



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112016009614-2 B1



(22) Data do Depósito: 06/11/2014

(45) Data de Concessão: 15/03/2022

(54) Título: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM CABEÇOTE DE ENROLAMENTO CURTO E ROTOR PARA UMA MÁQUINA ELÉTRICA PARA A EXECUÇÃO DO PROCESSO

(51) Int.CI.: H02K 15/08; H02K 13/04; H02K 3/51; H01R 39/32.

(30) Prioridade Unionista: 06/11/2013 DE 10 2013 222 572.5.

(73) Titular(es): SEG AUTOMOTIVE GERMANY GMBH.

(72) Inventor(es): WOLFGANG SAUER; ALEXANDER KUDLEK.

(86) Pedido PCT: PCT EP2014073860 de 06/11/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/067678 de 14/05/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/04/2016

(57) Resumo: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM CABEÇOTE DE ENROLAMENTO CURTO E ROTOR PARA UMA MÁQUINA ELÉTRICA PARA A EXECUÇÃO DO PROCESSO. A presente invenção refere-se a um processo e um rotor para a produção de um cabeçote de enrolamento (6) curto, onde segmentos de condutor (5) de um enrolamento do rotor que saem no lado frontal do corpo de base (2) de um rotor (1) são dobrados em direção de um comutador (7), onde as extremidades dos condutores (14, 15) alinhados paralelamente ao eixo dos segmentos de condutor (51, 52) são transferidas de uma primeira posição radial, originariamente externa, para uma segunda posição radial interna, onde segmentos de condutor (51) que conduzem até a extremidade do condutor (14) são dobrados sobre uma borda de dobra (11) de um anel de dobra (10) disposto no lado frontal no corpo de base (2), e são alinhados pelo menos mais ou menos paralelamente com o lado frontal (4) do corpo de base (2).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
"PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM CABEÇOTE DE ENROLAMENTO CURTO E ROTOR PARA UMA MÁQUINA ELÉTRICA PARA A EXECUÇÃO DO PROCESSO".

[001] A presente invenção refere-se a um processo para a produção de um cabeçote de enrolamento curto, de acordo com o preâmbulo da invenção, e a um rotor para a execução do processo com as características da invenção.

Estado da técnica

[002] A fim de poder realizar o comprimento de construção de máquinas elétricas que possuem um rotor com um comutador com o menor comprimento de construção possível, almeja-se configurar os cabeçotes de enrolamento entre o pacote de lâminas que constitui o corpo de base do rotor e o comutador o mais chato possível. Os condutores do enrolamento do rotor que saem do corpo de base no lado frontal, são soldados com o comutador que também é denominado de inversor da corrente, nas extremidades das linhas.

[003] A fim de poder estabelecer uma interligação desejada com um enrolamento, os condutores precisam ser ligados ao comutador de um determinado modo. As extremidades dos diversos condutores que se projetam para fora do corpo de base do rotor precisam ser colocadas, através de travação e dobra, na posição correspondente onde podem ser ligadas com as diversas superfícies de contato do comutador, de modo conduzindo eletricidade. Neste processo, os condutores da parte inferior e da parte superior são ao mesmo tempo travados e dobrados.

[004] A travação constitui um limite para a altura do cabeçote de enrolamento. Depois deste passo do processamento, os condutores da parte inferior e da parte superior encontram-se um sobre o outro, uma outra travação dos condutores para a obtenção de um cabeçote

de enrolamento menor não é mais possível.

[005] Aqueles com este processo de dobra convencional, onde os condutores que se projetam para fora do corpo de base do rotor são respectivamente dobradas na direção do comutador, apresentam a desvantagem de que, em virtude dos limites geométricos mencionados na travação, os condutores não podem ser alinhados paralelamente ou quase que paralelamente à lâmina final do pacote de lâminas. Antes pelo contrário, somente pode ser produzido um cabeçote de enrolamento cônico por meio de processos de dobra convencionais.

[006] Para a obtenção de um cabeçote de enrolamento chato para o rotor de uma máquina elétrica, os condutores que constituem o enrolamento do rotor, podem ser produzidos antes da montagem no rotor com segmentos de linha dobrados em ângulo reto. Do documento DE 199 56 347 A1 é conhecido um rotor com elementos de condutor pré-fabricados. A pré-fabricação de elementos de condutor dobrados em ângulo reto e a posterior inserção em ranhuras do rotor exigem passos de montagem dispendiosos.

Apresentação da presente invenção

[007] O processo de acordo com a presente invenção para a fabricação de um cabeçote de enrolamento curto em um rotor de uma máquina elétrica com as características da invenção tem a vantagem de que os segmentos de condutores dobrados sobre uma borda de dobra de um anel de dobra disposto no lado frontal no corpo de base do rotor, ou diretamente sobre o lâmina final do pacote de lâminas, podem ser colocados em um alinhamento pelo menos aproximadamente paralelo à face frontal do corpo de base. Com isso pode ser obtido um comprimento de construção curto para o cabeçote de enrolamento entre o corpo de base e o comutador, sem que os condutores, que constituem o enrolamento do rotor precisam ser pré-

dobrados em um processo de travação específico, conectado a montante. Dessa forma resulta para a máquina elétrica, que, de preferência, serve de máquina de partida para um motor de combustão interna, um comprimento de construção respectivamente curto, o que justamente na construção de veículos significa uma vantagem especialmente grande. Devido ao comprimento de construção mais curto, a máquina elétrica também obtém um peso mais leve.

[008] Ao dobrar os segmentos de linhas, estes preferencialmente são dobrados para além de um ângulo de 90° , de modo que ocorre um excesso de dobra. Com isso consegue-se que, também em caso de uma resiliência elástica pequena, depois do passo de dobra, o segmento dobrado vai paralelamente ao lado frontal do corpo de base do rotor, e com isto é alcançado um encurtamento ótimo do comprimento de construção na área do cabeçote de enrolamento. O processo de dobra consiste preferencialmente de movimentos sobrepostos do rotor e da respectiva extremidade de linha de um segmento de condutor a ser dobrado. No movimento sobreposto, o rotor é girado ao redor de uma posição angular correspondente e ao mesmo tempo executa um movimento de curso em direção axial. O processo de dobra pode ser executado alternativamente com o rotor parado e a ferramenta respectivamente movimentada. A distância da extremidade do condutor do lado frontal do corpo de base é reduzida dessa forma e a posição angular de extremidade do condutor é alterada de tal modo que esta posteriormente pode ser soldada ou ligada de outro modo conduzindo eletricidade com a respectiva superfície de contato do comutador. Além disso, a respectiva extremidade de condutor é deslocada em direção de eixo de rotação do rotor.

[009] Em virtude do movimento de rotação e levantamento combinado com um movimento de deslocamento sobreposto resulta

uma duração do processo muito curta para a dobra em essência em ângulo reto dos segmentos de condutor. O passo de processo de travação pode assim ser dispensado.

[0010] O processo de dobra pode ser executado usando-se uma ferramenta de posicionamento que ataca na extremidade do condutor do respectivo segmento do condutor a ser dobrado. Nisso, a ferramenta de posicionamento mantém a extremidade do condutor preferencialmente em um alinhamento paralelo ao eixo, deslocando este para uma distância radial menor do eixo de rotação do rotor e para uma outra posição angular. Os movimentos do rotor e da ferramenta de posicionamento podem ser combinados para a execução do processo de dobra, se isto parece adequado ou vantajoso do ponto de vista do processo. Dependendo da exigência à execução do processo de dobra, por meio de uma combinação ou seleção correspondente de movimentos de posicionamento e de elevação, o processo de dobra pode ser adaptado a condições gerais existentes.

[0011] No caso de um rotor com condutores internos e externos dispostos com uma distância radial pequena entre si distribuídos em dois raios de círculo diferentes que constituem o enrolamento do rotor, primeiro podem ser dobrados os condutores internos através do anel de dobra, e depois, os condutores externos sobre o condutor interno já dobrado. Também nisso há a possibilidade de que os condutores externos, através de um excesso de dobra acima de um ângulo de 90°, podem ser colocados em um alinhamento paralelo com o lado frontal do corpo de base. Dessa forma, então, o processo de dobra para os condutores externos ocorre com os mesmos passos do processo como é o caso dos condutores internos que são diretamente adjacentes ao anel de dobra. Para a execução do processo de dobra, no caso, podem ser executados os mesmos movimentos de rotação e

de elevação ou movimentos de posicionamento como já foram descritos acima.

[0012] No lugar de ferramentas de posicionamento individuais para os diversos segmentos de condutores e suas extremidades de condutores, também podem ser usadas ferramentas de abaixamento e deslocamento que dobram simultaneamente todos os condutores que se projetam para fora do corpo de base do rotor para uma posição final desejada, de modo que suas extremidades de condutor podem ser ligadas conduzindo eletricidade com as superfícies de contato do comutador. A dobra simultânea de todos os condutores tem a vantagem de um encurtamento do processo de produção, porém, isto também exige uma ferramenta de manuseio respectivamente complexa. Os condutores ou segmentos de condutores que se projetam para fora do corpo de base do rotor, de preferência, são segmentos de condutor em forma de U que com suas duas abas da forma em U estão dispostas em ranhuras diferentes no corpo de base do rotor.

[0013] O rotor de acordo com a presente invenção com as características da invenção tem a vantagem de que um anel de dobra que preferencialmente é executado como um anel de isolamento de um material eletricamente isolante possibilita uma dobra ótima dos segmentos de condutor que saem do corpo de base do rotor no lado frontal. Para esta finalidade, o anel de dobra apresenta uma borda de dobra com um raio de dobra que garante que os segmentos de condutor dobrados nele não sejam danificados e podem ser colocados em uma direção que vai paralelamente ao lado frontal do corpo de base com um raio de dobra definido a partir da orientação paralela ao eixo. Para este fim, o raio interno do anel de dobra, de preferência, é maior do que o raio circunferencial do comutador. Com isso é possível que as extremidades dos condutores que precisam ser colocadas em

uma posição que possibilita uma conexão elétrica com o comutador, durante o processo de dobra em sentido axial, podem ser pressionadas para dentro do especo de anel interno, com o que ocorre um excesso de dobra dos segmentos de condutor a serem dobrados sobre um ângulo de 90°. Este excesso de dobra, como já foi descrito acima, resulta em uma forma de construção especialmente curta para o cabeçote de enrolamento voltado para o comutador.

[0014] Uma dobra dos condutores para a posição desejada, em princípio, também pode ser executada sem o anel de dobra, diretamente sobre as bordas das lâminas.

[0015] A seguir, a presente invenção será descrita mais detalhadamente com a ajuda de um exemplo de execução mostrado no desenho.

As figuras mostram:

[0016] A figura 1 mostra um rotor de uma máquina elétrica, em representação simplificada.

[0017] A figura 2 mostra um detalhe V1 ampliado do rotor da figura 1, parcialmente em corte.

[0018] A figura 3 mostra o corpo de base do rotor da figura 1 com segmentos de condutor dobrados no lado frontal.

[0019] As figuras 4a até 7a mostram respectivamente uma vista lateral do rotor para ilustrar os diversos passos do processo de dobra de segmentos de condutor.

[0020] As figuras 4b até 7b mostram respectivamente uma vista do lado frontal sobre o corpo de base do rotor, para ilustrar os passos do processo na dobra de segmentos de condutor.

[0021] A figura 1 mostra a construção básica de um rotor que também pode ser denominado de induzido, de uma máquina elétrica que pode ser usada, por exemplo, como motor de partida para um motor de combustão interna.

[0022] O rotor 1 possui um corpo de base 2 que consiste de um grande número de lâminas ranhuradas, de modo que resultam ranhuras longitudinais 3 para receber condutores elétricos que constituem o enrolamento do rotor 1. No lado frontal 4, na figura o direito, do corpo de base 2 existe um cabeçote de enrolamento 6 formado por vários segmentos de condutor 5 cujas extremidades de condutor, aqui não visíveis, são inseridas em um comutador 7 que, como o corpo de base 2, é fixado em um eixo 8 comum do rotor 1. As extremidades dos condutores dos segmentos de condutor 5 são conectadas de modo conduzindo eletricidade com superfícies de contato 9 do comutador 7.

[0023] A figura 2 mostra um detalhe ampliado da figura 1 que lá é marcado com V1. A representação ampliada mostra, no interesse de uma visibilidade melhor, apenas dois segmentos de condutor 51, 52 que são alinhados paralelamente com o lado frontal 4 do corpo de base 2.

[0024] Diretamente adjacente ao segmento de condutor 51 interno, um anel de dobra 10 é disposto no lado frontal 4 que aqui é mostrado em corte longitudinal. O anel de dobra 10 é produzido de um material eletricamente isolante e possui na borda voltada para o segmento de condutor 51 uma borda de dobra 11 com um raio de dobra que corresponde a mais ou menos o diâmetro dos segmentos de condutor 51, 52.

[0025] Antes de os segmentos de condutor 51, 52 serem colocados na orientação mostrada na figura 2, estes segmentos de condutor projetam-se em essência paralelamente ao eixo a partir do lado frontal 4 do corpo de base 2. Depois, primeiro os segmentos de condutor internos, como o segmento de condutor 51 interno aqui mostrado, são colocados ao redor da borda de dobra 11 do anel de dobra 10 na orientação mostrada. Tão logo todos os segmentos de

condutor internos, que se distribuem uniformemente em um círculo interno no lado frontal 4, terem sido respectivamente dobrados, os segmentos de condutor externos, como o segmento de condutor 52 externo aqui mostrado, são colocados através dos segmentos de condutor internos na orientação mostrada. Nisso, os segmentos de condutor 51, 52 são sobrepostos ou dobrados em excesso, isto significa, eles são dobrados para além do ângulo de 90° aqui mostrado, sendo que as áreas 12 dos segmentos de condutor 51, 52 que levam ao comutador 7 são pressionadas pelo menos levemente para dentro da abertura anelar 13 do anel de dobra 10. O excesso de dobra dos segmentos de condutor 51, 52, no caso, ocorre em tal grau que estes, em virtude da força de reposicionamento ainda remanescente chegam ao alinhamento mostrado.

[0026] As extremidades dos condutores 14, 15 dos segmentos de condutor 51, 52 aqui são mostradas com linhas interrompidas dentro do comutador 7. As extremidades dos condutores 14, 15 são alinhadas paralelamente ao eixo do rotor 1, e preferencialmente são fixadas nas superfícies de contato 9 do comutador 7 por meio de soldadura ou soldadura fina.

[0027] A representação em perspectiva da figura 3 mostra o corpo de base 2 do rotor 1 da figura 1, porém, sem comutador 7 e sem eixo 8 da figura 1. A figura 3 mostra a orientação cruzada dos segmentos de condutor 5 ou segmentos de condutor 51, 52 que, dessa forma, oferecem um cabeçote de enrolamento 6 muito chato. As extremidades dos condutores 14, 15, como mostra a figura 2, são deslocadas para dentro em raios de círculo menores.

[0028] Na vista lateral da figura 4a é mostrado um rotor 1 com um segmento de condutor 51 que se projeta paralelamente ao eixo no lado frontal 4 do corpo de base 2. A extremidade do condutor do segmento de condutor 51 é recebida por uma ferramenta de

posicionamento 16. O rotor 1 é disposto em uma unidade rotativa elevadora 17 que pode levantar o rotor 1 em sentido axial e girá-lo em torno de um ângulo desejado.

[0029] O anel de dobra 10 é concentricamente fixado no lado frontal 4 e sua borda de dobra 11 (figura 2) segue diretamente o segmento de condutor 51. O anel de dobra 10 apresenta um raio de dobra na sua borda de dobra 11, como é mostrado na figura 2, de modo que o segmento de condutor 51, através desta borda de dobra 11, pode ser dobrado para uma posição com o respectivo raio de dobra, como mostra a figura 5a.

[0030] A figura 4b mostra a vista do lado frontal da disposição mostrada na figura 4a. O anel de dobra 10 disposto no lado frontal 4 apresenta uma superfície frontal 19 relativamente estreita aqui visível sobre a qual é dobrada, em um próximo passo do processo, o segmento de condutor 51, para assumir a orientação mostrada na figura 5a.

[0031] Nas figuras 4a até 5b é mostrado respectivamente apenas um único segmento de condutor 51, a fim de poder ilustrar melhor o processo de dobra. A dobra de todos os segmentos de condutor acontece do mesmo modo como a do segmento de condutor 51 mostrado, a fim de obter no conjunto um cabeçote de enrolamento chato, tal como é visível nas figuras 7a e 7b.

[0032] Para colocar o segmento de condutor 51 em uma posição essencialmente dobrada em ângulo reto, como é mostrada na figura 5a, o rotor 1 é elevado em direção da seta 18 em relação à posição da figura 4a, e ao mesmo tempo é girado em um ângulo α em direção da seta 20, como mostra a vista do lado frontal da figura 5b. Sobreposto a este movimento elevador e rotativo que a unidade rotativa elevadora 17 executa, a ferramenta de posicionamento 16 é movida em direção da seta 21 em direção ao eixo de rotação 22, de modo que a

ferramenta de posicionamento 16 alcança a posição mostrada na figura 5a e figura 5b.

[0033] As figuras 6a e 6b mostram agora todos os segmentos de condutor dobrados sobre o anel de dobra 10 cujas extremidades dos condutores 14 projetam-se paralelamente com o eixo em relação ao eixo de rotação 22. As figuras 6a e 6b mostram os segmentos de condutor dispostos internamente que seguem diretamente o anel de dobra.

[0034] Nas figuras 7a e 7b é visível como os segmentos de condutor externos são cruzados sobre os segmentos de condutor internos, formando no conjunto um cabeçote de enrolamento 6 chato. Nisso, os segmentos de condutor externos, dos quais na figura 2 é mostrado um segmento de condutor 52, uma chamada camada superior do cabeçote de enrolamento 6, ao passo que os segmentos de condutor visíveis na figura 6a constituem uma chamada camada inferior do cabeçote de enrolamento 6. Todas as extremidades dos condutores 14, 15 que se projetam para cima são conectadas a superfícies de contato de um comutador não mostrado aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de um cabeçote de enrolamento (6) curto, sendo que o segmentos de condutor (5) de um enrolamento do rotor que saem no lado frontal do corpo de base (2) de um rotor (1) são dobrados em direção de um comutador (7), onde as extremidades dos condutores (14, 15) alinhadas paralelamente ao eixo dos segmentos de condutor (51, 52) são transferidas de uma primeira posição radial, originariamente externa, para uma segunda posição radial interna, caracterizado pelo fato de que os segmentos de condutor (5) que saem do corpo de base (2) de um rotor (1) são segmentos em forma de U, e segmentos de condutor (51) que conduzem até a extremidade dos condutores (14) são dobrados sobre um anel de dobra (10) disposto no lado frontal no corpo de base (2) e são alinhados pelo menos mais ou menos paralelamente com o lado frontal (4) do corpo de base (2), sendo que quando do dobramento dos segmentos de condutor (51, 52) ocorre respectivamente um excesso de dobra dos segmentos de condutor (51, 52), que excede um ângulo de 90°.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que durante o dobrar de um segmento de condutor (51, 52), a posição de ângulo da extremidade do condutor (14, 15), em relação ao corpo de base (2) muda, e a distância da extremidade do condutor (14, 15) do lado frontal (4) do corpo de base (2) é reduzida para um mínimo.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que durante o dobrar de um segmento de condutor (51, 52), o corpo de base (2) do rotor (1) executa axialmente um movimento de subida em direção das extremidades dos condutores (14, 15).

4. Processo, de acordo com qualquer uma das

reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que durante o dobrar de um segmento de condutor (51, 52), uma ferramenta de posicionamento (16) desloca a extremidade de condutor (14, 15) até uma distância radial menor do eixo de rotação (22) do rotor (1).

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que durante o dobrar de um segmento de condutor (51, 52), uma ferramenta de posicionamento (16) desloca a extremidade de condutor (14, 15) em direção ao lado frontal (4) do corpo de base (2).

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que em um rotor (1) com condutores internos e externos, dispostos em pequenas distâncias radiais entre si em dois diferentes raios de círculo, que apresentam segmentos de condutor (51, 52) que saem do corpo de base (2) no lado frontal, primeiro são dobrados os segmentos de condutor (51) internos sobre o anel de dobra (10) e depois, os segmentos de condutor (52) externos, sobre os segmentos de condutor (51) internos, que já foram dobrados.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que todos os segmentos de condutor (51, 52) internos e externos são dobrados por meio de uma ferramenta de abaixar e deslocar, em um processo de dobrar comum, para a posição final.

8. Rotor para uma máquina elétrica para a execução do processo, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7, que compreende um corpo de base (2) com ranhuras (3) para receber enrolamentos do rotor e um comutador (7), o comutador (7) é conectado de modo a conduzindo eletricidade com os enrolamentos do rotor, sendo que os segmentos de condutor (51, 52) individuais que saem no lado frontal (4) voltado para o comutador (7) dobrados em

direção ao comutador (7), caracterizado pelo fato de que um anel de dobra (10) segue diretamente com uma borda de dobra (11) o lado interno apontando para o eixo de rotação (22) de segmentos de condutor (51, 52) que saem do lado frontal (4) do corpo de base (2), o segmentos de condutor apresenta um excesso de dobra, sendo maior que um ângulo de 90°.

9. Rotor, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o anel de dobra (10) consiste em um material eletricamente isolante.

10. Rotor, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que a espessura do anel de dobra (10) é 1 a 2 vezes o diâmetro dos segmentos de condutor (51, 52).

11. Rotor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, caracterizado pelo fato de que a borda de dobra (11) na seção transversal constitui um quarto de um círculo.

12. Rotor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, caracterizado pelo fato de que o diâmetro interno do anel de dobra (10) é maior do que o diâmetro do comutador (7).

Fig. 1

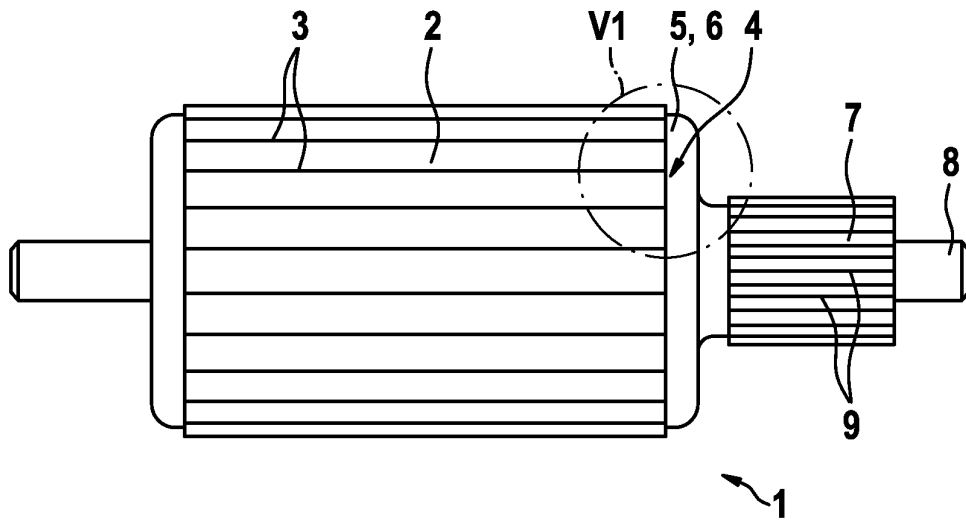


Fig. 2

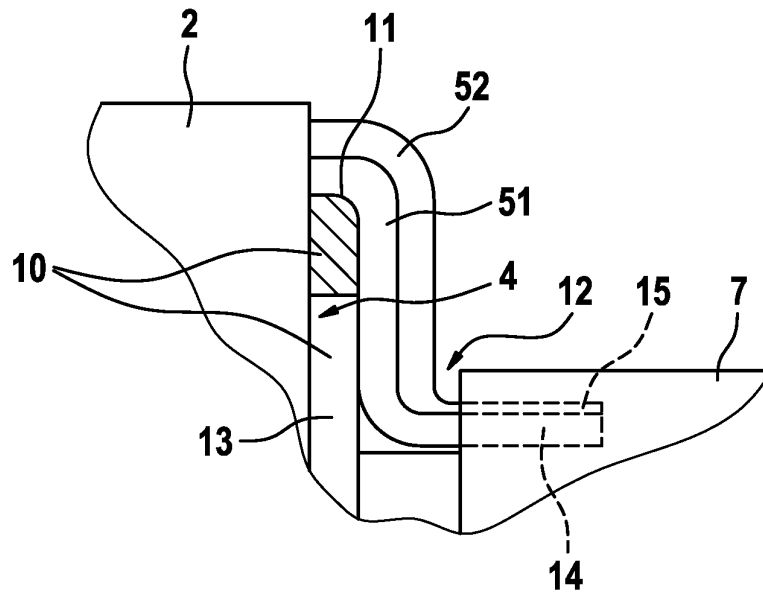


Fig. 3

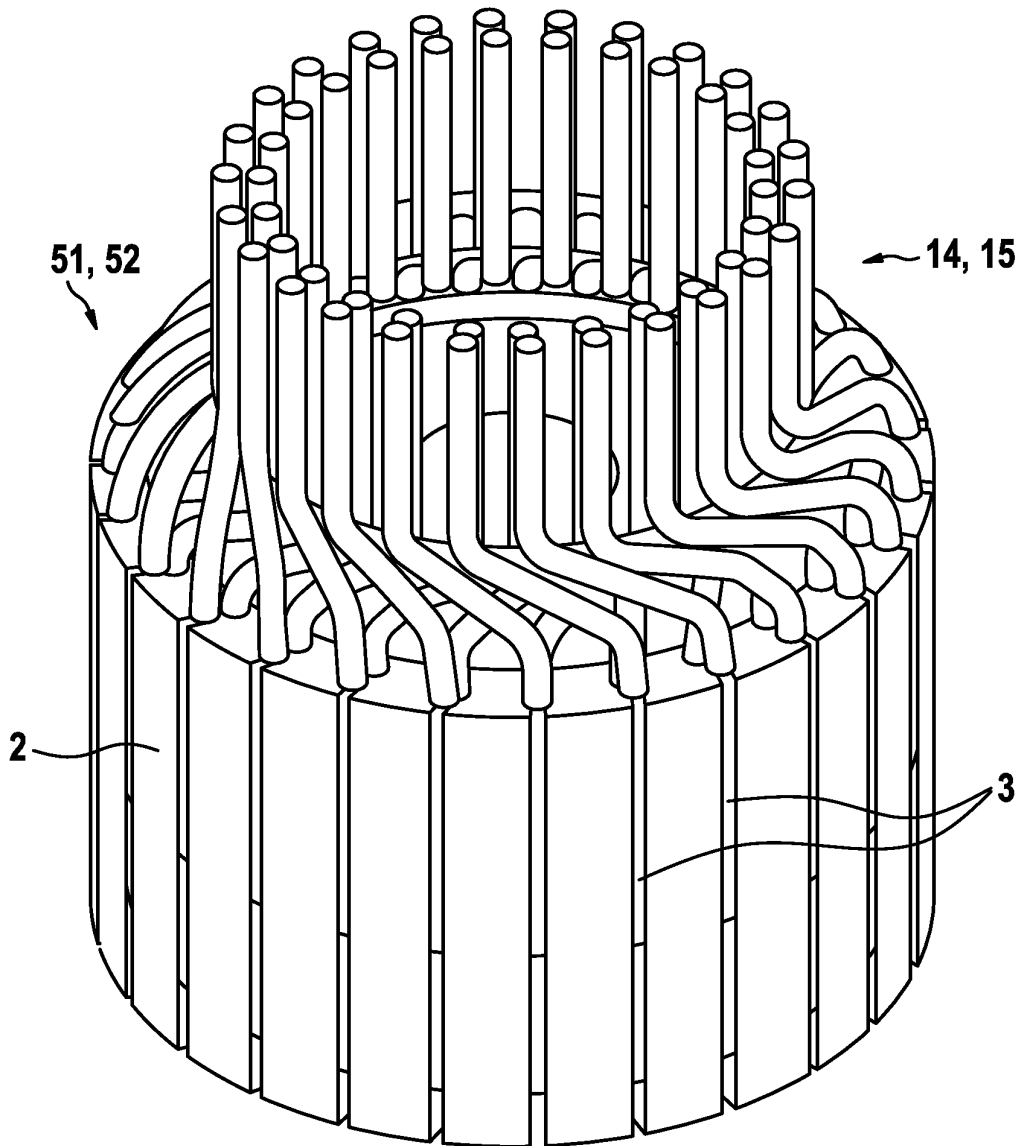


Fig. 4a

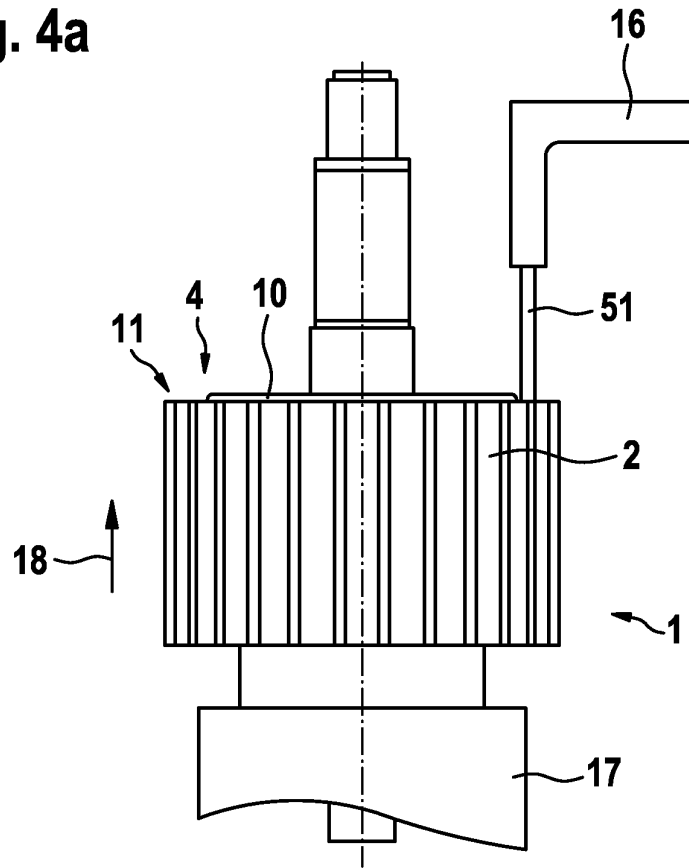


Fig. 4b

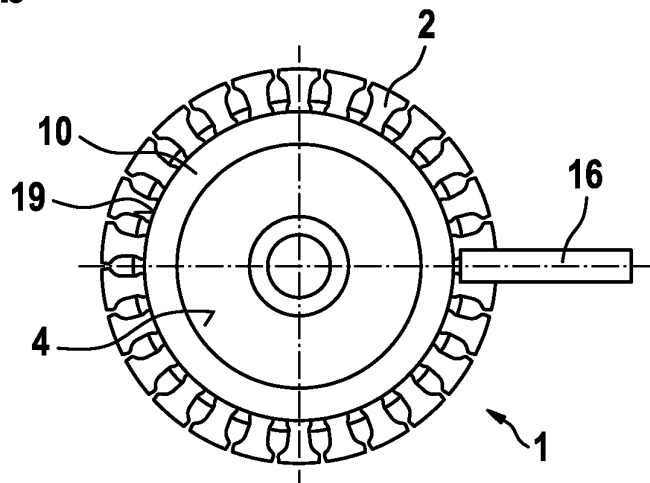


Fig. 5a

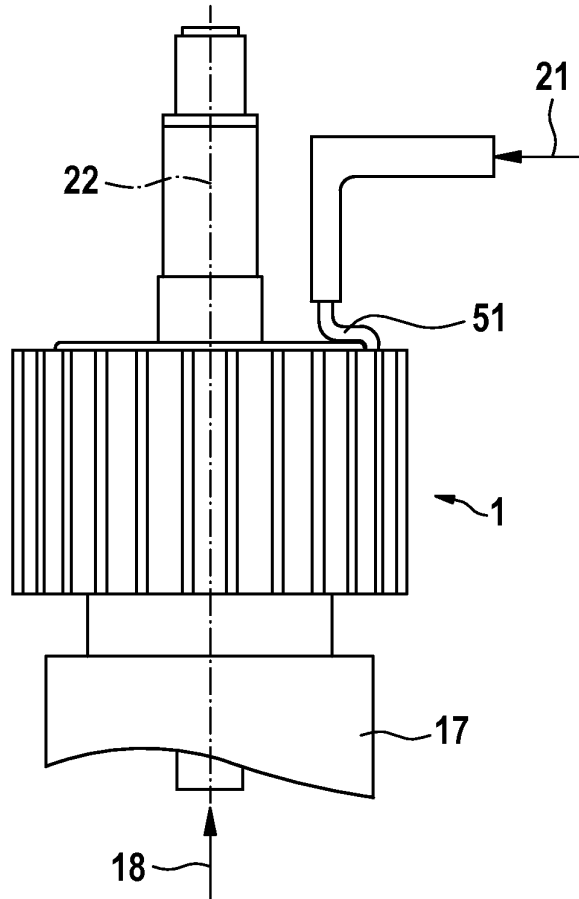


Fig. 5b

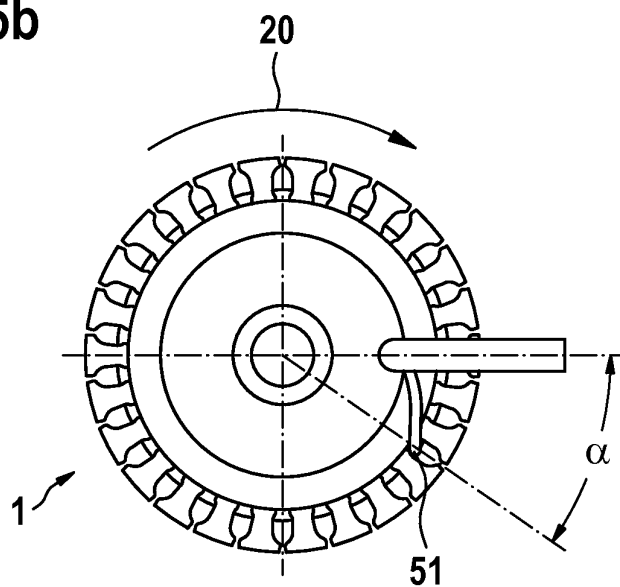


Fig. 6a

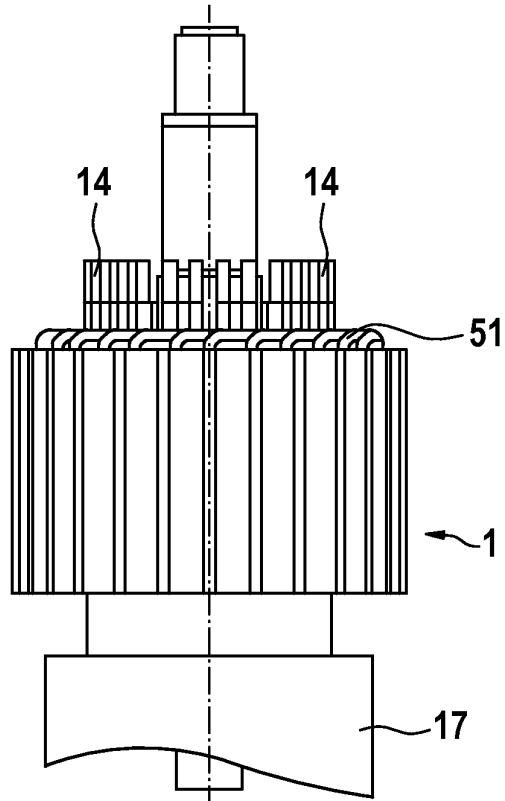


Fig. 6b

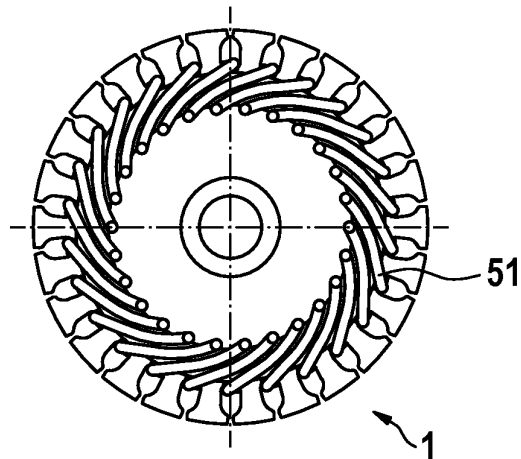


Fig. 7a

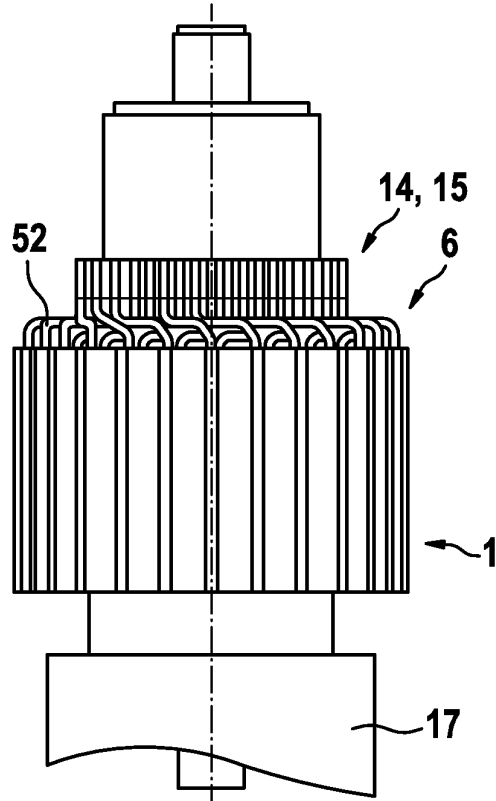


Fig. 7b

