

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 724**

51 Int. Cl.:

**H02K 3/28** (2006.01)

**H02K 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.10.2007 PCT/EP2007/060767**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2008 WO08055752**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2007 E 07821135 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2089953**

54 Título: **Máquina eléctrica**

30 Prioridad:  
**06.11.2006 DE 102006052111**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.02.2019**

73 Titular/es:  
**SEG AUTOMOTIVE GERMANY GMBH (100.0%)  
Lotterbergstrasse 30  
70499 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:  
**WOLF, GERT y  
PFITZKE, NORBERT**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 701 724 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Máquina eléctrica

5 Estado de la técnica

10 Por el documento DE 103 61 859 A1 se conoce una máquina eléctrica que está configurada como generador de corriente trifásica para vehículos de motor. A este respecto, los extremos de devanado están unidos individualmente, a través de elementos conductores interpuestos, cada uno con una conexión eléctrica de una placa de conexiones, así como con las conexiones de un módulo rectificador, lo que supone una considerable complejidad de interconexión, en particular en el caso de máquinas de más fases.

15 Por el documento de solicitud de patente US 2005/0248229 A1 se conoce una máquina eléctrica que presenta un devanado multifásico. Esta máquina presenta un hierro estatórico anular cerrado, que está provisto de ranuras orientadas hacia dentro. En estas ranuras se sabe cómo extraer varias conexiones de fase inmediatamente contiguas de las ranuras de un hierro estatórico e interconectarlas entre sí.

20 Por el documento de solicitud de patente EP 1 296 439 A2 se conocen diversas formas de realización de una máquina eléctrica de cinco fases, cuyos devanados están introducidos en ranuras de un hierro estatórico anular cerrado. En los diversos ejemplos de realización se muestran disposiciones de devanado, cuyos conductores están introducidos, hacia las conexiones de fase, parcialmente en ranuras directamente adyacentes.

Descripción de la invención

25 La máquina eléctrica de acuerdo con la invención con las características de la reivindicación independiente tiene la ventaja de que la complejidad para las conexiones de fase se mantiene reducida. Esto se cumple muy especialmente cuando todas las conexiones de fase que han de interconectarse se disponen en ranuras adyacentes del estator, de modo que pueden interconectarse directamente unas con otras y conectarse al rectificador a través de una unión común.

30 Además, resulta conveniente que las conexiones de fase se sitúen en la zona de 10 ranuras adyacentes, estando interconectadas en cada caso las conexiones de fase de la  $(2n-1)$ -ésima ranura con la  $2n$ -ésima ranura y siendo en este caso  $n$  un número entero entre 1 y 5. Una disposición tan concentrada de las conexiones de fase es adecuada, en particular, para la fabricación del estator como cápsula plana que, tras la introducción del devanado de estator, se enrolla para dar lugar al estator circular acabado, ya que, en este caso, en la juntura entre ambos extremos del estator se encuentran solo dos segmentos saledizos del devanado. Además, mediante esta disposición se obtienen ventajas técnicas desde el punto de vista de la producción, ya que las conexiones se sitúan unas junto a otras de manera relativamente apretada y por ello se facilita la operación de soldadura.

40 La simetría del devanado de estator puede diseñarse de manera especialmente ventajosa cuando en las conexiones de fase están interconectados entre sí, en cada caso, un número par de conductores. El número de ranuras en el estator de la máquina de acuerdo con la invención se sitúa, convenientemente, entre 60 y 80, obteniéndose, para la realización de 5 fases del devanado de estator, una realización del rotor de la máquina con 12, 14 o 16 dedos de polo de garra. Estas realizaciones proporcionan, por un lado, una potencia suficiente de la máquina en caso de números de revoluciones bajos y son también todavía suficientemente estables mecánicamente para los máximos números de revoluciones que se producen.

Breve descripción de los dibujos

50 Se representan ejemplos de realización de la invención en las figuras 1 a 4 así como 7, 8 y 8A y se explican más detalladamente en la descripción que sigue.

Muestran

- 55 la figura 1 una sección longitudinal a través de un generador de corriente alterna para vehículos de motor con un rotor de polos de garra,
- la figura 2 un diagrama de conexiones de un generador de corriente alterna de cinco fases con rectificador dispuesto aguas abajo,
- 60 la figura 3 un diagrama de devanado de un devanado de estator de cinco fases, realizado como devanado ondulado simple, con conexiones concentradas en las primeras 10 ranuras,
- la figura 4 un diagrama de devanado de un devanado de estator de cinco fases, realizado como devanado ondulado distribuido, con conexiones concentradas en 10 ranuras,
- 65

la figura 5 un diagrama de devanado de un devanado de estator de cinco fases, realizado como devanado ondulado simple, con conexiones distribuidas en 30 ranuras,

la figura 6 un diagrama de devanado de un devanado de estator de cinco fases, realizado como devanado ondulado distribuido, con conexiones distribuidas en 30 ranuras,

la figura 7 una sección a través del estator de una máquina de acuerdo con la invención y

las figuras 8 y 8A representaciones esquemáticas de una conexión de fase del devanado de estator de acuerdo con la invención.

#### Formas de realización de la invención

En la figura 1 está representada una sección a través de un generador de corriente alterna 10 para vehículos de motor. Este presenta, entre otras cosas, una carcasa 13 en dos piezas, que se compone de una primera placa de cojinete 13.1 y de una segunda placa de cojinete 13.2. La placa de cojinete 13.1 y la placa de cojinete 13.2 albergan entre las mismas un estator 16, con un núcleo laminado 17 de forma circular, en cuyas ranuras 15 abiertas hacia dentro y que se extienden axialmente está introducido un devanado de estator 18. El estator 16 anular rodea con su superficie orientada radialmente hacia dentro un rotor 20 de excitación electromagnética, que está configurado como rotor de polos de garra. El rotor 20 se compone, entre otras cosas, de dos placas de polo de garra 22 y 23, en cuyo perímetro exterior están dispuestos dedos de polo de garra 24 y 25 que se extienden en cada caso en dirección axial. Ambas placas de polo de garra 22 y 23 están dispuestas en el rotor 20 de tal manera que sus dedos de polo de garra 24, 25 que se extienden en dirección axial se alternan entre sí en la periferia del rotor 20 como polos N y S. Se obtienen de este modo intersticios de polo de garra, necesarios magnéticamente, entre los dedos de polo de garra 24 y 25 magnetizados en sentidos contrarios, los cuales discurren, debido a los dedos de polo de garra 24 y 25 que se estrechan hacia sus extremos libres, ligeramente inclinados respecto al eje de la máquina. Para la descripción que sigue de la invención y, este recorrido se designa de manera simplificada como axial.

El rotor 20 está alojado por medio de un árbol 27 y en cada caso un rodamiento 28 que se encuentra a cada lado de manera giratoria en las respectivas placas de cojinete 13.1 o 13.2. Presenta dos superficies frontales axiales, a las que está fijado en cada caso un ventilador 30. Estos ventiladores 30 se componen, esencialmente, de una sección en forma de placa o en forma de disco, de la que parten palas de ventilador de manera conocida. Estos ventiladores 30 sirven para hacer posible, a través de aberturas 40 en las placas de cojinete 13.1 y 13.2, un intercambio de aire entre el lado exterior y el espacio interior de la máquina eléctrica 10. Para ello están previstas las aberturas 40 en los extremos axiales de las placas de cojinete 13.1 y 13.2, a través de las cuales se aspira, por medio de los ventiladores 30, aire de refrigeración hacia el espacio interior de la máquina eléctrica 10. Este aire de refrigeración se acelera por la rotación de los ventiladores 30 radialmente hacia fuera, de modo que también puede salir por las conexiones frontales 45 en el lado de accionamiento y 46 en el lado de la electrónica, permeables al aire de refrigeración. Gracias a este efecto se enfrían las conexiones frontales. El aire de refrigeración, tras salir por las conexiones frontales, o tras fluir alrededor de estas conexiones frontales, se encamina radialmente hacia fuera por unas aberturas no representadas.

En la figura 1, en el lado derecho, se encuentra una caperuza protectora 47, que protege diversos componentes frente a influencias ambientales. Así, esta caperuza protectora 47 protege, por ejemplo, un módulo de anillo colector 49, que suministra corriente de excitación a un devanado de excitación 51. Alrededor de este módulo de anillo colector 49 está dispuesto un dissipador de calor 53, que actúa en este caso como dissipador de calor positivo. La placa de cojinete 13.2 actúa como un denominado dissipador de calor negativo. Entre la placa de cojinete 13.2 y el dissipador de calor 53 está dispuesta una placa de conexiones 56, que une entre sí diodos negativos 58 fijados en la placa de cojinete 13.2 y diodos positivos, no mostrados en esta representación, de un rectificador 19 en el dissipador de calor 53 en forma de conexión en puente.

En la figura 2 está representado un generador 10 de cinco fases con ayuda un diagrama de conexiones. Las cinco fases del devanado incluyen, en cada caso por parejas, en los puntos de unión 14.1-14.5 el ángulo eléctrico  $\alpha$ . El generador 10 proporciona una tensión U en la salida de un rectificador (B10) 19 con cinco ramales de puente 19.1-19.5. La asociación entre los puntos de interconexión 14 y los ramales de puente 19 se representa como sigue: 14.1 con 19.1, 14.2 con 19.2, 14.3 con 19.3, 14.4 con 19.4 y 14.5 con 19.5. El ángulo eléctrico  $\alpha$  entre dos fases de devanado asciende, en cada punto de interconexión 14, a 36°.

Las figuras 3 a 6 muestran diversos esquemas de devanado de un devanado de estator 18 con 30 ranuras, lo que corresponde a una realización del rotor 20 con 6 dedos de polo de garra 24. En la práctica, para el generador de un vehículo de motor se seleccionan habitualmente un mayor número de ranuras y un mayor número de dedos de polo de garra en el rotor 20, preferentemente un número de 60-80 ranuras, lo que corresponde, para 5 ranuras por cada polo de rotor, a un número de 12, 14 o 16 dedos de polo de garra 24. El devanado de estator 18 de cinco fases de acuerdo con la invención se interconecta preferentemente en forma de un pentáculo (pentagrama), tal como se representa en la figura 2 y se ha explicado ya más detalladamente en relación con la misma. La unión de las fases 14 individuales se produce entonces de la forma representada en las figuras 3 a 6, estando dispuestas todas las

conexiones de fase 14.1-14.5 que han de interconectarse en ranuras adyacentes. Esto no es obligatorio, pero la interconexión de fases 14 exclusivamente adyacentes da como resultado la máxima racionalización posible.

La figura 3 muestra el diagrama de devanado de un devanado de estator 18 en la realización como devanado ondulado simple, con conexiones de fase 14.1-14-5 concentradas en las 10 primeras ranuras 15. En este caso, las partes del devanado a a e están representadas por separado en la figura 3 y las conexiones de devanado individuales están prolongadas hacia arriba por líneas discontinuas y agrupadas allí conforme a lo indicado en la figura 2. El devanado de estator está realizado en cinco fases, con lo cual se obtiene una posibilidad de interconexión óptima. Al mismo tiempo, en esta realización del devanado, la generación de ruido y la ondulación de la tensión de generador U generada son reducidas. Las conexiones de fase que han de interconectarse se sitúan, todas, en ranuras adyacentes y están interconectadas de manera especialmente ventajosa a modo de un pentáculo (pentagrama), tal como se ha representado y explicado ya mediante la figura 2. Tal interconexión de los devanados de fase provoca, además, un aprovechamiento muy bueno de la máquina, en particular se producen corrientes reactivas más bajas que en una conexión en estrella o en pentágono.

De manera correspondiente a la configuración de cinco fases del devanado de estator 18, el número de ranuras de estator 15 es, en cada caso, un múltiplo de 10, el número de los polos de garra corresponde a una quinta parte del número de ranuras. Los diagramas de devanado representados en las figuras 3 a 6 con 30 ranuras conllevan, por lo tanto, 6 dedos de polo de garra 24 en el rotor 20. Este número de ranuras se ha elegido, sin embargo, únicamente para la representación simplificada del devanado, ya que un rotor 20 con solo 6 dedos de polo de garra no conseguirá la potencia de salida necesaria hasta un número de revoluciones relativamente alto. En la práctica, las máquinas eléctricas utilizadas como generadores en vehículos de motor tienen, en el modo de construcción de polos de garra, en particular 12 o 16 dedos de polo de garra 24, de modo que en el intervalo habitual de números de revoluciones de vehículos de motor de entre aproximadamente 800 y 7000 rpm para una multiplicación respecto al generador de 1:2,5 -1:3 para números de revoluciones de la máquina eléctrica a partir de aproximadamente 1800 rpm en marcha en vacío se obtiene ya una potencia de salida suficiente, sin que la máquina resulte excesivamente solicitada mecánicamente a los máximos números de revoluciones del motor de combustión interna de impulsión.

El diagrama de devanado representado en la figura 3 muestra un devanado ondulado simple con conexiones de fase 14.1-14.5 concentradas en las 10 primeras ranuras en el perímetro del estator. Tal disposición de las conexiones de fase ofrece, en particular, ventajas en una disposición, igualmente concentrada, de los rectificadores 19 sobre la placa de conexiones 56, porque se obtienen de este modo uniones cortas con las conexiones de rectificador y una disposición espacialmente compacta de las uniones de soldadura. La interconexión de los conductores L individuales de las fases a a e se obtiene, conforme a la figura 2, de tal manera que, en la conexión de fase 14.1, el devanado a se une con el devanado b, en la conexión de fase 14.2, el devanado c se une con el devanado d, en la conexión de fase 14.3, el devanado e se une con el devanado a, en la conexión de fase 14.4, el devanado b se une con el devanado c y en la conexión de fase 14.5, el devanado d se une con el devanado e. Se obtienen uniones correspondientes de los devanados a a e con el diagrama de devanado de acuerdo con la figura 4, pero estando realizado el devanado como devanado ondulado distribuido.

La figura 5 muestra un diagrama de devanado con fases a a e realizadas como devanado ondulado simple, pero estando las conexiones de fase 14.1-14.5 distribuidas uniformemente entre todas las 30 ranuras. En este caso, en la conexión de fase 14.1, la fase a está unida con la fase e, en la conexión de fase 14.2, la fase c está unida con la fase d, en la conexión de fase 14.3, la fase a está unida con la fase b, en la conexión de fase 14.4, la fase d está unida con la fase e y en la conexión de fase 14.5, la fase b está unida con la fase c.

La distribución uniforme de las conexiones de fase 14.1-14.5 por todo el perímetro del estator 16 ofrece ventajas, en particular, cuando también los diodos del rectificador 19 están correspondientemente distribuidos uniformemente sobre la placa de conexiones 56, con lo cual se obtienen, por un lado, relaciones de refrigeración favorables para los rectificadores y, por otro lado, uniones cortas y directas de las conexiones de fase con los rectificadores.

El diagrama de devanado de acuerdo con la figura 6 se corresponde, por lo que respecta a la distribución de las conexiones de fase 14.1-14.5, con el diagrama de devanado de la figura 5, aunque en este caso el devanado de estator 18 está configurado, conforme al diagrama de la figura 4, de nuevo como devanado ondulado distribuido. El devanado ondulado conforme a las figuras 4 a 6 tiene, con respecto a un devanado en bucle –que en principio puede usarse igualmente–, longitudes de conductor más cortas y, por tanto, para la misma sección transversal de conductor, una resistencia eléctrica menor. En particular en la realización de la máquina eléctrica como generador de polos de garra para vehículos de motor, el devanado ondulado ofrece además ventajas técnicas desde el punto de vista de la producción y puede implementarse de manera sencilla un diseño favorable de las conexiones frontales con una mayor permeabilidad al aire y, de forma correspondiente, una buena refrigeración del devanado.

La figura 7 muestra, en una representación ampliada, el diseño de una ranura 15 en el núcleo laminado 17 del estator 16. En la misma, la flecha 32 designa el diámetro exterior del estator y la flecha 33, el diámetro interior del estator, o el diámetro de perforación para el alojamiento del rotor 20. Con 34 se designa una abertura de ranura, cuya anchura de hendidura S es inferior a dos veces el diámetro de conductor D incluido el aislante del conductor. La ranura 15 termina con un cierre de ranura 35 hacia el interior del estator 33. Los conductores L están dispuestos aislados en la

ranura 15 adicionalmente mediante un aislante de ranura 36. En este caso, la anchura de ranura B máxima es superior a dos veces el diámetro de conductor D incluido el aislante del conductor. El número de conductores L en una ranura 15 es superior a 7, con lo cual se obtienen relaciones de producción favorables con un mayor llenado de ranura para una refrigeración suficiente del devanado.

5 En las figuras 8 y 8A está representado en detalle el diseño de las conexiones de fase 14.1-14.5 para la realización con, en cada caso, un conductor L en ranuras adyacentes. Los extremos de conductor están retorcidos entre sí y pelados en la zona 37 por fuera de una vaina de agrupamiento 38 y se mantienen juntos mediante una clema de unión 39. En el interior de la clema 39, en la zona 41, los extremos de conductor 37 están soldados indirectamente y provistos de una conexión de rectificador 42, tal como se muestra en la figura 8a. De la conexión de rectificador 42 sale en cada caso una unión con, en cada caso, una de las conexiones de rectificador 19.1 a 19.5 del rectificador 19, tal como se representa en la figura 2.

10

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Máquina eléctrica, en particular generador de polos de garra (10) excitado eléctricamente para un vehículo de motor, con un devanado de estator (18), cuyas conexiones de fase (14.1-14.5) están unidas con una disposición de rectificador (19), estando configurado el devanado de estator (18) en cinco fases como devanado ondulado simple o distribuido y, a este respecto, estando dispuestos todos los conductores (L) de las conexiones de fase (14.1-14.5) en ranuras (15) adyacentes, caracterizada por que todos los conductores (L) de las conexiones de fase (14.1-14.5) que han de interconectarse están dispuestos en las primeras diez ranuras (15) inmediatamente adyacentes de un estator acabado, enrollado de forma circular, tras la introducción del devanado de estator, a partir de una cápsula plana.
- 10 2. Máquina eléctrica según la reivindicación 1, caracterizada por que las fases de devanado (a a e) del devanado de estator (18) están interconectadas a modo de un pentáculo (pentagrama).
- 15 3. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el estator (16) presenta cinco ranuras (15) por cada polo de rotor (24).
4. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el número de ranuras (15) asciende a de 60 a 80 y el número de dedos de polo de garra (24) asciende a 12, 14 o 16.
- 20 5. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las conexiones de fase (14.1-14.5) se sitúan en la zona de 10 ranuras (15) adyacentes, estando interconectadas en cada caso las conexiones de fase de la (2n-1)-ésima ranura con la 2n-ésima ranura y siendo n un número entero entre 1 y 5.
- 25 6. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que en las conexiones de fase (14.1-14.5) están interconectados entre sí, en cada caso, un número entero de conductores (L).

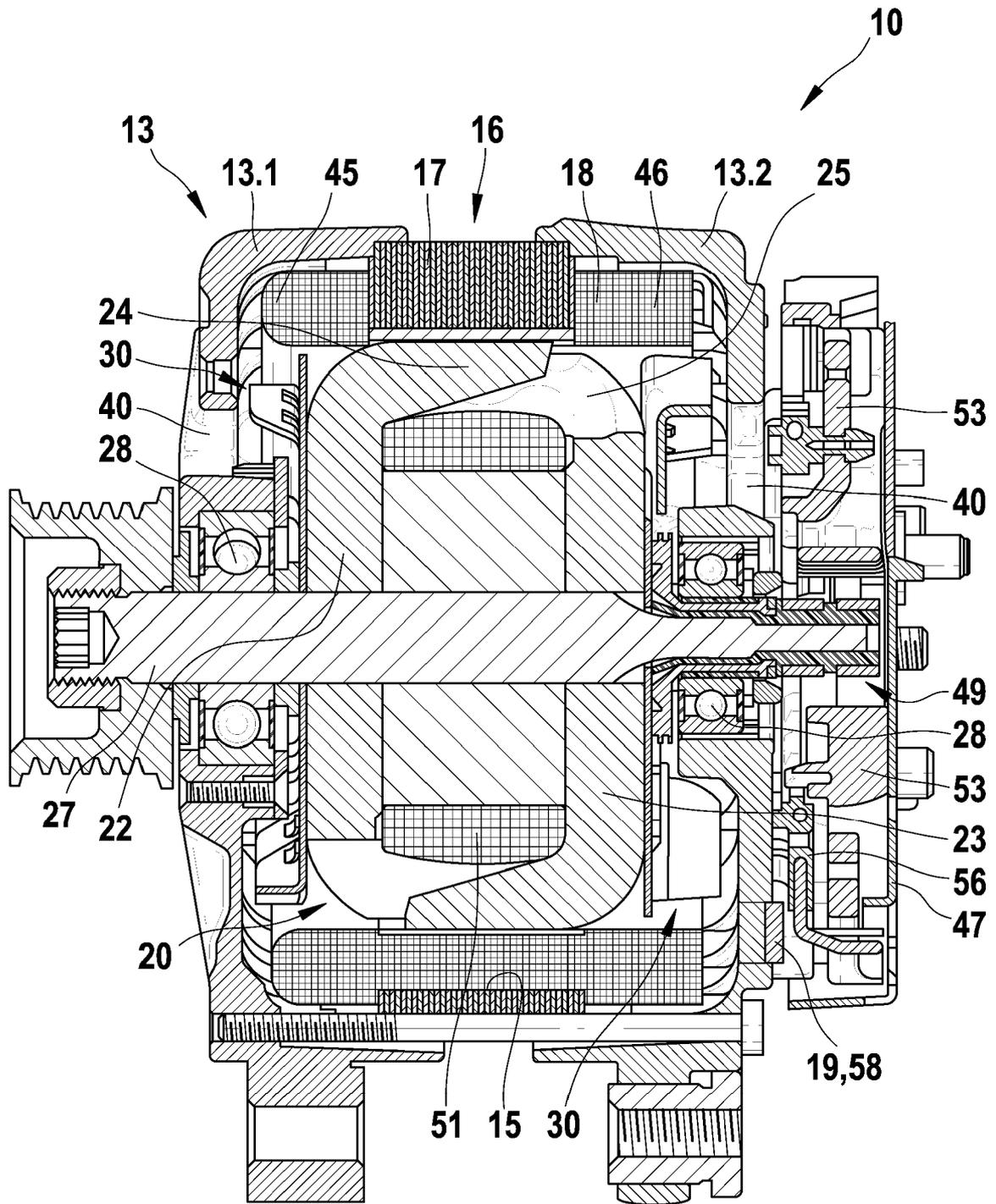


Fig. 1

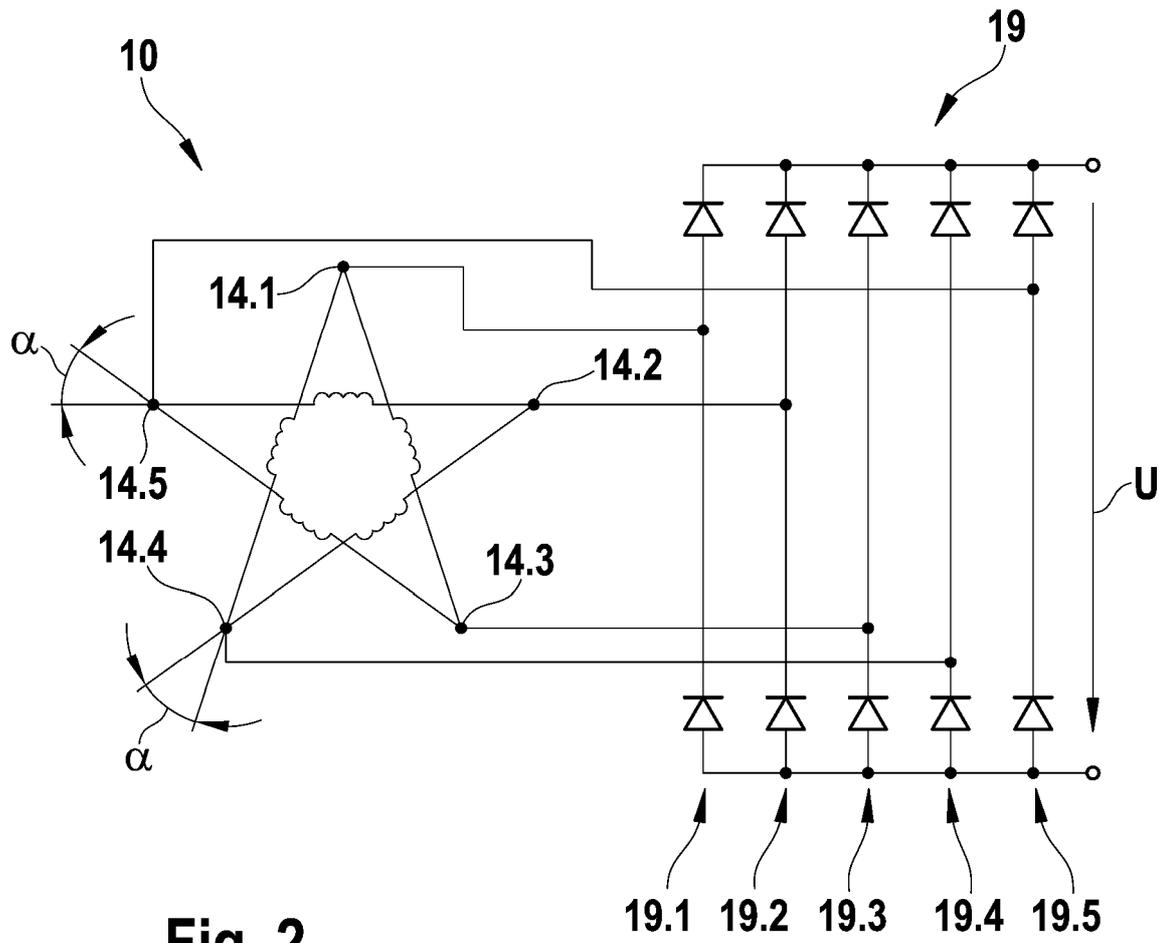


Fig. 2

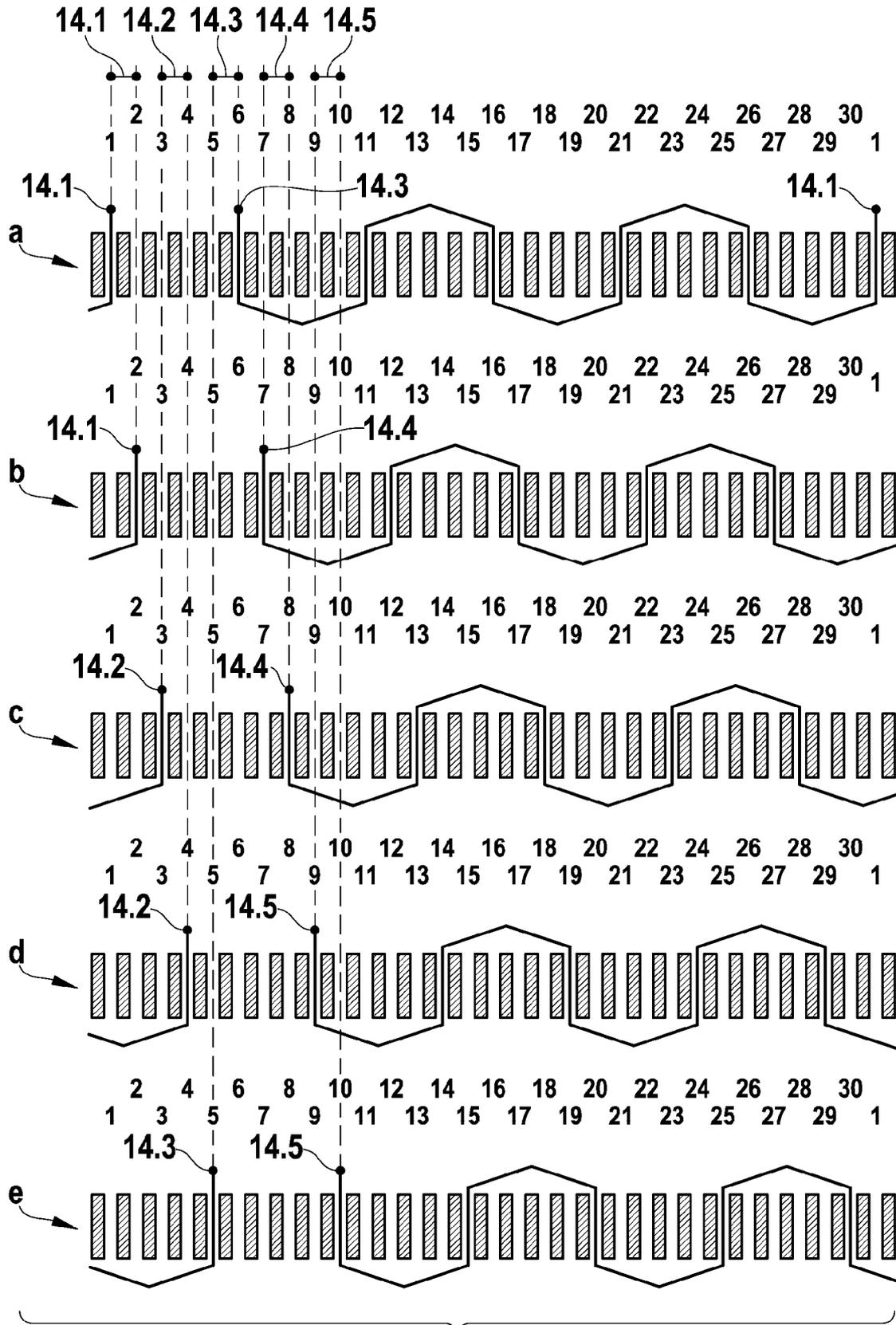


Fig. 3

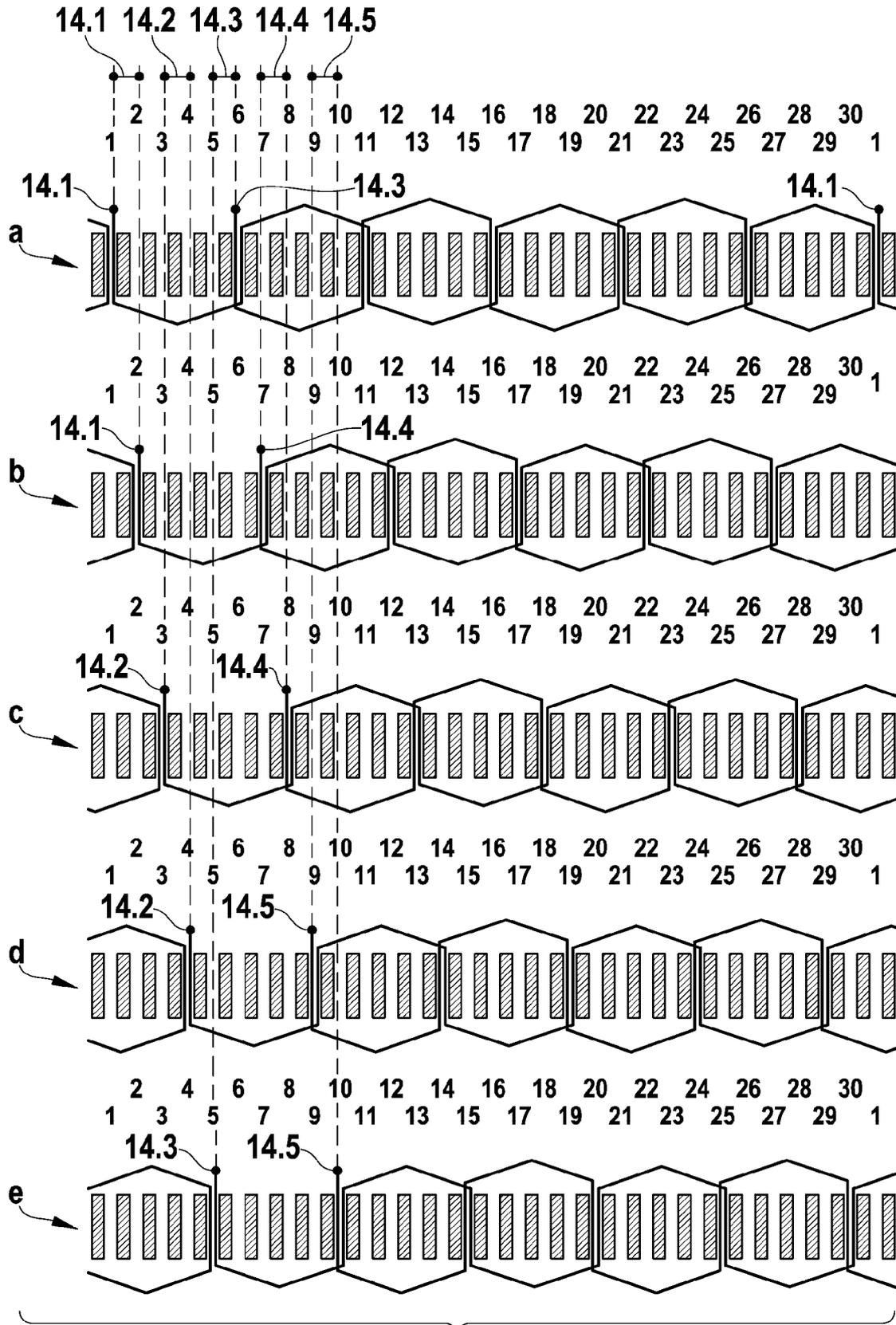


Fig. 4

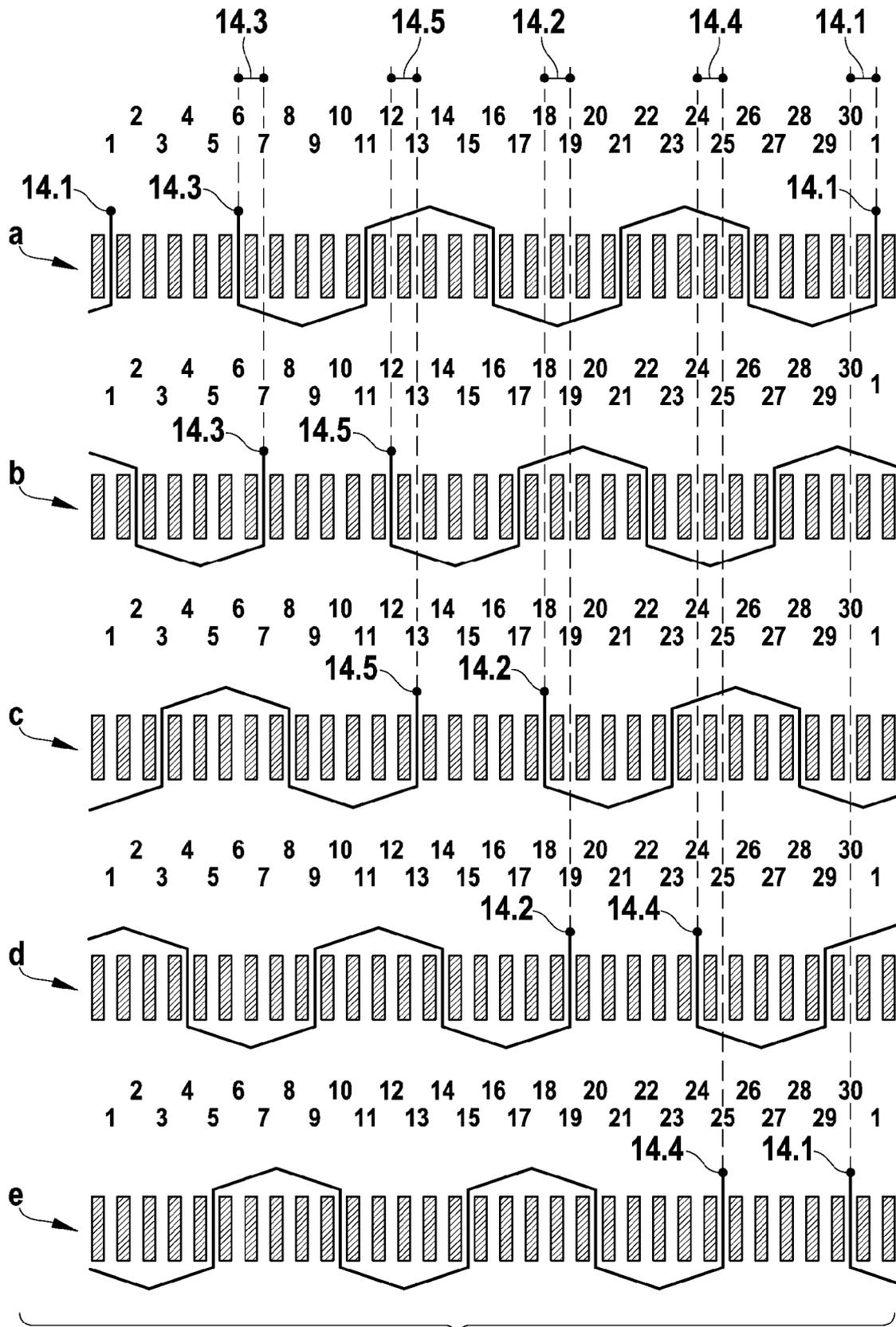


Fig. 5

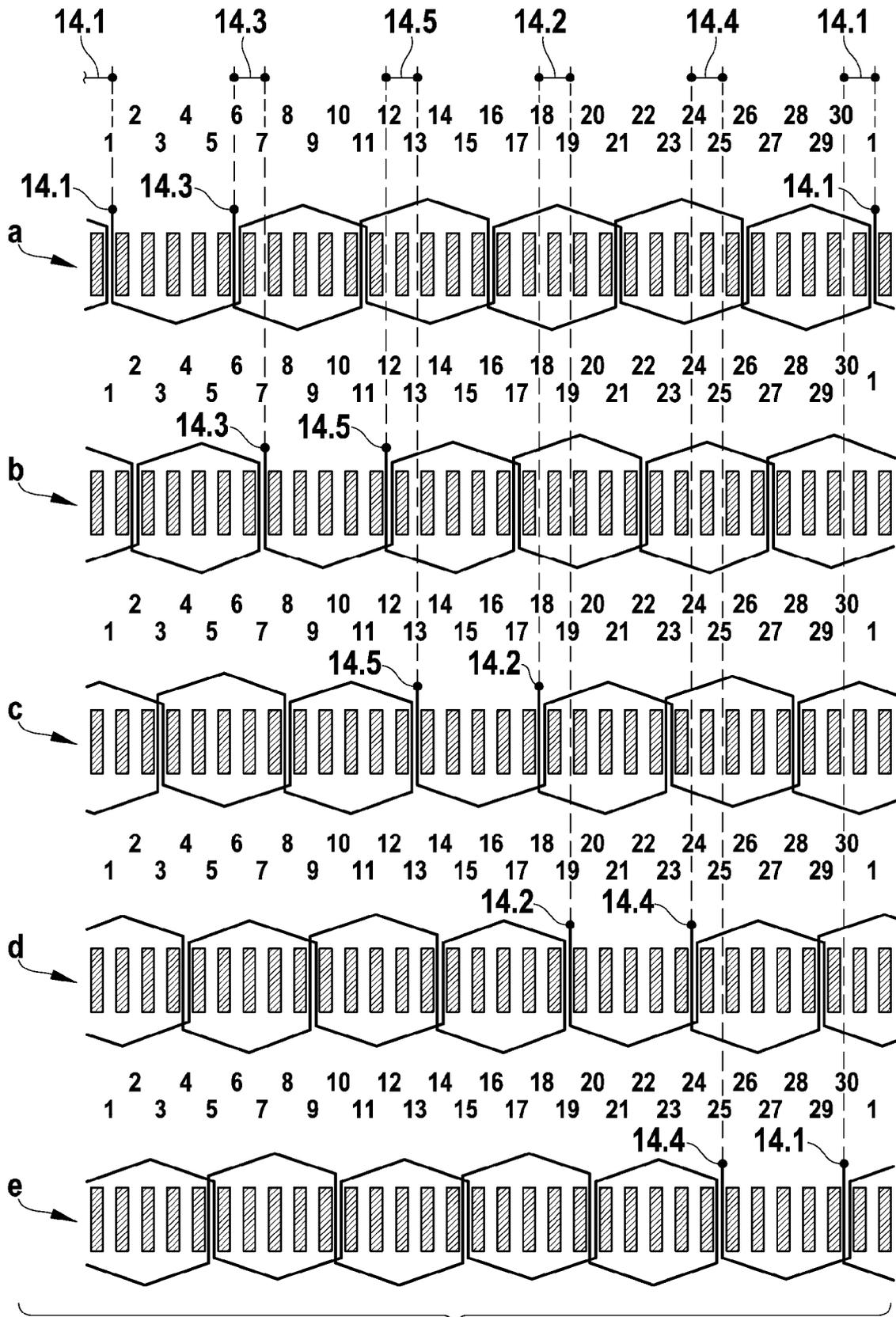


Fig. 6

