



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

(11) PI 0718547-2 B1



(22) Data do Depósito: 10/10/2007

(45) Data de Concessão: 26/12/2018

(54) Título: MÁQUINA ELÉTRICA COMPREENDENDO UMA DISPOSIÇÃO DE RETIFICAÇÃO E UM ENROLAMENTO DE ESTATOR

(51) Int.Cl.: H02K 3/28; H02K 1/16.

(30) Prioridade Unionista: 06/11/2006 DE 10 2006 052 111.0.

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

(72) Inventor(es): GERT WOLF; NORBERT PFITZKE.

(86) Pedido PCT: PCT EP2007060767 de 10/10/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/055752 de 15/05/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 06/05/2009

(57) Resumo: MÁQUINA ELÉTRICA A presente invenção refere-se a uma máquina elétrica, particularmente, um gerador de pólos de garras (10) eletricamente excitado para um veículo a motor. A referida máquina elétrica compreende um enrolamento de estator (18), cujos terminais de fase (14, 1-14,5) estão ligados a uma disposição de retificação (19), de preferência, na forma de um pentagrama. O enrolamento de estator (18) está formado por cinco fases, sendo que terminais de fase (14,1-14,5), que estão dispostos pelo menos uma vez em ranhuras adjacentes estão interligados. De preferência, todos os terminais de fase (14, 1-14,5) que devem ser interligados estão dispostos em ranhuras adjacentes (15).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÁQUINA ELÉTRICA COMPREENDENDO UMA DISPOSIÇÃO DE RETIFICAÇÃO E UM ENROLAMENTO DE ESTATOR"**.

DESCRIÇÃO

ESTADO DA TÉCNICA

[001] A presente invenção refere-se a uma máquina elétrica, particularmente, um gerador de polo de garras eletricamente excitado para um veículo a motor. A esse respeito, do documento DE 103 61 859 A1 é conhecida uma máquina elétrica, que está formada como gerador de corrente trifásica para automóveis. Os terminais de enrolamento estão unidos, nesse caso, individualmente através de elementos condutores ligados intermediariamente com, em cada caso, um terminal elétrico de uma placa de ligação, bem como com os terminais de uma disposição de retificador, o que implica em uma considerável complexidade de ligação, particularmente, em máquinas de fase mais alta.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[002] A máquina elétrica de acordo com a invenção, em que pelo menos dois dos terminais de fase estão dispostos em ranhuras adjacentes e interligados um com o outro, tem a vantagem de que a complexidade para os terminais de fase é mantida baixa. Isso vale, particularmente, quando todos os terminais de fase a ser interligados estão dispostos em ranhuras adjacentes do estator, de modo que podem ser interligadas diretamente e, através de uma conexão comum, ao retificador. Nesse caso, mostrou-se particularmente vantajoso quando os terminais de fase, em cada caso adjacentes, estão interligados à maneira de um pentagrama e o estator apresenta 5 ranhuras por cada polo de rotor. Disso resulta uma disposição, na qual, a uma distância de, no máximo, cinco divisões de ranhuras dos dois primeiros terminais de fase interligados, seguem-se dois outros terminais de fase interligados, de ranhuras adjacentes.

[003] Além disso, é conveniente quando os terminais de fase se situam na área de 10 ranhuras adjacentes, sendo que, em cada caso, os terminais de fase da $(2n-1)^\circ$ ranhura estão interligados com a $2n^\circ$ ranhura e, nes-

se caso, n é um número inteiro entre 1 e 5. Uma disposição de tal modo concentrada dos terminais de fase é particularmente apropriada para a produção do estator como pacote plano, que, depois da introdução do enrolamento de estator, é enrolado para o estator circular, acabado, uma vez que, nesse caso, no ponto de junção entre as duas extremidades do estator só se encontram duas projeções do enrolamento. Além disso, por essa disposição resultam vantagens de tecnologia de produção, uma vez que os terminais se situam relativamente próximos um ao lado do outro e, com isso, o processo de solda é facilitado. Mas, por outro lado, também pode ser vantajoso, a uma distribuição uniforme dos elementos individuais de retificar sobre o perímetro da máquina, também distribuir a posição dos terminais de fase de modo correspondentemente uniforme sobre todas as ranhuras, porque, então, os terminais de fases situam-se próximos, adjacentes aos elementos de retificador individuais e só necessitam de conexões curtas. Nesse caso, entre os terminais de fase interligados, dispostos em ranhuras adjacentes, situam-se, em cada caso, pelo menos 4 ranhuras sem terminais de fase.

[004] A simetria do enrolamento do estator pode ser configurada de modo particularmente vantajoso se nos terminais de fase estiver interligado, em cada caso, um número par de condutores. O número das ranhuras no estator da máquina de acordo com a invenção situa-se, convenientemente, entre 60 e 80, sendo que para a modalidade de 5 fases do enrolamento de estator, há uma modalidade do rotor da máquina com 12, 14 ou 16 dedos de polo de garra. Essas modalidades fornecem, por um lado, uma potência suficiente da máquina, a baixos números de rotações, e também ainda são suficientemente estáveis mecanicamente aos números de rotações máximos que se apresentam.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[005] Exemplos de modalidades da invenção estão representados nos desenhos e estão explicados mais detalhadamente na descrição abaixo.

Mostram

figura 1 um corte longitudinal por um gerador de corrente alternada para automóveis, com um gerador de polo de garras,

figura 2 um esquema de ligações de um gerador de corrente alternada de cinco fases, com retificador anexado,

figura 3 um esquema de enrolamento de um enrolamento de estator de cinco fases, realizado como enrolamento ondulado simples, com terminais concentrados sobre as 10 primeiras ranhuras,

figura 4 um esquema de enrolamento de um enrolamento de estator de cinco fases, realizado como enrolamento ondulado distribuído, com terminais concentrados sobre 10 ranhuras,

figura 5 um esquema de enrolamento de um enrolamento de estator de cinco fases, realizado como enrolamento ondulado distribuído, com terminais distribuídos sobre 30 ranhuras,

figura 6 um esquema de enrolamento de um enrolamento de estator de cinco fases, realizado como enrolamento ondulado distribuído, com terminais concentrados sobre 30 ranhuras,

figura 7 um corte pelo estator de uma máquina de acordo com a invenção, e

figuras 8 e 8A representações esquemáticas de um terminal de fase do enrolamento de estator de acordo com a invenção.

MODALIDADES DA INVENÇÃO

[006] Na figura 1 está representado um corte por um gerador de corrente alternada 10 para automóveis. O mesmo apresenta, entre outros, uma carcaça 13 em duas partes, que consiste em uma primeira consola do mancal 13,1 e uma segunda consola do mancal 13,2. A consola do mancal 13,1 e a consola do mancal 13,2, que alojam dentro de si um estator 16, com um pacote de chapas 17 circular, em cujas ranhuras, abertas para dentro e estendidas axialmente, está inserido um enrolamento de estator 18. O estator 16 anular circunda com sua superfície voltada radialmente para dentro um rotor 20 excitado eletromagneticamente, que está formado como rotor de polo de garra. O rotor 20 consiste, entre outros, em duas platinas de polo de garra 22 e 23, em cuja externa estão dispostos dedos de polo de garra 24 e 25, que se estendem, em cada caso, em direção axial. As duas platinas de polo de garra 22 e 23 estão dispostas no rotor 20 de tal modo que seus de-

dos de polo de garra 24, 25, que se estendem em direção axial, se alternam um ao outro como polos N e S no perímetro do rotor 20. Com isso, são formados espaços intermediários de polo de garra magneticamente necessários entre os dedos de polo de garra 24 e 25 magnetizados em sentido contrário, que, devido aos dedos de polo de garra 24 e 25, que se estreitam em direção às suas extremidades livres, estendem-se de modo ligeiramente oblíquo ao eixo de máquina. Para a descrição abaixo da invenção, esse traçado está designado simplificadaamente como axial.

[007] O rotor 20 está disposto de modo rotativo nas respectivas placas de mancal 13,1 ou 13,2 por meio de um eixo 27 e, em cada caso, sobre um mancal de rolamento 28 que se entra, em cada caso, em um lado. Ele apresenta duas superfícies frontais axiais, nas quais está fixado, em cada caso, um ventilador 30. Esses ventiladores 30 consistem, substancialmente em uma parte em forma de placa ou em forma de disco, da qual as pás de ventilador saem de maneira conhecida. Esses ventiladores 30 servem para possibilitar, através de aberturas 40 nas placas de mancal 13,1 e 13,2, uma troca de ar entre o lado externo e o espaço interno da máquina elétrica 10. Para isso, as aberturas 40 estão previstas nas extremidades axiais das placas de mancal 13,1 e 13,2, através das quais ar de refrigeração é espirado por meio dos ventiladores 30 para o espaço interno da máquina elétrica 10. Esse ar de refrigeração é acelerado pela rotação dos ventiladores 30 radialmente para fora, de modo que ele também pode passar pelas cabeças de enrolamento 45 permeáveis ao ar de refrigeração para o lado de acionamento e 46 para o lado dos elementos eletrônicos. Por esse efeito, as cabeças de enrolamento são refrigeradas. O ar de refrigeração, depois de atravessar as cabeças de enrolamento, ou depois de circundar essas cabeças de enrolamento, segue um caminho radialmente para fora, por aberturas não representadas.

[008] No lado direito da figura 1, encontra-se uma cobertura de proteção 47, que protege diversos componentes contra influências do ambiente. Desse modo, essa cobertura de proteção 47 recobre, por exemplo, uma disposição de anel de fricção 49, que abastece um enrolamento de excitação

51 com corrente de excitação. Em torno dessa disposição de anel de fricção 49 está disposto um corpo de refrigeração 53, que aqui funciona como corpo de refrigeração positivo. Como chamado corpo de refrigeração negativo funciona a consola do mancal 13,2. Entre a consola do mancal 13,2 e o corpo de refrigeração 3 está disposta uma placa de terminal 56, que interliga diodos negativos 58, fixados na consola do mancal 13,2, e diodos positivos, não mostrados nessa representação, de um retificador 19 no corpo de refrigeração 53, na forma de ligação de ponte.

[009] Na figura 2 está representado um gerador 10 de cinco fases por meio de um gráfico de ligação. As cinco fases de enrolamento formam, em cada caso, em pares, o ângulo elétrico α nos pontos de ligação 14,1-14,5. O gerador 10 fornece uma tensão U na saída de um retificador (B10) 19, com cinco ramais de ponte 19,1-19,5. A associação entre os pontos de interligação 14 e os ramais de ponte 19 apresenta-se da seguinte maneira: 14,1 sobre 19,1, 14,2 sobre 19,2, 14,3 sobre 19,3, 14,4 sobre 19,4 e 14,5 sobre 19,5. O ângulo elétrico α entre duas fases de enrolamento em cada ponto de interligação 14 perfaz 36° .

[0010] As figuras 3 a 6 mostram diversos esquemas de enrolamento de um enrolamento de estator 18, representada com 30 ranhuras, o que corresponde a uma modalidade do rotor 20 com 6 dedos de polo de garra 24. Na prática, normalmente é escolhido para o gerador de um automóvel um número de ranhuras mais alto e um número mais alto de dedos de polo de garra no rotor 20, de preferência, um número de 60-80 ranhuras, o que em 5 ranhuras corresponde para cada polo de rotor a um número de 12, 14 ou 16 dedos de polo de garra 24. O enrolamento de estator 18 de cinco fases de acordo com a invenção é interligado, de preferência, na forma de um pentagrama, tal como está representado na figura 2 e ali já está explicado mais detalhadamente. A conexão das fases 14 individuais dá-se, então, na forma tal como está representada nas figuras 3 a 6, sendo que todos os terminais de fase 14,1-14,5 a ser interligados estão dispostos em ranhuras adjacentes. Isso não é obrigatório, mas a interligação exclusivamente de fases 14 adjacentes oferece a maior racionalização possível.

[0011] A figura 3 mostra o esquema de enrolamento de um enrolamento de estator 18 na modalidade como enrolamento ondulado simples, com terminais de fase 14.1-14.5 concentrados sobre as 10 primeiras ranhuras. Nesse caso, as partes de enrolamento a até e estão representadas separadamente na figura 3 e os terminais de enrolamento individuais estão prolongados para cima por linhas tracejadas e ali reunidos de acordo com as indicações na figura 2. O enrolamento de estator está realizado em cinco fases, com o que resulta uma possibilidade ótima de interligação. Nessa modalidade do enrolamento, simultaneamente, a formação de ruído e a ondulação da tensão do gerador U são pequenas. Os terminais de fase a ser interligados estão todos situados em ranhuras adjacentes e, de modo particularmente vantajoso, estão interligados à maneira de um pentagrama, tal como já foi representado e explicado por meio da figura 2. Uma interligação desse tipo dos enrolamentos de fase causa, além disso, um aproveitamento muito bom da máquina, particularmente, formam-se correntes desfasadas mais baixas do que em uma ligação em estrela ou pentágono.

[0012] De acordo com a formação em cinco fases do enrolamento de estator 18, o número das ranhuras de estator 15 é, em cada caso, um múltiplo de 10, o número dos polos de garra corresponde a um quinto do número de ranhuras. Os esquemas de enrolamento, representados nas figuras 3 a 6 com 30 ranhuras, requerem, portanto, 6 dedos de polo de garra 24 no rotor 20. Esse número de ranhuras, porém, só é escolhido para uma representação simplificada do enrolamento, uma vez que um rotor 20 com apenas 6 dedos de polo de garra, só a partir de um número de rotações relativamente alto atinge a potência inicial necessária. Na prática, as máquinas elétricas em modo de construção de polos de garras, usadas como geradores em automóveis, possuem, particularmente, 12 ou 16 dedos de polo de garra 24, de modo que no âmbito de números de rotações usual de automóveis, entre cerca de 800 e 7000 rpm, a uma multiplicação para o gerador de 1:2,5 – 1:3, a números de rotações da máquina elétrica a partir de cerca de 1800 rpm, na marca em vazio já resulta uma potência inicial suficiente, sem que a máquina seja mecanicamente sobrecarregada, a números de rotação máximos

do motor de combustão de acionamento.

[0013] O esquema de enrolamento representado na figura 3 mostra um enrolamento ondulado simples, com terminais de fase 14,1-14,5 concentrados sobre as 10 primeiras ranhuras no perímetro do estator. Uma disposição desse tipo dos terminais de fase oferece vantagens, particularmente, a uma disposição também concentrada dos retificadores 19 sobre a placa de terminais 56, porque, desse modo, resultam ligações curtas para os terminais de retificador e uma disposição espacialmente compacta das uniões soldadas. A interligação dos condutores L das fases a a e dá-se de acordo com a figura 2 de tal modo que no terminal de fase 14,1, o enrolamento a é conectado com o enrolamento b, no terminal de fase 14,2, o enrolamento c é conectado com o enrolamento d, no terminal de fase 14,3, o enrolamento e é conectado com o enrolamento a, no terminal de fase 14,4, o enrolamento b é conectado com o enrolamento c e no terminal de fase 14,5, o enrolamento d é conectado com o enrolamento e. Conexões correspondentes dos enrolamentos a a e apresentam-se no esquema de enrolamento de acordo com a figura 4, sendo que, no entanto, o enrolamento está realizado como enrolamento ondulado distribuído.

[0014] A figura 5 mostra um esquema de enrolamento com fases a a e, realizados como enrolamento ondulado simples, sendo que , no entanto, os terminais de fase 14,1-14,5 estão distribuídos uniformemente sobre todas as 30 ranhuras. Nesse caso,

no terminal de fase 14,1, a fase a está conectada com a fase e,
no terminal de fase 14,2, a fase c está conectada com a fase d,
no terminal de fase 14,3, a fase a está conectada com a fase b,
no terminal de fase 14,4, a fase d está conectada com a fase e,

e

no terminal de fase 14,5, a fase b está conectada com a fase c.

[0015] A distribuição uniforme dos terminais de fase 14,1-14,5 sobre todo o perímetro do estator 16 oferece vantagens, particularmente quando também os diodos do retificador 19 estão distribuídos de modo correspondentemente uniforme sobre a placa de terminais 56, com o que se produ-

zem, por um lado, condições de refrigeração favoráveis para os retificadores e, por outro lado, ligações curtas e diretas dos terminais de fase para os retificadores.

[0016] O esquema de enrolamento de acordo com a figura 6 corresponde ao esquema de enrolamento na figura 5, no que se refere à distribuição dos terminais de fase 14,1-14,5, mas, nesse caso, o enrolamento de estator 18, de acordo com o esquema na figura 4, está formado, novamente, como enrolamento ondulado distribuído. O enrolamento ondulado correspondente às figuras 4 a 6 tem em relação a um enrolamento de laço, que, em princípio, também pode ser usado, comprimentos de condutor mais curtos e, desse modo, a uma seção transversal de condutor igual, uma resistência elétrica menor. Particularmente na modalidade da máquina elétrica como gerador de polos de garra para automóveis, o enrolamento ondulado apresenta, ainda, vantagens de tecnologia de produção e pode ser realizada facilmente uma configuração favorável das cabeças de enrolamento, com alta permeabilidade ao ar e refrigeração correspondentemente boa do enrolamento.

[0017] A figura 7 mostra em representação ampliada a configuração de uma ranhura 15 no pacote de chapas 17 do estator 16. Nesse caso, a seta 32 indica o diâmetro externo do estator e a seta 33, o diâmetro interno do estator, ou o diâmetro do furo para o alojamento do rotor 20. Com 34 está indicada uma abertura de ranhura, cuja largura de fenda S é maior do que o dobro do diâmetro do condutor D , inclusive o isolamento do condutor. A ranhura 15 está fechada em direção ao interior do estator 33 por um fecho de ranhura 35. Os condutores L estão dispostos na ranhura, isolados adicionalmente por um isolamento de ranhura 36. Nesse caso, a maior largura de ranhura B é maior do que o dobro do diâmetro do condutor D , inclusive o isolamento de condutor. O número dos condutores L em uma ranhura é maior do que 7, com o que são produzidas condições de produção favoráveis, com enchimento de ranhura mais alto, a uma refrigeração suficiente do enrolamento.

[0018] Nas figuras 8 e 8A está representada detalhadamente a configu-

ração dos terminais de fase 14,1-14,5 para a modalidade com, em cada caso, um condutor L em ranhuras adjacentes. Os terminais de condutor estão torcidos uns com os outros e isolados na região 37 fora de uma cápsula de agrupamento 38 e retidos por um grampo de união 39. Dentro do grampo 39, na região 41, os terminais de condutor 37 estão soldados e dotados de um terminal de retificador 42, tal como mostra a figura 8a. Do terminal de retificador 42, em cada caso, uma conexão leva a, em cada caso, um dos terminais de retificador 19,1 a 19,5 do retificador 19, tal como está representado na figura 2.

REIVINDICAÇÕES

1. Máquina elétrica, compreendendo uma disposição de retificação (19) e um enrolamento de estator (18) com terminais de fase (14,1-14,5), que estão unidos com a disposição de retificação (19), sendo que o enrolamento de estator (18) está formado por cinco fases e os terminais de enrolamento (a até e) do enrolamento de estator (18) estão interligados à maneira de um pentagrama, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois dos terminais de fase (14,1-14,5) estão dispostos em ranhuras (15) adjacentes e interligados um com o outro.

2. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que todos os terminais de fase (14,1-14,5) a ser interligados estão dispostos em ranhuras (15) adjacentes.

3. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estator (16) apresenta cinco ranhuras (15) para cada polo de rotor (24).

4. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o número das ranhuras (15) perfaz 60 a 80 e número de dedos de polo de garra (24) perfaz 12, 14 ou 16.

5. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a uma distância de, no máximo, 5 divisões de ranhura dos dois primeiros terminais de fase (14,1) interligados, seguem-se dois outros terminais de fase (14,2-14,5) interligados de ranhuras (15) adjacentes.

6. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os terminais de fase (14,1-14,5) situam-se no âmbito de 10 ranhuras (15) adjacentes, sendo que, em cada caso, os terminais de fase da $(2n-1)^{\circ}$ ranhura estão interligados com a $2n^{\circ}$ ranhura e n é um número inteiro entre 1 e 5.

7. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que entre dois terminais de fase (14,1-14,5) interligados, situados em duas ranhuras (15) adjacentes, estão situadas pelo menos 4 ranhuras (15) sem terminais de fase.

8. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracteri-

zado pelo fato de que nos terminais de fase (14,1-14,5) está interligado, em cada caso, um número par de condutores (L).

9. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a largura de fenda da ranhura (5) é menor do que o dobro do diâmetro do condutor (D), inclusive do isolamento do condutor.

10. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a largura da ranhura (B) é maior do que o dobro do diâmetro do condutor (D), inclusive do isolamento do condutor.

11. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o número de condutores (L) em uma ranhura (15) é maior do que 7.

12. Máquina elétrica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a máquina elétrica é um gerador de polos de garras (10) eletricamente excitado para um veículo a motor.

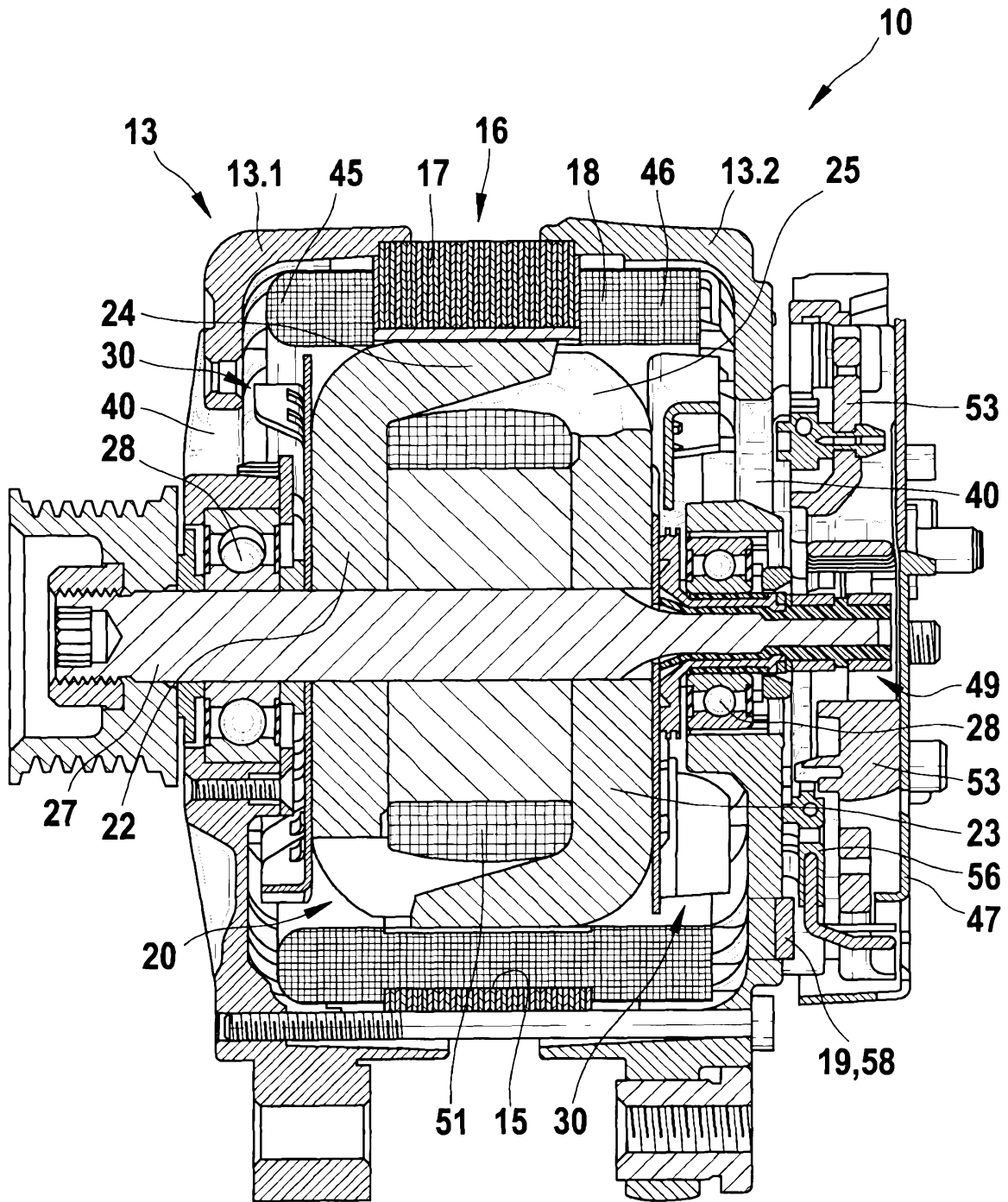


Fig. 1

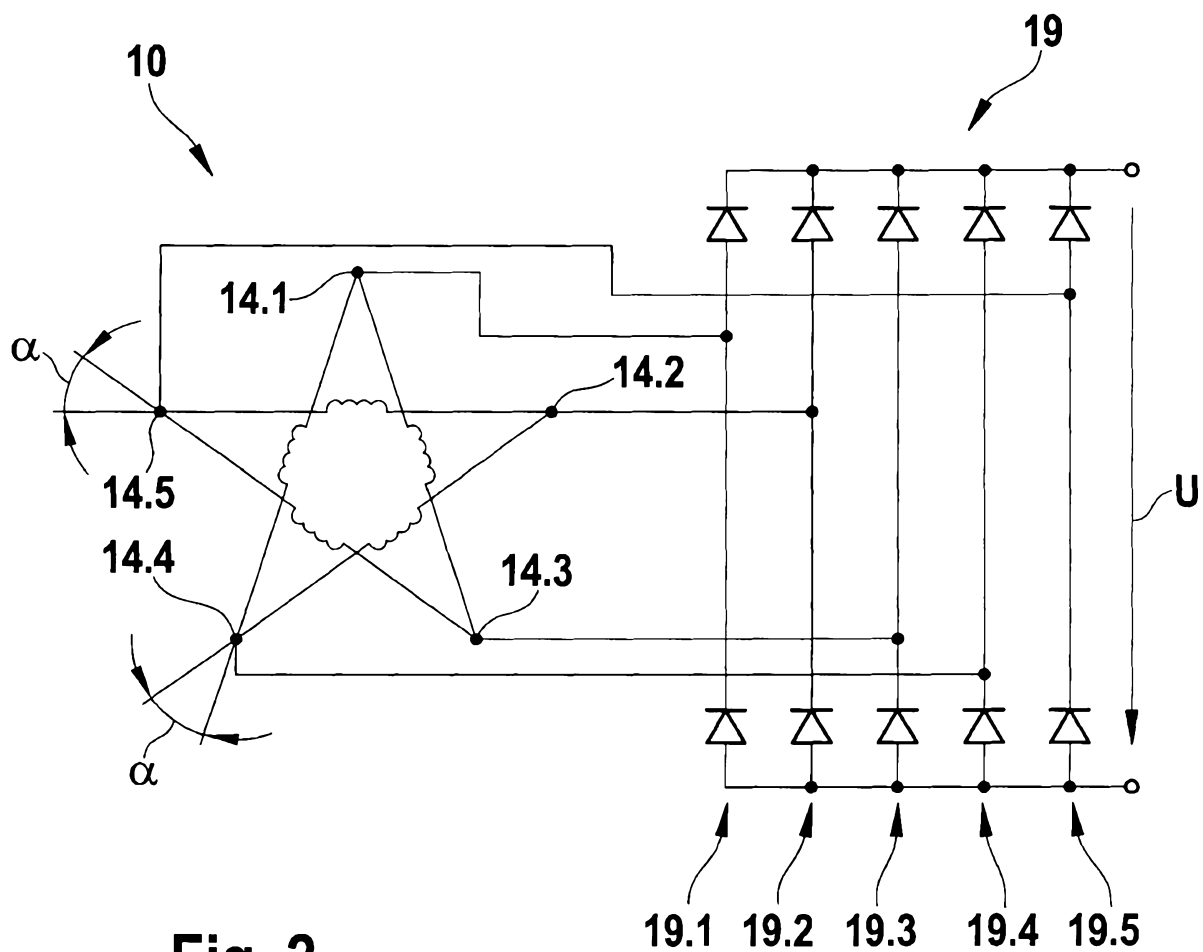


Fig. 2

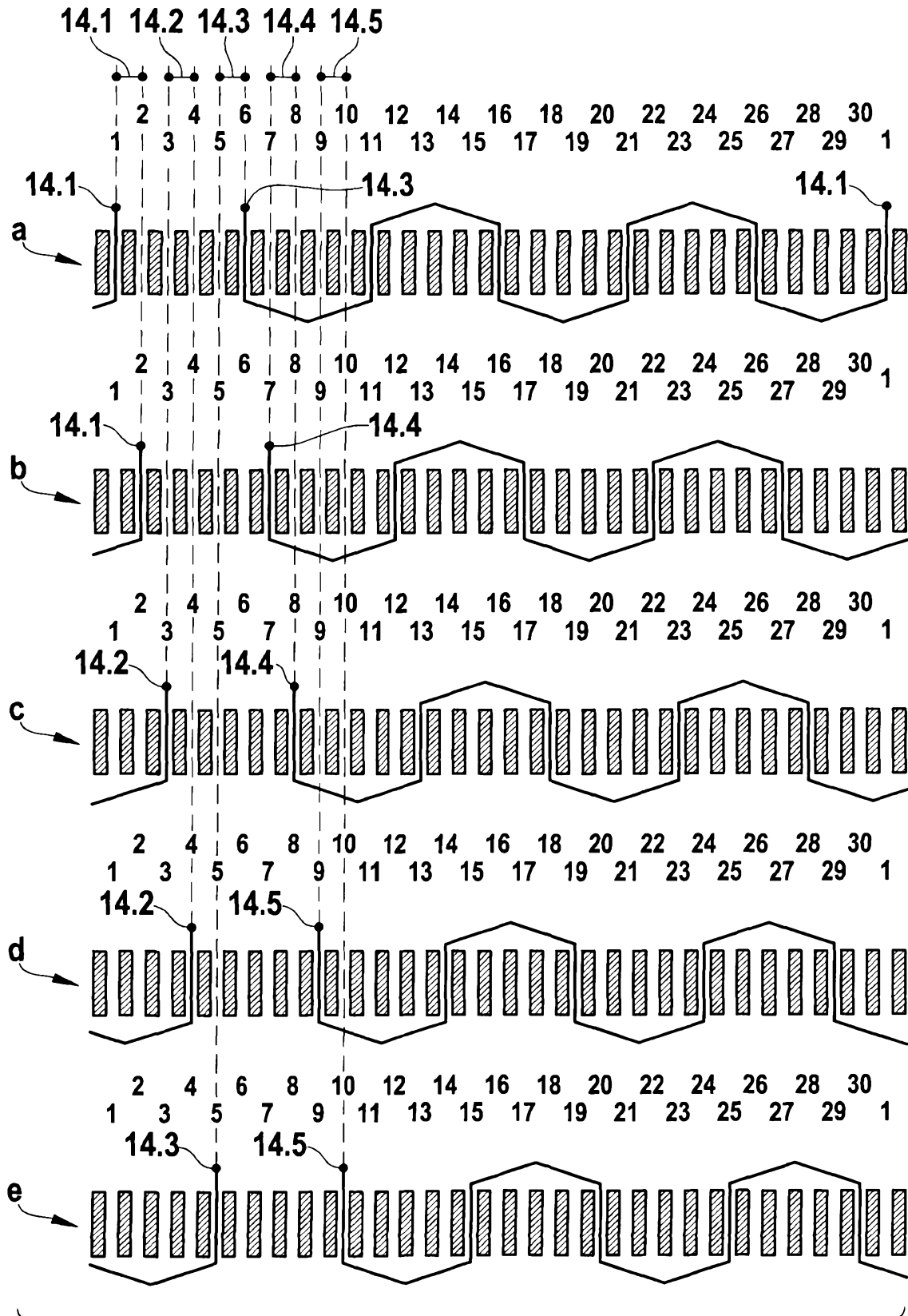


Fig. 3

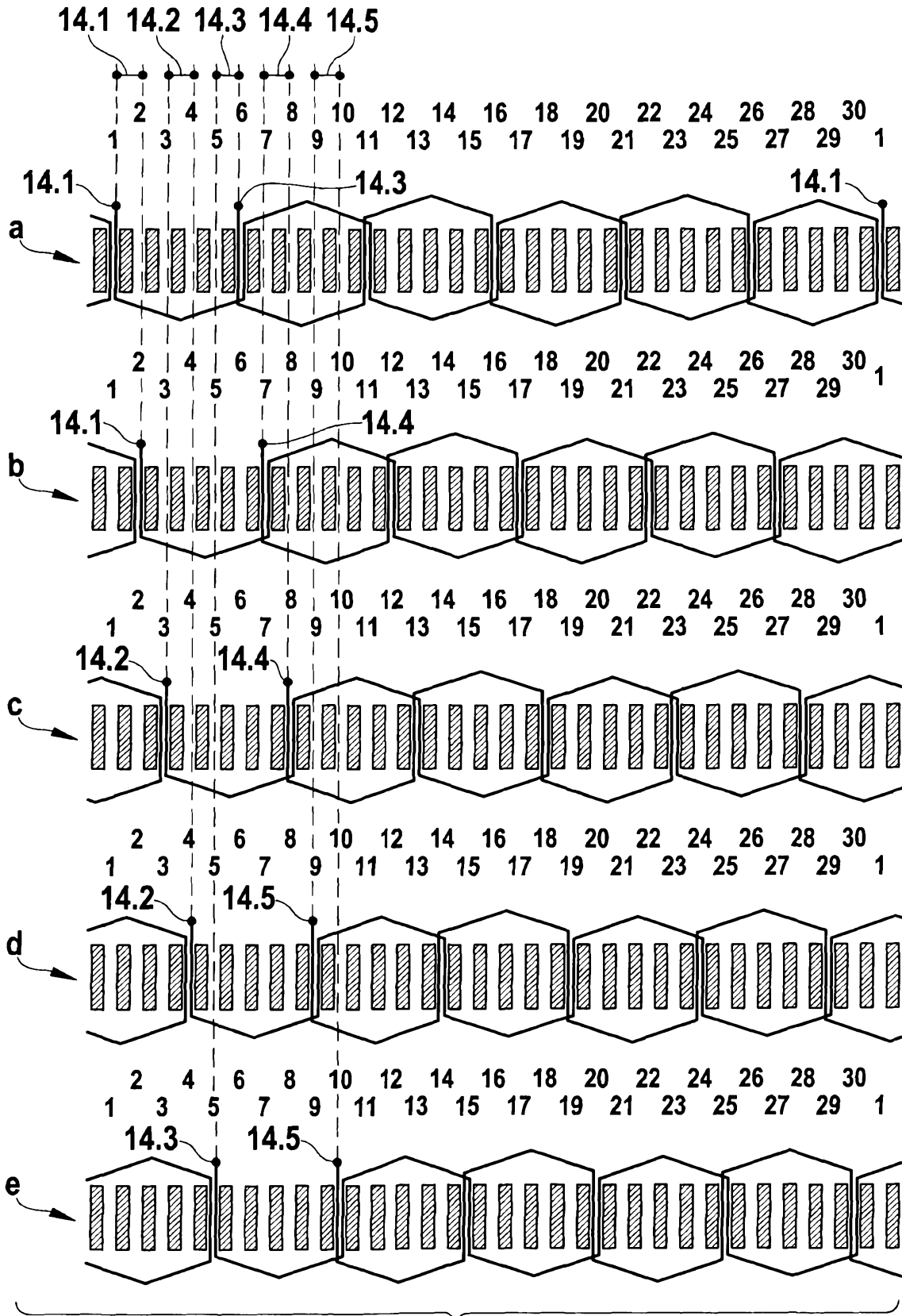


Fig. 4

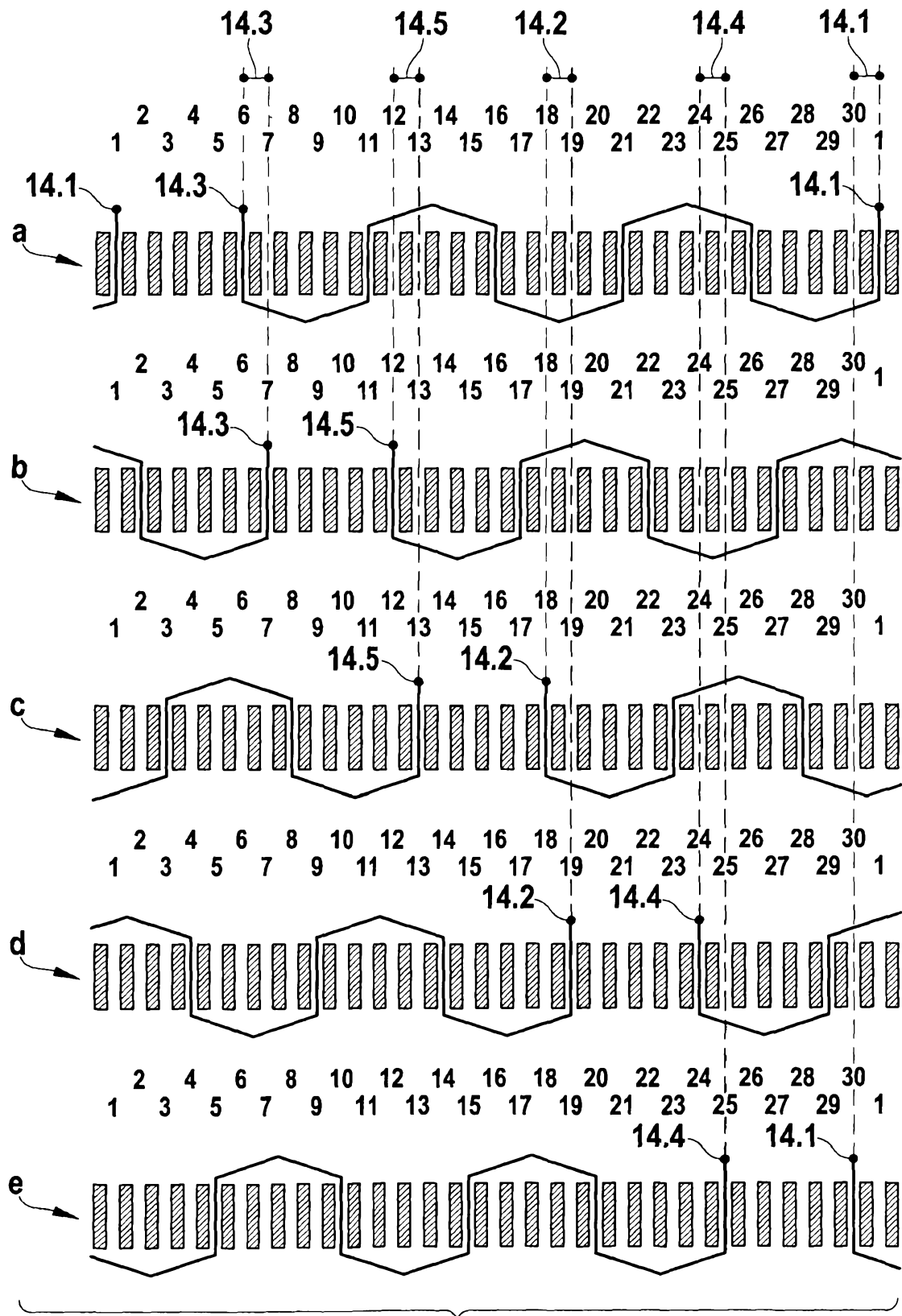


Fig. 5

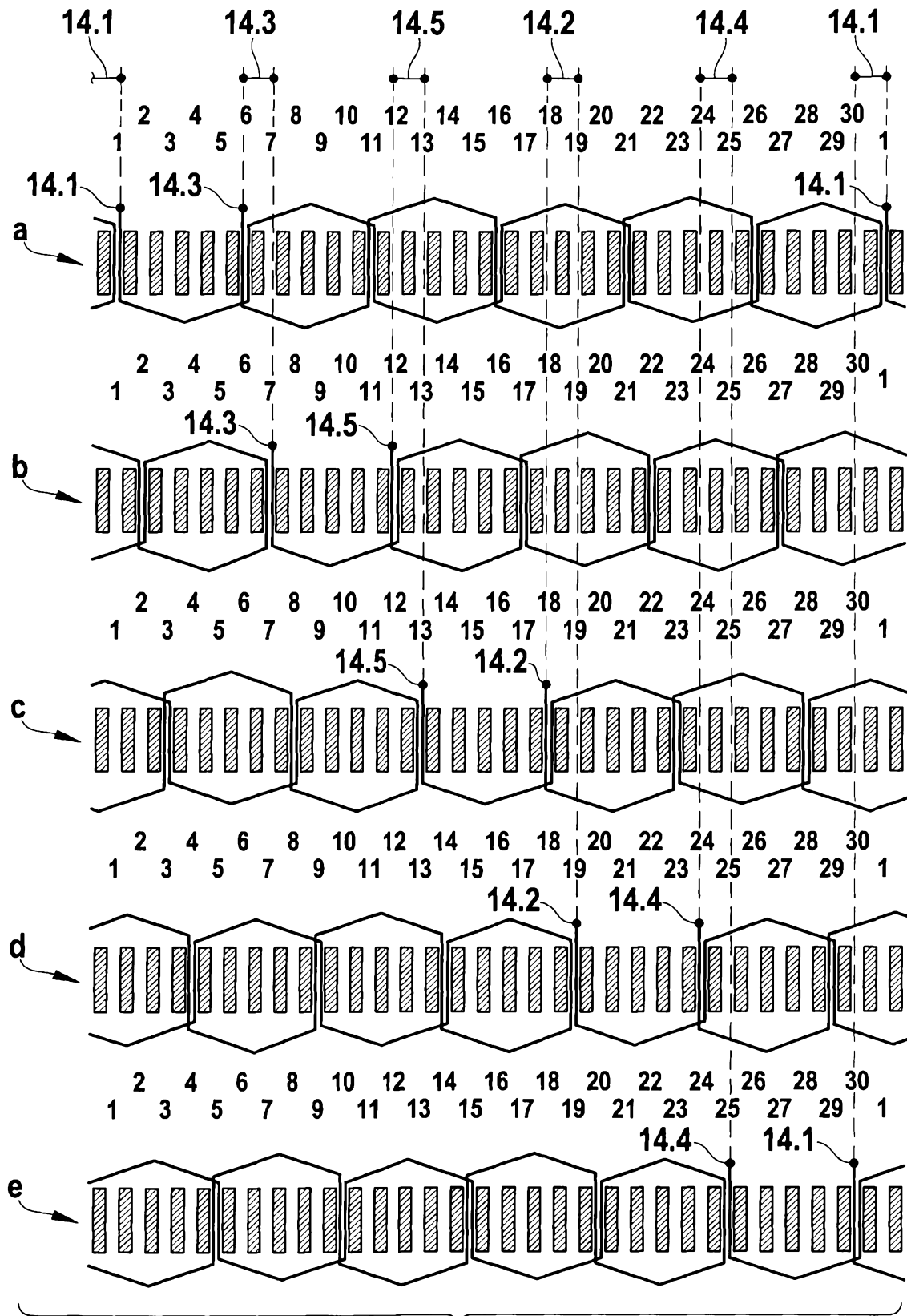


Fig. 6

Fig. 7

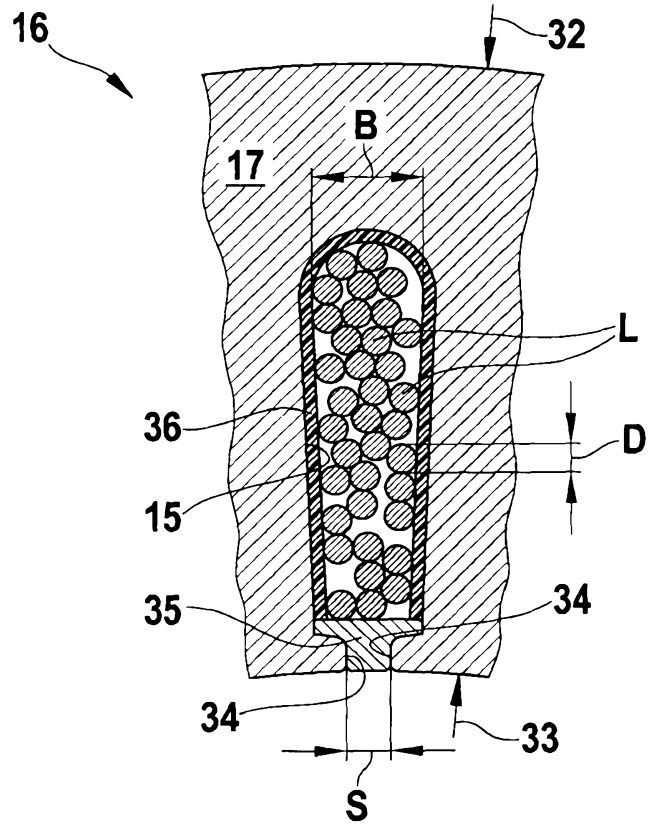


Fig. 8

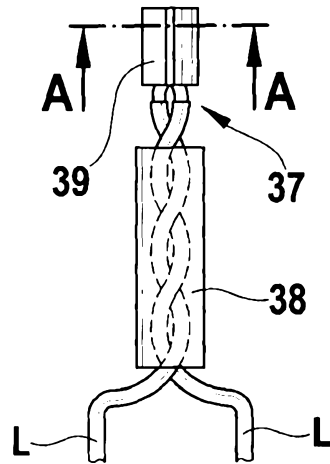


Fig. 8A

