

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 746**

51 Int. Cl.:

F02B 63/04 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2014 PCT/EP2014/078926**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15092055**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2014 E 14816282 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 3084170**

54 Título: **Motor de pistón alternativo**

30 Prioridad:

20.12.2013 EP 13199214

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

15.06.2018

73 Titular/es:

**HVD AG (100.0%)
Industriestrasse 32
9495 Triesen, LI**

72 Inventor/es:

**SCHUTTENBACH VON, ANDREAS y
GRABHER, KARL-HEINZ**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 672 746 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

Motor de pistón alternativo

5 La presente invención se refiere a un motor de pistón alternativo con un convertidor electromecánico, que puede operarse como generador eléctrico y/o como electromotor, según el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

10 En el documento EP 1 223 316 B1 se desvela un motor de pistón alternativo, en cuya cámara de manivela está dispuesto un convertidor electromecánico, que presenta las funciones de un electromotor y/o de un generador eléctrico. En un árbol de manivela, que está sostenido por medio de una tapa de cojinete colocada en un bloque de cilindros de manera giratoria en la cámara de manivela, están dispuestos elementos que generan campos magnéticos en forma de imanes permanentes. Los imanes permanentes están insertados de manera fija mediante un ajuste a presión en entalladuras de los pesos de compensación del árbol de manivela y sirven como pesos de compensación adicionales. En la tapa de cojinete están sostenidos de manera estacionaria en la cámara de manivela bobinas. En caso de rotación del árbol de manivela se giran los imanes permanentes con respecto a las bobinas estacionarias, por lo que debido a la interacción electromagnética entre los imanes permanentes y las bobinas se induce una tensión en las bobinas y el convertidor electromecánico actúa como un generador. Mediante la alimentación de las bobinas con una tensión alterna, en particular por una batería, se ejerce sobre los imanes permanentes una fuerza electromagnética y, mediante la interacción electromagnética, el convertidor electromecánico actúa como electromotor. Dado que las bobinas están sostenidas en la tapa de cojinete, las bobinas junto con la tapa de cojinete pueden colocarse en el bloque de cilindros y quitarse del mismo, lo que posibilita un montaje y desmontaje o intercambio sencillo de las bobinas. Además, se describe que las bobinas están dispuestas en la zona del cárter de aceite de la cámara de manivela y sumergidas en el aceite contenido en el cárter de aceite, por lo que se posibilita un enfriamiento de las bobinas por el aceite.

25 En el motor de pistón alternativo conocido por el estado de la técnica, los elementos que generan campos magnéticos en forma de imanes permanentes están dispuestos en los pesos de compensación del árbol de manivela estando fijados por medio de ajuste a presión en entalladuras de los pesos de compensación. La disposición de los imanes permanentes en las entalladuras previstas de los pesos de compensación tiene la ventaja de que los imanes permanentes sirven como pesos de compensación adicionales y, por tanto, puede evitarse un aumento de peso adicional del árbol de manivela mediante los imanes permanentes en comparación con un árbol de manivela convencional. Esta disposición tiene, no obstante, también varias desventajas. Los árboles de manivela están configurados por regla general de una sola pieza y se elaboran o bien en un procedimiento de colada en particular a partir de fundición de grafito esferoidal, acero templado y revenido o nitrurado o bien se forjan en el procedimiento de conformación a presión. Los materiales adecuados para la producción de árboles de manivela altamente resistentes son, por regla general, magnetizables. En otras palabras, los árboles de manivela convencionales presentan propiedades ferromagnéticas o ferrimagnéticas. Por tanto, se atraen por el polo magnético de un campo magnético exterior sin que quede una alta magnetización residual; en otras palabras, son magnéticamente suaves, o causan de por sí tras una magnetización un campo magnético estático, dado que son magnéticamente duros y presentan una alta remanencia. Debido a estas propiedades magnetizables son adecuados árboles de manivela convencionales solo condicionalmente para la disposición de imanes permanentes en entalladuras de pesos de compensación por medio de ajuste a presión, dado que los imanes permanentes causan una magnetización de todo el árbol de manivela y la generación de un campo magnético dirigido y que discurre de manera definida para la inducción eficiente de una tensión no es posible en las bobinas que rodean el árbol de manivela. Además, existe el riesgo de una desmagnetización de los imanes permanentes. La disposición descrita en el documento EP 1 223 316 B1 exige, por tanto, o bien el uso de un árbol de manivela que se compone de una sustancia no magnetizable o bien presenta según el sistema una potencia eléctrica baja debido a la disposición de los imanes permanentes. Dado que un peso de compensación de árbol de manivela se extiende para cumplir su función genérica solo en una zona enfrentada al cojinete de biela adyacente, que por regla general se encuentra claramente por debajo de 120° y, por tanto, comprende menos de un tercio de la circunferencia de rotación, pueden disponerse los imanes permanentes en el peso de compensación también solo en esta zona parcial, por lo que la potencia eléctrica máxima del convertidor electromecánico se limita considerablemente. Además, la disposición de los imanes permanentes por medio de ajuste a presión en el árbol de manivela por razones de la técnica de la producción es costosa y existe el riesgo de que los imanes permanentes se suelten en el caso de altas revoluciones del árbol de manivela.

55 Un motor de pistón alternativo similar se conoce por el documento FR 2 877 057. El objetivo en que se basa la invención consiste en crear un motor de pistón alternativo con convertidor electromecánico integrado que se caracteriza por una elevada potencia eléctrica, una estructura sencilla y un mantenimiento simplificado y que puede basarse en un motor de pistón alternativo convencional, no electrificado y solo ligeramente adaptado.

60 Este objetivo se soluciona mediante la realización de las características de las reivindicaciones independientes. Las características que perfeccionan de manera alternativa o ventajosa la invención pueden desprenderse de las reivindicaciones de patente dependientes.

65 El motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención, que puede usarse en particular como motor de vehículo, de barco o estacionario, comprende un bloque de cilindros con una cámara de manivela, que al menos parcialmente

está conformada en el bloque de cilindros. Preferentemente, la cámara de manivela se cierra arriba por una conformación correspondiente del bloque de cilindros y abajo por un cárter de aceite.

5 Dentro de esta cámara de manivela está dispuesto un árbol de manivela. El árbol de manivela está montado de manera que puede girar en varios cojinetes principales alrededor de un eje de árbol de manivela, es decir, de manera que puede rotar alrededor del eje de árbol de manivela. En particular, el árbol de manivela se sostiene de manera giratoria por tapas de cojinete, que están fijadas preferentemente por medio de tornillos con el bloque de cilindros, en la cámara de manivela alrededor del eje de árbol de manivela. El árbol de manivela, que preferentemente está configurado de una sola pieza, aunque también puede estar ensamblado de varias piezas, se compone de una sustancia magnetizable. Por ello, debe entenderse que el árbol de manivela presenta al menos en la zona de sus brazos de manivela propiedades ferromagnéticas o ferrimagnéticas y ahí es magnetizable. Por tanto, se atrae por el polo magnético de un campo magnético exterior sin que quede una alta magnetización residual; en otras palabras, es magnéticamente suave, o causa de por sí tras una magnetización un campo magnético estático, dado que debido a una alta remanencia es magnéticamente duro. En particular, el árbol de manivela está elaborado o bien en un procedimiento de colada, por ejemplo a partir de fundición de grafito esferoidal, acero templado y revenido o nitrurado o bien forjado en el procedimiento de conformación a presión.

20 El árbol de manivela comprende entre dos cojinetes principales, en los que está montado de manera que puede girar alrededor del eje de árbol de manivela, desplazado con respecto al eje de árbol de manivela al menos un cojinete de biela. El desplazamiento se forma en cada caso por un brazo de manivela que se extiende al menos parcialmente en, con respecto al eje de árbol de manivela, dirección radial entre un cojinete principal y un cojinete de biela. En otras palabras, el brazo de manivela se extiende con un componente direccional geométrico en dirección en perpendicular al eje de árbol de manivela, es decir, en dirección radial. El brazo de manivela está dispuesto, con respecto al eje de árbol de manivela, de manera axialmente adyacente al primer cojinete de biela. Por axialmente adyacente debe entenderse que el brazo de manivela se encuentra en una dirección que discurre en paralelo al eje de árbol de manivela directa o indirectamente al lado del cojinete de biela.

30 En un primer cojinete de biela del árbol de manivela está montada de manera giratoria al menos una primera biela, en la que está dispuesto un primer pistón guiado linealmente. En caso de rotación del árbol de manivela, la biela lleva a cabo un movimiento de biela en un espacio de movimiento geométrico. Por el movimiento de biela debe entenderse aquel espacio de movimiento geométrico que sujeta la biela, que consiste en el ojo de biela inferior montado en el cojinete de biela, la tapa de cojinete de biela, el vástago de biela y la cabeza de biela, durante un giro completo del árbol de manivela y un movimiento de elevación completo del pistón. En otras palabras, el espacio de movimiento de biela es aquel espacio libre geométrico dentro cámara de manivela, que se requiere para un movimiento sin obstáculos de la biela. Es posible que varias bielas estén dispuestas unas al lado de otras en el mismo cojinete de biela. En este caso, el espacio de movimiento de biela es el espacio libre requerido por ambas bielas para su movilidad libre dentro de la cámara de manivela.

40 El primer brazo de manivela, en particular todos los brazos de biela del árbol de manivela, presentan sobre un lado que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela y que se enfrenta al primer cojinete de biela una primera superficie de fijación. En otras palabras, la superficie de fijación señala al menos con un componente direccional en una dirección que se extiende en perpendicular al eje de árbol de manivela - es decir, radialmente - y que señala hacia un lado con respecto al eje de árbol de manivela que se enfrenta al lado sobre el que se encuentra el cojinete de biela.

45 Por una superficie de fijación debe entenderse en general una intersección mecánica que posibilita una disposición por arrastre de forma de un componente, efectuándose el arrastre de forma en dirección radial, es decir, en perpendicular al eje de árbol de manivela.

50 Un primer peso de compensación está fijado por arrastre de forma en la primera superficie de fijación en dirección radial y en particular también en dirección circunferencial. Por un arrastre de forma en dirección radial o dirección circunferencial debe entenderse una unión de socavado de tal modo que una fijación por arrastre de forma se efectúa al menos en una dirección radial o en dirección circunferencial al eje de árbol de manivela. En otras palabras, el primer peso de compensación está fijado por arrastre de forma en la superficie de fijación de tal modo que el peso de compensación en caso de rotación del árbol de manivela permanece fijado sobre el mismo. En particular, el arrastre de forma se efectúa por medio de una unión atornillada.

60 En particular, la primera superficie de fijación y/o el primer peso de compensación presenta al menos un orificio roscado, estando producida la unión por arrastre de forma mediante al menos un tornillo guiado a través de un orificio de paso conformado en el primer peso de compensación o la superficie de fijación. Como alternativa o de manera adicional puede efectuarse la unión por arrastre de forma por medio de un rebaje que se extiende en particular en paralelo al eje de árbol de manivela, que se forma, por ejemplo, por una guía lineal que discurre axialmente o se extiende en paralelo al árbol de manivela entre la primera superficie de fijación y el primer peso de compensación, en particular una guía de tipo cola de milano, sosteniéndose el primer peso de compensación en dirección en paralelo al eje de árbol de manivela, es decir, axialmente, por ejemplo por arrastre de fuerza, fricción o forma, en particular por medio de atornillado.

El primer peso de compensación se compone de una sustancia no magnetizable o un material no magnetizable. En particular, el primer peso de compensación se compone de hierro fundido, acero inoxidable, fibra de carbono, una sustancia cerámica, aluminio y/o al menos otra sustancia no magnetizable. El hierro fundido se forma en particular por hierro fundido austenítico, en particular fundición gris. La fibra de carbono está en particular sinterizada. Como alternativa, existe no obstante la posibilidad de que el primer peso de compensación conste de una combinación de al menos dos de estas sustancias o de una de estas sustancias con otra sustancia no magnetizable. En particular, el peso de compensación puede componerse también de una sustancia revestida no magnetizable. Preferentemente, esta sustancia presenta un peso específico elevado. El peso y la disposición del peso de compensación, junto con el peso de la primera unidad de campo magnético interior descrita más abajo y dispuesta en el peso de compensación, debería ser tal que la fuerza másica rotatoria resultante de la excentricidad del primer cojinete de biela, de la al menos una primera biela y en particular del primer pistón está compensada en su mayor parte, preferentemente por completo. La respectiva proporción de peso de compensación y de unidad de campo magnético interior puede variar de manera discrecional siempre y cuando pueda efectuarse en su mayor parte o por completo la compensación de masa.

La primera unidad de campo magnético interior está dispuesta sobre un lado, del primer peso de compensación, que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela. En otras palabras, la primera unidad de campo magnético interior y el primer peso de compensación están unidos entre sí, extendiéndose la primera unidad de campo magnético interior con respecto al eje de árbol de manivela en una dirección radialmente hacia fuera. En particular, la primera unidad de campo magnético interior está empujada hacia una primera guía lineal que se extiende en dirección axial - es decir, esencialmente en paralelo al eje de árbol de manivela - sobre el primer peso de compensación y fijada ahí axialmente, de modo que está sujeta también en dirección en paralelo al eje de árbol de manivela en el funcionamiento normal del árbol de manivela, por ejemplo por arrastre de fuerza, fricción o forma. Esta primera guía lineal fija la primera unidad de campo magnético interior con respecto al eje de árbol de manivela en dirección radial y dirección circunferencial por arrastre de forma. Por un arrastre de forma en dirección radial y dirección circunferencial debe entenderse en general una unión de socavado de tal modo que una fijación por arrastre de forma se efectúa al menos en una dirección radial o dirección circunferencial al eje de árbol de manivela. En otras palabras, la primera unidad de campo magnético interior está fijada por arrastre de forma en el primer peso de compensación de la superficie de fijación de tal modo que la primera unidad de campo magnético interior en caso de rotación del árbol de manivela permanece fijada sobre el mismo.

Por tanto, la primera unidad de campo magnético interior a través del primer peso de compensación fijado en la primera superficie de fijación está dispuesto en el primer brazo de manivela del árbol de manivela de tal modo que la primera unidad de campo magnético interior señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela. En este sentido, la primera unidad de campo magnético interior en caso de rotación del árbol de manivela alrededor del eje de árbol de manivela circula sobre una primera trayectoria circular geométrica axialmente adyacente al espacio de movimiento de biela. En otras palabras, tanto la primera unidad de campo magnético interior como el primer peso de compensación están conformados y dispuestos de tal modo que la biela, por un lado, y la primera unidad de campo magnético interior y el primer peso de compensación, por otro lado, se mueven en caso de rotación del árbol de manivela sin colisión, encontrándose los espacios de movimiento de la biela, por un lado, y de la primera unidad de campo magnético interior y del primer peso de compensación, por otro lado, en superposición complementaria axialmente distanciada, aunque axialmente adyacente.

En el caso de un motor de pistón alternativo convencional y no electrificado con árbol de manivela convencional con pesos de compensación conformados de una sola pieza se proporciona ya esta movilidad libre de colisión dentro de la cámara de manivela. Por tanto, existe la posibilidad de retirar los pesos de compensación de un árbol de manivela convencional de este tipo en particular por medio de un mecanizado por arranque de virutas y prever una superficie de fijación para el peso de compensación no magnetizable, presentando el peso de compensación magnetizable y la unidad de campo magnético interior o bien esencialmente el mismo corte transversal en dirección radial y axial - es decir, el mismo corte transversal de rotación - que el peso de compensación retirado, o poseyendo un corte transversal de rotación ampliado, para aprovechar lo mejor posible el espacio que está a disposición en la cámara de manivela. La extensión en dirección circunferencial, es decir, a lo largo de la trayectoria de movimiento circular del peso de compensación no magnetizable y de la unidad de campo magnético interior, puede variarse de manera discrecional observada geoméricamente, dado que este espacio dentro de la cámara de manivela permanece libre para posibilitar la libre rotabilidad. Para posibilitar una compensación de la fuerza másica rotatoria resulta ventajoso limitar la extensión del peso de compensación no magnetizable en dirección circunferencial, no obstante esencialmente sobre la zona enfrentada al cojinete de biela.

En una variante de la invención, el peso de compensación no magnetizable y la unidad de campo magnético interior están configuradas de una sola pieza y están alojadas en particular en la misma carcasa, pudiendo subdividirse la unidad de una sola pieza funcionalmente en una sección de peso de compensación y una sección de la unidad de campo magnético interior.

La primera superficie de fijación y secciones adicionales del árbol de manivela pueden servir adicionalmente al menos un peso de compensación no magnetizable como pesos de compensación para la compensación de masa. Asimismo, es posible que el motor de pistón alternativo presente adicionalmente un árbol de compensación para la

compensación de fuerzas de masa y/o momentos de masa.

Radialmente distanciada con respecto a la primera trayectoria circular de la primera unidad de campo magnético interior está dispuesta de manera estacionaria una primera unidad de campo magnético exterior en la cámara de manivela. En otras palabras, esta primera unidad de campo magnético exterior rodea, envuelve o encierra la primera trayectoria circular de la primera unidad de campo magnético interior. A su vez, en otras palabras, esta primera unidad de campo magnético exterior está dispuesta radialmente por fuera del espacio de movimiento rotatorio de la primera unidad de campo magnético interior y envuelve este espacio de movimiento o bien en parte o bien completamente, en particular con un ángulo envolvente entre 120° y 360°.

La primera unidad de campo magnético interior y la primera unidad de campo magnético exterior están dispuestas y configuradas de tal modo que juntas forman un primer convertidor electromecánico, en particular un electromotor o un generador eléctrico. Para ello forma una de las dos unidades de campo magnético una unidad que genera campos magnéticos y la otra una unidad de bobina, sobre la que actúa el campo magnético de la unidad que genera campos magnéticos al menos en una sección parcial de un giro completo del árbol de manivela, induciéndose una tensión en la unidad de bobina en el caso de un campo magnético cambiante debido a la rotación del árbol de manivela, de modo que el convertidor electromecánico actúa como generador, o pudiendo generarse mediante la aplicación de una tensión eléctrica a la unidad de bobina un campo magnético, por medio del que puede ejercerse una fuerza sobre la unidad que genera campos magnéticos y, por tanto, sobre el árbol de manivela y pudiendo ponerse el árbol de manivela por tanto en rotación, de modo que el convertidor electromecánico actúa como electromotor.

En otras palabras, se giran en caso de rotación del árbol de manivela la unidad que genera campos magnéticos y la unidad de bobina la una con respecto a la otra, por lo que debido a la interacción electromagnética entre la unidad que genera campos magnéticos y la unidad de bobina se induce una tensión en la unidad de bobina y el convertidor electromecánico actúa como un generador. Mediante la alimentación de la unidad de bobina con una tensión alterna, en particular por una batería, se ejerce sobre la unidad que genera campos magnéticos una fuerza electromagnética y mediante la interacción electromagnética, el convertidor electromecánico actúa como electromotor.

La primera unidad de campo magnético interior dispuesta en el árbol de manivela puede generarse por una primera unidad de imán permanente interior, que genera por medio de al menos un imán permanente un campo magnético permanente, o por una primera unidad de bobina interior, por medio de la que puede generarse un campo electromagnético o en la que por medio de un campo alternante magnético puede inducirse una tensión.

También la primera unidad de campo magnético exterior dispuesta de manera estacionaria en la cámara de manivela puede formarse por una primera unidad de bobina exterior, por medio de la que puede generarse un campo electromagnético o en la que puede inducirse por medio de un campo alternante magnético una tensión, o por una primera unidad de imán permanente exterior, que por medio de al menos un imán permanente genera un campo magnético permanente. Para que las dos unidades de campo magnético puedan formar un convertidor electromecánico, tiene que estar configurada al menos una de las dos unidades de campo magnético como una unidad de bobina.

Una ventaja del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención consiste en que debido a la disposición de un peso de compensación no magnetizable sobre el árbol de manivela magnetizable y a la disposición de la primera unidad de campo magnético interior sobre este peso de compensación no magnetizable puede evitarse en su mayor parte una magnetización del árbol de biela y, por tanto, una influencia negativa del campo magnético mediante el árbol de manivela, dado que el peso de compensación no magnetizable actúa como aislante magnético entre el árbol de manivela y la unidad de campo magnético interior. Por tanto, se reduce también una desmagnetización a largo plazo de los imanes permanentes siempre y cuando la primera unidad de campo magnético interior esté configurada como unidad de imán permanente.

Una ventaja adicional consiste en que la extensión de la primera unidad de campo magnético interior en dirección circunferencial, es decir, a lo largo de la trayectoria de movimiento circular de la unidad de campo magnético interior, pueda ser en su mayor parte independiente de la extensión del primer peso de compensación, dado que este último está limitado debido a la función genérica de un peso de compensación sobre la zona que se enfrenta al cojinete de biela. Por tanto, es posible, por ejemplo, que la extensión del peso de compensación en dirección circunferencial ascienda a menos de 135°, en particular a menos de 120°, en especial a menos de 90°, mientras que la extensión de la unidad de campo magnético interior en dirección circunferencial asciende a más de 135°, en particular de más de 180°, en particular de más de 210°, en especial a más de 360°, teniendo en caso de una extensión de 360° la unidad de campo magnético interior la forma básica geométrica de un anillo cerrado. Esto causa que toda la circunferencia de la primera trayectoria circular geométrica pueda usarse para la disposición de la unidad de campo magnético interior y, por tanto, la potencia eléctrica alcanzable del primer convertidor electromecánico puede aumentarse considerablemente.

En un perfeccionamiento de la invención, la primera unidad de campo magnético interior presenta la forma de una sección anular interior en forma de arco circular que rodea el primer brazo de manivela con un primer eje geométrico

que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela. En otras palabras, la primera unidad de campo magnético interior tiene la forma de una sección anular, es decir, de un segmento anular, que presenta una forma de arco circular, formándose el eje alrededor del cual se extienden el arco circular o el segmento anular y sobre el que se sitúa el punto medio del arco circular por un primer eje geométrico. En un estado ensamblado del árbol de manivela y la primera unidad de campo magnético interior, el primer eje y el eje de árbol de manivela se sitúan el uno sobre el otro y forman un eje conjunto. A su vez, en otras palabras, la primera unidad de campo magnético interior en forma de arco circular se extiende con respecto al eje de árbol de manivela en dirección circunferencial, es decir, a lo largo de la trayectoria de movimiento circular de la unidad de campo magnético interior, con el primer eje como eje central geométrico. En particular, la sección anular interior en forma de arco circular se extiende con un primer ángulo de centrado de más de 135°, en particular de más de 180°, en particular de más de 210°. Por el ángulo de centrado debe entenderse el ángulo denominado también ángulo central en el centro del arco circular geométrico, que está encerrado por los dos radios circulares que limitan el arco circular geométrico.

En un perfeccionamiento especial, la sección anular interior en forma de arco circular se extiende con un primer ángulo de centrado de 360°, presentando la primera unidad de campo magnético interior la forma de un anillo interior en forma circular cerrado que encierra el primer brazo de manivela. En otras palabras, la primera unidad de campo magnético interior tiene la forma de un anillo cerrado, en otras palabras de un círculo geométrico, encerrando este anillo interior el primer brazo de manivela del árbol de manivela al menos parcialmente o por completo. El centro geométrico de este anillo se sitúa sobre el primer eje o el eje de árbol de manivela.

También la primera unidad de campo magnético exterior puede presentar en un perfeccionamiento de la invención la forma de una sección anular exterior en forma de arco circular con un segundo eje geométrico que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela. Esta sección anular exterior en forma de arco circular rodea la primera trayectoria circular de la primera unidad de campo magnético interior radialmente distanciada. En particular, la sección anular interior y exterior discurren de manera concéntrica. Si la primera unidad de campo magnético interior tiene la forma de una sección anular interior en forma de arco circular o de un anillo, el diámetro exterior de esta sección anular interior o anillo en particular más pequeño que el diámetro interior de la sección anular exterior o anillo. En particular, la sección anular exterior en forma de arco circular se extiende con un segundo ángulo de centrado de más de 135°, en particular de más de 180°, en particular de más de 210°. En una forma de realización especial de la invención, la sección anular exterior en forma de arco circular se extiende con un segundo ángulo de centrado de 360°, presentando la primera unidad de campo magnético exterior la forma de un anillo exterior en forma circular cerrado que encierra radialmente la primera trayectoria circular de la primera unidad de campo magnético interior.

Las secciones anulares o anillos descritos pueden tener un corte transversal discrecional, en particular rectangular, cuadrático, poligonal, redondo, ovalado u otro.

La unidad de campo magnético exterior está dispuesta en particular en una tapa de cojinete de un cojinete principal, del árbol de manivela, adyacente al primer brazo de manivela. Para ello, la unidad de campo magnético exterior puede presentar un soporte, que está fijado por medio de tornillos de tapa de cojinete, que unen también la tapa de cojinete con el bloque de cilindros, en la tapa de cojinete. Por tanto, la unidad de campo magnético exterior puede disponerse sin provisión de elementos de fijación adicionales en un motor de pistón alternativo convencional.

En una forma de realización preferente, la primera unidad de campo magnético interior es permanentemente magnética y está configurada como primera unidad de imán permanente interior. Esto tiene la ventaja de que no tiene que establecerse ninguna conexión eléctrica o transmisión de tensión con el árbol de manivela rotatorio.

La primera unidad de imán permanente interior presenta al menos un imán permanente, que está configurado y dispuesto de tal modo que en caso de rotación del árbol de manivela existe un campo alternante magnético, es decir, un campo magnético cambiante, en una zona que se sitúa radialmente por fuera de la primera unidad de imán permanente interior, que no rota acompañando. En otras palabras, la primera unidad de imán permanente interior está configurada de tal modo que en caso de rotación de la misma existe un campo alternante magnético en la primera unidad de campo magnético exterior y ahí puede inducirse una tensión.

En un perfeccionamiento de la invención, la primera unidad de imán permanente interior presenta primeros imanes permanentes en fila unos con respecto a otros con respecto al eje de árbol de manivela en dirección circunferencial circular de tal modo que la polaridad magnética de los primeros imanes permanentes es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela. En otras palabras, se alternan los polos norte y sur de varios imanes permanentes de la unidad de imán permanente de tal modo que se da como resultado en caso de rotación del árbol de manivela un campo magnético cambiante. En particular, los primeros imanes permanentes, en particular a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular, están dispuestos de manera contigua y tienen polos norte que señalan en una dirección circunferencial conjunta. El eje de imán que discurre entre el polo norte y sur de cada imán permanente discurre, por tanto, en cada caso en dirección circunferencial circular con respecto a la trayectoria de rotación. Forma en particular una tangente con respecto a la trayectoria circular de la primera unidad de imán permanente interior o discurre en paralelo a una tangente de este tipo, o discurre como arco circular en paralelo a esta trayectoria circular. Como alternativa, los

5 primeros imanes permanentes, en particular a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular, pueden presentar de manera adyacente unos a otros polos norte y sur con alineación de polaridad alterna y que señalan en dirección radial. En otras palabras, los ejes de imán que discurren entre el polo norte y sur de cada imán permanente discurren, por tanto, en cada caso, radialmente al primer eje o al eje de árbol de manivela, en particular se intersecan esencialmente en un punto que se sitúa sobre el primer eje o el eje de árbol de manivela, alternándose en cada caso la orientación de polaridad de imanes permanentes adyacentes.

10 Otras alineaciones de imán permanente discrecionales, que causan en caso de rotación del árbol de manivela el campo alternante magnético descrito, son posibles de acuerdo con la invención.

15 La primera unidad de campo magnético interior puede estar configurada, no obstante, como alternativa de manera electromagnética en forma de una primera unidad de bobina interior. En particular se reemplazan los imanes permanentes por bobinas. En este caso se genera el campo magnético por la primera unidad de campo magnético interior no de manera permanentemente magnética, sino electromagnética, o un campo magnético generado por la primera unidad de campo magnético exterior entra en interacción electromagnética con la primera unidad de bobina interior e induce ahí una tensión.

20 Los posibles perfeccionamientos de la invención prevén diferentes disposiciones de bobina de la primera unidad de bobina interior. Las disposiciones de bobina se corresponden en parte con las disposiciones de los imanes permanentes ya descritos anteriormente, pudiendo aplicarse las realizaciones anteriores en referencia a los imanes permanentes también a las bobinas.

25 En una primera variante, la primera unidad de bobina interior presenta primeras bobinas en fila unas con respecto a otras con respecto al eje de árbol de manivela en dirección circunferencial circular, cuyos primeros ejes de bobina discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela. En particular se intersecan estos ejes de bobina esencialmente en un punto próximo o sobre el primer eje o el eje de árbol de manivela. En particular, las primeras bobinas están dispuestas y/o conectadas de tal modo que la polaridad magnética de las primeras bobinas es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela. Esto puede efectuarse, por ejemplo, de tal modo que las primeras bobinas en fila unas con respecto a otras se abastecen con tensión con polaridad eléctrica alternante o las espiras de bobina son alternantemente inversas, de modo que la polaridad magnética de las primeras bobinas es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela. En otras palabras, se alternan los polos norte y sur de varias primeras bobinas de la primera unidad de bobina de tal modo que se da como resultado en caso de rotación del árbol de manivela un campo magnético cambiante. Existe por un lado la posibilidad de que el campo magnético generado por medio de la primera unidad de bobina sea constante con respecto a la primera unidad de bobina efectuándose un abastecimiento de tensión constante de las primeras bobinas, o que el campo magnético generado por medio de la primera unidad de bobina sea alternante también con respecto a la primera unidad de bobina alternándose el abastecimiento de tensión de las primeras bobinas. Esta alternancia puede efectuarse en particular por medio de un conmutador.

40 En una segunda variante, la primera unidad de bobina interior comprende al menos una primera bobina que se extiende en dirección circunferencial circular, cuyo primer eje de bobina discurre en dirección circunferencial circular. En una tercera variante, la primera unidad de bobina interior presenta al menos una primera bobina, cuyo primer eje de bobina discurre en paralelo al eje de árbol de manivela.

45 Para generar un campo magnético por medio de la al menos una primera bobina, en particular de las primeras bobinas, o bien las mismas pueden abastecerse de tensión o bien las primeras bobinas están conectadas entre sí y dispuestas de tal modo que, en caso de rotación del árbol de manivela y la actuación de un campo magnético exterior alternante, provocado en particular por la primera unidad de campo magnético exterior y en particular por la rotación, las primeras bobinas pueden abastecerse mutuamente con tensión, en particular estando configuradas como rotores de jaula de ardilla, por ejemplo una máquina asíncrona.

50 Para abastecer con tensión la primera unidad de bobina interior, el árbol de manivela puede presentar, por ejemplo, contactos por rozamiento en la cámara de manivela entre el pedestal de cilindro y el árbol de manivela, por medio de los que puede producirse una conexión eléctrica multipolar a la unidad de bobina. En particular, esta conexión es bi-, tri- o multipolar, para abastecer varias de las primeras bobinas de manera alternante con diferentes tensiones. Este abastecimiento alternante puede efectuarse en función de la posición del árbol de manivela. Los contactos por rozamiento pueden estar configurados para ello también como conmutador. Una conexión de contacto por rozamiento de este tipo no es en gran medida crítica en caso de un motor cuya cámara de manivela está expuesta al aceite del motor, aunque sobre todo en caso de un motor de combustión operado con una mezcla de combustible-aceite, en particular un motor de dos tiempos, está asociada a riesgos debido al posible desarrollo de chispas. Además, los contactos por rozamiento están sujetos a un mayor desgaste.

65 La invención comprende, por tanto, en un perfeccionamiento además un abastecimiento de tensión sin contacto de la al menos una primera bobina de la primera unidad de bobina interior sobre el árbol de manivela. Para ello, la primera unidad de bobina interior presenta al menos una bobina adicional unida eléctricamente con la al menos una

primera bobina. En la cámara de manivela está dispuesta de manera axialmente adyacente a la primera trayectoria circular de la primera unidad de bobina interior una unidad de campo magnético lateral permanentemente magnética o electromagnética de manera estacionaria. La al menos una bobina adicional y la unidad de campo magnético lateral están dispuestas la una con respecto a la otra de tal modo que tienen en particular una superposición complementaria axial - con respecto al eje de árbol de manivela - entre sí, y están configuradas de tal modo que en caso de rotación del árbol de manivela alrededor del eje de árbol de manivela forman juntas un generador eléctrico para el abastecimiento de tensión eléctrica de la al menos una primera bobina. La al menos una bobina adicional tiene en particular un eje de bobina adicional que discurre en paralelo al eje de árbol de manivela. En particular, la al menos una bobina adicional se forma por varias bobinas adicionales en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular. Estas bobinas adicionales tienen preferentemente ejes de bobina adicional que discurren en paralelo al eje de árbol de manivela. En particular, a cada primera bobina está asociada una primera bobina adicional, estando unidas eléctricamente la primera bobina y la primera bobina adicional. Las primeras bobinas adicionales están integradas preferentemente en la primera unidad de bobina. La unidad de campo magnético lateral es en particular electromagnética y se forma por varias bobinas laterales en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular, en particular con ejes de bobina lateral que discurren en paralelo al eje de árbol de manivela. Mediante la aplicación de una tensión alterna eléctrica a las bobinas laterales y/o en caso de rotación del árbol de manivela se produce debido a la interacción magnética entre las bobinas laterales y las bobinas adicionales una inducción magnética en las bobinas adicionales. Con la tensión generada de este modo se abastecen las primeras bobinas de la primera unidad de bobina interior con tensión, de modo que estas generan a su vez un campo electromagnético, por medio del que en caso de rotación del árbol de manivela puede inducirse una tensión en la unidad de campo magnético exterior.

Una ventaja de esta disposición consiste en que puede prescindirse del uso de imanes permanentes o bien completamente o bien parcialmente y el motor de pistón alternativo puede operarse sin resistencia magnética en la operación de motor de combustión en caso de que la primera unidad de bobina interior esté libre de tensión, por lo que se aumenta el grado de rendimiento del motor de combustión.

En una variante de la invención, la primera unidad de campo magnético exterior es electromagnética y está configurada como primera unidad de bobina exterior, siendo la primera unidad de campo magnético interior o bien permanentemente magnética o electromagnética. La primera unidad de bobina exterior puede presentar segundas bobinas en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular, cuyos segundos ejes de bobina discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela. En particular, los segundos ejes de bobina de las segundas bobinas distribuidas preferentemente de manera uniforme discurren juntos esencialmente en un punto que se sitúa próximo o sobre el segundo eje o el eje de árbol de manivela. En otras palabras, las segundas bobinas están dispuestas - preferentemente de manera uniforme - en forma de estrella sobre la primera unidad de campo magnético exterior.

Como alternativa, la primera unidad de bobina exterior comprende al menos una segunda bobina que se extiende en dirección circunferencial circular, cuyo segundo eje de bobina discurre en dirección circunferencial circular. El segundo eje de bobina puede discurrir por ejemplo o bien de manera circular en forma de arco o bien de manera recta, discurrendo el arco circular en el primer caso preferentemente de manera concéntrica a la sección anular exterior en forma de arco circular o a la trayectoria circular de la primera unidad de campo magnético interior, con un eje geométrico que se sitúa sobre el segundo eje. En el segundo caso de un segundo eje de bobina recto, este segundo eje de bobina discurre preferentemente en paralelo a una tangente de la sección anular exterior en forma de arco circular.

En otra variante, la primera unidad de bobina exterior comprende al menos una segunda bobina, cuyo segundo eje de bobina discurre en paralelo al eje de árbol de manivela. Esta al menos una segunda bobina puede encerrar por completo el árbol de manivela, presentando la primera unidad de bobina exterior la forma de un anillo exterior en forma circular cerrado que encierra distanciado radialmente la primera trayectoria circular de la primera unidad de campo magnético interior. En este caso, el segundo eje de bobina que discurre en paralelo al eje de árbol de manivela se sitúa preferentemente sobre este eje de árbol de manivela. Como alternativa, la al menos una segunda bobina está dispuesta al lado de la primera unidad de campo magnético interior y presenta en particular una forma de arco circular o forma de plátano.

Siempre y cuando la primera unidad de campo magnético interior sea electromagnética, la primera unidad de campo magnético exterior puede ser permanentemente magnética en lugar de tener una configuración electromagnética, formándose la primera unidad de campo magnético exterior por una primera unidad de imán permanente exterior. En este caso, la primera unidad de imán permanente exterior tiene segundos imanes permanentes en fila unos con respecto a otros con respecto al eje de árbol de manivela en dirección circunferencial circular en particular de tal modo que la polaridad magnética de los segundos imanes permanentes es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela. Los segundos imanes permanentes están dispuestos de manera contigua a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular y presentan polos norte que señalan en una dirección circunferencial conjunta. Como alternativa, los segundos imanes permanentes están dispuestos de manera contigua a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular y tienen polos con alineación de polaridad alterna que señala en dirección radial. Es posible

cualquier otro tipo de disposición o alineación de los segundos imanes permanentes en la primera unidad de imán permanente exterior siempre y cuando en caso de rotación de la primera unidad de bobina interior actúe un campo alternante relativo de este tipo sobre esta unidad de bobina, de modo que las dos unidades forman juntas un convertidor electromecánico.

5 Hasta ahora la invención se ha descrito mediante un árbol de manivela con un único primer cojinete de biela, una única primera biela, que está montada de manera giratoria en el primer cojinete de biela del árbol de manivela, y un único primer brazo de manivela, que es axialmente adyacente al primer cojinete de biela - con respecto al eje de árbol de manivela - formando la primera unidad de campo magnético interior dispuesta de acuerdo con la invención
10 en el primer brazo de manivela y la primera unidad de campo magnético exterior juntas un primer convertidor electromecánico.

15 Preferentemente, el motor de pistón alternativo presenta no obstante adicionalmente un segundo convertidor electromecánico, que está dispuesto en el segundo brazo de manivela del primer cojinete de biela que se enfrenta al primer brazo de manivela axial, presentando este segundo convertidor electromecánico en particular las mismas características que el primer convertidor electromecánico o variaciones correspondientes de acuerdo con la invención de este primer convertidor electromecánico. También el segundo brazo de manivela puede presentar una segunda superficie de fijación que se corresponde con el primer brazo de manivela, sobre la cual está dispuesto un segundo peso de compensación que se corresponde con el primer peso de compensación.

20 En especial, el motor de pistón alternativo comprende una segunda unidad de campo magnético interior, que está dispuesta en un segundo brazo de manivela, del árbol de manivela, axialmente adyacente al primer cojinete de biela y axialmente enfrentada al primer brazo de manivela de tal modo que la segunda unidad de campo magnético interior señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela y en caso de rotación del árbol de manivela alrededor del eje de árbol de manivela circula sobre una segunda trayectoria circular geométrica axialmente adyacente al espacio de movimiento de biela. Una segunda unidad de campo magnético exterior está dispuesta de manera estacionaria en la cámara de manivela radialmente distanciada con respecto a la segunda trayectoria circular de tal modo que la segunda unidad de campo magnético exterior y la segunda unidad de campo magnético interior forman juntas un segundo convertidor electromecánico. El espacio de movimiento de biela de la al
25 menos una primera biela se extiende en un intersticio axial entre la primera trayectoria circular y la segunda trayectoria circular. El segundo brazo de manivela tiene sobre un lado que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela y que se enfrenta al primer cojinete de biela una segunda superficie de fijación. Un segundo peso de compensación está fijado por arrastre de forma en la segunda superficie de fijación en dirección radial. El segundo peso de compensación se compone de una sustancia no magnetizable. La segunda unidad de campo magnético interior está dispuesta sobre un lado, del segundo peso de compensación, que señala radialmente hacia fuera. En particular, la segunda unidad de campo magnético interior se corresponde con la primera unidad de campo magnético interior. En particular, la segunda unidad de campo magnético exterior se corresponde con la primera unidad de campo magnético exterior. En particular, el segundo peso de compensación se corresponde con el primer peso de compensación.

30 En el primer cojinete de biela pueden estar dispuestas también dos primeras bielas, que están montadas la una al lado de la otra de manera giratoria en el primer cojinete de biela del árbol de manivela y que en caso de rotación del árbol de manivela llevan a cabo juntas un movimiento de biela en dos diferentes espacios de movimiento de biela, que forman el espacio de movimiento geométrico conjunto, como es el caso en particular en motores en V.

35 La disposición descrita con uno o dos convertidores electromecánicos por cada cojinete de biela, así como una o dos bielas por cada cojinete de biela puede aplicarse de acuerdo con la invención en cualquier motor de varios cilindros en construcción en filas, en V, en VR, en W o de otro tipo, estando dispuestos de acuerdo con la invención o bien solo en una parte del cojinete de biela o bien en todos los cojinetes de biela el o los convertidores electromecánicos. En particular, la pluralidad de convertidores electromecánicos puede conmutarse en función de la demanda de potencia.

40 Una ventaja especial de la invención consiste en que el motor de pistón alternativo electrificado descrito puede basarse en un motor de pistón alternativo de combustión convencional y no electrificado, es decir, equipado sin electromotor o generador integrado, en particular un motor de combustión de gasolina o diésel. Por tanto, es posible accionar eléctricamente un vehículo accionado exclusivamente por motor de combustión con el uso del mismo motor de combustión de base con adaptaciones relativamente pequeñas del motor de pistón alternativo y/o equiparlo con un generador adicional. Para la integración del convertidor electromecánico se requieren adaptaciones solo relativamente pequeñas al motor de pistón alternativo, principalmente a su árbol de manivela. El árbol de manivela de acuerdo con la invención puede basarse en un árbol de manivela convencional y producirse en particular por medio de mecanizado por arranque de virutas.

45 Una ventaja adicional de la invención consiste en que el convertidor electromecánico pueda integrarse completamente en la carcasa de manivela del motor de pistón alternativo, de modo que pueden eliminarse electromotores adicionales para el accionamiento del vehículo, en particular del vehículo híbrido, o generadores para la generación de corriente. Además, puede prescindirse de una máquina de luz externa.

El motor de pistón alternativo puede comprender un cárter de aceite que cierra la cámara de manivela y las unidades de bobina pueden estar sumergidas en el aceite que se encuentra en el cárter de aceite, con lo que se consigue un enfriamiento de las unidades de bobina mediante el aceite contenido en el cárter de aceite y como consecuencia un enfriamiento del convertidor electromecánico.

5 Otro aspecto de la invención prevé que el árbol de manivela se componga de una sustancia magnetizable o no magnetizable, el primer brazo de manivela no presenta sobre un lado que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela y que se enfrenta al primer cojinete de biela ninguna primera superficie de fijación, sino que está configurado de una sola pieza con el primer peso de compensación, el primer peso de
10 compensación por tanto al igual que el árbol de manivela se compone de una sustancia magnetizable o no magnetizable, o como alternativa el primer brazo de manivela presenta la primera superficie de fijación descrita, aunque el peso de compensación se compone de una sustancia magnetizable, y estando dispuesta la primera unidad de campo magnético interior sobre un lado, del primer peso de compensación, que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela, presentando la primera unidad de campo magnético interior la forma de una sección anular interior en forma de arco circular, que rodea el primer brazo de manivela, con un primer eje geométrico que se sitúa esencialmente sobre el eje de árbol de manivela y extendiéndose la sección anular interior en forma de arco circular con un primer ángulo de centrado de más de 135°, en particular de más de 180°, en particular de más de 210°, en particular siendo el primer ángulo de centrado al menos de 60°, en particular al menos 90°, en particular al menos 120° más grande que el ángulo de centrado de la extensión circunferencial del peso de
20 compensación, en particular sobresaliendo la sección anular interior en forma de arco circular por uno o ambos lados en al menos 30°, en particular al menos 60°, en particular al menos 90° por encima del primer peso de compensación en dirección circunferencial. En particular, la sección anular interior en forma de arco circular se extiende con un primer ángulo de centrado de 360° y la primera unidad de campo magnético interior tiene la forma de un el anillo interior en forma circular cerrado que encierra el primer brazo de manivela. Las características restantes del motor de pistón alternativo pueden ser como las descritas al principio.

La invención comprende además un sistema a partir del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención descrito, un acumulador de energía eléctrico recargable y descargable, una unidad de control eléctrica y un sensor de árbol de manivela para detectar una posición del árbol de manivela. El acumulador de energía puede ser, por
30 ejemplo, una batería recargable y descargable o un condensador. La unidad de control eléctrica puede formarse en particular por un control electrónico, en particular una unidad de control de motor. El sensor de árbol de manivela es, por ejemplo, un sensor angular electrónico, por medio del que puede detectarse la posición angular - en particular zonas de posición angular discretas - del árbol de manivela con respecto al bloque de cilindros y pueden suministrarse en particular por medio de una señal eléctrica a la unidad de control.

35 La unidad de control del sistema está conectada eléctricamente con el acumulador de energía eléctrico, el primer convertidor electromecánico y, siempre y cuando esté presente uno como tal, el segundo o cada convertidor electromecánico adicional y configurada de tal modo, en particular programada de tal modo que el motor de pistón alternativo puede conmutarse entre un modo de operación de electromotor y un modo de operación de generador.

40 En el modo de operación de electromotor, el árbol de manivela puede accionarse de manera electromotora mediante la descarga del acumulador de energía eléctrico aplicándose una tensión al menos un convertidor electromecánico, de manera más exacta a su al menos una unidad de bobina, de modo que el convertidor actúa como electromotor. En el modo de operación de generador, el acumulador de energía eléctrico puede recargarse mediante el
45 accionamiento mecánico del árbol de manivela, en particular mediante el accionamiento por motor de combustión del árbol de manivela por medio del motor de pistón alternativo o accionamiento externo del árbol de manivela, por ejemplo por medio de las ruedas de vehículo al desacelerarse el vehículo. La conmutación puede efectuarse de manera automática en función del modo de operación del motor de pistón alternativo, de su potencia del motor de combustión, del estado de carga del acumulador de energía eléctrico y/o ajuste predeterminado del usuario externo.
50 Los sistemas de conmutación automáticos de este tipo se conocen en particular por el ámbito de la técnica de vehículos híbridos.

El motor de pistón alternativo posee un accionamiento de válvula de salida variable, que puede controlarse eléctricamente y configurado de ese modo para al menos una primera válvula de salida, que está asociada a un
55 primer espacio de combustión de un primer pistón acoplado con la al menos una primera biela, de modo que la al menos una primera válvula de salida puede abrirse independientemente de la posición del árbol de manivela. Los accionamientos de válvula libremente controlables y variables de este tipo, en particular accionamientos de válvula electromecánicos, electromagnéticos o neumáticos para abrir y cerrar las válvulas de entrada y/o salida de un motor de pistón alternativo se conocen en diferentes formas de realización por el estado de la técnica.

60 De acuerdo con la invención, la unidad de control está conectada con el sensor de árbol de manivela y el accionamiento de válvula de salida variable y configurada de tal modo, en particular programada de tal modo que la al menos una primera válvula de salida en el modo de operación de electromotor está abierta en una zona de posición del árbol de manivela en la que se encuentra el primer pistón en un ciclo de compresión. En particular, la primera válvula de salida está abierta durante todo el ciclo de compresión y ciclo de expulsión del pistón, como alternativa durante una gran parte del respectivo ciclo, en particular al menos el 35 %, el 50 %, el 75 % o el 90 % del
65

ciclo medido en la carrera del pistón, de modo que el motor de pistón alternativo puede accionarse de manera electromotora con una resistencia reducida. En particular, la unidad de control está programada de tal modo que la válvula de salida en una zona de posición angular del árbol de manivela, que se corresponde con el ciclo de compresión y el ciclo de expulsión, está abierta o se abre. Este aspecto de la invención puede aplicarse de acuerdo con la invención no solo con el motor de pistón alternativo descrito de acuerdo con la invención, sino en general en combinación con un motor de pistón alternativo, que presenta un árbol de manivela discrecional, que está acoplado mecánicamente con un convertidor electromecánico discrecional, en particular un electromotor o un generador eléctrico, pudiendo accionarse el árbol de manivela por el convertidor electromecánico en un modo de operación de electromotor.

Además, la invención comprende un sistema adicional que puede basarse en el sistema descrito al principio y presentar sus características, no obstante no tiene que basarse necesariamente en el mismo y puede usarse también como sistema autónomo. Este sistema adicional comprende un motor de pistón alternativo, que está configurado en particular como uno de los motores alternativos de acuerdo con la invención descritos, un acumulador de energía eléctrica recargable y descargable y un sensor de árbol de manivela para detectar una posición del árbol de manivela, como se describe ya en relación con el sistema anterior. Adicionalmente, el sistema comprende un miembro de regulación de potencia eléctrico. Por último, se forma por ejemplo por una unidad de control eléctrica, en particular la unidad de control eléctrica mencionada al principio, o un control electrónico, en particular una unidad de control de motor.

El motor de pistón alternativo tiene un primer pistón, al que están asociados el primer convertidor electromecánico dispuesto sobre uno de los lados del primer cojinete de biela y en particular el segundo convertidor electromecánico dispuesto sobre el otro lado del primer cojinete de biela. El primer pistón está acoplado con la al menos una primera biela, que está montada de manera giratoria en el primer cojinete de biela del árbol de manivela. Además, el motor de pistón alternativo tiene un segundo pistón, al que están asociados un tercer convertidor electromecánico dispuesto sobre uno de los lados de un segundo cojinete de biela y en particular un cuarto convertidor electromecánico dispuesto sobre el otro lado del segundo cojinete de biela. El segundo pistón está acoplado con al menos una segunda biela, que está montado de manera giratoria en el segundo cojinete de biela del árbol de manivela. En particular, el tercer convertidor electromecánico se corresponde con el primer convertidor electromecánico y el cuarto convertidor electromecánico con el segundo convertidor electromecánico.

El miembro de regulación de potencia está conectado eléctricamente con el acumulador de energía eléctrica, el primer convertidor electromecánico y el tercer convertidor electromecánico, en particular también con el segundo convertidor electromecánico y/o el cuarto convertidor electromecánico, en particular por medio de una unión de señal electrónica, y configurado de tal modo, en particular programado de tal modo que el motor de pistón alternativo puede operarse en un modo de operación de electromotor. Como alternativa, el miembro de regulación de potencia está configurado y conectado de tal modo que el motor de pistón alternativo puede operarse en un modo de operación de generador. Como alternativa, el miembro de regulación de potencia está configurado y conectado de tal modo que el motor de pistón alternativo puede operarse de manera conmutable o bien en un modo de operación de electromotor, o bien en un modo de operación de generador. En el modo de operación de electromotor, el árbol de manivela puede accionarse con potencia regulable de manera electromotora mediante la descarga del acumulador de energía eléctrica abasteciéndose al menos uno de los convertidores electromecánicos con corriente por el acumulador de energía eléctrica y operándose como electromotor con potencia de salida mecánica regulable. La regulación de la potencia se efectúa en particular sin pasos. En el modo de operación de generador, el acumulador de energía eléctrica puede recargarse con potencia regulable mediante el accionamiento mecánico del árbol de manivela, en particular mediante el accionamiento por motor de combustión del árbol de manivela por medio del motor de pistón alternativo o accionamiento externo del árbol de manivela, por ejemplo por medio de las ruedas de vehículo al desacelerarse el vehículo. ajustándose al menos por uno de los convertidores electromecánicos una corriente para la recarga del acumulador de energía eléctrica y operándose como generador con potencia eléctrica regulable.

El miembro de regulación de potencia está conectado eléctricamente con el acumulador de energía eléctrica, el primer convertidor electromecánico, el tercer convertidor electromecánico y el sensor de árbol de manivela, en particular también con el segundo convertidor electromecánico y/o el cuarto convertidor electromecánico y configurado de tal modo, en particular programado de tal modo que la potencia puede distribuirse sobre el primer convertidor electromecánico, en particular también sobre el segundo convertidor electromecánico, con una primera proporción de potencia, así como el tercer convertidor electromecánico, en particular también el cuarto convertidor electromecánico, con una segunda proporción de potencia. Por tanto, están asociadas la primera proporción de potencia al primer cojinete de biela y la segunda proporción de potencia al segundo cojinete de biela. El pesaje de las dos proporciones de potencia, en otras palabras, la proporción de la primera proporción de potencia y de la segunda proporción de potencia en la potencia variable, es por tanto asimismo variable por medio del miembro de regulación de potencia.

El miembro de regulación de potencia está configurado de tal modo que la distribución de la potencia se efectúa sobre el primer convertidor electromecánico y el tercer convertidor electromecánico en función de la posición del árbol de manivela. En otras palabras, el miembro de regulación de potencia está configurado de tal modo que el

pesaje de las dos proporciones de potencia, es decir, la proporción de la primera proporción de potencia y de la segunda proporción de potencia en la potencia variable, se efectúa por medio del miembro de regulación de potencia en función de la posición del árbol de manivela.

5 Por tanto, es posible controlar el momento de giro aplicado o medido en el primer cojinete de biela y el aplicado o desgastado en el segundo cojinete de biela por medio de los cambios electromecánicos y/o la fuerza lateral aplicada ahí de este modo sobre el árbol de manivela en dirección en perpendicular al eje de árbol de manivela en función de la posición del árbol de manivela. Lo último es en particular posible cuando los cambios electromecánicos están configurados de tal modo que el respectivo campo magnético ejerce una fuerza lateral sobre el árbol de manivela en los respectivos cojinetes de biela, en particular cuando las unidades de campo magnético interiores y/o exteriores no encierran por completo el árbol de manivela, sino que en particular lo rodean solo por un lado, en particular con un cerco de menos de 360° o 270°. Este es en particular el caso cuando las unidades de campo magnético interiores presentan en cada caso la forma de una sección anular interior en forma de arco circular que rodea los respectivos brazos de biela y la respectiva sección anular interior en forma de arco circular se extiende con un primer ángulo de centrado de menos de 360° o 270°, y/o cuando las unidades de campo magnético exteriores presentan en cada caso la forma de una sección anular exterior en forma de arco circular que rodea distanciada radialmente la primera trayectoria circular de la primera unidad de campo magnético interior y la respectiva sección anular exterior en forma de arco circular se extiende con un segundo ángulo de centrado de menos de 360° o 270°. La sección no encerrada de la unidad de campo magnético señala preferentemente hacia el respectivo pistón o de manera que se aleja de este pistón.

En el caso de un cerco no completo de este tipo del árbol de manivela, las unidades de campo magnético ejercen en caso de emisión o absorción de potencia una fuerza en perpendicular al eje de árbol de manivela sobre el árbol de manivela. Esta fuerza lateral puede usarse para reducir o compensar fuerzas y momentos de masa de orden superior, en particular de segundo orden, en el árbol de manivela. En particular pueden compensarse momentos de vaivén, que actúan en dirección en paralelo al movimiento de elevación del pistón sobre el árbol de manivela, por ejemplo en un motor en línea de cuatro cilindros. Por tanto, un perfeccionamiento de la invención prevé que la potencia se efectúe en función de la posición del árbol de manivela de tal modo que se reduzcan o compensen fuerzas y momentos de masa de mayor orden, en particular de segundo orden, en particular momentos de vaivén en dirección perpendicular al eje de árbol de manivela, causados por el movimiento del árbol de manivela, de la al menos una primera biela, de la al menos una segunda biela, del primer pistón y/o del segundo pistón.

El motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención y los sistemas de acuerdo con la invención se describen en más detalle a modo de ejemplo a continuación mediante ejemplos de realización concretos representados esquemáticamente en los dibujos.

En particular muestran:

- 40 la Figura 1a un primer ejemplo de realización del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención con unidades de imán permanente interiores en forma anular y cerradas y unidades de bobina exteriores en forma de arco circular en una vista oblicua;
- la Figura 1b el primer ejemplo de realización, integrado en un sistema, en una vista en corte transversal delantera;
- 45 la Figura 1c el primer ejemplo de realización con el pistón en el punto muerto inferior en una vista en corte transversal lateral;
- la Figura 1d el primer ejemplo de realización con el pistón en el punto muerto superior en una vista en corte transversal lateral;
- 50 la Figura 1e el árbol de manivela del primer ejemplo de realización sin pesos de compensación en una vista oblicua;
- la Figura 1f un peso de compensación del primer ejemplo de realización en una vista oblicua;
- 55 la Figura 1g el árbol de manivela del primer ejemplo de realización con pesos de compensación en una vista oblicua;
- la Figura 1h el árbol de manivela del primer ejemplo de realización con pesos de compensación y las unidades de imán permanente interiores en forma anular en una vista oblicua;
- 60 la Figura 1i la unidad de imán permanente interior en forma anular del primer ejemplo de realización con primeros imanes permanentes dispuestos de manera contigua con polos norte que señalan en una dirección circunferencial conjunta en una vista oblicua;
- 65 la Figura 1j la unidad de bobina exterior en forma de arco circular del primer ejemplo de realización con un

segundo ángulo de centrado de 180° con una segunda bobina con un segundo eje de bobina que discurre en paralelo al eje de árbol de manivela en una vista oblicua;

- 5 la Figura 2a una primera forma de realización alternativa del árbol de manivela con unidades de imán permanente interiores en forma de arco circular con un primer ángulo de centrado de 180° en una vista oblicua;
- la Figura 2b la unidad de imán permanente interior en forma de arco circular de la primera forma de realización alternativa del árbol de manivela con un primer ángulo de centrado de 180° en una vista oblicua;
- 10 la Figura 3a un segundo ejemplo de realización del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención con unidades de imán permanente interiores en forma anular cerradas y unidades de bobina exteriores en forma de arco circular en una vista oblicua;
- 15 la Figura 3b el árbol de manivela del segundo ejemplo de realización con pesos de compensación y las unidades de imán permanente interiores en forma anular en una vista oblicua;
- la Figura 3c la unidad de imán permanente interior en forma anular del segundo ejemplo de realización con primeros imanes permanentes dispuestos de manera contigua con polos que señalan en dirección radial con alineación de polaridad alterna en una vista oblicua;
- 20 la Figura 3d la unidad de bobina exterior en forma de arco circular del segundo ejemplo de realización con un segundo ángulo de centrado de 180° con una segunda bobina con un segundo eje de bobina que discurre en dirección circunferencial circular en una vista oblicua;
- 25 la Figura 4a un tercer ejemplo de realización del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención con unidades de imán permanente interiores en forma anular cerradas y unidades de bobina exteriores en forma anular cerradas en una vista oblicua;
- 30 la Figura 4b el árbol de manivela del tercer ejemplo de realización con pesos de compensación y las unidades de imán permanente interiores en forma anular en una vista oblicua;
- la Figura 4c la unidad de imán permanente interior en forma anular del tercer ejemplo de realización con primeros imanes permanentes dispuestos de manera contigua con polos que señalan en dirección radial con alineación de polaridad alterna en una vista oblicua;
- 35 la Figura 4d la unidad de bobina exterior en forma anular del tercer ejemplo de realización con segundas bobinas en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular con segundos ejes de bobina que discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela en una vista en corte transversal lateral;
- 40 la Figura 5a un cuarto ejemplo de realización del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención con unidades de imán permanente interiores en forma anular cerradas y unidades de bobina exteriores en forma anular cerradas en una vista oblicua;
- 45 la Figura 5b la unidad de bobina exterior en forma anular del cuarto ejemplo de realización con una segunda bobina con un segundo eje de bobina que discurre en paralelo al eje de árbol de manivela en una vista oblicua;
- 50 la Figura 6 una segunda forma de realización alternativa con una unidad de bobina interior en forma anular con primeras bobinas en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular con primeros ejes de bobina que discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela, así como con una unidad de imán permanente exterior en forma anular con segundos imanes permanentes dispuestos de manera contigua con polos que señalan en dirección radial con alineación de polaridad alterna en una vista en corte transversal lateral;
- 55 la Figura 7a una tercera forma de realización alternativa con una unidad de bobina interior en forma anular con primeras bobinas en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular con primeros ejes de bobina que discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela, así como con una unidad de bobina exterior en forma anular con segundas bobinas en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular con segundos ejes de bobina que discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela en una vista en corte transversal lateral; y
- 60 la Figura 7b una bobina adicional, unida con una primera bobina, de la unidad de bobina interior y una bobina lateral en una representación en corte transversal A-A de la Figura 7a.
- 65 Dado que las figuras muestran en parte el mismo ejemplo de realización desde diferentes vistas y en diferente grado

de detalle y los ejemplos de realización se diferencian en parte solo en determinadas características, se prescinde en la siguiente descripción de figuras en parte de la nueva explicación de signos de referencia y características ya mencionados anteriormente y se hace referencia parcialmente solo a las diferencias de los ejemplos de realización individuales.

5 En las Figuras 1a a 1j se representa un primer ejemplo de realización del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención desde diferentes vistas y en diferentes grados de detalle. Estas figuras se explican en conjunto a continuación.

10 El motor de pistón alternativo del primer ejemplo de realización es un motor en línea de cuatro cilindros, que trabaja según el principio Otto, como se muestra en Figura 1a y 1b. El motor de pistón alternativo se compone esencialmente de un bloque de cilindros 1, una cámara de manivela 2 conformada parcialmente en el bloque de cilindros 1, que se limita abajo por un cárter de aceite 52, un árbol de manivela 3, así como cuatro pistones 27 y 31, que están unidos por medio de cuatro bielas 5 y 32 con el árbol de manivela 3. A continuación se describen para la
15 simplificación en parte solo el primer pistón 27 y el segundo pistón 31 así como su periferia.

El árbol de manivela 3 está dispuesto dentro de la cámara de manivela 2 en total en cinco cojinetes principales 44a y 44b de manera que puede rotar alrededor de un eje de árbol de manivela 4 geométrico y se sostiene ahí por medio de cinco tapas de cojinete 49, que están fijadas por medio de tornillos de tapa de cojinete 50 en el bloque de cilindros 1, representado en la Figura 1a.
20

El árbol de manivela 3 está configurado de una sola pieza a partir de una sustancia magnetizable.

La primera biela 5 está montada de manera giratoria en un primer cojinete de biela 6 del árbol de manivela 3 y lleva a cabo en caso de rotación del árbol de manivela 3 un movimiento de biela en un espacio de movimiento de biela 7 geométrico. El primer pistón 27 está montado en un ojo de biela de la primera biela 5, como se muestra en las Figuras 1a y 1b.
25

La segunda biela 32 está montada de manera giratoria en un segundo cojinete de biela 33 del árbol de manivela 3 y lleva a cabo en caso de rotación del árbol de manivela 3 asimismo un movimiento de biela en un espacio de ojo geométrico.
30

Lo mismo se cumple para las bielas, cojinetes de bielas y pistones adicionales. A continuación se describe su disposición en parte solo mediante la primera biela 5, el primer cojinete de biela 6 y el primer pistón 27.
35

El primer cojinete de biela 6 del árbol de manivela 3 está unido a través de un primer brazo de manivela 9a con el primer cojinete principal 44a adyacente y a través de un segundo brazo de manivela 9b enfrentado al primer brazo de manivela 9a con el segundo cojinete principal 44b, causando los brazos de biela 9a y 9b el desplazamiento radial del primer cojinete de biela 6 con respecto al eje de árbol de manivela 4, como se muestra en la Figura 1e.
40

El primer brazo de manivela 9a tiene sobre un lado que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela 4 y que se enfrenta al primer cojinete de biela 6 una primera superficie de fijación 13a. También el segundo brazo de manivela 9b posee sobre un lado que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela 4 y que se enfrenta al primer cojinete de biela 6 una segunda superficie de fijación 13b, como se representa en la Figura 1e. Las superficies de fijación 13a y 13b, que se enfrentan al primer cojinete de biela 6, son planas y se sitúan sobre un plano conjunto. De manera correspondiente se enfrentan también a los demás cojinetes de biela del árbol de manivela 3 en cada caso dos superficies de fijación, como por ejemplo al segundo cojinete de biela 33 con el tercer brazo de manivela 9c la tercera superficie de fijación 13c y con el cuarto brazo de manivela 9d la cuarta superficie de fijación 13c, de manera correspondiente a la Figura 1e.
45
50

En la primera superficie de fijación 13a está fijado por arrastre de forma un primer peso de compensación 14a, en la segunda superficie de fijación 13b un segundo peso de compensación 14b, en la tercera superficie de fijación 13c un tercer peso de compensación 14c y en la cuarta superficie de fijación 13d un cuarto peso de compensación 14d en dirección radial. Lo mismo se cumple para las demás superficies de fijación. La fijación por arrastre de forma de los pesos de compensación 14a, 14b, 14c y 14d en las superficies de fijación 13a, 13b, 13c y 13d se efectúa en cada caso por medio de dos tornillos de peso de compensación 45, centrándose el respectivo peso de compensación 14a, 14b, 14c y 14d por medio de un perno de centrado 46 sobre las respectivas superficies de fijación 13a, 13b, 13c y 13d, como se muestra en las Figuras 1f y 1g. Los pesos de compensación 14a, 14b, 14c y 14d se componen, al igual que los demás pesos de compensación, de una sustancia no magnetizable, por ejemplo hierro fundido, acero inoxidable, fibra de carbono, una sustancia cerámica o aluminio. Todos los pesos de compensación se corresponden entre sí.
55
60

Una primera unidad de campo magnético interior 8a está dispuesta sobre un lado, del primer peso de compensación 14a, que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela 4. Por tanto, la primera unidad de campo magnético interior 8a está dispuesta indirectamente en el primer brazo de manivela 9a, axialmente adyacente al primer cojinete de biela 6, del árbol de manivela 3 a través del primer peso de compensación 14a, como se
65

muestra en las Figuras 1b y 1h.

De manera correspondiente a esta disposición, una segunda unidad de campo magnético interior 8b está dispuesta en el segundo brazo de manivela 9b, axialmente adyacente al primer cojinete de biela 6 y que se enfrenta axialmente al primer brazo de manivela 9a, del árbol de manivela 3 estando fijada la segunda unidad de campo magnético interior 8b sobre el lado, del segundo peso de compensación 14b, que señala radialmente hacia fuera.

Por consiguiente, están dispuestas también en los demás pesos de compensación unidades de campo magnético interiores, por ejemplo una tercera unidad de campo magnético 8c, como se muestra asimismo en las Figuras 1b y 1h.

Las unidades de campo magnético interiores 8a, 8b y 8c están empujadas en cada caso hacia una primera guía lineal 17a o segunda guía lineal 17b o tercera guía lineal 17c que se extiende en dirección axial, es decir, en paralelo al eje de árbol de manivela 4, sobre el respectivo peso de compensación 14a o 14b o 14c y fijadas axialmente ahí, de modo que no pueden desplazarse, como se muestra en las Figuras 1b y 1h. Las guías lineales 17a, 17b y 17c fijan la respectiva unidad de campo magnético interior 8a, 8b o 8c con respecto al eje de árbol de manivela 4 en dirección radial, es decir, hacia fuera en dirección centrífuga, y dirección circunferencial, es decir, de manera rotatoria, por arrastre de forma mediante un rebaje. Una vista detallada de la primera guía lineal 17a, que está conformada en la primera unidad de campo magnético interior 8a y el primer peso de compensación 14a, muestran las Figuras 1f, 1g y 1i. La segunda guía lineal 17b del segundo peso de compensación 14b muestra la Figura 1g.

Las primeras unidades de campo magnético interiores 8a, 8b y 8c tienen la forma de un anillo interior en forma circular cerrado que encierra el respectivo brazo de manivela 9a, 9b o 9c con un primer eje geométrico 15 que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4. En otras palabras, tienen la forma de una sección anular interior en forma de arco circular que rodea el respectivo brazo de manivela 9a, 9b o 9c con un primer eje geométrico 15 conjunto, que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4, extendiéndose la sección anular interior en forma de arco circular con un primer ángulo de centrado α de 360° , de modo que el respectivo arco circular está cerrado hasta dar un anillo, como se muestra en la Figura 1i.

Para una mejor estabilización de todas las unidades de campo magnético interiores 8a, 8b y 8c en forma anular, estas están unidas por medio de pernos de estabilización 47 con el respectivo cojinete de biela 6, Figura 1g.

Todas las unidades de campo magnético interiores, en el presente ejemplo de realización ocho unidades de campo magnético interiores, se corresponden entre sí, Figura 1h.

Las unidades de campo magnético interiores 8a, 8b y 8c están configuradas de manera permanentemente magnética y en cada caso como unidad de imán permanente interior 8a, 8b o 8c. Por tanto, la primera unidad de imán permanente interior 8a tiene, con respecto al eje de árbol de manivela 4, una pluralidad de primeros imanes permanentes 16 en fila unos con respecto a otros en dirección circunferencial circular, estando dispuestos estos primeros imanes permanentes 16 de manera contigua a lo largo del anillo interior en forma circular y presentando polos norte N que señalan en una dirección circunferencial conjunta, de modo que la polaridad magnética de los primeros imanes permanentes 16 es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela 3, como se muestra en la Figura 1 i. En otras palabras, las unidades de imán permanente 8a, 8b o 8c se forman por anillos magnéticos, que presentan a lo largo de la circunferencia del anillo una pluralidad de polos norte N y polos sur S magnéticos alternantes, de modo que se alternan unos a otros polos norte N y polos sur S en dirección circunferencial circular.

Por tanto, la primera unidad de campo magnético interior 8a, la segunda unidad de campo magnético interior 8b y la tercera unidad de campo magnético interior 8c señalan radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela 4. Además, circulan en caso de rotación del árbol de manivela 3 alrededor del eje de árbol de manivela 4 en cada caso sobre una trayectoria circular geométrica axialmente adyacente al espacio de movimiento de biela 7, en concreto la primera unidad de campo magnético interior 8a sobre la primera trayectoria circular 10a y la segunda unidad de campo magnético interior 8b sobre la segunda trayectoria circular 10b, como se muestra en las Figuras 1b y 1h.

En el intersticio axial entre la primera trayectoria circular 10a y la segunda trayectoria circular 10b se encuentra el espacio de movimiento de biela 7 de la primera biela 5, como se ilustra en la Figura 1b. Lo correspondiente se cumple para las demás bielass.

Radialmente distanciada con respecto a la primera trayectoria circular 10a de la primera unidad de imán permanente interior 8a en forma anular está dispuesta de manera estacionaria una primera unidad de campo magnético exterior 11a en la cámara de manivela 2. Distanciada paralelamente con respecto a la primera unidad de campo magnético exterior 11a está prevista, asimismo, de manera estacionaria en la cámara de manivela 2 una segunda unidad de campo magnético exterior 11b, que rodea de manera radialmente distanciada la segunda trayectoria circular 10b de la segunda unidad de imán permanente interior 8b en forma anular, como se ilustra en las Figuras 1a, 1b, 1c y 1d. Por consiguiente, a cada unidad de imán permanente interior está asociada una unidad de campo magnético

exterior.

5 Todas las unidades de campo magnético exteriores 11a, 11b, 11c y 11d tienen la forma de una sección anular exterior en forma de arco circular que rodea distanciada radialmente la respectiva trayectoria circular de la respectiva unidad de campo magnético interior 8a, 8b, 8c o 8d con un segundo eje 18 geométrico que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4, Figuras 1a, 1c, 1d y 1j. Esta respectiva sección anular exterior en forma de arco circular tiene un segundo ángulo de centrado β de 180°, como se representa en la Figura 1j.

10 Todas las unidades de campo magnético exteriores 11a, 11b, 11c y 11d están configuradas de manera electromagnética y como unidad de bobina exterior 11a, 11b, 11c o 11d. Estas tienen en cada caso una segunda bobina 19c, cuyo segundo eje de bobina 20c discurre en paralelo al eje de árbol de manivela 4, Figura 1j,

15 La primera unidad de imán permanente interior 8a y la primera unidad de bobina exterior 11a están dispuestas y configuradas, por tanto, de tal modo que juntas forman un primer convertidor electromecánico 12a. En caso de rotación del árbol de manivela 3 y, por tanto, también de la primera unidad de imán permanente interior 8a se origina en la primera unidad de bobina 11a exterior un campo alternante magnético, por lo que se induce una tensión alterna en la segunda bobina 19c. Esta tensión puede usarse, por ejemplo, para recargar un acumulador de energía eléctrico. El primer convertidor electromecánico 12a es en este caso un generador eléctrico.

20 Al contrario puede ejercerse mediante la aplicación de tensión alterna a la segunda bobina 19c de la primera unidad de bobina exterior 11a una fuerza magnética sobre la primera unidad de imán permanente interior 8a, de modo que la primera unidad de imán permanente interior 8a y, por tanto, también el árbol de manivela 3 puede ponerse en rotación. El primer convertidor electromecánico 12a forma en este caso un electromotor.

25 Lo correspondiente se cumple para la segunda unidad de imán permanente interior 8a y la segunda unidad de bobina exterior 11a, la tercera unidad de imán permanente interior 8a y la tercera unidad de bobina exterior 11a, así como la cuarta unidad de imán permanente interior 8a y la cuarta unidad de bobina exterior 11a, que forman en cada caso un segundo convertidor electromecánico 12b, un tercer convertidor electromecánico 12c o un cuarto convertidor electromecánico 12d.

30 El motor de pistón alternativo tiene un accionamiento de válvula de salida 24 variable controlable eléctricamente para una primera válvula de salida 25, que está asociada a un primer espacio de combustión 26 del primer pistón 27, y para cada válvula de salida adicional del pistón restante. El accionamiento de válvula de salida 24 variable está configurado de tal modo que la primera válvula de salida 25 y cada válvula de salida adicional pueden abrirse independientemente de la posición del árbol de manivela 3.

35 El motor de pistón alternativo está incorporado en un sistema ilustrado esquemáticamente en la Figura 1b, que comprende un acumulador de energía eléctrico 21 recargable y descargable, una unidad de control 22 eléctrica, un miembro de regulación de potencia 30 eléctrico y un sensor de árbol de manivela 23 para detectar una posición angular del árbol de manivela 3.

40 La unidad de control 22 está conectada eléctricamente con el acumulador de energía eléctrico 21, el primer convertidor electromecánico 12a, el segundo convertidor electromecánico 12b y todos los convertidores electromecánicos adicionales. Además, la unidad de control 22 está configurada de tal modo que el motor de pistón alternativo puede conmutarse entre un modo de operación de electromotor y un modo de operación de generador. En el modo de operación de electromotor, el árbol de manivela 3 se acciona de manera electromotora mediante la descarga del acumulador de energía eléctrico 21. En el modo de operación de generador se recarga el acumulador de energía eléctrico 21 mediante el accionamiento mecánico del árbol de manivela 3, por ejemplo mediante el accionamiento por motor de combustión del árbol de manivela 3 por medio del motor de pistón alternativo o mediante accionamiento externo del árbol de manivela 3.

50 La unidad de control 22 está conectada con el sensor de árbol de manivela 23 y el accionamiento de válvula de salida 24 variable y configurada de tal modo que la primera válvula de salida 25 en el modo de operación de electromotor está abierta en una zona de posición 28 del árbol de manivela 3, en la que encuentra el primer pistón 27 en un ciclo de compresión 29, representado mediante las flechas 28 y 29 en la Figura 1c. El ciclo de compresión en la zona de posición 28 del árbol de manivela 3 en la que el primer pistón 27 lleva a cabo un movimiento 29 desde el punto muerto inferior del primer pistón 27, representado en la Figura 1c, en dirección al punto muerto superior del primer pistón 27, representado en la Figura 1d. Lo correspondiente se cumple para los pistones adicionales y las válvulas de salida asociadas a los mismos.

60 Por medio de esta medida se consigue que en el modo de operación de electromotor no tenga que producirse una compresión o compactación en el respectivo espacio de combustión 26 y que pueda reducirse el momento de arrastre del motor de pistón alternativo.

65 El miembro de regulación de potencia 30 está conectado eléctricamente con el acumulador de energía eléctrico 21, el primer convertidor electromecánico 12a, el segundo convertidor electromecánico 12b, el tercer convertidor

electromecánico 12c, el cuarto convertidor electromecánico 12d y cada convertidor electromecánico adicional. El miembro de regulación de potencia 30 está configurado además de tal modo que, en el modo de operación de electromotor, el árbol de manivela 3 puede accionarse de manera electromotora con potencia regulable mediante descarga del acumulador de energía eléctrico 21 y, en el modo de operación de generador, el acumulador de energía eléctrico 21 puede recargarse con potencia regulable mediante el accionamiento mecánico del árbol de manivela 3.

El miembro de regulación de potencia 30 puede ser un componente funcional de la unidad de control 22, y al revés.

El miembro de regulación de potencia 30 está conectado eléctricamente con el acumulador de energía eléctrico 21, todos los convertidores electromecánicos y el sensor de árbol de manivela 23 y configurado de tal modo que la potencia puede distribuirse sobre los pares de convertidor electromecánicos 12a y 12b, 12c y 12d, etc., asociados en cada caso a un pistón con una proporción de potencia diferente, de modo que puede asociarse al pistón una potencia eléctrica diferente. La distribución de la potencia sobre los pares de convertidor 12a y 12b, 12c y 12d, etc., se efectúa en función de la posición del árbol de manivela 3. En particular, la distribución de la potencia se efectúa en función de la posición del árbol de manivela 3 de tal modo que se reducen o compensan fuerzas de masa y momentos de masa de orden superior, en particular de segundo orden, causados mediante el movimiento del árbol de manivela 3, todas las bielas y todos los pistones, como se describió al principio.

En las Figuras 2a y 2b se representa una primera forma de realización alternativa del árbol de manivela 3. Todas las unidades de imán permanente interiores 8a, 8b, 8c y 8d presentan en lugar de un anillo interior en forma circular cerrado que encierra el respectivo brazo de manivela 9a, 9b, 9c y 9d, al igual que en la primera forma de realización de las Figuras 1a a 1j, en esta forma de realización alternativa la forma de una sección anular interior en forma de arco circular que rodea el respectivo brazo de manivela. Esta sección anular abierta tiene una forma semicircular con un primer eje geométrico 15 que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4. Por tanto, la sección anular interior en forma de arco circular tiene un primer ángulo de centrado α de 180° , como se muestra en las Figuras 2a y 2b. Las unidades de imán permanente interiores 8a y 8b circulan en caso de rotación del árbol de manivela 3 alrededor del eje de árbol de manivela 4 sobre primeras trayectorias circulares 10a o 10b geométricas, que están representadas en la Figura 2a por medio de líneas discontinuas.

Las Figuras 3a a 3d muestran un segundo ejemplo de realización del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención con unidades de imán permanente interiores 8a, 8b, 8c y 8d en forma anular cerradas y unidades de bobina exteriores 11a, 11b, 11c y 11d en forma de arco circular.

Al igual que en el primer ejemplo de realización anterior de las Figuras 1a a 1j, las unidades de campo magnético interiores son permanentemente magnéticas y están configuradas como primeras unidades de imán permanente interiores 8a, 8b, 8c y 8d. Las últimas tienen en cada caso la forma de un anillo interior en forma circular cerrado que encierra el respectivo brazo de manivela.

También en este ejemplo de realización, las unidades de imán permanente interiores 8a, 8b, 8c y 8d tienen primeros imanes permanentes 16 en fila unos con respecto a otros con respecto al eje de árbol de manivela 4 en dirección circunferencial circular, de modo que la polaridad magnética de los primeros imanes permanentes 16 es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela 3. No obstante, la alineación de los imanes permanentes 16 se diferencia con respecto a los ejemplos de realización anteriores. En este ejemplo de realización, los primeros imanes permanentes 16 están dispuestos de manera contigua a lo largo de la sección anular interior en forma circular y tienen polos norte N y polos sur S magnéticos alternos que señalan en dirección radial, como se muestra en la Figura 3c.

Las unidades de campo magnético exteriores están configuradas de manera electromagnética y como unidades de bobina exteriores 11a, 11b, 11c y 11d. Tienen la forma de una sección anular exterior en forma de arco circular que rodea distanciada radialmente la respectiva trayectoria circular 10a y 10b de las unidades de imán permanente interiores 8a y 8b con un segundo eje 18 geométrico que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4, extendiéndose la sección anular exterior en forma de arco circular con un segundo ángulo de centrado β de 180° , como se muestra en la Figura 3d.

Las unidades de bobina exteriores tienen una segunda bobina 19b que se extiende en dirección circunferencial circular, cuyo segundo eje de bobina 20b en forma anular discurre en dirección circunferencial circular, como se muestra en la Figura 3d. Como se ilustra asimismo en la Figura 3d, están combinadas en cada caso dos unidades de bobina exteriores 11a y 11b en una carcasa, formándose las respectivas segundas bobinas 19b de las dos unidades de bobina exteriores 11a y 11b por una segunda bobina 19b común fusionada.

El tercer ejemplo de realización, representado en las Figuras 4a a 4d, del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención tiene asimismo unidades de imán permanente interiores 8a, 8b, 8c y 8d en forma anular cerradas con el primer eje geométrico 15, no obstante presenta unidades de bobina 11a, 11b, 11c y 11d exteriores en forma anular y cerradas.

- Al igual que en el segundo ejemplo de realización de las Figuras 3a a 3d, las unidades de imán permanente interiores 8a, 8b, 8c y 8d tienen primeros imanes permanentes 16 en fila unos con respecto a otros con respecto al eje de árbol de manivela 4 en dirección circunferencial circular, de modo que la polaridad magnética de los primeros imanes permanentes 16 es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela 3. Los primeros imanes permanentes 16 están dispuestos de manera contigua a lo largo de la sección anular interior en forma circular y tienen polos norte N y polos sur S magnéticos alternantes que señalan en dirección radial, como se muestra en la Figura 4c.
- Las unidades de bobina exteriores 11a, 11b, 11c y 11d tienen la forma de una sección anular exterior en forma de arco circular que rodea distanciada radialmente la respectiva trayectoria circular 10a y 10b en cada caso de la unidad de imán permanente interior 8a, 8b, 8c y 8d con un segundo eje 18 geométrico que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4, extendiéndose la sección anular exterior en forma de arco circular con un segundo ángulo de centrado β de 360° , de modo que las unidades de bobina exteriores 11a, 11b, 11c y 11d presentan la forma de un anillo exterior en forma circular cerrado que encierra distanciada radialmente la respectiva trayectoria circular 10a y 10b de la respectiva unidad de campo magnético interior 8a, 8b, 8c y 8d, como se muestra en las Figuras 4a y 4d.
- En la Figura 4d se representa de manera más exacta las primeras unidades de bobina exteriores 11a. Tiene segundas bobinas 19a en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial en círculo, cuyos segundos ejes de bobina 20a discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela 4, de modo que se encuentran en un punto común que se sitúa sobre el segundo eje 18 que coincide con el eje de árbol de manivela 4.
- Las Figuras 5a y 5b muestran un cuarto ejemplo de realización del motor de pistón alternativo de acuerdo con la invención con unidades de imán permanente interiores 8a, 8b, 8c y 8d en forma anular cerradas, así como unidades de bobina exteriores 11a, 11b, 11c y 11d en forma anular cerradas.
- Como se muestra en la Figura 5b, la primera unidad de bobina exterior 11a en forma anular del cuarto ejemplo de realización tiene una segunda bobina 19d con un segundo eje de bobina 20d que discurre en paralelo al eje de árbol de manivela 4 y que se sitúa sobre el segundo eje 18. Esta segunda bobina 19d encierra la unidad de imán permanente interior 8a por completo. Las demás unidades de imán permanente interiores y unidades de bobina exteriores están estructuradas al igual que primera unidad de imán permanente interior 8a o la primera unidad de bobina exterior 11a.
- La primera unidad de bobina exterior 11a en forma anular con la segunda bobina 19d tiene un soporte 51, con el que la primera unidad de bobina exterior 11a se sostiene directamente en la tapa de cojinete 49, que está fijada por medio de tornillos de tapa de cojinete 50 en el bloque de cilindros 1, como se muestra en las Figuras 5a y 5b.
- En los ejemplos de realización representados anteriormente se forman la unidad de campo magnético interior siempre por una unidad de imán permanente interior y la unidad de campo magnético exterior siempre por una unidad de bobina exterior. No obstante, es también posible que la unidad de campo magnético interior una unidad de bobina interior y la unidad de campo magnético exterior una unidad de imán permanente exterior, como se representa en la Figura 6, o una unidad de bobina exterior, de manera correspondiente a la Figura 7.
- En la Figura 6 se representa una segunda forma de realización alternativa, en la que la primera unidad de campo magnético interior, que presenta la forma de un anillo interior en forma circular cerrado con un primer eje 15 que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4, es electromagnética y está configurada como primera unidad de bobina interior 34. La primera unidad de bobina interior 34 tiene, con respecto al eje de árbol de manivela 4, primeras bobinas 35 en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular, cuyos primeros ejes de bobina 36 discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela 4.
- La primera unidad de campo magnético exterior tiene la forma de un anillo exterior en forma circular cerrado con un segundo eje 18 que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4, es permanentemente magnética y está configurada como primera unidad de imán permanente exterior 37. La primera unidad de imán permanente exterior 37 tiene, con respecto al eje de árbol de manivela 4, segundos imanes permanentes 43 en fila unos con respecto a otros en dirección circunferencial circular, de modo que la polaridad magnética de los segundos imanes permanentes 43 es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela 3. Para ello, los segundos imanes permanentes 43 están dispuestos de manera contigua a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular y tienen polos norte N y polos sur S que señalan en dirección radial, que presentan una alineación de polaridad alterna.
- Las Figuras 7a y 7b muestran una tercera forma de realización alternativa de la unidad de campo magnético interior y exterior. Mientras que hasta ahora o bien la unidad de campo magnético interior o bien la exterior se ha formado por una unidad de imán permanente, la tercera forma de realización alternativa prevé que ambas unidades sean unidades de bobina. En este sentido puede prescindirse del uso de imanes permanentes por completo.
- Al igual que en la forma de realización de la Figura 6, la primera unidad de campo magnético interior tiene la forma de un anillo interior cerrado en forma circular con un primer eje 15 que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4.

Además, la primera unidad de campo magnético interior es electromagnética y está configurada como primera unidad de bobina interior 34. La primera unidad de bobina interior 34 tiene, con respecto al eje de árbol de manivela 4, primeras bobinas 35 en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular, cuyos primeros ejes de bobina 36 discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela 4 e inciden sobre el primer eje 15.

5 Las primeras bobinas 35 están dispuestas y conectadas de tal modo que la polaridad magnética, es decir, los polos norte N y polos sur S, de las primeras bobinas 35 es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela 3.

10 La primera unidad de bobina exterior 11a tiene la forma de un anillo exterior en forma circular que rodea la primera unidad de bobina interior 34 radialmente distanciado con un segundo eje 18 geométrico que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela 4.

15 La primera unidad de bobina exterior 11a tiene segundas bobinas 19a en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular, cuyos segundos ejes de bobina 20a discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela 4, de modo que se encuentran en un punto común que se sitúa sobre el segundo eje 18 que coincide con el eje de árbol de manivela 4.

20 Para abastecer con tensión la primera unidad de bobina interior 34, de modo que las primeras bobinas 35 generen en dirección circunferencial circular un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela 3, la primera unidad de bobina interior 34 presenta bobinas adicionales 38 unidas eléctricamente con las primeras bobinas 35. A cada primera bobina 35 está asociada en este sentido una bobina adicional 38. Las bobinas adicionales 38 en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular tienen ejes de bobina adicional 40 que discurren en paralelo al eje de árbol de manivela 4, como se muestra en las Figuras 7a y 7b.

25 De manera axialmente adyacente a la primera trayectoria circular 10a de la primera unidad de bobina interior 34 están dispuestas de manera estacionaria unidades de campo magnético 39 laterales electromagnéticas en la cámara de manivela 2, estando asociada a cada bobina adicional 38 una unidad de campo magnético 39 lateral electromagnética. La disposición en la cámara de manivela 2 está ilustrada de manera esquemática en la Figura 5a mediante el signo de referencia 39. Las bobinas laterales 41 en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular tienen ejes de bobina lateral 42 que discurren en paralelo al eje de árbol de manivela 4. Las bobinas adicionales 38 y las unidades de campo magnético laterales 39 se encuentran, con respecto al eje de árbol de manivela 4, en una superposición axial entre sí y están configuradas de tal modo que en caso de rotación del árbol de manivela 3 alrededor del eje de árbol de manivela 4 forman juntas un generador eléctrico para el abastecimiento de tensión eléctrica de las primeras bobinas 35. Por tanto, la primera unidad de bobina interior 34 en caso de rotación forma un campo magnético para generar una tensión inducida en la primera unidad de bobina exterior 11a.

30

35

REIVINDICACIONES

1. Motor de pistón alternativo con

- 5 • un bloque de cilindros (1),
- una cámara de manivela (2), que está conformada al menos parcialmente en el bloque de cilindros (1),
- un árbol de manivela (3), que se compone de una sustancia magnetizable y está dispuesto dentro de la cámara de manivela (2) de manera que puede rotar alrededor de un eje de árbol de manivela (4) geométrico,
- 10 • al menos una primera biela (5), que está montada de manera giratoria en un primer cojinete de biela (6) del árbol de manivela (3) y en caso de rotación del árbol de manivela (3) lleva a cabo un movimiento de biela en un espacio de movimiento de biela (7) geométrico,
- una primera unidad de campo magnético interior (8a; 34), que está dispuesta en un primer brazo de manivela (9a), del árbol de manivela (3), axialmente adyacente al primer cojinete de biela (6) con respecto al eje de árbol de manivela (4) de tal modo que la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34) señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela (4) y en caso de rotación del árbol de manivela (3) alrededor del eje de árbol de manivela (4) circula sobre una primera trayectoria circular (10a) geométrica axialmente adyacente al espacio de movimiento de biela (7), y
- 15 • una primera unidad de campo magnético exterior (11a; 37), que está dispuesta de manera estacionaria en la cámara de manivela (2) distanciada radialmente con respecto a la primera trayectoria circular (10a),

20 estando dispuestas y configuradas la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34) y la primera unidad de campo magnético exterior (11a; 37) de tal modo que juntas forman un primer convertidor electromecánico (12a), en particular un electromotor o un generador eléctrico, caracterizado por que

- 25 • el primer brazo de manivela (9a) presenta sobre un lado que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela (4) y que se enfrenta al primer cojinete de biela (6) una primera superficie de fijación (13a),
- un primer peso de compensación (14a) está fijado por arrastre de forma en la primera superficie de fijación (13a) en dirección radial,
- el primer peso de compensación (14a) se compone de una sustancia no magnetizable y
- 30 • la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34) está dispuesta sobre un lado, del primer peso de compensación (14a), que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela (4).

2. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 1,

caracterizado por que

- 35 la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34) se empuja hacia una primera guía lineal (17a) que se extiende en dirección axial, que fija por arrastre de forma la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34) en dirección radial y dirección circunferencial con respecto al eje de árbol de manivela (4), sobre el primer peso de compensación (14a) y está fijada ahí axialmente.

40 3. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 1 o 2,

caracterizado por que

el primer peso de compensación (14a) se compone o consta de al menos uno o de combinaciones de los siguientes materiales no magnetizables:

- 45 • hierro fundido, en particular hierro fundido austenítico, en particular fundición gris;
- acero inoxidable;
- fibra de carbono, en particular fibra de carbono sinterizada;
- sustancia cerámica;
- aluminio.

50 4. Motor de pistón alternativo según una de las reivindicaciones 1 a 3,

caracterizado por que

- 55 • la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34) presenta la forma de una sección anular interior en forma de arco circular que rodea el primer brazo de manivela (9a) con un primer eje (15) geométrico que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela (4) y
- en particular la sección anular interior en forma de arco circular se extiende con un primer ángulo de centrado (α) de más de 135°.

60 5. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 4,

caracterizado por que

- 65 • la sección anular interior en forma de arco circular se extiende con un primer ángulo de centrado (α) de 360° y
- la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34) presenta la forma de un anillo interior en forma circular cerrado que encierra el primer brazo de manivela (9a).

6. Motor de pistón alternativo según una de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizado por que

- la primera unidad de campo magnético exterior (11a; 37) presenta la forma de una sección anular exterior en forma de arco circular que rodea distanciada radialmente la primera trayectoria circular (10a) de la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34) con un segundo eje (18) geométrico que se sitúa sobre el eje de árbol de manivela (4) y
- en particular la sección anular exterior en forma de arco circular se extiende con un segundo ángulo de centrado (β) de más de 135°.

7. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 6,
caracterizado por que

- la sección anular exterior en forma de arco circular se extiende con un segundo ángulo de centrado (β) de 360° y
- la primera unidad de campo magnético exterior (11a; 37) presenta la forma de un anillo exterior en forma circular cerrado que encierra distanciada radialmente la primera trayectoria circular (10a) de la primera unidad de campo magnético interior (8a; 34).

8. Motor de pistón alternativo según una de las reivindicaciones 1 a 7,
caracterizado por que

la primera unidad de campo magnético interior

- es permanentemente magnética y
- está configurada como primera unidad de imán permanente interior (8a).

9. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 8,
caracterizado por que

la primera unidad de imán permanente interior (8a) presenta primeros imanes permanentes (16) en fila unos con respecto a otros con respecto al eje de árbol de manivela (4) en dirección circunferencial circular de tal modo que la polaridad magnética de los primeros imanes permanentes (16) es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela (3), en particular en el que

- los primeros imanes permanentes (16), en particular a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular, están dispuestos de manera contigua y presentan polos norte (N) que señalan en una dirección circunferencial conjunta o
- los primeros imanes permanentes (16), en particular a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular, están dispuestos de manera contigua y presentan polos (N, S) que señalan en dirección radial con alineación de polaridad alterna.

10. Motor de pistón alternativo según una de las reivindicaciones 1 a 7,
caracterizado por que

la primera unidad de campo magnético interior

- es electromagnética y
- está configurada como primera unidad de bobina interior (34).

11. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 10,
caracterizado por que

la primera unidad de bobina interior (34) presenta

- primeras bobinas (35) en fila unas con respecto a otras con respecto al eje de árbol de manivela (4) en dirección circunferencial circular, cuyos primeros ejes de bobina (36) discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela (4), en particular estando dispuestas y/o conectadas las primeras bobinas (35) de tal modo que la polaridad magnética de las primeras bobinas (35) es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnético en caso de rotación del árbol de manivela (3), o
- al menos una primera bobina que se extiende en dirección circunferencial circular, cuyo primer eje de bobina discurre en dirección circunferencial, o
- al menos una primera bobina, cuyo primer eje de bobina discurre en paralelo al eje de árbol de manivela (4).

12. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 11,
caracterizado por que

- la primera unidad de bobina interior (34) presenta al menos una bobina adicional (38) unida eléctricamente con la al menos una primera bobina (35),
- una unidad de campo magnético lateral (39) permanentemente magnética o electromagnética está dispuesta de

manera estacionaria en la cámara de manivela (2) axialmente adyacente a la primera trayectoria circular (10a) de la primera unidad de bobina interior (34) y

• la al menos una bobina adicional (38) y la unidad de campo magnético lateral (39) están dispuestas y configuradas de tal modo la una con respecto a la otra, en particular con respecto al eje de árbol de manivela (4) en superposición complementaria axial entre sí, de tal modo que en caso de rotación del árbol de manivela (3) alrededor del eje de árbol de manivela (4) forman juntas un generador eléctrico para el abastecimiento de tensión eléctrica de la al menos una primera bobina (35).

13. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 12,

caracterizado por que

• la al menos una bobina adicional (38) presenta un eje de bobina adicional (40) que discurre en paralelo al eje de árbol de manivela (4) o

• la al menos una bobina adicional (38) se forma por varias bobinas adicionales (38) en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular, en particular con ejes de bobina adicional (40) que discurren en paralelo al eje de árbol de manivela (4),

en particular siendo la unidad de campo magnético lateral (39) electromagnética y formándose por varias bobinas (41) laterales en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular, en particular con ejes de bobina lateral (42) que discurren en paralelo al eje de árbol de manivela (4).

14. Motor de pistón alternativo según una de las reivindicaciones 1 a 13,

caracterizado por que

la primera unidad de campo magnético exterior

• es electromagnética y

• está configurada como primera unidad de bobina exterior (11a).

15. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 14,

caracterizado por que

la primera unidad de bobina exterior (11a) presenta

• segundas bobinas (19a) en fila unas con respecto a otras en dirección circunferencial circular, cuyos segundos ejes de bobina (20a) discurren radialmente con respecto al eje de árbol de manivela (4), o

• al menos una segunda bobina (19b) que se extiende en dirección circunferencial circular, cuyo segundo eje de bobina (20b) discurre en dirección circunferencial circular, o

• al menos una segunda bobina (19c; 19d), cuyo segundo eje de bobina (20c; 20d) discurre en paralelo al eje de árbol de manivela (4).

16. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 10 u 11,

caracterizado por que

la primera unidad de campo magnético exterior

• es permanentemente magnética y

• está configurada como primera unidad de imán permanente exterior (37).

17. Motor de pistón alternativo según la reivindicación 16,

caracterizado por que

la primera unidad de imán permanente exterior (37) presenta segundos imanes permanentes (43) en fila unos con respecto a otros con respecto al eje de árbol de manivela (4) en dirección circunferencial circular de tal modo que la polaridad magnética de los segundos imanes permanentes (43) es alternante en dirección circunferencial circular para generar un campo alternante magnética en caso de rotación del árbol de manivela (3), en particular en el que

• los segundos imanes permanentes (43) están dispuestos de manera contigua a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular y presentan polos norte (N) que señalan en una dirección circunferencial conjunta o

• los segundos imanes permanentes (43) están dispuestos de manera contigua a lo largo de la sección anular interior en forma de arco circular y presentan polos (N, S) que señalan en dirección radial con alineación de polaridad alterna.

18. Motor de pistón alternativo según una de las reivindicaciones 1 a 17,

caracterizado por

• una segunda unidad de campo magnético interior (8b), que está dispuesta en un segundo brazo de manivela (9b), del árbol de manivela (3), axialmente adyacente al primer cojinete de biela (6) y que se enfrenta axialmente al primer brazo de manivela (9a) de tal modo que la segunda unidad de campo magnético interior (8b) señala

radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela (4) y en caso de rotación del árbol de manivela (3) alrededor del eje de árbol de manivela (4) circula sobre una segunda trayectoria circular (10b) geométrica axialmente adyacente al espacio de movimiento de biela (7), y

• una segunda unidad de campo magnético exterior (11b), que está dispuesta de manera estacionaria en la cámara de manivela (2) radialmente distanciada con respecto a la segunda trayectoria circular (10b) de tal modo que la segunda unidad de campo magnético exterior (11b) y la segunda unidad de campo magnético interior (8b) forman juntas un segundo convertidor (12b) electromecánico, en el que

• en un intersticio axial entre la primera trayectoria circular (10a) y la segunda trayectoria circular (10b) se extiende el espacio de movimiento de biela (7) de la al menos una primera biela (5),

• el segundo brazo de manivela (9b) presenta sobre un lado que señala radialmente hacia fuera con respecto al eje de árbol de manivela (4) y que se enfrenta al primer cojinete de biela (6) una segunda superficie de fijación (13b),

• un segundo peso de compensación (14b) está fijado por arrastre de forma en la segunda superficie de fijación (13b) en dirección radial,

• el segundo peso de compensación (14b) se compone de una sustancia no magnetizable y

• la segunda unidad de campo magnético interior (8b) está dispuesta sobre un lado, del segundo peso de compensación (14b), que señala radialmente hacia fuera,

en particular en el que

• la segunda unidad de campo magnético interior (8b) de la primera unidad de campo magnético interior (8a), y/o

• la segunda unidad de campo magnético exterior (11b) de la primera unidad de campo magnético exterior (11a) y/o

• el segundo peso de compensación (14b) se corresponde con el primer peso de compensación (14a).

19. Sistema a partir

• del motor de pistón alternativo según una de las reivindicaciones 1 a 18,

• de un acumulador de energía (21) eléctrico recargable y descargable,

• de una unidad de control (22) eléctrica y

• de un sensor de árbol de manivela (23) para detectar una posición del árbol de manivela (3),

en el que

• la unidad de control (22) está conectada eléctricamente con el acumulador de energía (21) eléctrico, el primer convertidor electromecánico (12a) y en particular el segundo convertidor electromecánico (12b) y configurado de tal modo que el motor de pistón alternativo entre

- un modo de operación de electromotor, en el que el árbol de manivela (3) mediante la descarga del acumulador de energía (21) eléctrico puede accionarse de manera electromotora, y

- un modo de operación de generador, en el que el acumulador de energía (21) eléctrico puede recargarse mediante el accionamiento mecánico del árbol de manivela (3), en particular mediante el accionamiento por motor de combustión del árbol de manivela (3) por medio del motor de pistón alternativo, puede conmutarse y

• el motor de pistón alternativo presenta un accionamiento de válvula de salida variable (24) controlable eléctricamente y configurado de ese modo para al menos una primera válvula de salida (25), que está asociada a un primer espacio de combustión (26) de un primer pistón (27) acoplado con la al menos una primera biela (5), de tal modo que la al menos una primera válvula de salida (25) puede abrirse independientemente de la posición del árbol de manivela (3),

caracterizado por que

la unidad de control (22) está conectada con el sensor de árbol de manivela (23) y el accionamiento de válvula de salida (24) variable y configurada de tal modo que la al menos una primera válvula de salida (25) en el modo de operación de electromotor está abierta en una zona de posición (28) del árbol de manivela (3), en la que se encuentra el primer pistón (27) en un ciclo de compresión (29).

20. Sistema, en particular según la reivindicación 19, a partir

• del motor de pistón alternativo según una de las reivindicaciones 1 a 18,

• de un acumulador de energía (21) eléctrico recargable o descargable,

• de un miembro de regulación de potencia (30) eléctrico y

• de un sensor de árbol de manivela (23) para detectar una posición del árbol de manivela (3),

en el que

• el motor de pistón alternativo presenta

- 5
- un primer pistón (27), que está asociado al primer convertidor electromecánico (12a) y en particular al segundo convertidor electromecánico (12b) y que está acoplado con la al menos una primera biela (5), y
 - un segundo pistón (31), al que está asociado un tercer convertidor electromecánico (12c), que se corresponde en particular con el primer convertidor electromecánico (12a), y que está acoplado con al menos una segunda biela (32), que está montada de manera que puede girar en un segundo cojinete de biela (33) del árbol de manivela (3),

y

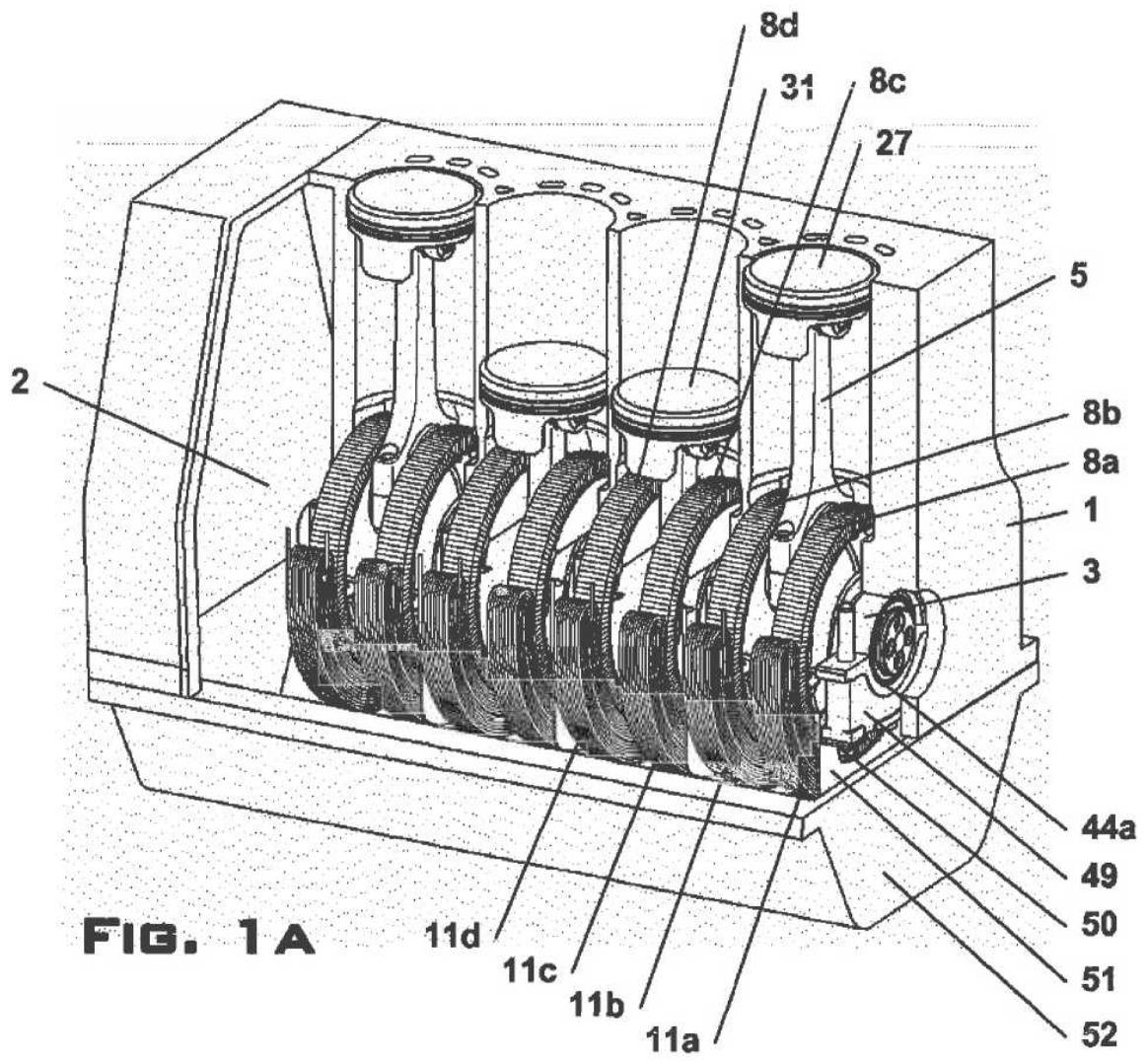
- 10
- el miembro de regulación de potencia (30) está conectado eléctricamente con el acumulador de energía eléctrico (21), el primer convertidor electromecánico (12a) y el tercer convertidor electromecánico (12c) y configurado de tal modo que

- 15
- en un modo de operación de electromotor el árbol de manivela (3) mediante la descarga del acumulador de energía eléctrico (21) puede accionarse de manera electromotora con potencia regulable o
 - en un modo de operación de generador el acumulador de energía eléctrico (21) puede recargarse con potencia regulable mediante el accionamiento mecánico del árbol de manivela (3), en particular mediante el accionamiento por motor de combustión del árbol de manivela (3) por medio del motor de pistón alternativo,

caracterizado por que

- 20
- el miembro de regulación de potencia (30) está conectado eléctricamente con el acumulador de energía eléctrico (21), el primer convertidor electromecánico (12a), el tercer convertidor electromecánico (12c) y el sensor de árbol de manivela (23) y configurado de tal modo que

- 25
- la potencia está distribuida sobre el primer convertidor electromecánico (12a) con una primera proporción de potencia y el tercer convertidor electromecánico (12c) con una segunda proporción de potencia,
 - la distribución de la potencia sobre el primer convertidor electromecánico (12a) y el tercer convertidor electromecánico (12c) se efectúa en función de la posición del árbol de manivela (3) y
 - en particular la distribución de la potencia se efectúa en función de la posición del árbol de manivela (3) de tal modo que están reducidas o compensadas fuerzas y momentos de masa de mayor orden, en particular de
- 30
- segundo orden, causados por el movimiento del árbol de manivela (3), de la al menos una primera biela (5), de la al menos una segunda biela (32), del primer pistón (27) y/o del segundo pistón (31).



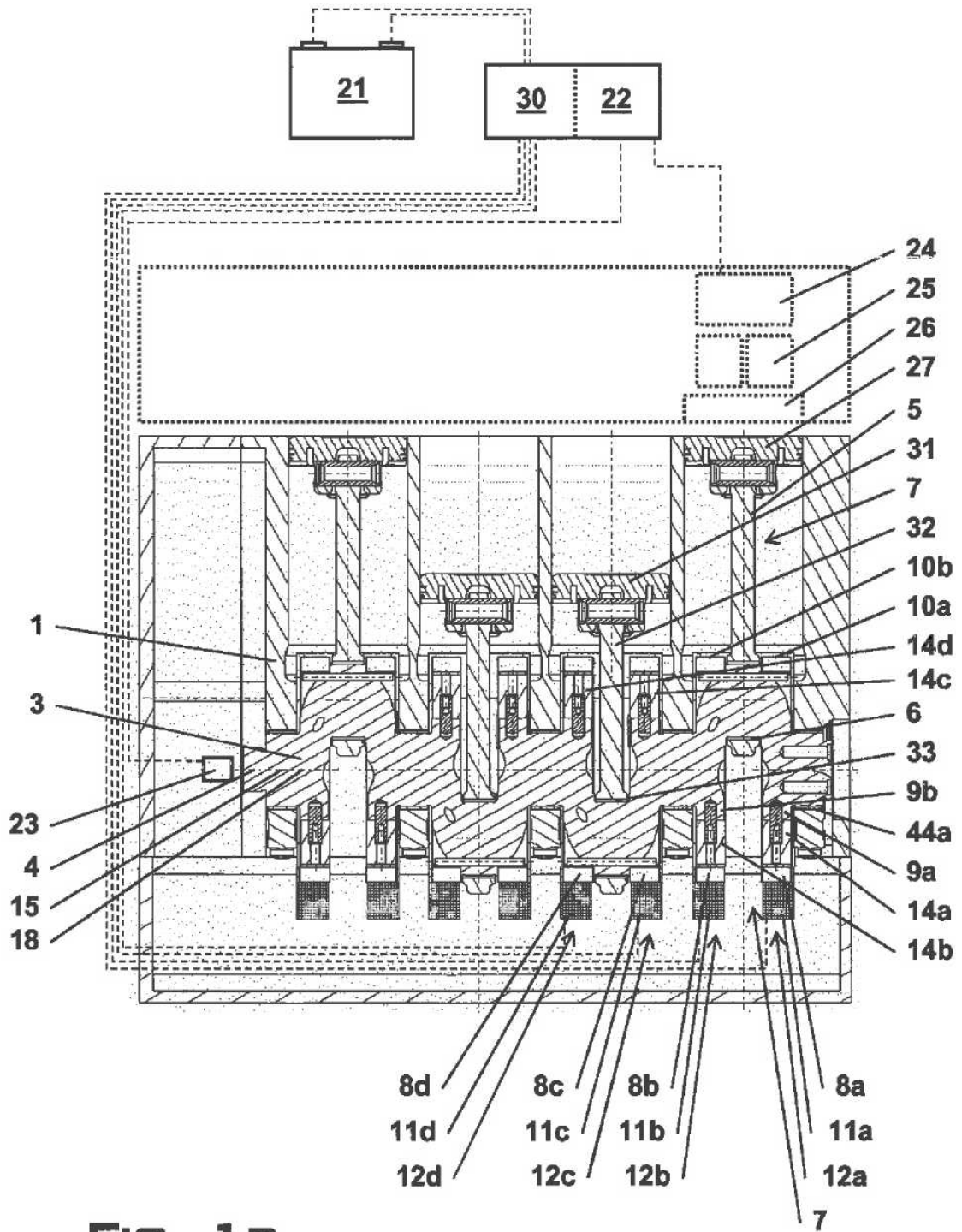


FIG. 1 B

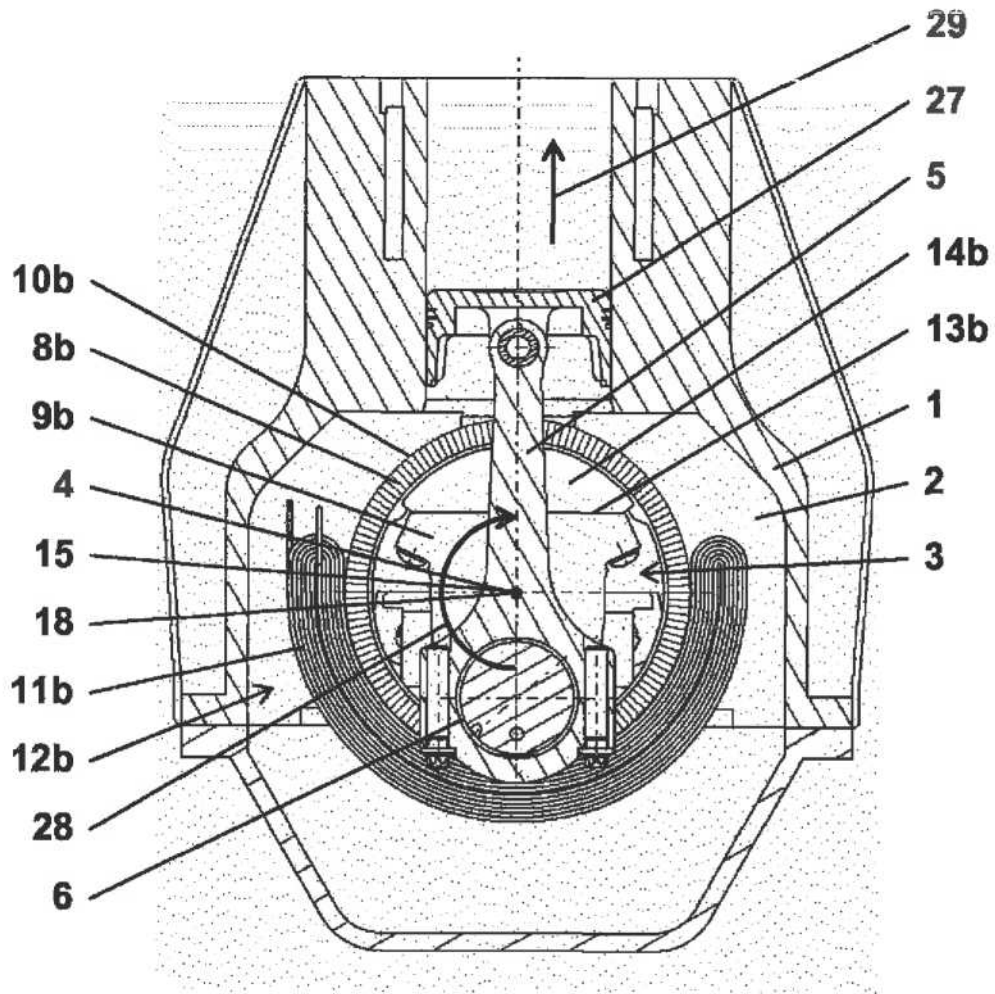


FIG. 1c

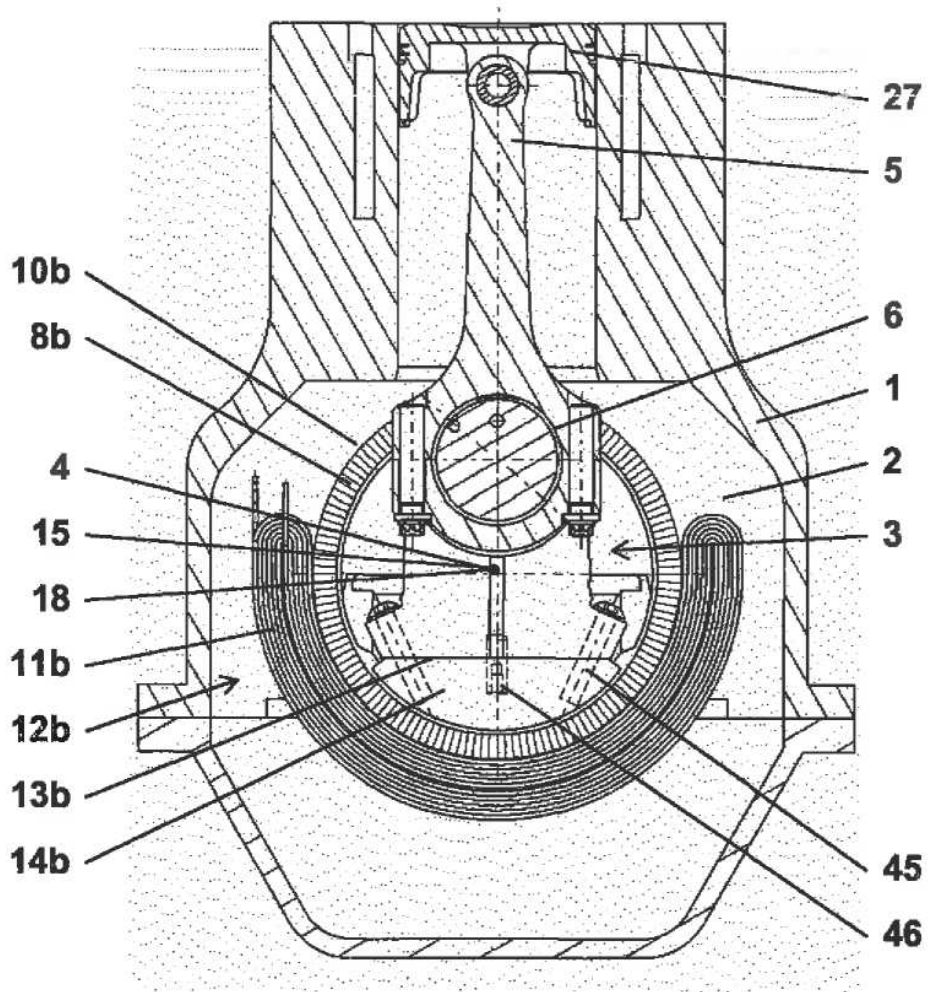


FIG. 1 D

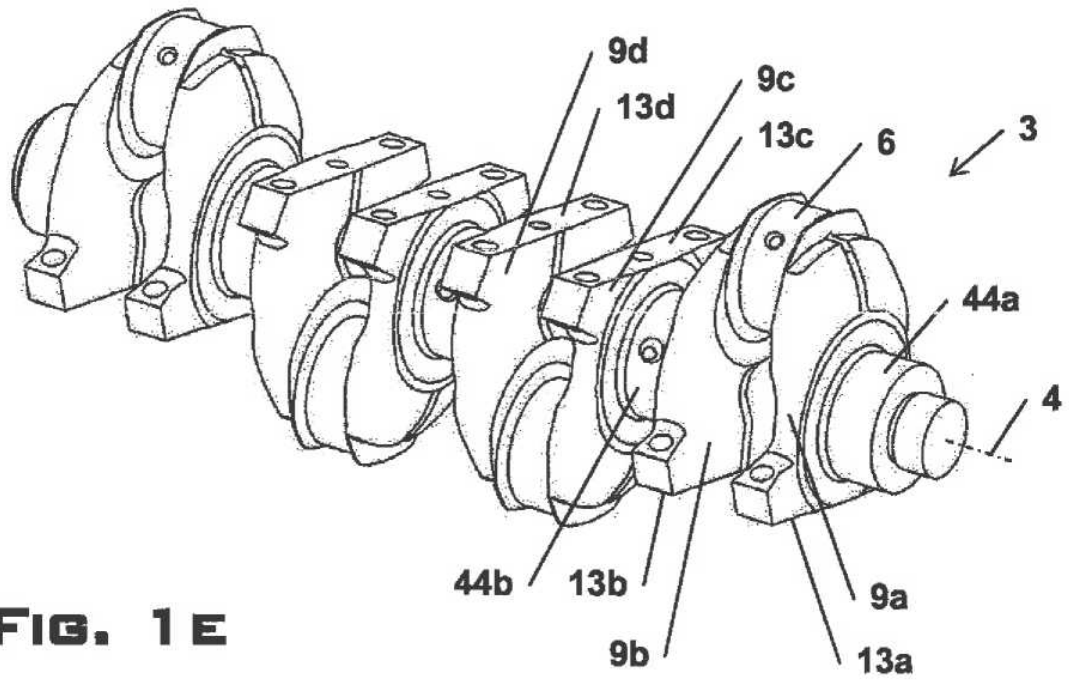


FIG. 1 E

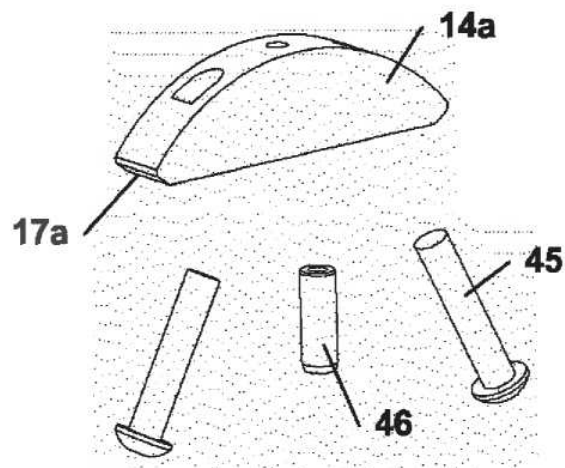
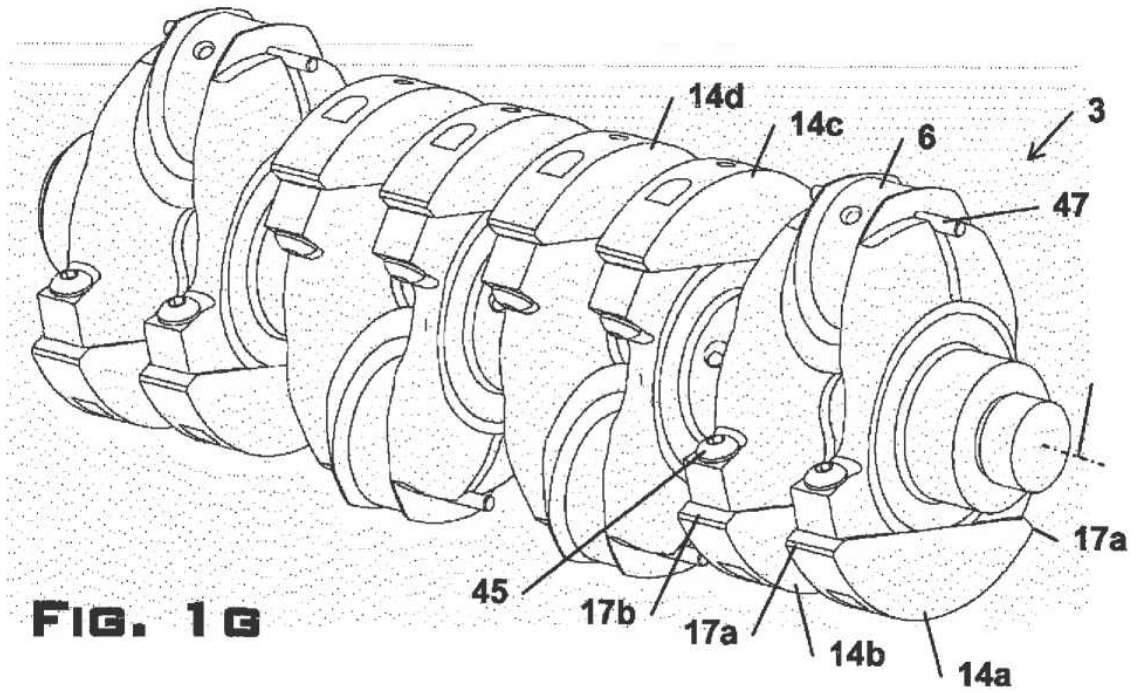


FIG. 1 F



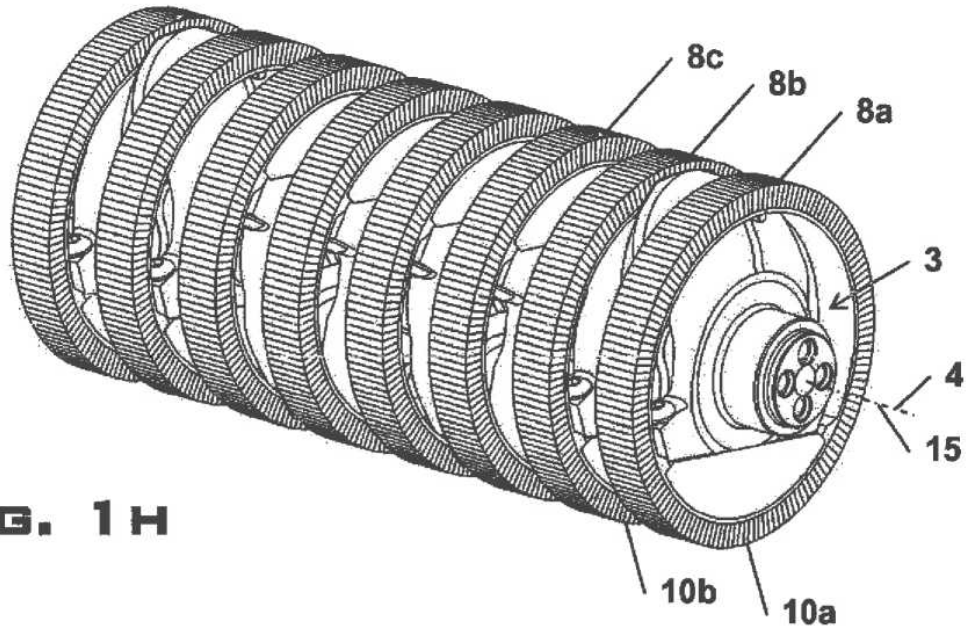


FIG. 1 H

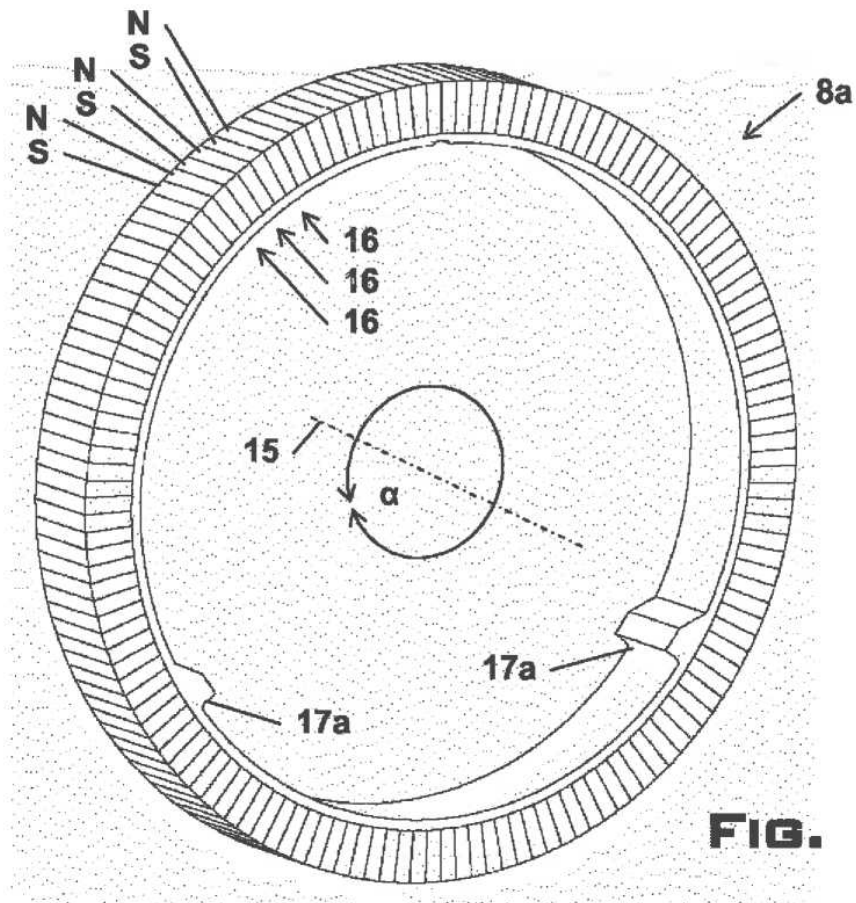


FIG. 1 I

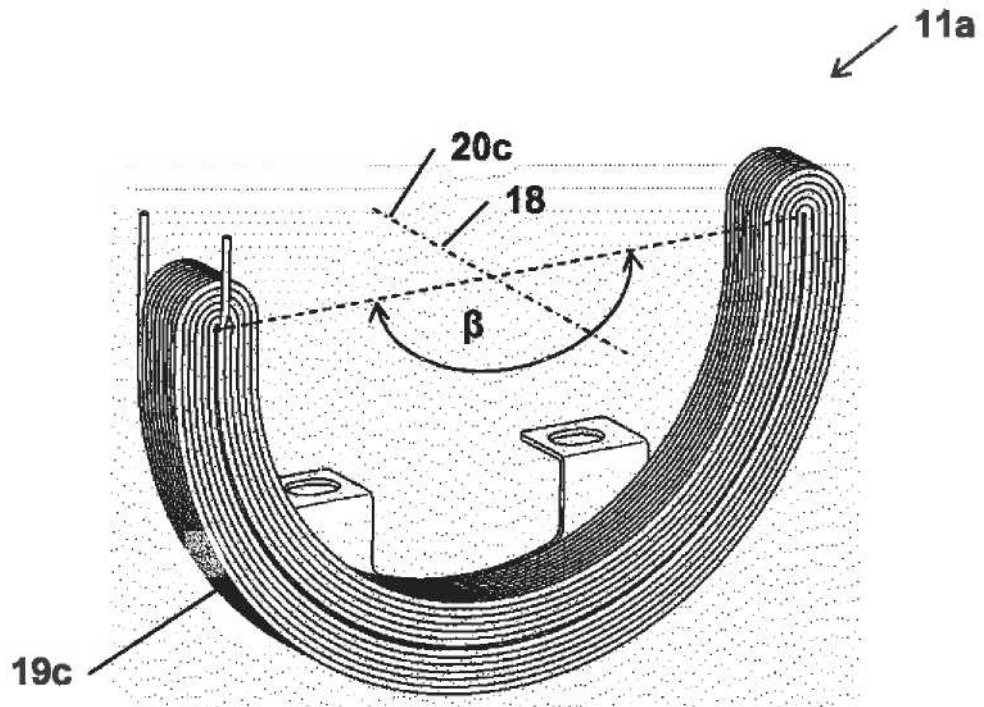
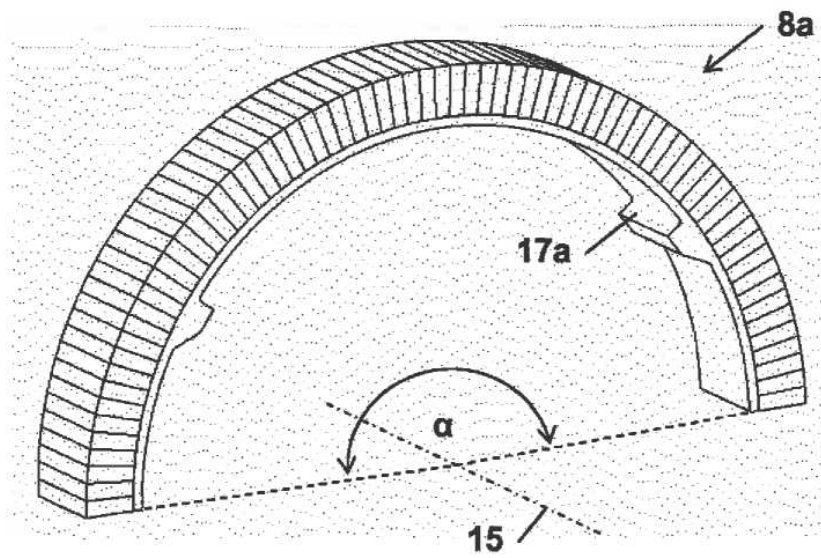
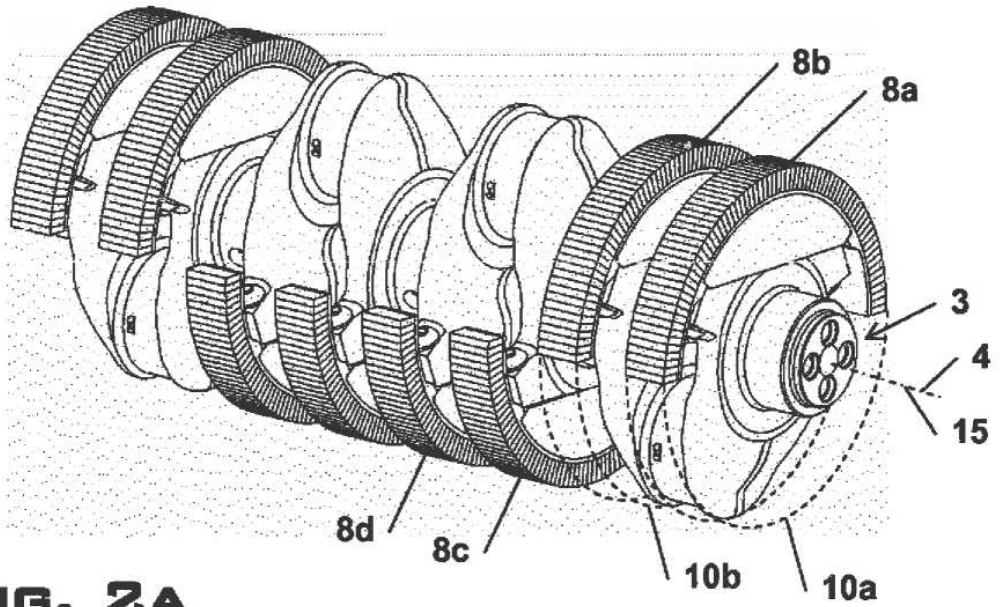


FIG. 1 J



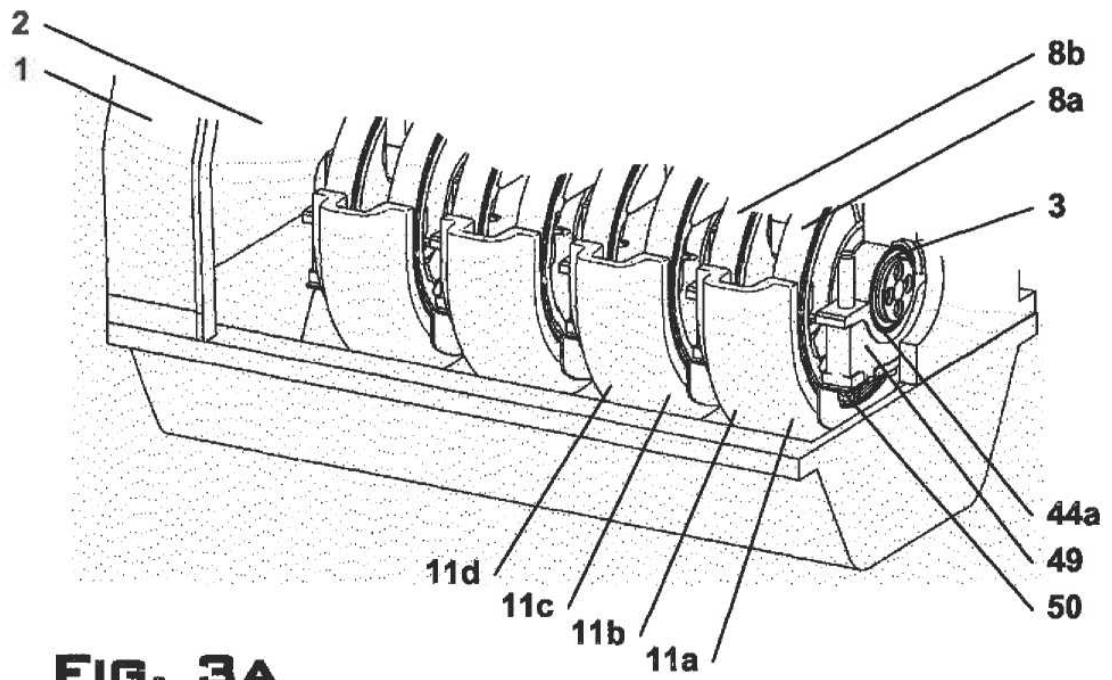


FIG. 3A

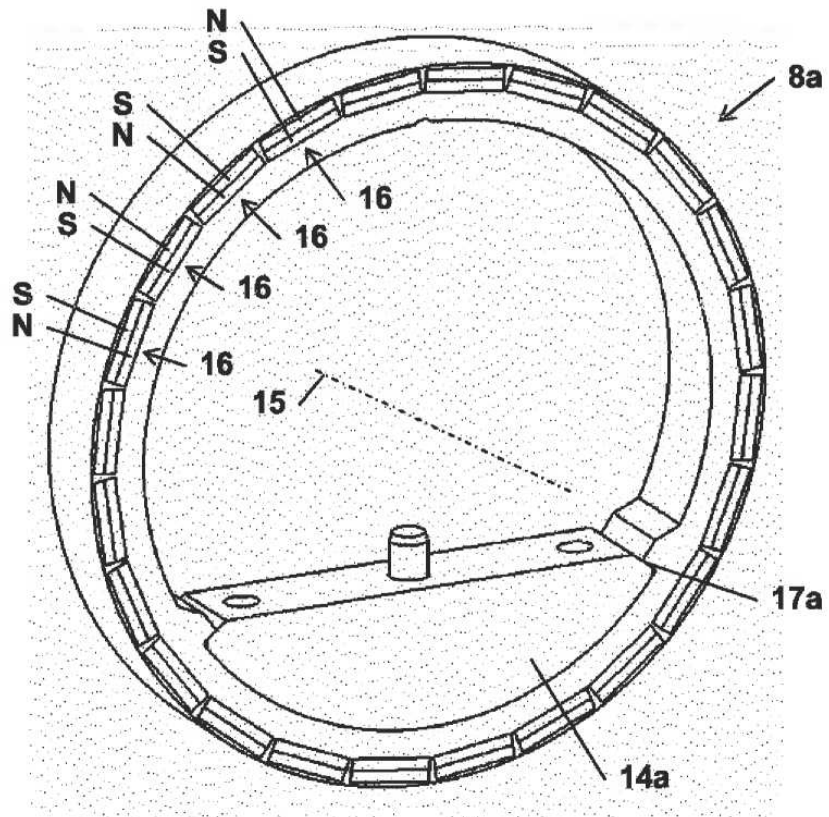
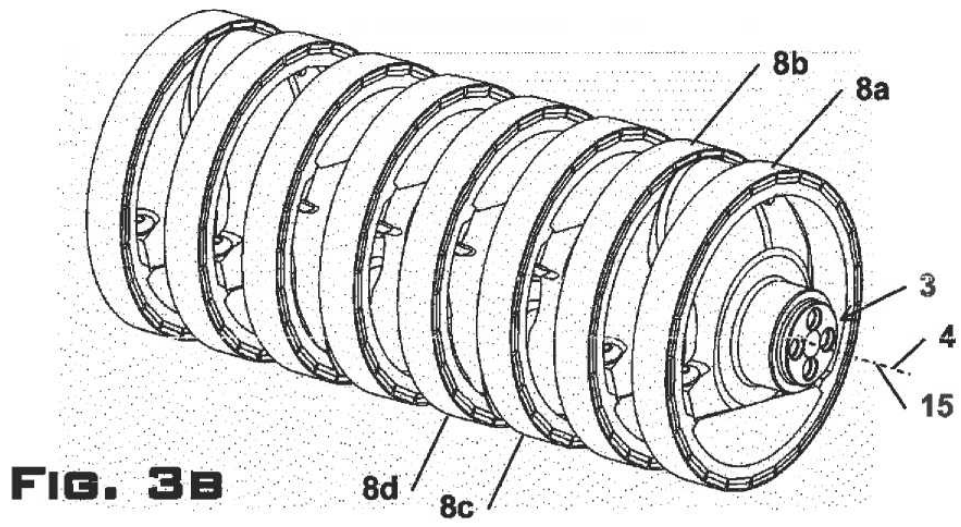


FIG. 3C

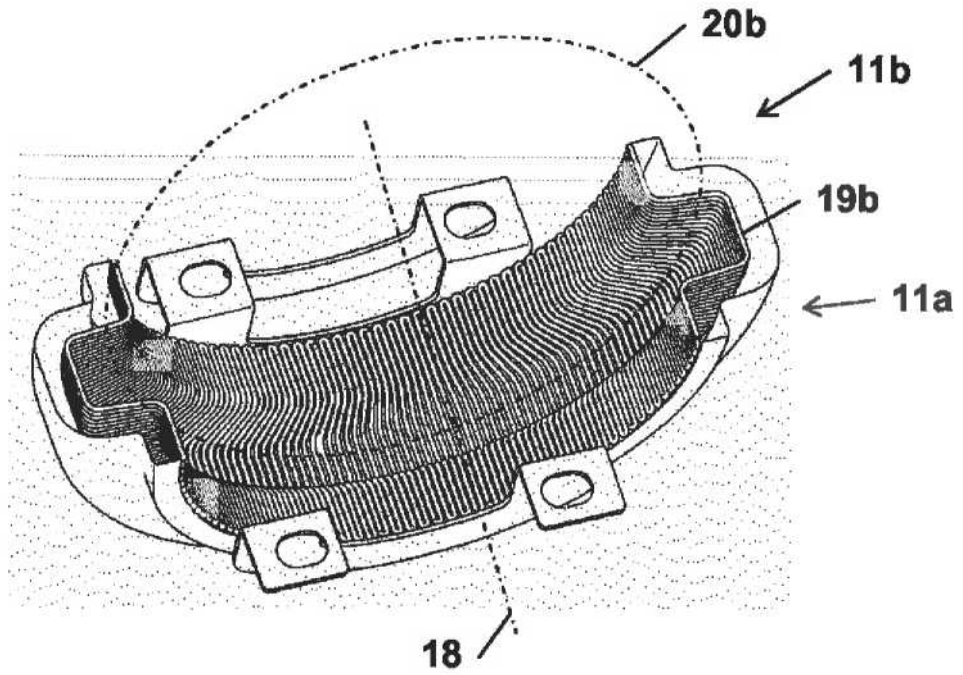


FIG. 3D

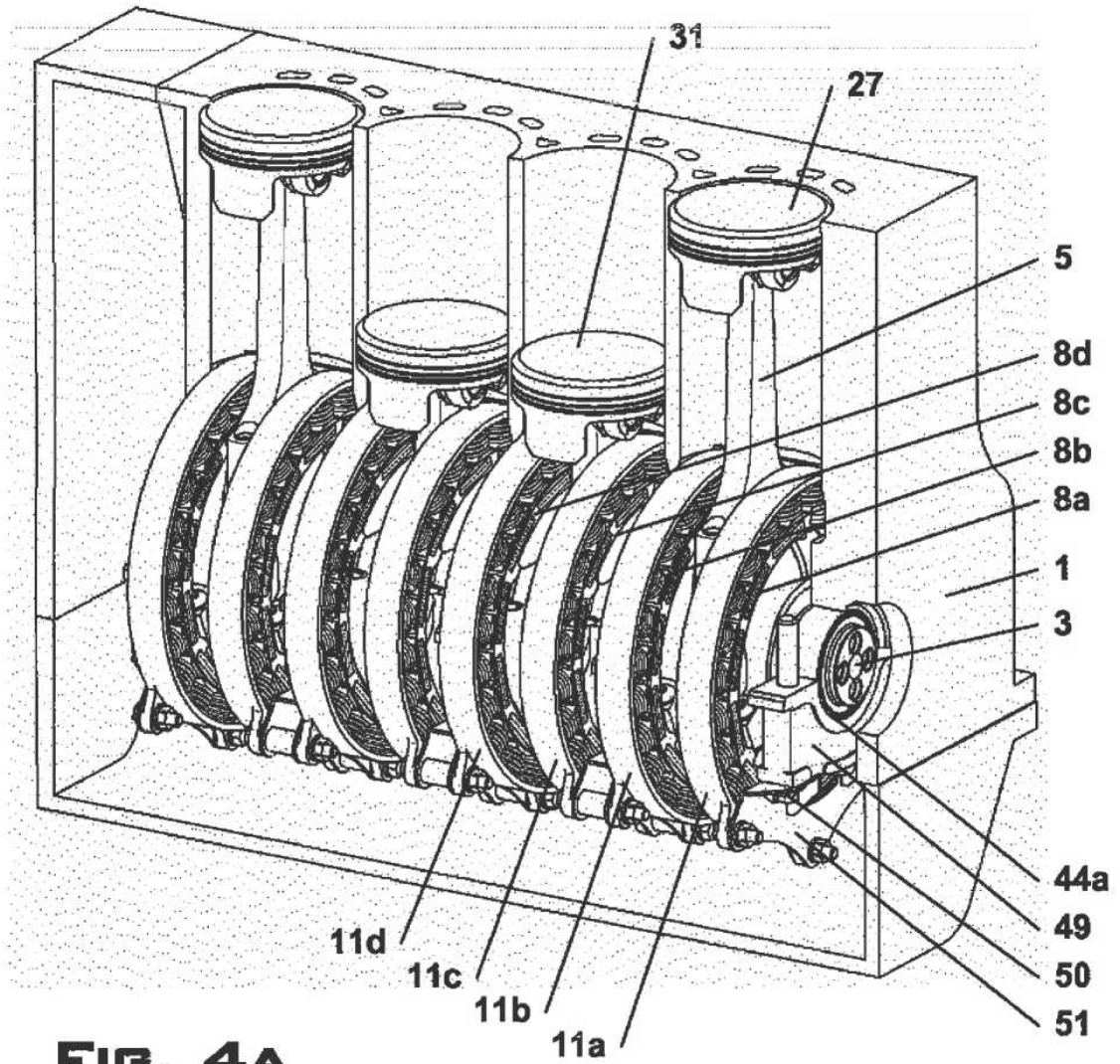


FIG. 4A

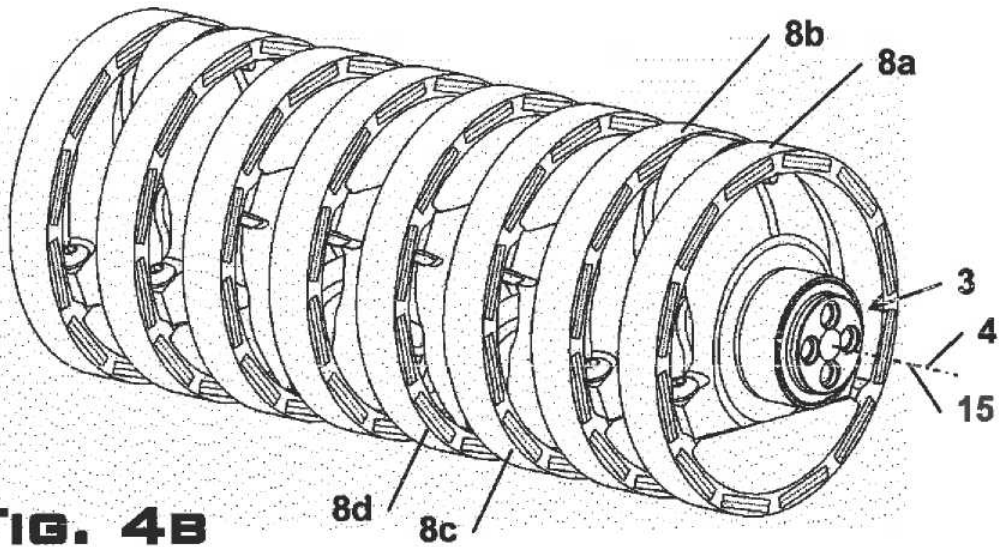


FIG. 4B

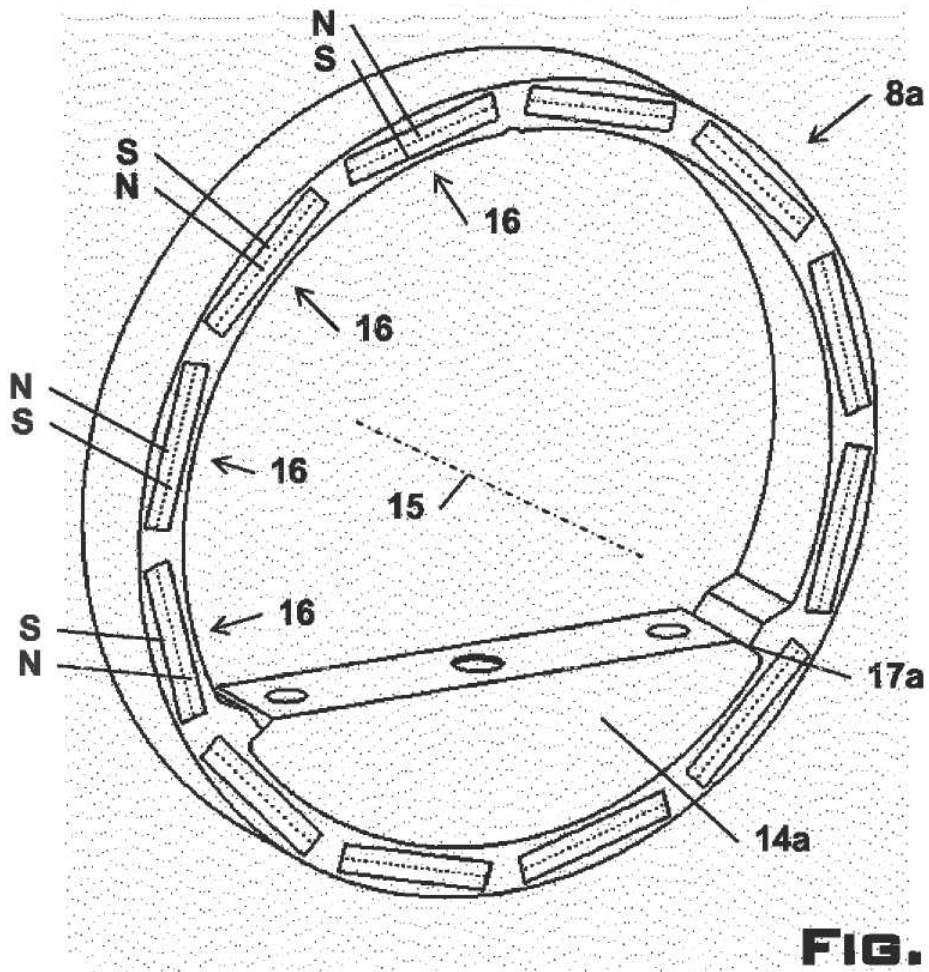


FIG. 4C

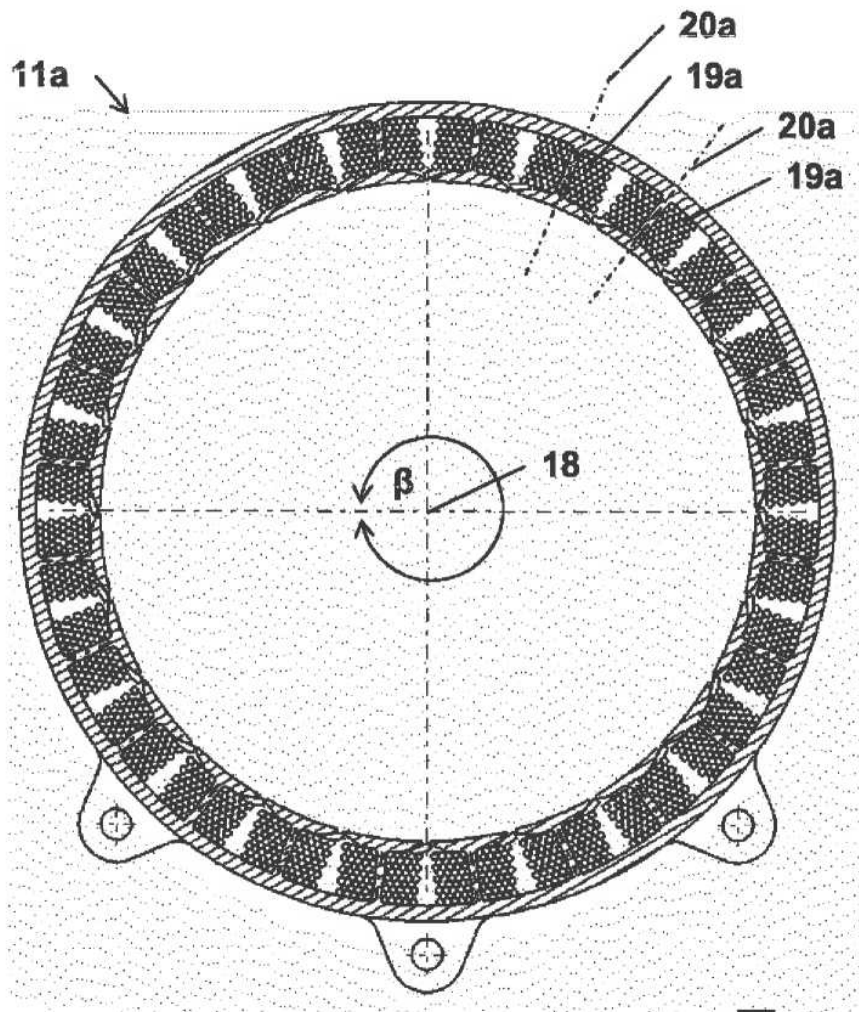


FIG. 4D

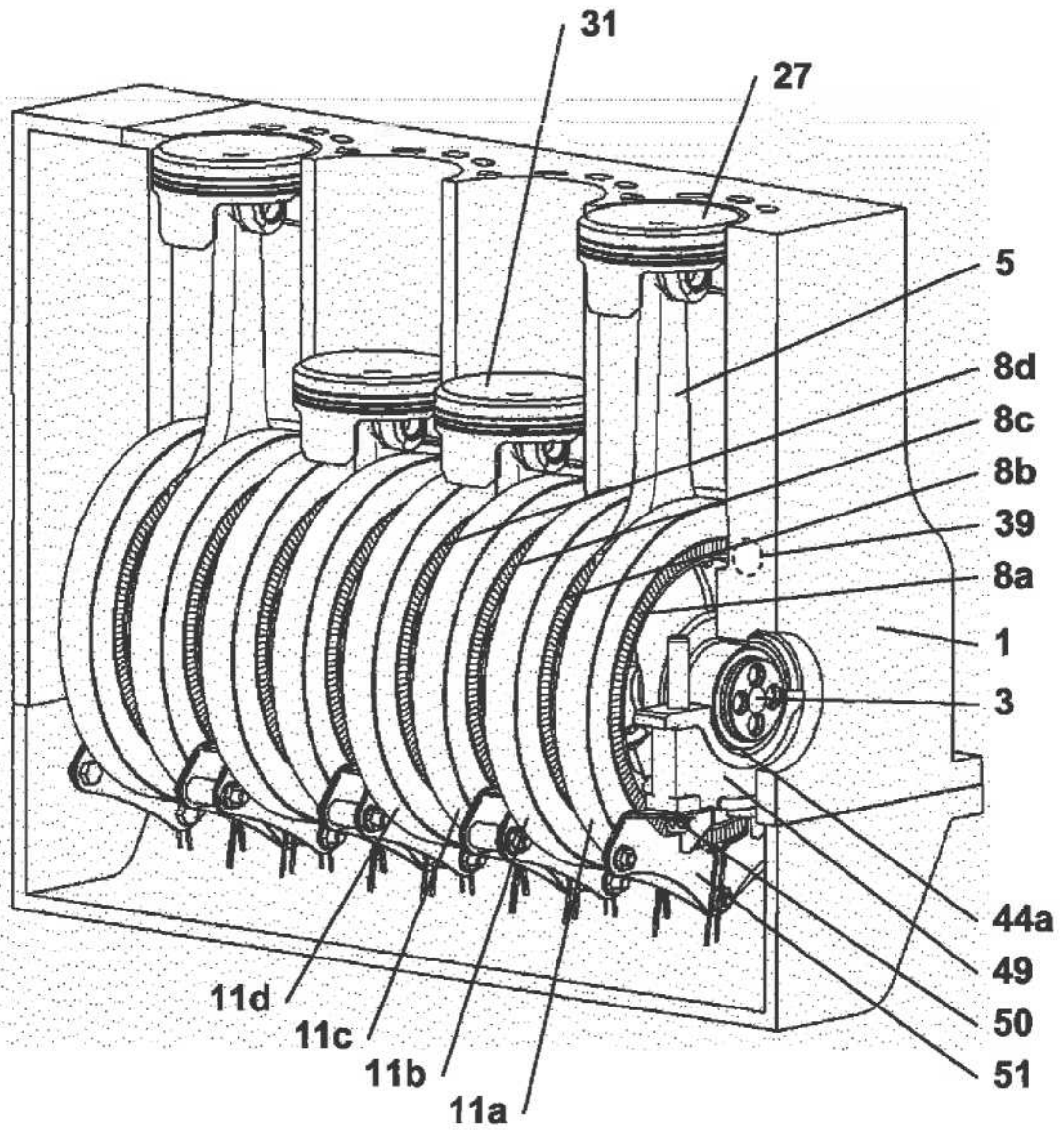


FIG. 5A

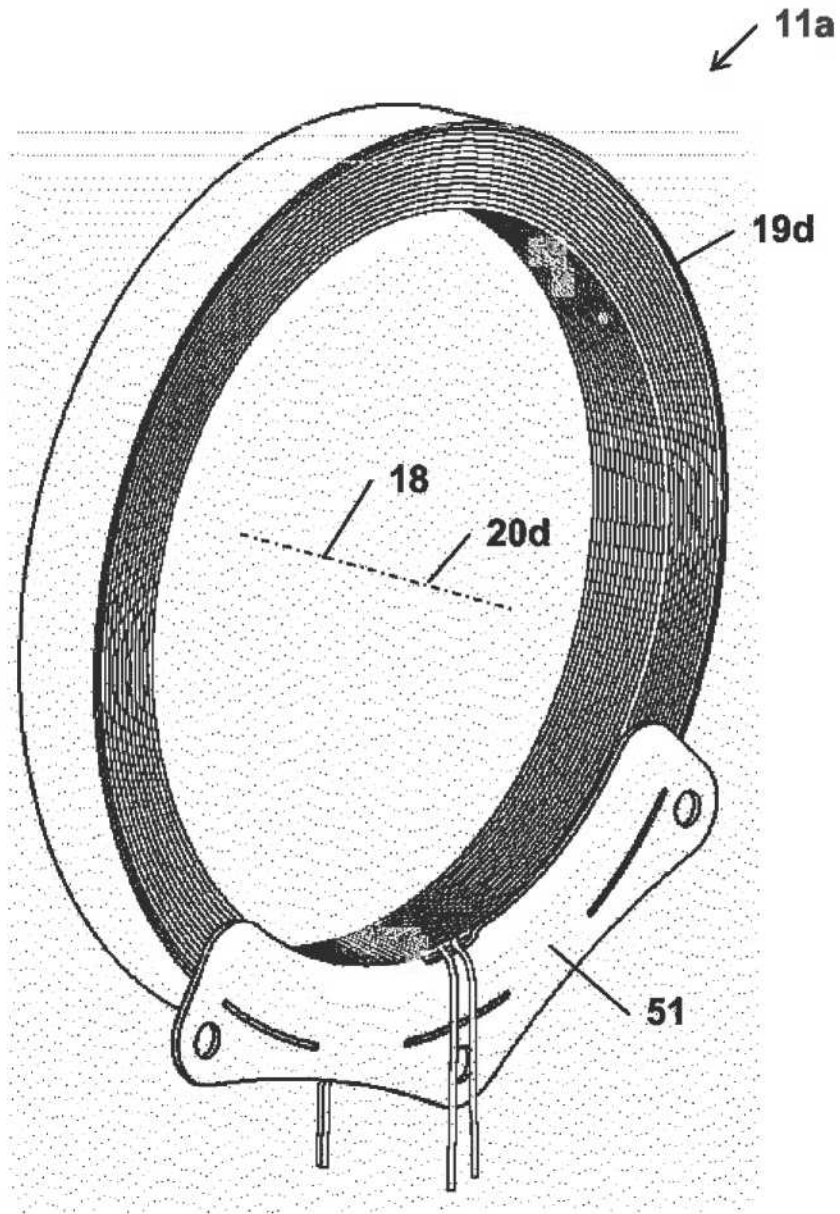


FIG. 5B

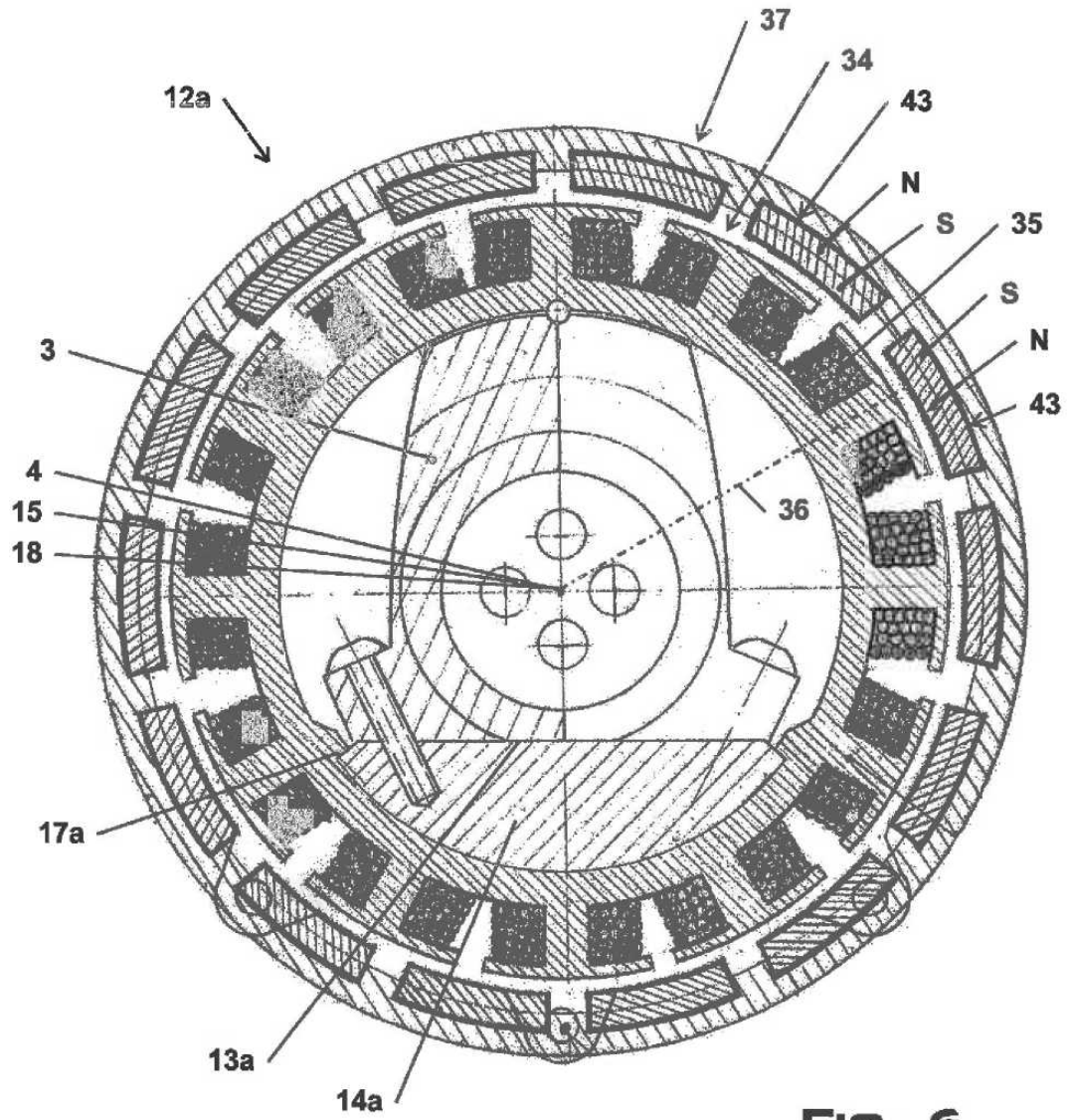


FIG. 6

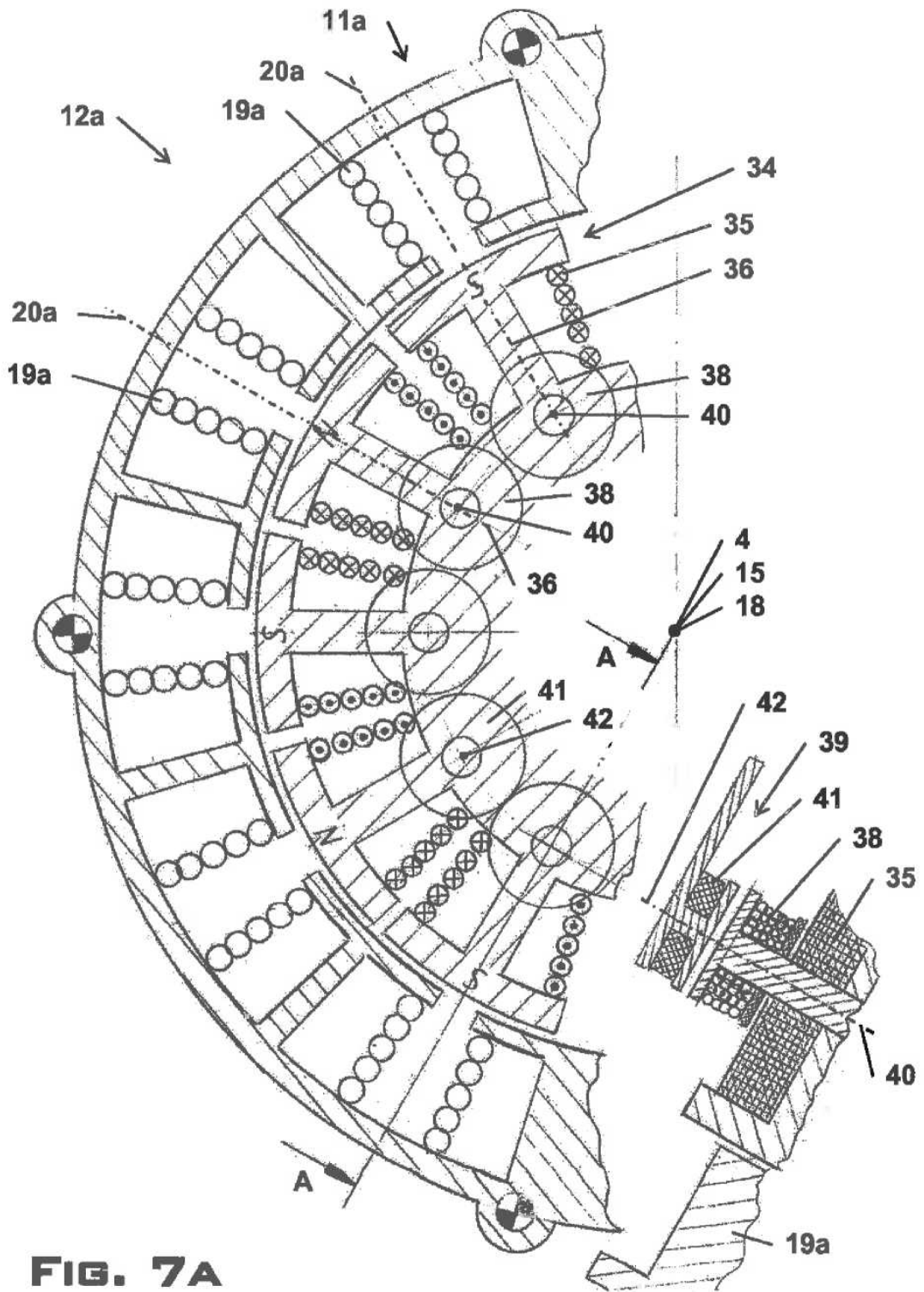


FIG. 7A

FIG. 7B