com uma única bobina 31 como a unidade básica do desenho modular.

[00076] Múltiplos estatores 20 podem ser conectados juntos utilizando-se estruturas de suporte alinhadas axialmente e módulos de bobina 30 ou grupos de bobinas 31 podem ser conectados na direção axial. Bobinas individuais 31 dentro do estator 20 podem ter fios em paralelo ou em série ou em combinações em paralelo/série como necessário para o uso ideal da corrente e voltagem disponíveis a partir de uma fonte de energia disponível. Partes eletrônicas formando uma interface com as bobinas do estator 31 podem ser configuradas para comutar as bobinas 31 em paralelo ou em série ou em combinações de paralelo e série a partir de independente, em série, em paralelo, ou combinações paralelo/em série como necessário.

[00077] Pode ser vantajoso em alguns desenhos se criar um percurso de fluxo a partir de uma bobina 31 para a próxima bobina 31 dentro do estator 20 em um percurso que não cruza de forma excessivamente próxima o percurso do ímã. Em desenhos de alta velocidade essa opção não é desejável.

[00078] Os núcleos 34 utilizados na presente invenção podem ser feitos em múltiplas configurações e a partir de múltiplos materiais. Em uma modalidade como ilustrado na figura 9, o núcleo 34 pode ser feito de uma série de fios de calibragem pequena 34a, que são preferivelmente fios de aço duro de um diâmetro muito pequeno. A distância entre os fios de calibragem 34a é preferivelmente inferior ao diâmetro do fio de calibragem 34a para um melhor desempenho. O espaçamen-

to ideal é obtido quando cada fio de calibragem 34a é espaçado do fio adjacente pela mesma distância de espaçamento como é igual ao diâmetro do fio de calibragem 34a. No entanto, uma variedade de distâncias de espaçamento entre os fios de calibragem individuais 34a também pode ser possível. O espaçamento maior pode ser adequado para desenhos de menor eficiência e maior RPM. Os fios de calibragem 34a podem ser orientados para o efeito de foco direcional opcional do fluxo magnético através da bobina 31.

[00079] Na modalidade ilustrada na figura 10, o núcleo 34 é feito de aço fino 34b com uma ou mais pequenas quebras ou cortes 34c. O aço fino 34b pode ser aço duro com uma largura de poucas centenas de centímetro. A orientação do aço fino 34b e os cortes 34c pode ser selecionada para o efeito de foco direcional opcional do fluxo magnético através da bobina 31. Os cortes 34c impedem que o fluxo magnético induza uma corrente que percorre em torno do núcleo 34.

[00080] Na modalidade como ilustrado na figura 11, o núcleo 34 possui uma face de primeiro polo 36, uma face de segundo polo 37, e uma parte intermediária 38 entre as faces de primeiro e segundo polos 36, 37 ao longo de um eixo geométrico central 2. A parte intermediária 38 possui uma largura reduzida com relação às faces de primeiro e segundo polos 36, 37. Essa configuração mantém a largura do núcleo nas faces de polo 36, 37 enquanto aumenta a área de enrolamento e o número de voltas na parte intermediária 38. De acordo, o fluxo é aumentado nas faces de polo.

[00081] O núcleo 34 da presente invenção utiliza preferivelmente pouco ou nenhum ferro. No caso onde pouco ferro é utilizado, é preferível se utilizar aço duro o mínimo possível para focar as linhas de força como necessário. No entanto, ferro macio também pode ser utilizado com alguma perda de eficiência. A presente invenção foi testada com fios de piano de calibragem baixa, material de calço segmentado

axialmente muito fino, tubos e formatos sólidos. Em motores convencionais, os núcleos de ferro são utilizados para transmitir o fluxo de onde é criado a partir dos enrolamentos de cobre para onde precisam ser utilizados na área de interface de rotor e estator. Na presente invenção, o fluxo não precisa ser transmitido de um ponto de criação até um ponto de utilização visto que o fluxo é criado onde precisa ser utilizado.

[00082] Para um núcleo mais barato e mais fácil de produzir 34, um projetista pode não utilizar qualquer material de núcleo (talvez um núcleo não ferroso para fins de enrolamento de bobina que pode ou não ser removido após o enrolamento), um tubo de ferro macio, ou uma camada fina de forro de ferro encerrada em um aglutinante, idealmente submetido a um campo magnético antes da configuração do aglutinante.

[00083] A alta eficiência pode ser obtida com um desenho de núcleo otimizado materialmente de velocidade mais baixa. No entanto, no caso de operações de alta velocidade, um núcleo de ar (sem núcleo) ou uma quantidade menor de aço duro pode ser utilizado.

[00084] Enquanto os desenhos de núcleo mais eficientes são ilustrados nas modalidades apresentadas aqui, a presente invenção também contempla desenhos de núcleo menos eficientes, para os quais existe uma variedade de razões a serem consideradas incluindo custos de fabricação, redução de kick-back de raio elétrico através dos circuitos de energia.

[00085] Os rotores 50 são projetados com um ou mais conjuntos de ímãs 60, contidos dentro do rotor 50. As figuras 12a a 12d ilustram variações do ímã 60. O ímã 60 possui uma extremidade interna 61 a ser disposta perto do eixo geométrico central 1 do motor 10 e uma extremidade externa 62 a ser disposta distante do eixo geométrico central 1 do motor 10. O ímã 60 também possui uma superfície superior 63 e uma superfície inferior 64. Quando o ímã 60 é montado no rotor 50, a superfície superior 63 está voltada para o estator 20. Em outras pala-

bras, a superfície superior 63 funciona como uma extremidade de polo.

[00086] Na modalidade ilustrada na figura 12a, o ímã 60 possui degraus em formatos de torta 63a formados adjacente à face de polo superior 63 em ambos os lados da mesma de modo que a face de polo superior 63 seja mais estreita na extremidade interna 61 do que na extremidade externa 62. A modalidade ilustrada na figura 12b é diferente da ilustrada na figura 12a visto que o ímã 60 possui adicionalmente dois degraus em formato de torta 64a formados na face de polo inferior 64 em ambos os lados da mesma de modo que a face de polo inferior 64 seja também mais estreita na extremidade interna 61 do que na extremidade externa 62. A modalidade ilustrada na figura 12c é diferente da ilustrada na figura 12b visto que o ímã 60 é feito de duas metades 60a e 60b empilhadas uma em cima da outra. As duas metades 60a e 60b se atraem mutuamente e ajudam a manter uma à outra no lugar no rotor 50. Na modalidade ilustrada na figura 12d, existem quatro bordas periféricas anguladas 63b adjacentes à face de polo superior 63 e existem quatro bordas periféricas anguladas 64b adjacentes à face de polo inferior 64. A face de polo superior 63 e a face de polo inferior 64 são mais estreitas na extremidade interna 61 do que na extremidade externa 62.

[00087] A finalidade das configurações acima é focar as linhas de força magnética ou fluxo magnético. O ímã 60 é um bom condutor de fluxo. A parte larga do ímã 60 disposta entre as duas faces de polo 63 e 64 cria mais linhas de força. O ímã estreito ou material de ímã na superfície superior e/ou superfície inferior 63 e 64, nos polos, faz com que as linhas de força sejam constrictas e foquem em uma concentração maior nas superfícies de polo mais estreitas.

[00088] A configuração escalonada como ilustrado na figura 12a reduz a área da superfície superior 63 ou face de polo com relação à outra parte do ímã 60. De acordo, essa configuração ajuda a concen-

trar os campos magnéticos e aumenta a resistência de campo na superfície superior estreitada 63 funcionando como uma extremidade de polo. Portanto, a configuração da figura 12a é preferível quando o ímã 60 é consubstanciado em um rotor de extremidade disposto na extremidade mais externa, com um estator em um lado apenas.

[00089] A configuração escalonada como ilustrado nas figuras 12b e 12c ou a configuração angulara como ilustrado na figura 12d reduz ambas as áreas de face de polo superior 63 e a face de polo inferior 64 com relação à outra parte do ímã 60. De acordo, essa configuração ajuda a concentrar os campos magnéticos e aumentar a resistência de campo na superfície inferior estreitada 64 além de na superfície superior estreitada 63, ambas funcionando como extremidades de polo. Portanto, as configurações da figura 12b a 12d são preferíveis quando o ímã 60 é consubstanciado em um rotor intermediário intercalado entre os estatores.

[00090] Essencialmente, o formato ideal do ímã é a área de polo sendo mais estreita do que a parte intermediária. Em qualquer uma das modalidades, o ímã 60 não precisa ser sólido. O ímã 60 pode ser construído a partir de qualquer número de pedaços de ímã menores ou mais finos empilhados de modo a criar o formato final composto. A configuração escalonada ou angulada pode ser obtida pela usinagem do ímã 60 ou por fundição. O processo de fundição é preferido.

[00091] Os ímãs 60 podem ter qualquer formato, mas preferivelmente possuem duas superfícies planas paralelas (faces de polo) que estão voltadas para o estator 20. As polaridades dos ímãs 60 são preferivelmente norte-sul-norte-sul em configurações alternadas. Isso é traduzido em um desenho preferido utilizando sempre um número par de ímãs 60. O espaçamento preferido é utilizar a largura do ponto mais próximo entre os ímãs 60 como igual à largura da parte mais larga dos ímãs 60, apesar de as configurações mais próximas e mais distantes

também funcionarem com eficiências variáveis. Os formatos convenientes de ímã incluem cilindros ou discos, quadrados prismáticos ou retângulos, e formatos de torta prismática truncados com arcos interno e externo.

[00092] A figura 13 ilustra melhor as regras de desenho preferidas para o desempenho ideal. O ímã 60 possui uma largura W , um comprimento L , e uma altura HM . O comprimento L é uma dimensão do ímã 60 medida entre as faces de polo 63 e 64. O núcleo 34 possui uma largura C , um comprimento LC , e uma altura HC . O comprimento B é uma dimensão do núcleo 34 medida entre as faces de polo 36 e 37. Um intervalo de ímã como medido entre ímãs adjacentes 60 dispostos no mesmo rotor 50 é denotado como A . Um espaço de ímã entre os ímãs 60 dispostos em rotores adjacentes 50 como medido ao longo da direção do eixo geométrico 2 é denotado B . A placa desvio possui uma espessura H .

[00093] As regras de desenho de acordo com a presente invenção são como se segue:

$$W \leq A, \text{ de forma ideal } W = A$$

$$L \geq A, \text{ de forma ideal } L > A$$

$$B < A$$

$$C \geq W, \text{ de forma ideal } C = W$$

$$L > B$$

$$HM \geq HC$$

[00094] Adicionalmente, LC é preferivelmente o mais próximo de B possível de modo que um espaço entre a bobina 31 e o ímã 60 medido ao longo da direção do eixo geométrico 2 possa ser o menor possível. H deve ser grande o suficiente para transferir o fluxo substancial da bobina para a bobina. Qualquer violação das regras acima resulta em perda de eficiência, mas não necessariamente não funcionalidade.

[00095] Como mais bem ilustrado na figura 13, os ímãs 60 são ori-

entados em oposição um ao outro (norte voltado para sul e sul voltado para norte) ao longo de um eixo geométrico paralelo. Os ímãs 60 em um rotor 50 são alinhados com os ímãs 60 no próximo rotor 50 dessa forma. Em um único rotor 50 em torno do círculo que inclui o centro de cada ímã 60, os ímãs 60 são dispostos opostos um ao outro, como também observado na figura 14.

[00096] Nas modalidades preferidas, os ímãs 60 são orientados com superfícies polarizadas (faces de polo) alinhadas de forma normal com relação ao eixo geométrico do rotor. Em uma modalidade alternativa, os ímãs 60 podem ser alinhados ao longo de um plano radial. Essa modalidade alternativa pode exigir um segundo conjunto concêntrico de bobinas 31, os centros do primeiro conjunto de bobina alinhados com as extremidades externas dos ímãs 60 e os centros do segundo conjunto de bobina alinhados com as extremidades internas dos ímãs 60.

[00097] Em outra modalidade alternativa, os ímãs 60 podem ser orientados ao longo da direção do círculo descrito pelos centros dos ímãs 60, voltados norte para norte ou norte para sul, repetidamente, em torno do círculo.

[00098] Em outras modalidades, os ímãs 60 podem ser orientados voltados uma para o outro (norte voltado para norte e sul voltado para sul). Nessas modalidades, o desenho de bobina precisa ser alterado para um desempenho ideal para inverter a direção de enrolamento no centro do eixo geométrico de bobina como ilustrado na figura 6.

[00099] Na figura 14 é ilustrada uma placa desvio 70. A placa desvio é utilizada para fornecer um percurso de condução de fluxo de um ímã 60 para o próximo ímã 60. Metade do fluxo é conduzido para a direita de cada ímã 60 e metade para a esquerda de cada ímã 60 na figura 14. A placa desvio 70 é utilizada em cada extremidade da pilha de estator/rotor. Placas desvio adicionais 70 podem ser utilizadas de acordo com a necessidade de grupos de estator/rotor. A placa desvio

70 pode ser feita de uma peça contígua de material ou de peças separadas de material como necessário, apesar de uma única peça contígua ser preferida.

[000100] A explicação acima pode ser extrapolada para modalidades orientadas radialmente.

[000101] A figura 15 ilustra um exemplo de motor 10 de acordo com a presente invenção, que é consubstanciada como um motor tipo cubo tipo roda e aro. O motor 10 contém um aro 11, duas placas desvio em cada lado da pilha de estator/motor, vários estatores e rotores, cada um com bobinas retangulares 31 e ímãs 60 em conjuntos radiais, suportes, eixos, e outros componentes de suporte como necessário. Esse desenho em particular ilustrado na figura 15 não é modular, exceto no sentido de que cada parte da pilha de estator/rotor pode ser visualizada como um módulo, no entanto, o desenho pode ser implementado com componentes modulares como com todos os desenhos de alta densidade ilustrados.

[000102] Como ilustrado nas figuras 2, 14 e 15, em cada extremidade da pilha de estator e rotor, existe um percurso de desvio magnético ou placa desvio 70. A placa desvio 70 é constituída de um material que é capaz de conduzir o fluxo magnético. O fluxo dos ímãs de rotor 60 é capaz de fechar a alça de fluxo magnético através da placa desvio 70, permitindo que a alça de fluxo passe de um polo sul para o próximo polo norte para o próximo polo sul, etc., como mais bem observado na figura 14. O motor 10 pode ser construído sem uma ou ambas as placas desvio 70, mas o desempenho é afetado de forma negativa sem a presença dos percursos desvio 70. A restrição principal do desenho para o desempenho ideal da placa desvio é uma área transversal igual à metade da área transversal de um dos ímãs 60.

[000103] Em algumas modalidades, a placa desvio 70 pode ser dividida ou criada a partir de segmentos discretos. Cada intervalo de

segmento ou partição é alinhada exatamente a meio caminho entre os ímãs 60. A partição ou interface cria uma mudança conveniente das linhas de força de ímã que podem ser utilizada com sensores magnéticos, tal como dispositivos de Efeito Hall, para informar aos controladores de motor quando comutar os pulsos para a bobina 31 de +/- para -/+ entre os dois fios de bobina. O mesmo sinal pode ser utilizado como a base de um ponto inicial para um retardo temporizado para a comutação de +/- para -/+ entre os dois fios de bobina, assumindo que um retardo temporizado (ou de avanço) seja desejado.

[000104] A figura 16 ilustra um exemplo de motor 10 de acordo com a presente invenção, que é consubstanciado como um motor padrão de alta densidade. Um "motor padrão" é definido como sendo um motor com um estator estacionário e um rotor rotativo ou grupo estacionário de estatores e grupo rotativo de rotores configurados em uma pilha de estator/rotor. O motor padrão utiliza os elementos descritos acima: estator(es), rotor(es), bobinas, ímãs permanentes, sensores de posição, circuitos de energização de bobina e/ou circuitos de retificação e considerações de desenho como anteriormente enumerado. Na figura 16, os rotores 50 contêm ímãs retangulares 60, e estatores 20 contêm bobinas retangulares 31 e núcleos 34 (escondidos na pilha). Os estatores 20 são estacionários e os rotores 50 giram para acionar o eixo central 1.

[000105] As figuras 17 e 18 ilustram exemplos do motor 10 de acordo com a presente invenção, que é consubstanciado com um conjunto de engrenagem epicíclica 80. A configuração do conjunto de engrenagem epicíclica 80 é mais bem observado na figura 18. Os rotores 50 podem ser configurados de forma concêntrica fora da engrenagem anular 82 ou lado a lado com a engrenagem anular 82. O método de fixação pode variar e o rotor pode ser direta ou indiretamente fixado à engrenagem anular 82, perto ou fora da engrenagem anular 82.

[000106] No conjunto de engrenagem epicíclica 80, um eixo de entrada do motor 10 aciona uma engrenagem solar 81, uma engrenagem anular 82 é acionada pelos rotores de motor 50, e o portador de engrenagem planetária 84 aciona um eixo de saída. O motor 10 utiliza de forma opcional uma embreagem ou outro dispositivo de travamento para limitar ou travar o movimento da engrenagem anular 82 (ou rotor anexado 50) com relação ao alojamento do motor (não ilustrado). O rotor 50 é acionado por entrada de energia do estator 20 de modo que a velocidade da engrenagem anular 82 possa ser controlada com relação a ou diferente da velocidade do eixo de entrada, resultando em uma capacidade de alterar a razão de engrenagem com relação ao eixo de saída. Essa razão de engrenagem, com base na energia adicionada à engrenagem anular 82 do rotor acionado 50, resulta em uma razão de entrada para velocidade de eixo de saída infinitamente variável de 1:1 para a razão do conjunto de engrenagem epicíclica 80. Diferentemente de uma transmissão mecânica regular, a transmissão variável elétrica adiciona torque através de uma ou mais seções de estator/rotor.

[000107] Na figura 17, três rotores 50 aciona dois estatores 20 em torno do conjunto de engrenagem epicíclica central 80. Os dois estatores 20 contém 24 módulos de bobina encapsulados 30 cada, no entanto, apenas um módulo de bobina encapsulado 30 por estator é ilustrado.

[000108] Na figura 18, o mesmo conjunto de engrenagem epicíclica 80 como utilizado na figura 17 é utilizado. A diferença chave entre as duas modalidades ilustradas nas figuras 17 e 18 é a largura das seções de estator e rotor. A largura das seções de estator e rotor da figura 17 é mais espessa do que a largura das seções de estator e rotor da figura 18. Por exemplo, na figura 17 cada rotor 50 pode ter 3,81 cm de espessura e cada seção de estator/rotor tem 7,62 cm de espessura, incluindo um rotor de 3,81 cm de espessura 50 enquanto na figura

18 cada seção de estator/rotor pode ter 1,93 cm de espessura. No entanto, outras espessuras maiores ou menores podem ser utilizadas, dependendo do desempenho desejado.

[000109] A figura 19 ilustra um exemplo do rotor 50 do motor 10 de acordo com a presente invenção, que é consubstanciado como um rotor de motor padrão. Nessa modalidade, o rotor 50 possui 40 furos de ímã 52 igualmente espaçados perto da periferia externa do rotor 50. Nesse caso, o rotor 50 é ilustrado com um furo central 54 no centro do rotor 50 como pode ser utilizado em uma aplicação de transmissão. Em uma aplicação de motor padrão de não transmissão, o furo central 54 pode ser muito menor do que o ilustrado, como necessário para fixar a um eixo, um colar de eixo, ou outro sistema de fixação de eixo. O rotor 50 pode ser projetado com qualquer número par de furos de ímã 52, cada um dos quais deve ter um formato similar em um conjunto radial. Os ímãs 60 podem ser redondos, quadrados, podem ter formato de torta, podem ser retangulares, ou qualquer outro formato conveniente, no entanto, o formato de torta truncado como mais bem observado na figura 2 é preferido.

[000110] A figura 20 ilustra outro exemplo de rotor 50 do motor 10 de acordo com a presente invenção, que é consubstanciado como um rotor de motor padrão. Nessa modalidade, o rotor 50 possui um bolso circular 56 para receber a placa desvio 70 (não ilustrada na figura 20), que aumenta a eficiência do motor pelo fornecimento de um percurso de condução de fluxo magnético para cada ímã 60 para conduzir metade de seu fluxo para o próximo ímã 60 no conjunto radial em cada lado. O rotor 50 em cada extremidade da pilha de estator/rotor ser preferivelmente configurada com o bolso circular 56 para a placa desvio 70, que deve ser projetada com um material magneticamente condutor.

[000111] As figuras 21 e 22 ilustram um exemplo do estator 20 do motor 10 de acordo com a presente invenção. Na figura 21, existem

dois estatores 20, cada um constituído de um conjunto radial de módulos de bobina encapsulados 30 e braços de suporte 22 como podem ser utilizados em um desenho modular. Cada conjunto radial dos módulos de bobina encapsulados 30 representa uma seção de estator. Na figura 22, alguns dos módulos de bobina encapsulados 30 em um dos dois estatores 20 são omitidos para fins de ilustração.

[000112] A figura 23 ilustra outro exemplo de rotor 50 do motor 10 de acordo com a presente invenção, que é consubstanciado como um motor tipo cubo. Nessa modalidade, o rotor 50 do motor de cubo 10 é ilustrado como seria utilizado em uma aplicação tipo automotiva.

[000113] A figura 24 ilustra outro exemplo do rotor 50 do motor 10 de acordo com a presente invenção, que também é consubstanciado como um motor de cubo. Nessa modalidade, o rotor 50 do motor tipo cubo 10 é ilustrado como um rotor tipo roda dentada com dentes 58. Na vista na esquerda, o rotor 50 ilustra furos de ímã 52 para ímãs retangulares 60 (não ilustrados). Os meio círculos adicionais 52a nos quatro cantos de cada furo de ímã 52 são utilizados por motivos de conveniência em um processo de fabricação particular, mas esses meio círculos 52a não são necessários para que o desenho seja funcional. Na vista, no lado direito, o rotor 50 ilustra um bolso desvio 56 para a placa desvio 70 (não ilustrada).

[000114] A figura 25 ilustra outro exemplo do estator 20 do motor 10 de acordo com a presente invenção, que é consubstanciado como um motor tipo cubo. Na figura 25, furos retangulares internos 24 para o recebimento de módulos de bobina 30 (não ilustrados) são ilustrados para fins de ilustração.

[000115] A figura 26 ilustra outro exemplo do estator 20 do motor 10 de acordo com a presente invenção. Nessa modalidade, o estator 20 possui raios 21. Os furos adicionais 23 também servem para reduzir o peso.

[000116] Em uma modalidade de motor, um circuito que controla a temporização dos pulsos comuta (ou dispara) os pulsos na orientação correta da bobina 31 com relação ao ímã 60 para obter um desempenho ideal do motor. A temporização de comutação pode ser controlada de várias formas, incluindo, mas não limitada a escovas, percebendo a posição do ímã através de uma ou mais bobinas, o uso de um dispositivo de efeito Hall, ou sensores óticos.

[000117] À medida que a temporização é avançada em demasia, a bobina 31 pode empurrar ou puxar os ímãs 60 com uma força oposta à direção de movimento desejada do motor 10. Isso reduz o desempenho e desperdiça energia. O mesmo é verdadeiro se a temporização for retardada em demasia.

[000118] As modalidades de gerador que se baseiam apenas na retificação não precisam perceber a orientação relativa do ímã/bobina. Os geradores de indução com base em bobina/bobina precisam perceber essa orientação relativa.

[000119] O motor regenerativo de acordo com a presente invenção pode ser projetado com uma variedade de fases. Cada fase pode utilizar temporização independente de pulsos elétricos. Tipicamente, uma série de bobinas está localizada de modo que a primeira bobina 31 dispare, então a segunda, então a terceira, etc. até que 3 bobinas 31 tenham sido disparadas em um motor de 3 fases ou 4 bobinas 31 tenham sido disparadas em um motor de 4 fases, etc. Uma vez que o número de bobinas 31 combinando com o número de fases do motor 10 tenha sido alcançado, as próximas bobinas 31 na série são disparadas ao mesmo tempo em que as bobinas individuais 31 correspondendo às primeiras bobinas 31 na série de repetição. Por exemplo, em um motor de 3 fases com 9 bobinas, as bobinas 1, 4, 7 disparam primeiro, as bobinas 2, 5, 8 disparam, e finalmente as bobinas 3, 6, 9 disparam, depois do que o processo é repetido.

[000120] O número de fases é determinado no processo de desenho pela determinação ou seleção do número de ímãs 60 e bobinas 31. Os ângulos entre os ímãs 60 e bobinas 31 são utilizados para determinar o número de fases. Gráficos ou tabelas podem ser desenvolvidos para simplificar o processo, tal como o gráfico ilustrado na figura 27. A figura 27 ilustra uma tabela do número de fases em uma determinada razão de ímãs 60 para bobinas 31. Essa tabela pode ser utilizada como uma tabela de consulta para determinar o número de fases que um desenho de motor ou gerador determinado terá em uma determinada razão.

[000121] Dependendo do tipo de conjuntos de estator e rotor de ímãs com relação às bobinas (ou bobinas com relação às bobinas), cada bobina 31 interage com 4 ímãs 60 de cada vez, dois em cada lado da bobina como pode ser observado na figura 13 (desde que haja um rotor oposto 50 em cada lado da bobina 31 – nas modalidades em que uma bobina 31 não possui um rotor 50 em ambos os lados da bobina 31 interagindo com metade do número de ímãs 60 de cada vez). Nas modalidades com conjuntos concêntricos de ímãs 60 e bobinas 31 ou conjuntos lineares lado a lado dos mesmos, uma bobina individual pode interagir com um número maior de ímãs 60.

[000122] A presente invenção pode ser consubstanciada em vários tipos de motores como explicado adicionalmente abaixo.

Modalidade 1: Motor Regenerativo Padrão

[000123] Como observado na figura 1, por exemplo, um motor padrão é um motor com um estator estacionário e o rotor rotativo ou grupo estacionário de estatores e grupo rotativo de rotores configurados em uma pilha de estator-rotor. O motor padrão utiliza os elementos descritos acima: estatores, rotores, bobinas, ímãs permanentes, sensores de posição, circuitos de energização de bobina, e/ou circuitos de retificação e considerações de desenho como previamente enumerados.

Modalidade 2 – Apresentação Padrão para Motor Regenerativo Modificado para Incluir Conjunto de Engrenagem Epicíclica para Transmissão Elétrica Infinitamente Variável.

[000124] Como observado nas figuras 17 e 18, por exemplo, um motor regenerativo pode ser modificado para incluir um conjunto de engrenagem epicíclica com o eixo de entrada do motor acionando a engrenagem solar, a engrenagem anular, acionada pelos rotores de motor, e o portador de engrenagem planetária acionando o eixo de saída. O motor utiliza opcionalmente uma embreagem ou outro dispositivo de travamento para limitar ou travar o movimento da engrenagem anular (ou rotor anexado) com relação ao alojamento do motor. Os rotores podem ser configurados de forma concêntrica fora da engrenagem anular ou lado a lado com a engrenagem anular. O método de fixação pode variar e o rotor pode ser indireta ou diretamente anexado à engrenagem anular, perto de ou fora da engrenagem anular.

[000125] A transmissão elétrica variável utiliza os elementos descritos acima: estator(es), rotor(es), ímãs permanentes, sensores de posição, circuitos de energização de bobina, e/ou circuitos de retificação e considerações de desenho como enumerado anteriormente.

Modalidade 3: Motor tipo Cubo Regenerativo Auto Contido

[000126] As modalidades preferidas são destinadas a aplicações automotivas ou de powersports. O motor tipo cubo é anexado aos pinos e parafuso que tipicamente se projetam através do rotor do freio. O motor tipo cubo pode girar com relação ao eixo, mais rapidamente ou mais lentamente, como necessário. O torque do motor é gerado à medida que um ou mais rotores que contêm um conjunto de ímãs alternados norte-sul são submetidos às forças de empurrar-puxar alternadas geradas em um estator constituído de múltiplas bobinas planas.

[000127] Nessa modalidade, esses elementos são combinados para fins de capturar energia de forma regenerativa ou baseada em gerador

a partir de uma ação de frenagem ou ação de geração intencional a partir das velocidades de eixo relativas mais altas para velocidades de motor e o armazenamento de energia capturada em um dispositivo de armazenamento interno, energia que pode ser subsequentemente utilizada para suplementar ou substituir a energia do eixo para aceleração rápida e mais eficiente ou cruzeiro (dentro dos limites do dispositivo de armazenamento de energia).

[000128] Na modalidade autocontida, as partes eletrônicas do controlador de motor e algum armazenamento de energia mínimo são contidos dentro do motor. Os sinais de controle podem ser transferidos pelo controle remoto ou através do eixo.

[000129] Nas modalidades alternativas, o motor pode aceitar os sinais de energia e controle através do eixo ou através de anéis deslizantes ou discos ou utilizar um dispositivo de controle remoto para comunicar os sinais de acionamento.

[000130] Opcionalmente como necessário para uma aplicação específica, o motor tipo cubo possui um ou mais dispositivos de travamento que podem impedir ou limitar a rotação relativa do motor tipo cubo com relação ao eixo. O dispositivo de travamento assume a forma de uma embreagem de deslizamento de eliminação, uma embreagem de múltiplos discos, ou um mecanismo de solenoide/entalhe.

[000131] A capacidade de o motor tipo cubo de girar a velocidades relativas com o eixo de entrada ou eixo permite que a roda acionada gire em velocidades relativas com o eixo de entrada do motor, permitindo que o motor tipo cubo adicione energia ao eixo de entrada ou retire energia do eixo de entrada. Isso permite que o motor aja em um modo de acionamento, um modo de carregamento de regeneração, ou como em um modo de deslizamento controlado.

Modalidade 4: Motor tipo Cubo com Eixo Estacionário

[000132] A modalidade 4 é igual à modalidade 3 exceto que nessa

modalidade o eixo é estacionário. O motor tipo cubo gira em torno do eixo estacionário. Essa modalidade permite que os fios de sinal de energia e controle passem através do eixo (incluindo um eixo oco, um eixo sólido com múltiplos percursos elétricos isolados, ou uma partição no eixo). Nessa modalidade, as partes eletrônicas de controle de motor e/ou fonte de energia podem ser localizadas dentro do motor tipo cubo ou fora do motor tipo cubo.

Modalidade 5: Motor tipo Cubo com Sistema de Engrenagem Epicíclica Interna

[000133] Nessa modalidade, a área central do motor tipo cubo contém um sistema de engrenagem epicíclica. O eixo de entrada do motor se conecta à engrenagem solar do sistema de engrenagem. Os rotores de motor se conectam à engrenagem anular do sistema de engrenagem. O portador de engrenagem planetária se conecta ao alojamento rotativo do motor tipo cubo, que, por sua vez, aciona o pneumático, cilindro, roda dentada, dentes de engrenagem externos, etc.

[000134] Opcionalmente, para algumas aplicações pode ser adequado se incluir um mecanismo de travamento para travar o sistema de engrenagem de modo que o eixo de entrada gire diretamente a roda, roda dentada, etc. O sistema de travamento pode ser constituído de uma embreagem deslizante de eliminação, uma embreagem a disco, um mecanismo de solenoide/entalhe, etc.

[000135] A presença do sistema de engrenagem epicíclica permite que a roda acionada gire a velocidades relativas para o eixo de entrada de motor, permitindo que o motor tipo cubo adicione energia para o eixo de entrada e retire energia do eixo de entrada. Isso permite que o motor aja em um modo de acionamento, um modo de carregamento de regeneração, ou como em um modo de deslizamento controlado. Em oposição à primeira modalidade que não possui um sistema de engrenagem, a presença do sistema de engrenagem nessa modalida-

de permite que um torque definido aumente do eixo de entrada para a roda acionada, o que pode ser especialmente útil em situações de subida de ladeira ou partida a partir de descanso.

Modalidade 6: Motor Linear

[000136] Uma modalidade de motor linear contém os seguintes elementos: 1) um rotor linear contendo um ou mais conjuntos lineares de ímãs ou bobinas, 2) um estator linear contendo um ou mais conjuntos lineares de bobinas, 3) um método de perceber a bobina com relação à posição do ímã como descrito previamente para as bobinas acionadas (deixadas de fora em uma modalidade de gerador linear), 4) um método de restrição ou limitação do percurso de movimento, que pode incluir alguma forma de disposição de suporte ou bucha linear que permita que o rotor e o estator se movam com relação um ao outro em um percurso predefinido, 5) opcionalmente um sistema de limitação de percurso (molas, paradas súbitas, parachoques elastoméricos, ímãs, amortecedores ou combinações desses itens), e 6) opcionalmente um sistema de engrenagem ou frenagem.

Modalidade 6a: Motor de Posicionamento Linear

[000137] Uma modalidade de motor de posicionamento linear é obtida quando um motor linear como descrito na modalidade 6 é combinado com um codificador de posição absoluta ou incrementada de qualquer tipo (óptico, magnético, etc.) em um sistema de retorno de circuito fechado. O motor de posicionamento linear não experimenta a retração magnética do rotor para o estator quando as bobinas não são energizadas. Isso significa que o motor não tem a tendência de encaixar por pressão em uma posição além da última posição relativa do(s) estator(es) e rotor(es) em que o motor descansou por último (a menos que haja forças externas). Como tal, se o sistema de retorno de circuito fechado detectar qualquer início de movimento a partir da última posição de descanso, o mesmo pode energizar as bobinas para reposicionamento.

onar e manter o motor na posição original.

Modalidade 7: Motor tipo Panqueca

[000138] Um motor tipo panqueca é definido como sendo um motor fino (ou gerador) em que o diâmetro do motor é maior do que a espessura do motor. Uma modalidade de motor tipo panqueca do Desenho de Motor Regenerativo e Bobina é idêntica ao desenho de motor independente com a limitação das proporções dimensionais do envelope de diâmetro para largura. O Desenho de Motor Regenerativo e Bobina é particularmente adequado para aplicações de motor tipo panqueca devido às seções finas de estator/motor sobre as quais a invenção é baseada.

Modalidade 8: Motor de Posicionamento Rotativo

[000139] Uma modalidade de motor de posicionamento rotativo é obtida a qualquer momento que qualquer uma das modalidades de motor rotativo descritas aqui são utilizadas com um sensor de posicionamento absoluto ou incrementado de qualquer tipo (ótico, magnético, etc.) e combinado com um sistema de retorno de circuito fechado. O motor de posicionamento rotativo não sofre a retração magnética do rotor para o estator quando as bobinas não são energizadas. Isso significa que o motor não tem a tendência de encaixar por pressão em uma posição além da última posição relativa do(s) estator(es) e rotor(es) em que o motor descansou pela última vez (a menos que existam forças externas). Como tal, se o sistema de retorno de circuito fechado detectar qualquer início de movimento a partir da última posição de descanso, o mesmo pode energizar as bobinas para reposicionar e manter o motor na posição original.

Modalidade 9: Motor tipo Copo

[000140] Uma modalidade de motor tipo copo pode ser projetada 1) utilizando-se os elementos de ímã/bobina ou bobina/bobina estator/rotor alinhados radialmente como descrito acima ou 2) as seções de estator/rotor que utilizam uma seção central oca.

Modalidade 10: Módulos Magnéticos

[000141] As bobinas e núcleos descritos aqui podem existir em várias configurações. Em uma modalidade, as bobinas são encapsuladas dentro de outro material dentro de uma ou mais folhas finas de material ou totalmente encapsuladas em um polímero ou outro material encapsulante. Na modalidade encapsulada, os módulos de bobina encapsulados podem, opcionalmente, incluir um sistema de controle elétrico para energizar a bobina com base em um sinal de temporização ou contagem, ou para retificar a energia gerada, ou com ambos um circuito de energização e um circuito de retificação com o percurso de circuito mudando como aplicável. Em algumas modalidades, o melhor desempenho é gerado se a energia entrar na bobina para parte de um ciclo de tarefa e então for extraída da bobina durante outra parte do ciclo de tarefa. Isso é útil se um projetista desejar adicionar energia para criar o campo e então capturar a energia dos campos desmontados para aumentar a eficiência, similar à forma em que uma mola comprimida armazena energia em potencial que pode ser subsequentemente liberada.

[000142] Os módulos magnéticos podem existir com uma ou mais bobinas em unidades independentes ou como parte de um conjunto maior. Os módulos magnéticos podem ser frações de um estator ou todo o estator. Os módulos magnéticos podem incluir bobinas ou bobinas e partes eletrônicas para controlar ou derivar energia das bobinas.

Modalidade 11: Motor de Propulsão Linear (trens, etc.)

[000143] Os princípios descritos no motor linear podem ser prontamente extrapolados para um sistema de propulsão para uma variedade de veículos elétricos com base em trilho. Uma modalidade utiliza ímãs permanentes alternados em um trilho e bobinas em um veículo utilizando interações de rotor e estator de empurrar e puxar lineares, descritas acima. Outra modalidade utiliza ímãs permanentes no veículo e bobinas nos trilhos.

Modalidade 12: Dispositivo Projétil

[000144] Os mesmos conceitos para o Motor de Propulsão Linear podem ser adicionalmente extrapolados para lançar veículos ou objetos a partir de um trilho como um projétil. As modalidades com base em projétil podem utilizar o desenho de bobina descrito aqui em conjuntos de bobina bidimensionais ou tridimensionais configurados em torno de um tubo em um ou mais conjuntos lineares em torno do ímã permanente ou projeteis magnéticos induzidos.

Modalidade 13: Dispositivos Solenoides

[000145] Em uma modalidade solenoide do Desenho de Motor Regenerativo e Bobina, as bobinas e ímãs (possivelmente um ímã e uma bobina) são configurados para operar como um solenoide. A bobina é energizada para mover o ímã. A bobina pode ser reenergizada ou desenergizada (na presença da gravidade, uma mola, gás comprimido, ou outro sistema de movimento de retorno) para retornar o solenoide para a posição inicial.

[000146] Em todas as modalidades descritas acima, opcionalmente, a energização de bobina ou circuitos de coleta de energia podem ser incluídos dentro dos motores ou podem ser incluídos separados dos motores e ligados às bobinas dentro do motor. É frequentemente conveniente se incluir as partes eletrônicas dentro do centro de um motor tipo cubo ou integrado aos módulos magnéticos de um motor padrão, motor de transmissão ou similar.

[000147] Todas as modalidades descritas aqui também podem opcionalmente ser configuradas com os circuitos de energização de bobina, circuitos de coleta de energia de bobina, circuitos de energização/coleta parcial, ou circuitos de comutação de energização/coleta sob demanda.

[000148] Em cada uma das modalidades, o projetista pode escolher opcionalmente criar o desenho de forma modular ou não modular. Nas modalidades modulares, uma ou mais das bobinas pode ser feita co-

mo um módulo auto contido. Esse desenho modular facilita a montagem e manutenção de modo que se um módulo de bobina falhar, o mesmo possa ser substituído com um mínimo de desmontagem do motor – em alguns casos sem interromper o motor. É concebível se tornar toda a seção de estator de bobina um módulo para substituição rápida, apesar de poder ser aconselhável se permitir que o estator seja pelo menos divisível em duas seções para minimizar a desmontagem. Enquanto os rotores também podem ser divisíveis em seções de módulo discretas como uma modalidade contemplada ou alteração das modalidades, as vantagens em se fazer isso são menos claras.

[000149] A presente invenção pode ser adicionalmente consubstanciada em vários tipos de motores como explicado adicionalmente abaixo.

Modalidade Alternativa 1: Percursos de Fluxo Radial (Percurso de fluxo Ímã-Bobina em Radiais ao invés de Paralelos Axiais)

[000150] Essa modalidade é similar ao motor tipo copo sem a seção de centro oco.

Modalidade Alternativa 2: Múltiplos Conjuntos Concêntricos e Bobinas e Ímãs

[000151] Em aplicações nas quais razões de energia adicional para volume são desejadas, os estatores e rotores podem ser configurados como descrito nas modalidades acima, mas com um ou mais conjuntos concêntricos adicionais de ímãs e bobinas em rotores e estatores. As bobinas e os ímãs podem ser alinhados ou enviesados de forma radial de conjunto concêntrico para conjunto concêntrico.

Modalidade Alternativa 3: Múltiplas Linhas de Bobinas em Ímãs para Motor Linear

[000152] Essa modalidade é similar à Modalidade Alternativa 2 para motores rotativos, conjuntos lineares alinhados ou enviesados de ímãs e bobinas podem ser utilizados em rotores lineares e estatores para um desempenho adicional.

Modalidade Alternativa 4: Múltiplos Conjuntos Concêntricos de Bobinas e Ímãs II

[000153] Essa modalidade é similar à Modalidade Alternativa 2, exceto que uma ou mais das seções de estator/rotor pode ser configurada em orientações axiais e, dentro do mesmo dispositivo, uma ou mais seções de estator/rotor podem ser configuradas na orientação radial, possivelmente em uma configuração alternada.

[000154] Como várias modificações podem ser feitas às modalidades ilustrativas, como descrito acima com referência às ilustrações correspondentes, sem se distanciar do escopo da invenção, pretende-se que toda a matéria contida na descrição acima e ilustrada nos desenhos em anexo devam ser interpretadas como ilustrativas ao invés de limitadoras. Dessa forma, a abrangência e escopo da presente invenção não devem ser limitadas por qualquer uma das modalidades ilustrativas descritas acima, mas deve ser definido apenas de acordo com as reivindicações a seguir em anexo e suas equivalências.

REIVINDICAÇÕES

1. Motor regenerativo (10) **caracterizado pelo fato de que** compreende:

um estator (20) tendo um conjunto de bobinas (31) dispostas no estator (20) em uma pluralidade de módulos de bobina (30), em que cada uma das ditas bobinas (31) compreende um primeiro enrolamento (32) de fio (33) enrolado em torno de um núcleo (34) tendo uma primeira face de polo (36) e uma segunda face de polo (37) dispostas perpendicular a um eixo direcional definido por um eixo central (1) do motor (10), e em que cada uma das ditas bobinas (31) é regulada separadamente;

um primeiro rotor (50) tendo um conjunto com um número par de ímãs (60) dispostos no primeiro rotor (50) em configurações alternadas em norte-sul;

um segundo rotor (50) tendo um conjunto de ímãs (60) disposto no segundo rotor (50); e

um sistema de temporização elétrico, que introduz energia elétrica nas bobinas (31) de forma alternada cíclica +/- e -/+;

em que cada um dos ímãs (60) tem uma extremidade interna disposta perto do eixo central (1) do motor (10), uma extremidade externa disposta longe do eixo central (1) do motor (10), uma superfície de topo (63) voltada em direção ao estator (20) e formando uma primeira face de polo do ímã (60), e uma superfície de fundo (64) formando uma segunda face de polo do ímã (60),

em que cada um dos ímãs (60) tem uma largura (C) medida ao longo de uma direção periférica na parte mais larga do ímã (60), um comprimento (LC) medido entre as faces dos polos (63, 64) do ímã (60) e ao longo de uma direção axial, e uma altura (HC), medida ao longo de uma direção radial, em que a direção periférica em que cada ímã (60) é distanciada a partir dos ímãs magnéticos (60) por uma dis-

tância de ímã (A) medida no ponto mais próximo entre os ímãs (60), em que a distância do ímã (A) não é menor que a largura (C) do ímã (60), e em que a distância do ímã (A) não é maior que o comprimento (LC) do ímã (60);

em que os ímãs (60) do primeiro rotor (50) são distanciados a partir dos adjacentes do ímã (60) do segundo rotor (50) por um espaço de ímã (B) medido na direção axial, em que a distância do ímã (A) não é menor que o espaço do ímã (B); e

um sistema de temporização elétrico, que introduz energia elétrica nas bobinas de forma alternada cíclica +/- e -/+;

em que o núcleo (34) tem uma forma e dimensão em seção transversa similar a uma forma e tamanho da seção transversal dos ímãs (60) de frente, uma largura (C) ao longo da direção periférica, um comprimento (LC) ao longo da direção axial, e uma altura (HC) ao longo da direção radial, em que a largura (C) do núcleo (34) não é menor que a largura (W) do ímã (60), em que a altura (HM) do ímã (60) não é menor que a altura (HC) do núcleo (34), e em que o dito fio tem uma seção transversa não circular.

2. Motor (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o dito fio (33) compreende um fio achatado (33).

3. Motor (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** cada uma das ditas bobinas (31) compreende ainda um segundo enrolamento (32) de fio (33) enrolado em torno do núcleo (34), particularmente em que os ditos primeiro e segundo enrolamentos (32) são constituídos por um único fio (33) e em que os primeiro e segundo enrolamentos (32) são orientados opostos um ao outro.

4. Motor (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o núcleo (34) compreender um núcleo substancialmente sem ferro, um núcleo de ar, um fio de calibragem ou um aço fino (34b) com um corte (34c).

5. Motor (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o núcleo (34) é não-circular.

6. Motor (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro enrolamento (32) é formado em uma primeira placa de circuito impresso (35) em uma forma em espiral, particularmente em que a bobina (31) ainda compreende um segundo enrolamento (32) de fio (33), e em que o segundo enrolamento é formado em uma segunda placa de circuito impresso (35) em uma forma em espiral.

7. Motor (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o dito motor (10) compreende um motor tipo cubo.

8. Motor (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende: um conjunto de engrenagem epicíclica (80) compreendendo uma engrenagem solar (81), uma engrenagem planetária, um portador de engrenagem planetária (84) e uma engrenagem anular (82); em que a engrenagem solar (81) recebe uma força de rotação a partir de uma primeira entrada, em que a engrenagem planetária (81) circunda a engrenagem solar e entrelaça com a dita engrenagem solar (81) e a dita engrenagem anular (82); em que o transportador de engrenagem planetária (84) está conectado à dita engrenagem planetária de modo que a engrenagem planetária transfere uma energia de rotação para o portador de engrenagem planetária, e em que a engrenagem anular compreende o dito rotor (50).

9. Motor (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende uma placa desvio (70) posicionada em uma extremidade de uma pilha do estator (20) e do primeiro e segundo rotores (50) e configurada para proporcionar um trajeto de condução de fluxo a partir de um primeiro ímã dos ímãs (60) para um segundo ímã adjacente aos ímãs (60).

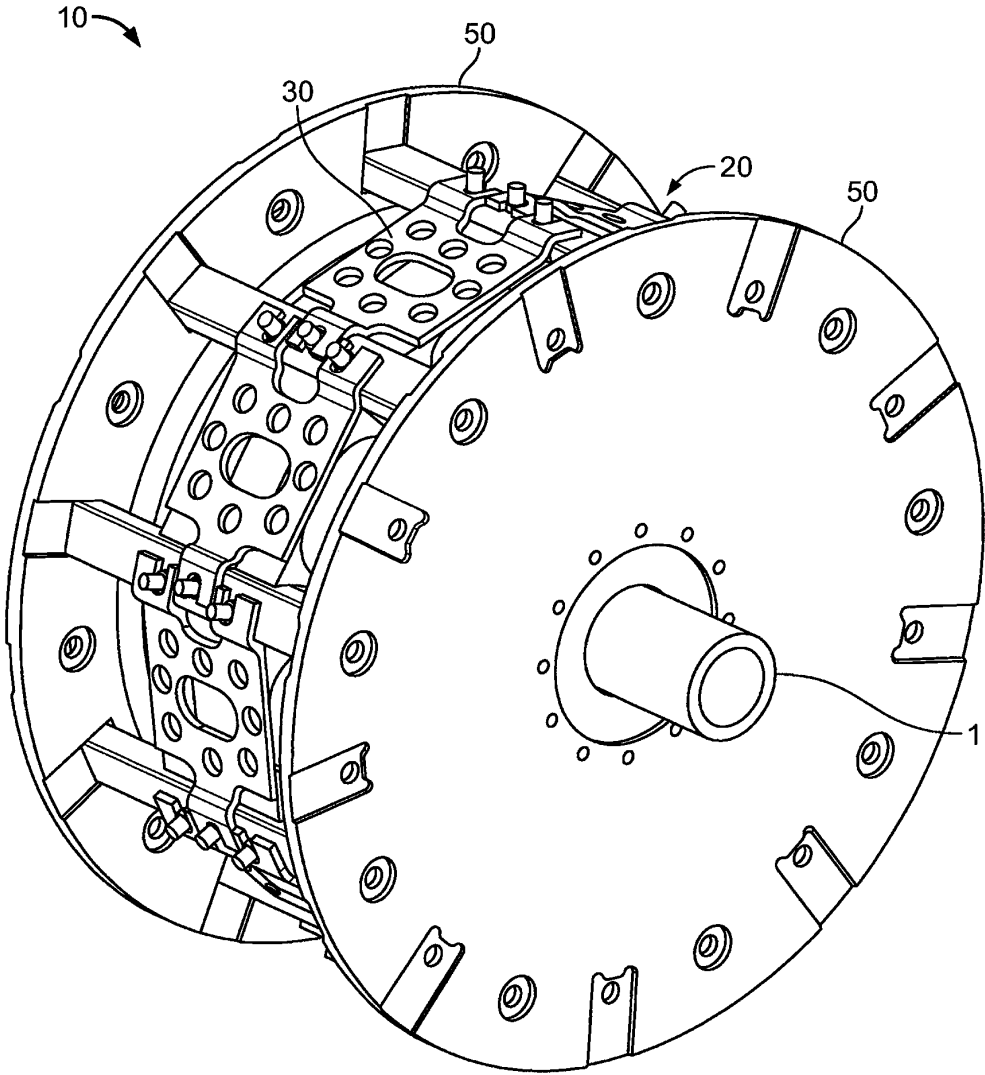


FIG. 1

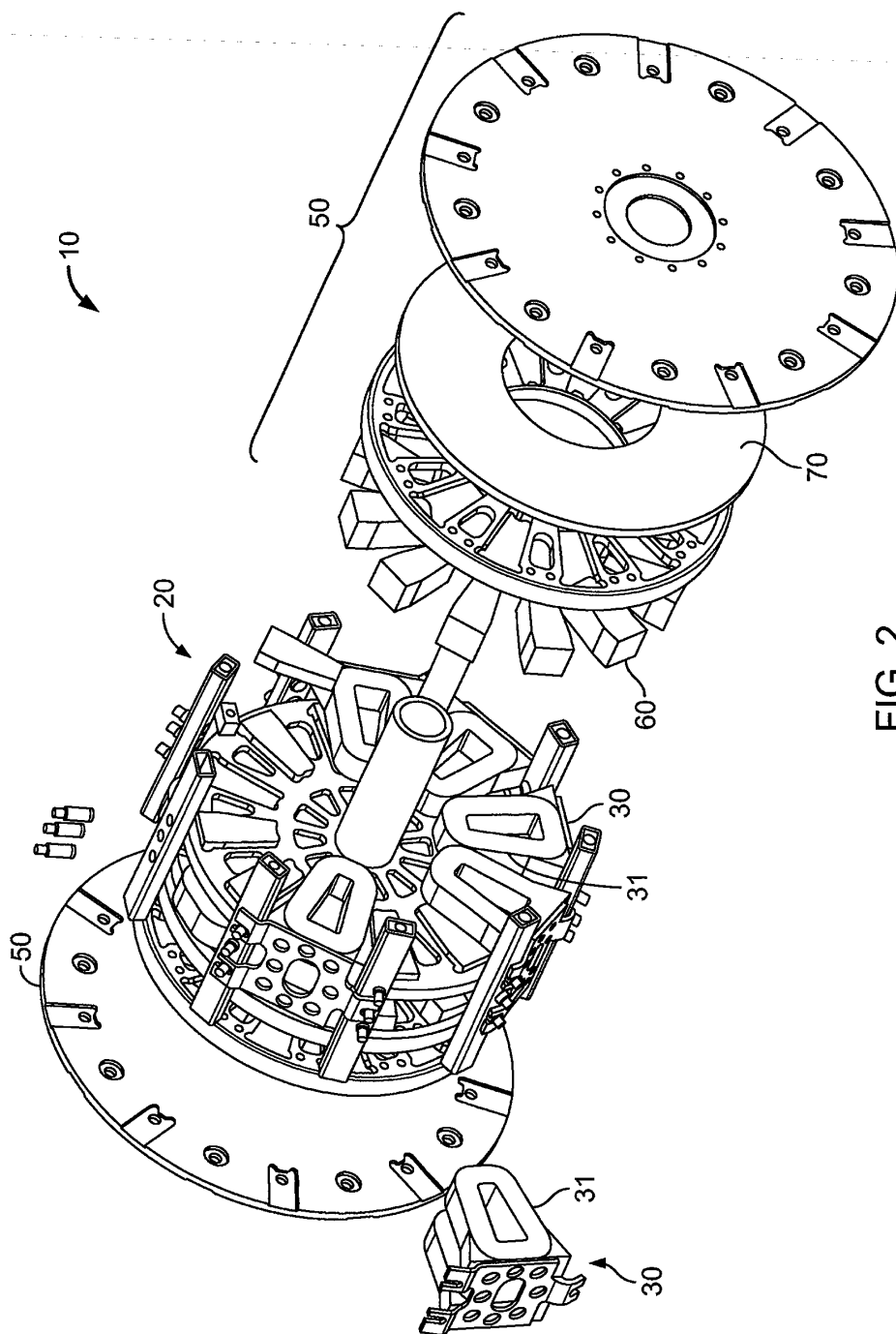


FIG. 2

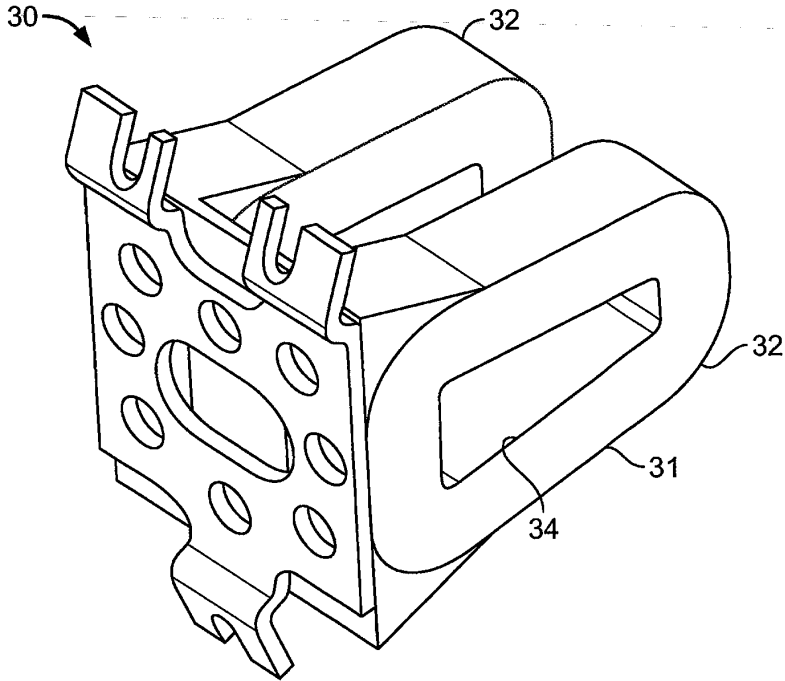


FIG. 3A

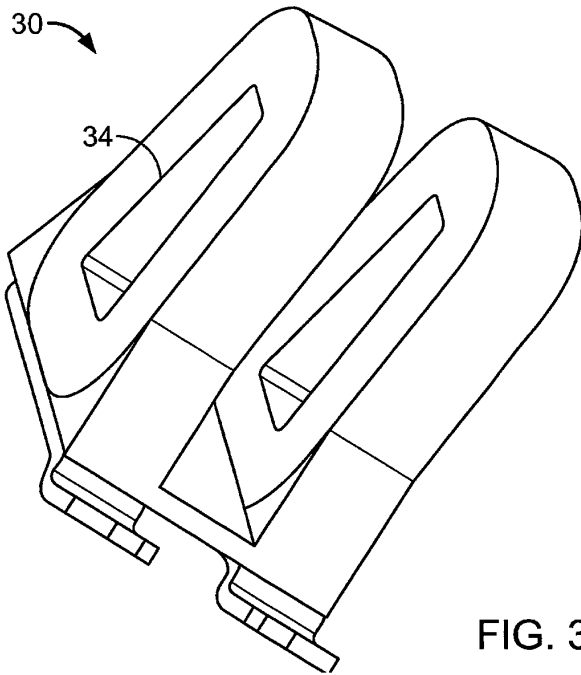


FIG. 3B

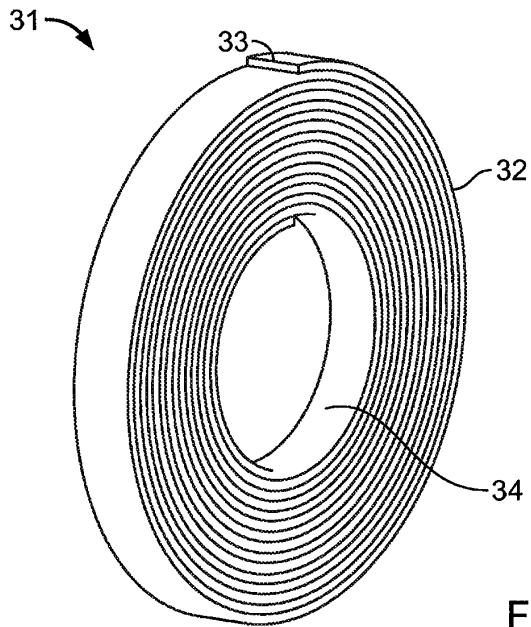


FIG. 4

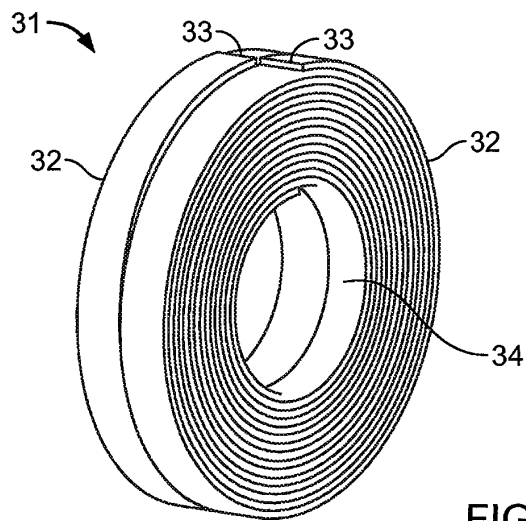


FIG. 5

31

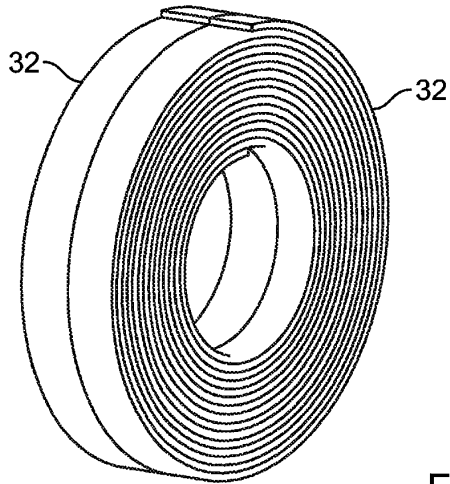


FIG. 6

31

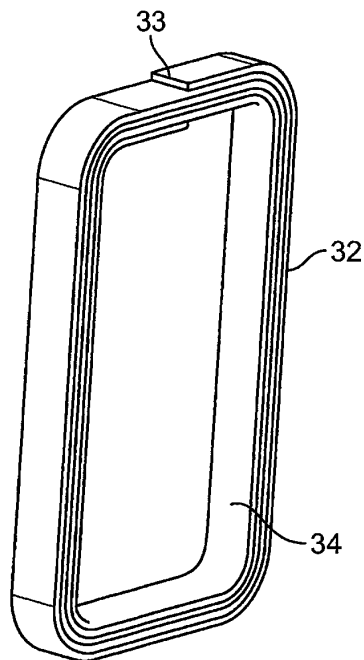


FIG. 7

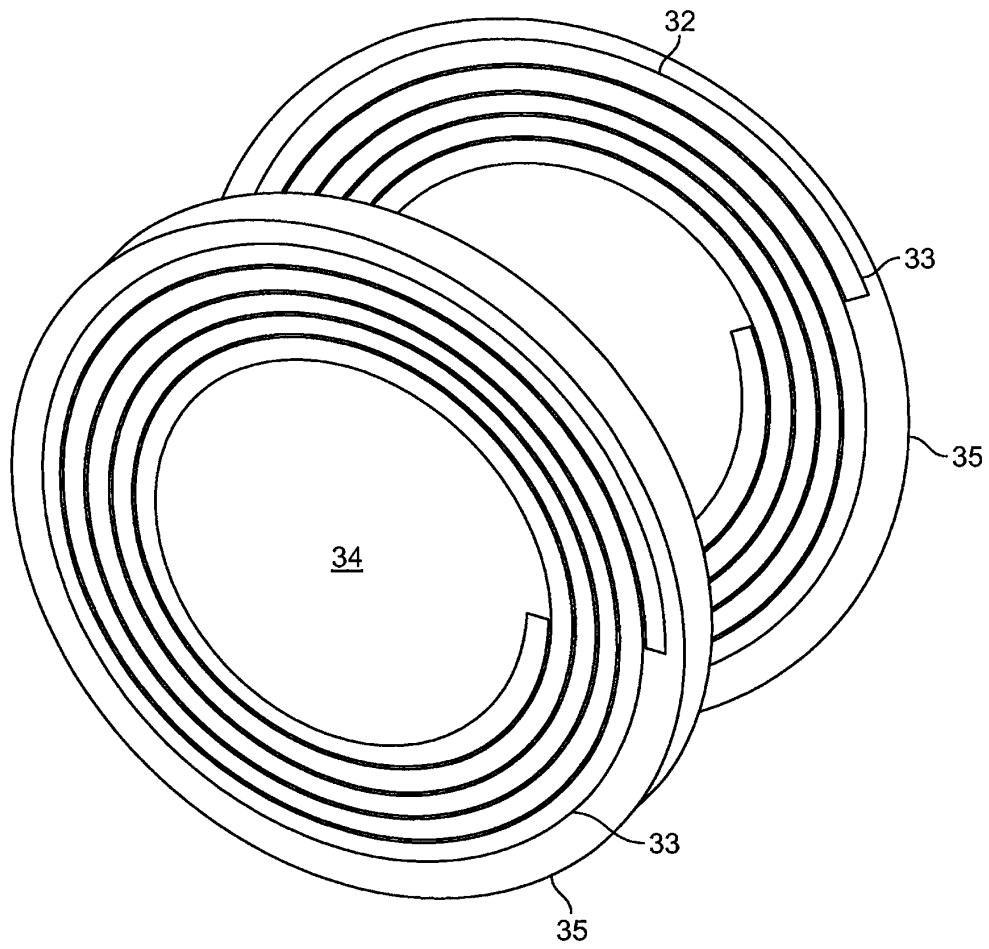


FIG. 8

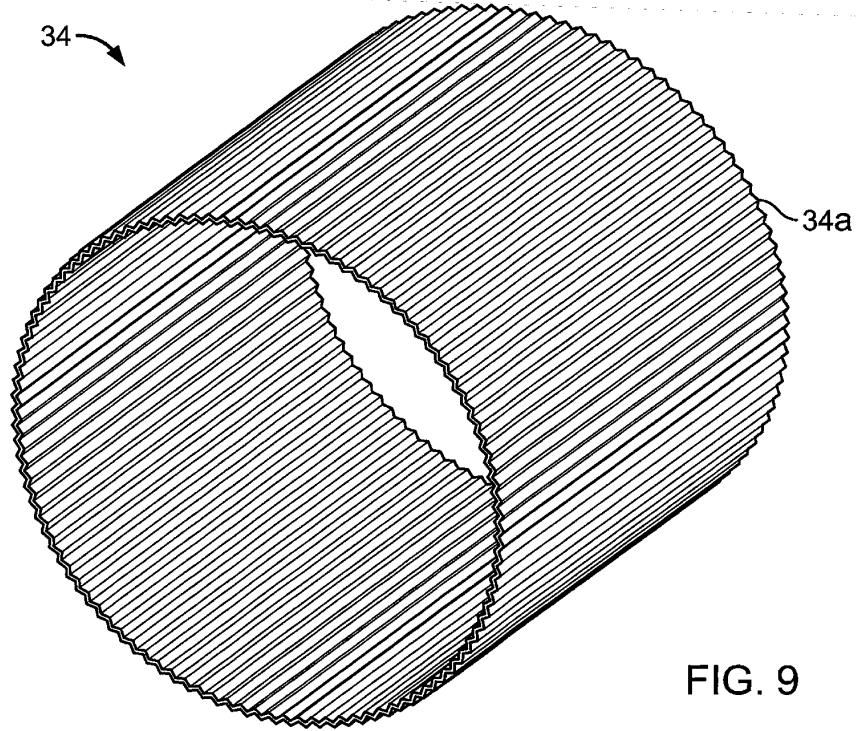


FIG. 9

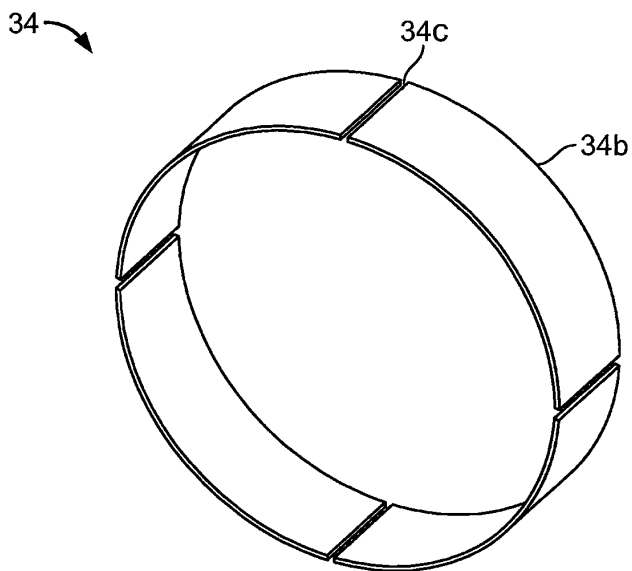


FIG. 10

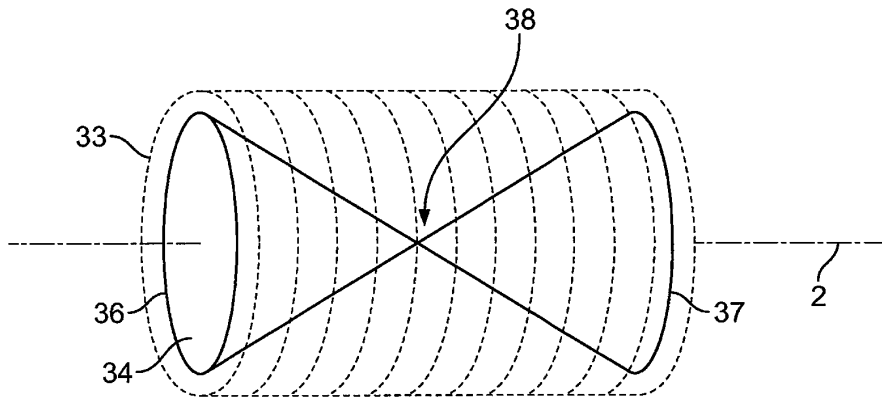


FIG. 11

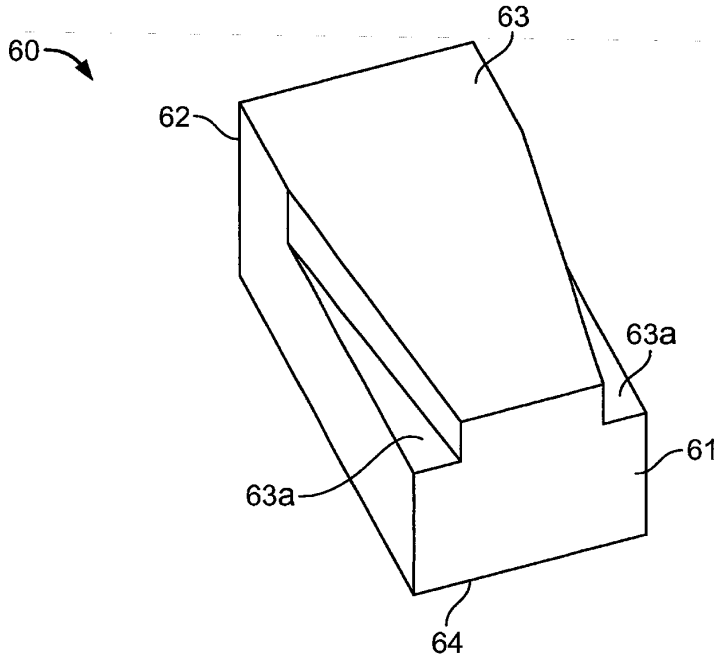


FIG. 12A

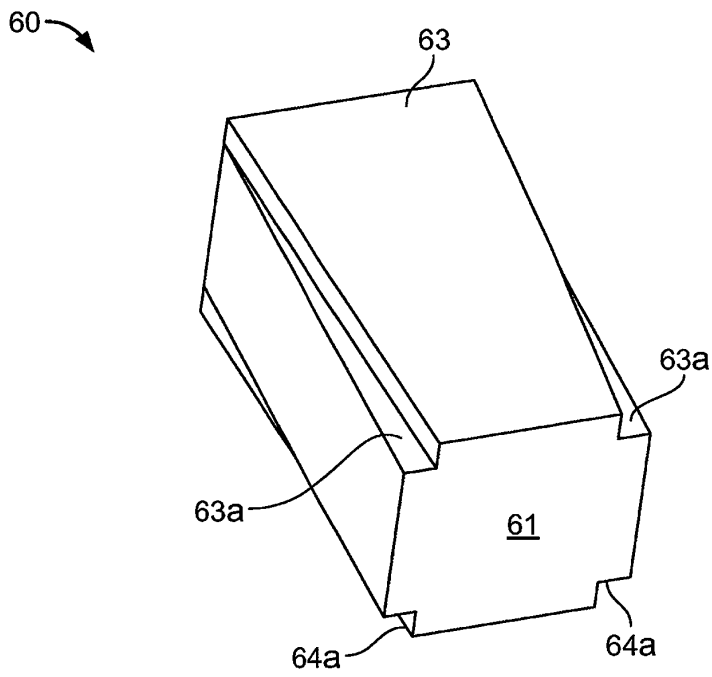


FIG. 12B

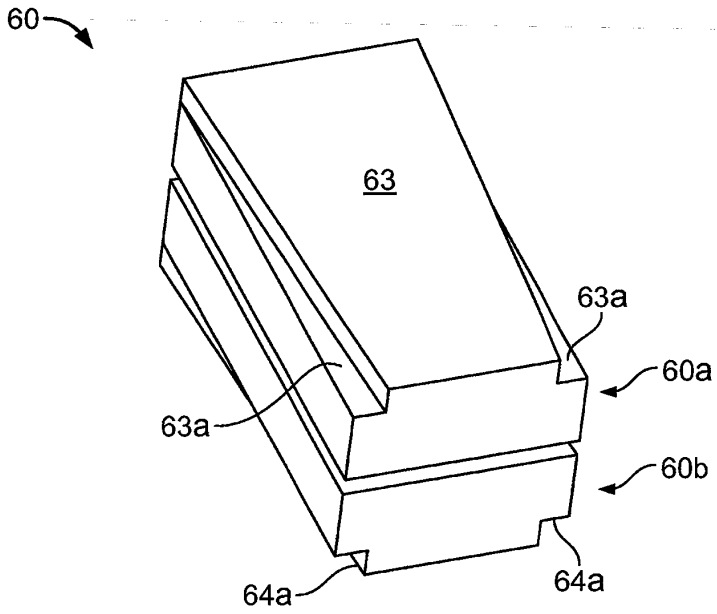


FIG. 12C

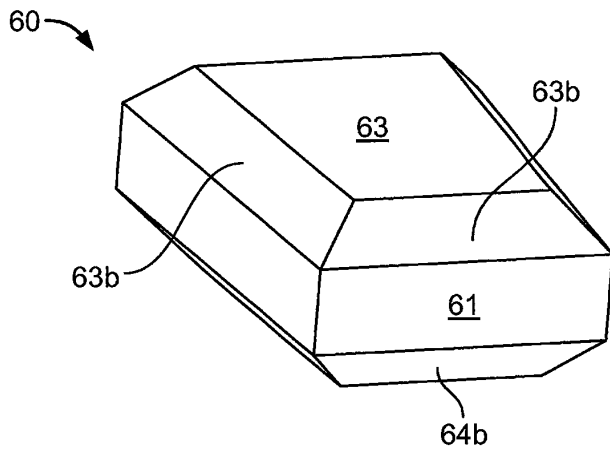


FIG. 12D

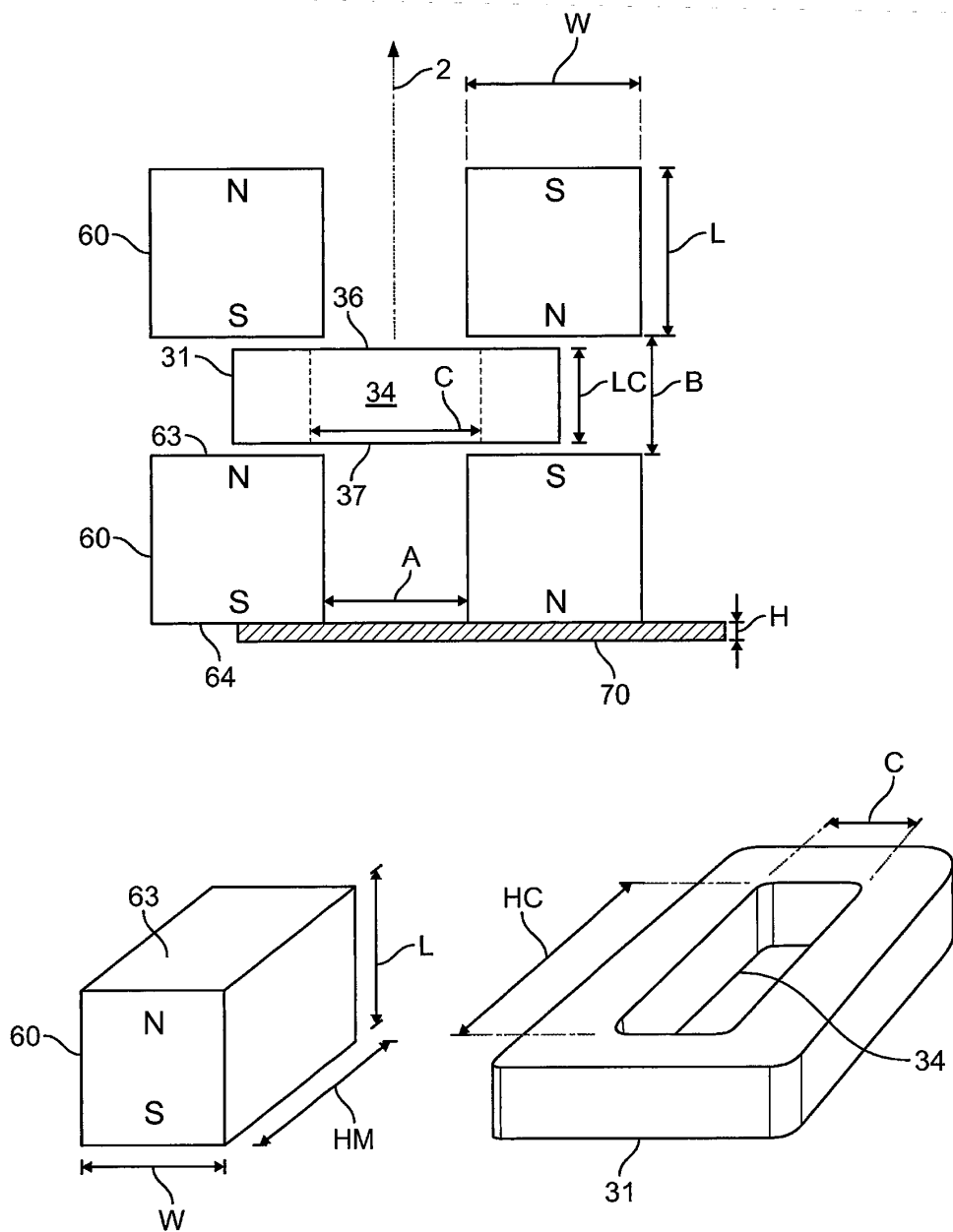


FIG. 13

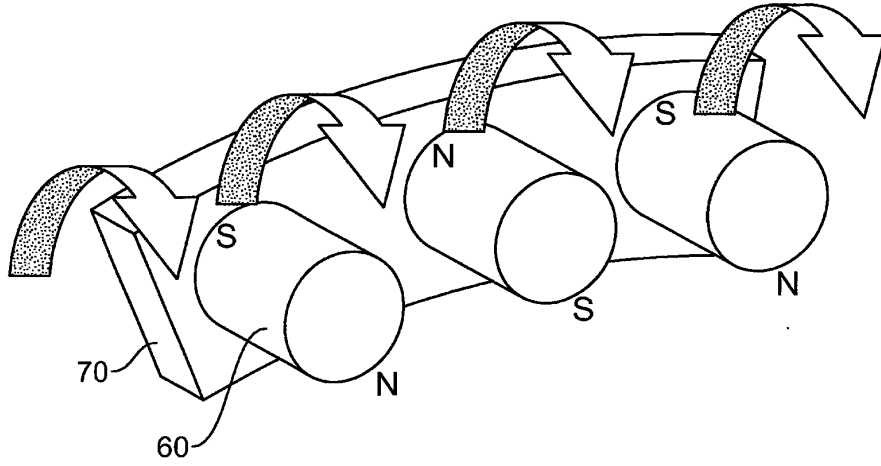


FIG. 14

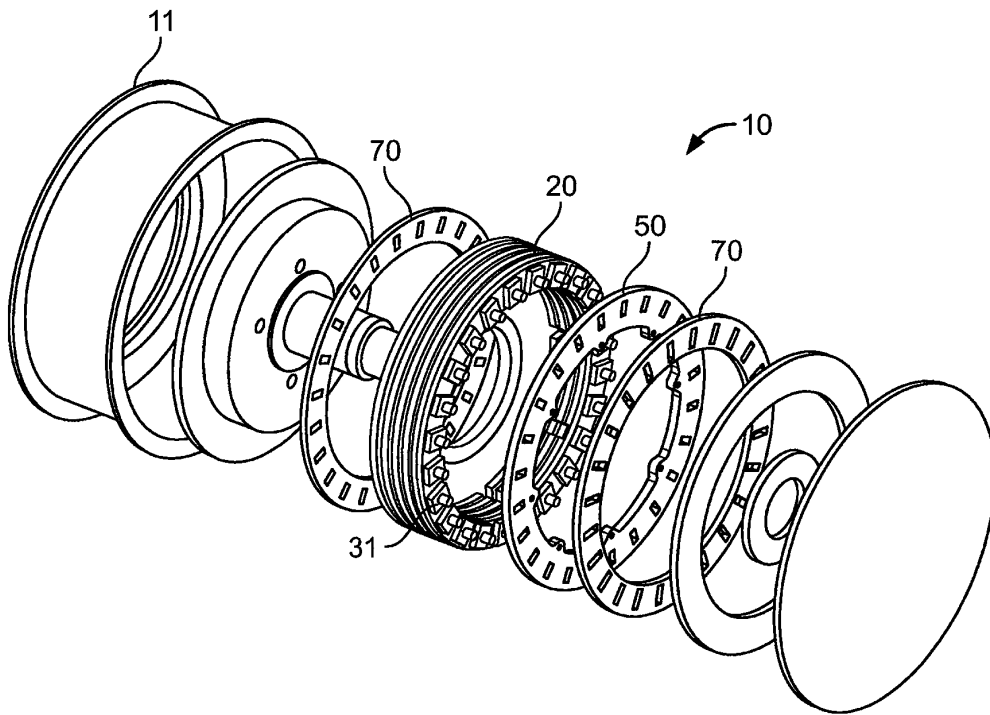


FIG. 15

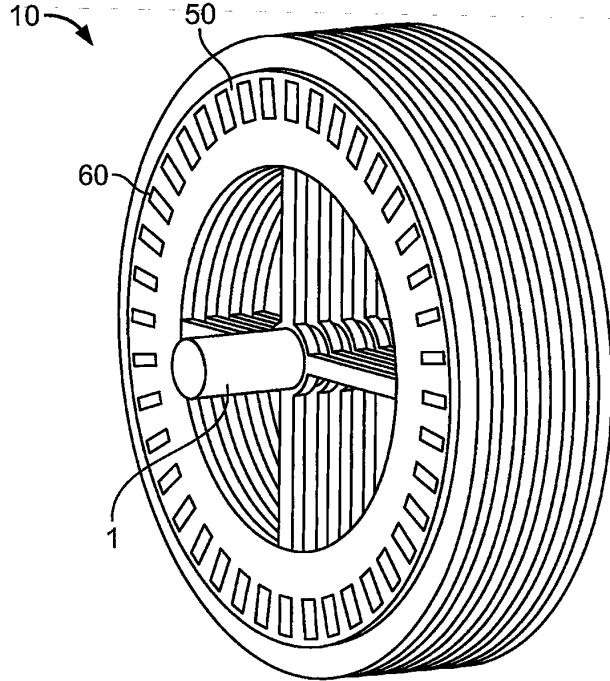


FIG. 16

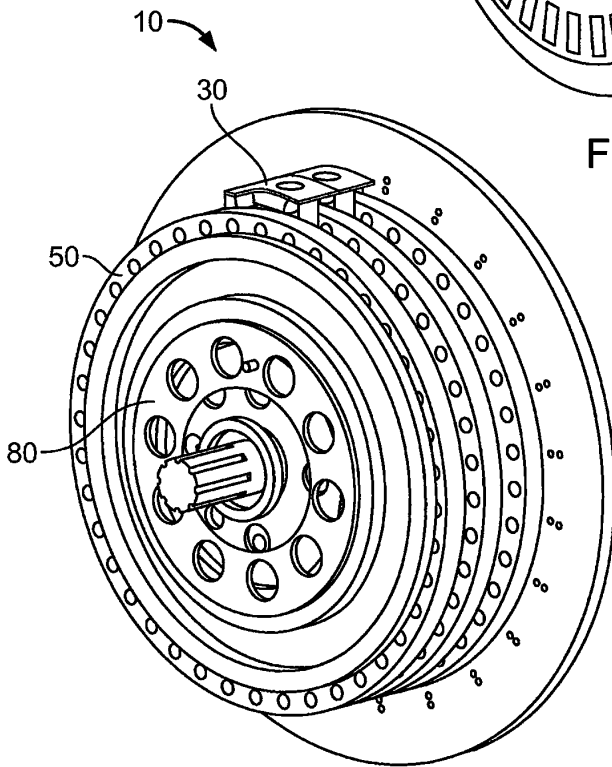


FIG. 17

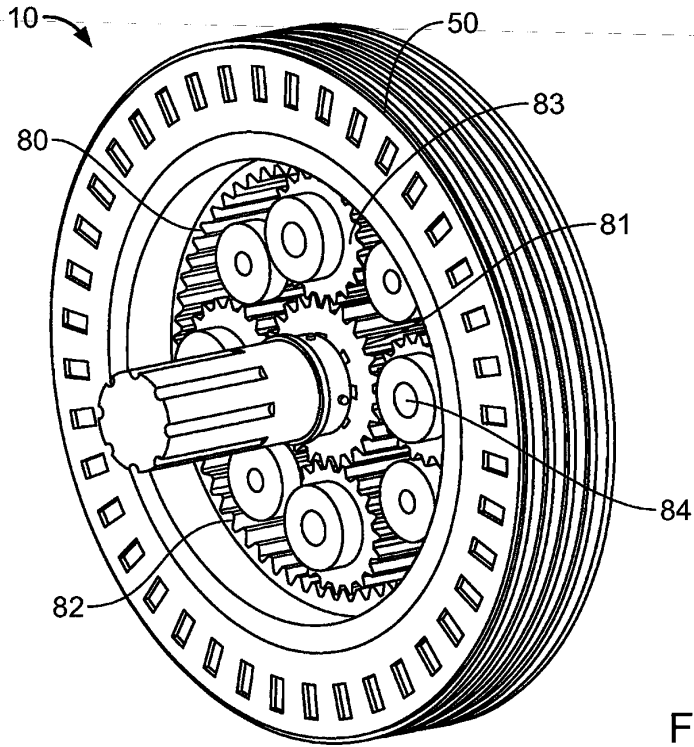


FIG. 18

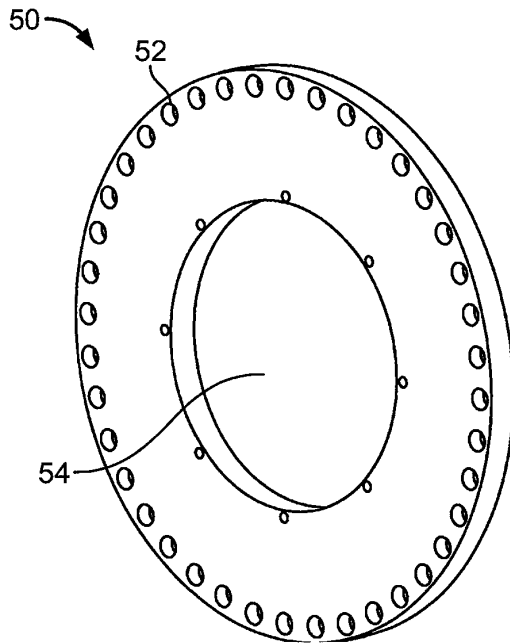


FIG. 19

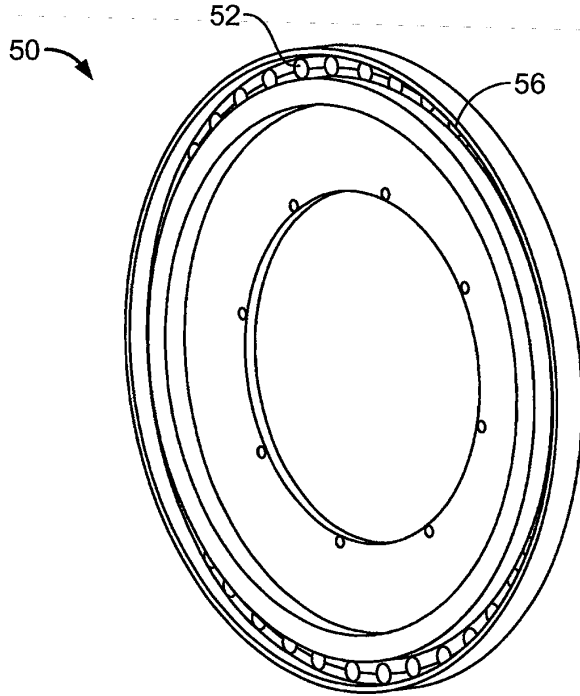


FIG. 20

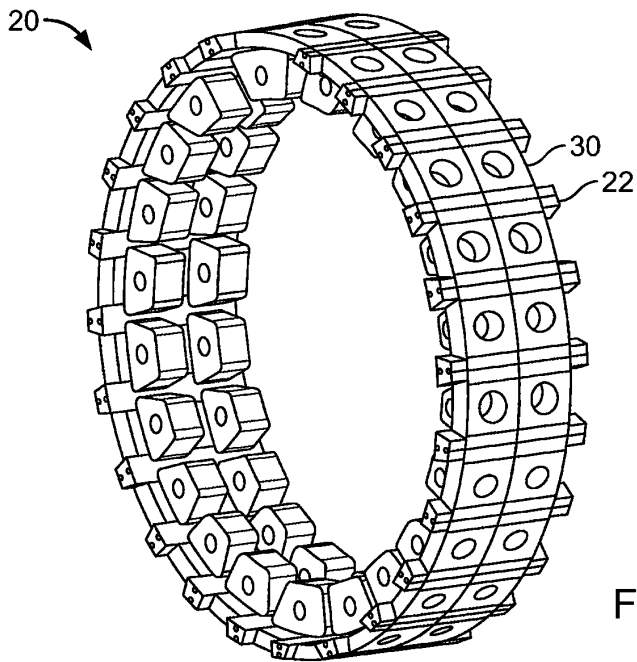


FIG. 21

20 →

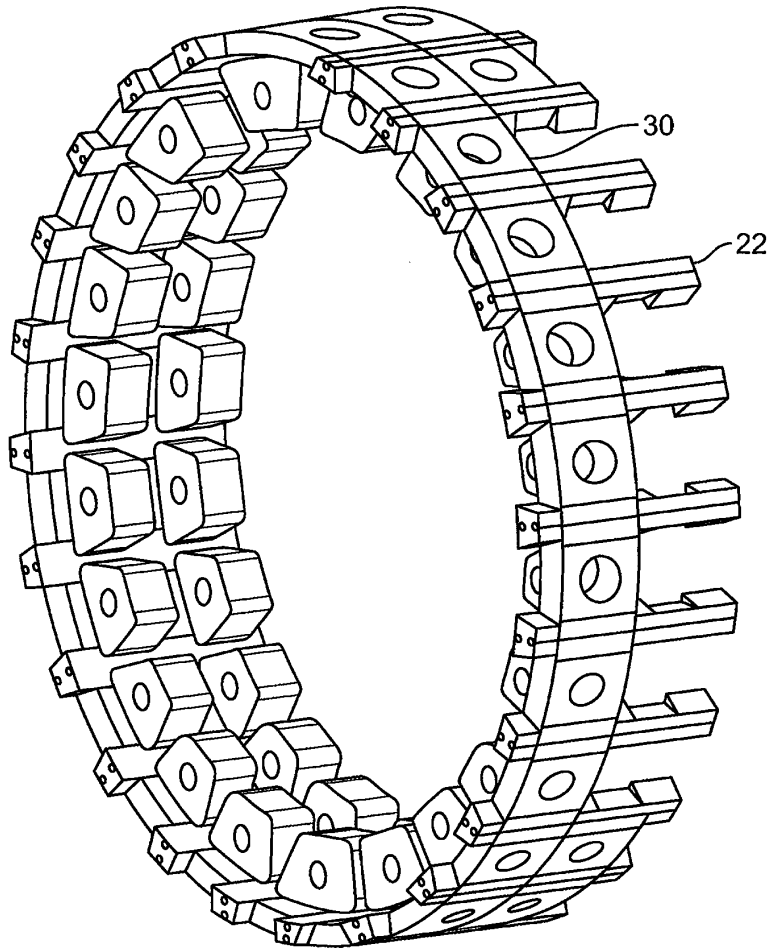


FIG. 22

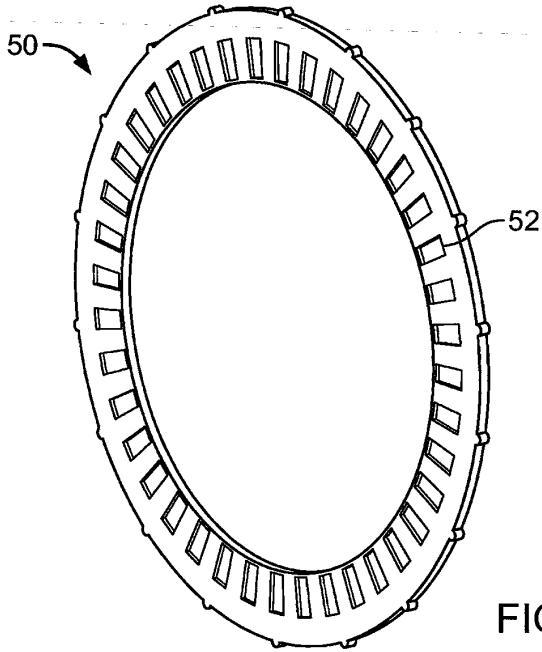


FIG. 23

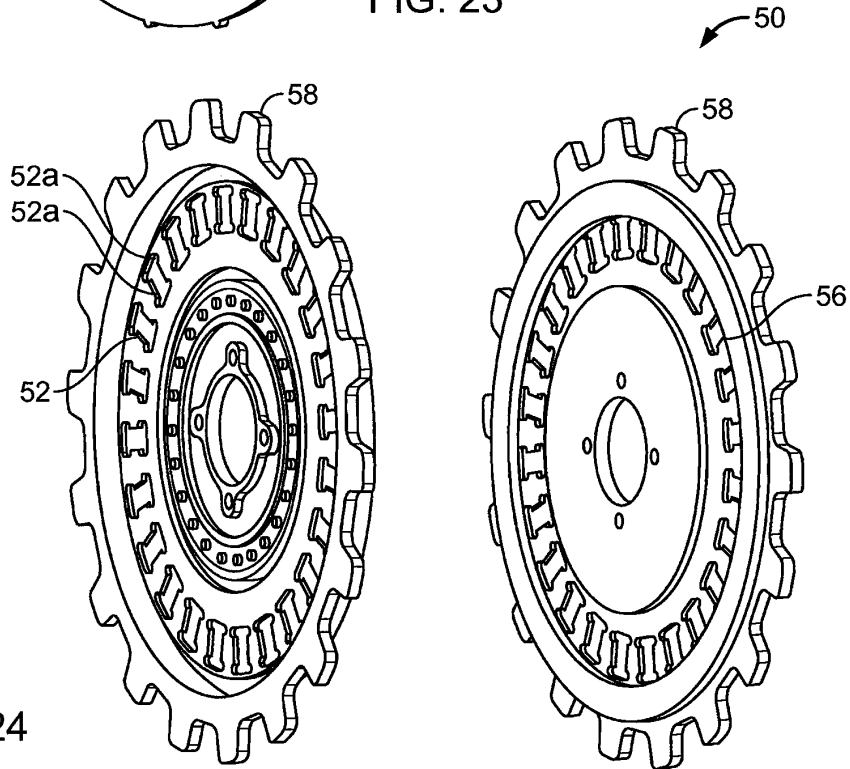


FIG. 24

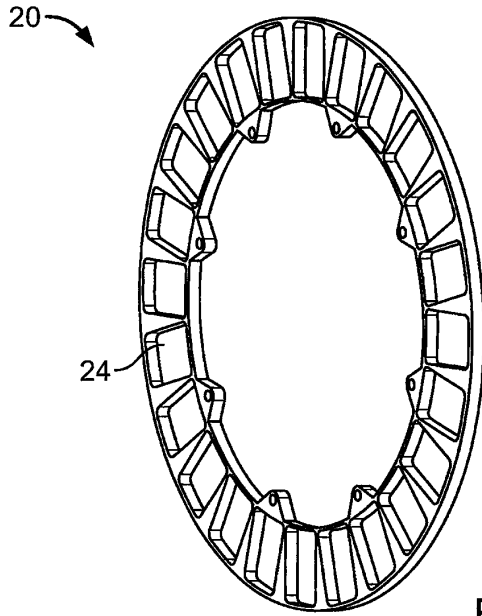


FIG. 25

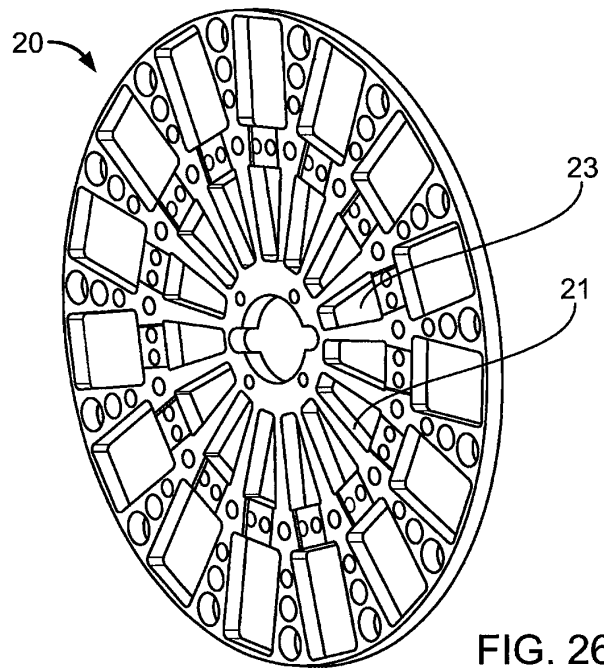


FIG. 26

<u>Razão de ímãs para bobinas</u>	<u>Fase</u>	<u>Razão de ímãs para bobinas</u>	<u>Fase</u>
1.077	13	1.875	8
1.083	12	1.889	9
1.100	10	1.900	10
1.111	9	1.917	12
1.129	8	1.923	13
1.143	7	2.000	1
1.154	13	2.083	12
1.167	6	2.100	10
1.200	5	2.125	8
1.222	3	2.143	7
1.231	13	2.157	8
1.250	4	2.222	9
1.286	7	2.250	4
1.300	10	2.286	7
1.308	13	2.300	10
1.333	3	2.333	3
1.375	8	2.375	8
1.385	13	2.400	5
1.400	5	2.417	17
1.417	12	2.427	7
1.429	7	2.429	7
1.444	9	2.444	9
1.462	13	2.500	2
1.500	2	2.556	9
1.533	15	2.571	7
1.538	13	2.583	12
1.556	9	2.625	8
1.571	7	2.667	3
1.583	12	2.700	10
1.589	12	2.714	7
1.600	5	2.750	4
1.615	13	2.778	3
1.625	8	2.833	8
1.667	3	2.857	7
1.682	11	2.875	8
1.700	10	2.917	12
1.714	7	3.000	1
1.750	4	3.083	12
1.778	9	3.125	8
1.800	5	3.143	7
1.833	6	3.400	5
1.846	13	3.500	2
1.857	7	4.000	1

FIG. 27