

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 477**

51 Int. Cl.:

H01F 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2013 PCT/IB2013/001628**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2014 WO14016669**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2013 E 13773321 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2878000**

54 Título: **Generador de campo magnético para aparato térmico magnetocalórico, y aparato térmico magnetocalórico provisto de dicho generador**

30 Prioridad:

27.07.2012 FR 1257323

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

24.03.2017

73 Titular/es:

**COOLTECH APPLICATIONS S.A.S. (100.0%)
Impasse Antoine Imbs
67810 Holtzheim, FR**

72 Inventor/es:

MULLER, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 606 477 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

Generador de campo magnético para aparato térmico magnetocalórico, y aparato térmico magnetocalórico provisto de dicho generador.

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un generador de campo magnético para un aparato térmico magnetocalórico con estructura rotativa, comprendiendo dicho generador de campo magnético una primera y una segunda estructuras magnetizantes idénticas, montadas en posición invertida, una frente a la otra, paralelamente a ambos lados de un plano central, y dispuestas para definir por lo menos dos entrehierros situados en un mismo plano y diametralmente opuestos, comprendiendo cada estructura magnetizante un primer y un segundo ensamblaje magnetizantes estructuralmente idénticos, diametralmente opuestos, montados sobre un soporte realizado de por lo menos un material ferromagnético y que delimita dichos por lo menos dos entrehierros.

10

15

Se refiere también a un aparato térmico magnetocalórico con estructura rotativa, provisto de por lo menos un disco que comprende unos elementos magnetocalóricos, y de un generador de campo magnético tal como se ha definido anteriormente, estando dicho por lo menos un disco de elementos magnetocalóricos montado en dichos por lo menos dos entrehierros.

20

Técnica anterior

La técnica del frío magnético a temperatura ambiente se conoce desde hace más de treinta años, y se conocen sus ventajas en términos de ecología y de desarrollo sostenible. Se conocen también sus límites en cuanto a su potencia calorífica útil y a su rendimiento térmico. Desde entonces, las investigaciones realizadas en este campo tienden todas a mejorar los rendimientos de los aparatos térmicos magnetocalóricos, jugando sobre los diferentes parámetros, tales como la intensidad del campo magnético, los rendimientos del material magnetocalórico, la superficie de intercambio térmico entre el fluido termoportador y los materiales magnetocalóricos, los rendimientos de los intercambiadores de calor, etc.

25

30

En estos aparatos, es indispensable generar un campo magnético uniforme e intenso en por lo menos un entrehierro en el que por lo menos un elemento térmico de material magnetocalórico entra y sale. Cuanto más elevado sea el campo magnético en el entrehierro, más importante será el efecto magnetocalórico inducido en el elemento magnetocalórico, lo que tiene por efecto aumentar la potencia térmica tanto como su gradiente de temperatura, y por lo tanto el rendimiento global de tal aparato térmico magnetocalórico.

35

Además, en ciertos campos, la compacidad del aparato térmico es primordial e incita a una configuración o estructura rotativa en la que el sistema magnético está en desplazamiento relativo con respecto al(a los) material(es) magnetocalórico(s). Tal configuración rotativa tiene en efecto la ventaja de presentar una buena relación de material magnetocalórico por volumen utilizado. Dado que la potencia térmica del aparato térmico depende en particular de la cantidad de material magnetocalórico utilizado, tal disposición es efectivamente muy ventajosa.

40

Los documentos WO 2005074608 y WO 2012022857 muestran unos generadores de campo magnético para un aparato térmico magnetocalórico.

45

Sin embargo, no existe actualmente ningún generador de campo magnético que presente un volumen reducido, un bajo coste de fabricación, que pueda ser montado en un aparato térmico rotativo y susceptible de generar un campo magnético intenso, uniforme y concentrado a aproximadamente un tesla en por lo menos dos entrehierros.

Descripción de la invención

El objetivo de la presente invención es responder a estas demandas proponiendo un generador de campo magnético destinado a estar integrado en un aparato térmico magnetocalórico. Este generador de campo magnético es susceptible de crear un campo magnético intenso y uniforme en por lo menos dos entrehierros. Además, el generador de campo magnético según la invención es también fácil de fabricar, presenta un ensamblaje fácil y unos componentes de formas geométricas simples y, por lo tanto, de bajo coste de producción.

55

Con este objetivo, la invención se refiere a un generador de campo magnético tal como se describe en preámbulo, caracterizado por que los primero y segundo ensamblajes magnetizantes presentan cada uno una estructura de imanes permanentes cuyos vectores de inducción magnética son sustancialmente perpendiculares al plano central, y que comprende una cara pasiva y una cara activa, delimitando dicha cara activa dichos entrehierros, y por que los vectores de inducción de los primero y segundo ensamblajes magnetizantes forman, en el interior de dicho generador, un bucle único de circulación de un campo magnético a través de dichos soportes y dichos entrehierros.

60

En una variante de puesta en práctica de la invención, dicha estructura de imanes permanentes puede ser una estructura escalonada que comprende por lo menos dos niveles de imanes permanentes, dichos niveles pueden

65

estar superpuestos de manera concéntrica y comprender un primer nivel de imanes permanentes, dicho nivel iniciador de flujo magnético que forma dicha cara pasiva de los primero y segundo ensamblajes magnetizantes, y un segundo nivel de imanes permanentes, denominado nivel concentrador de flujo magnético que forma dicha cara activa de los primer y segundo ensamblajes magnetizantes que delimita dichos entrehierros.

5 Por nivel iniciador, se debe comprender un nivel en el que el o los imanes están situados en un plano paralelo al plano central y que soporta el segundo nivel de imanes, denominado nivel concentrador. En este caso, los imanes permanentes del nivel iniciador están montados sobre el soporte y sirven de base o de zócalo para los imanes permanentes del nivel concentrador correspondiente. En una estructura magnetizante, un nivel iniciador permite conducir el flujo de campo magnético desde el soporte hacia el nivel concentrador correspondiente, y el otro nivel iniciador permite conducir el flujo de campo en la otra dirección, a saber desde el nivel concentrador correspondiente hacia el soporte.

15 Así, los primer y segundo ensamblajes magnetizantes pueden comprender una cara activa situada en el entrehierro y una cara pasiva opuesta. En unos ensamblajes magnetizantes que comprenden dos niveles de imanes permanentes, el nivel iniciador de dichos primero y segundo ensamblajes magnetizantes puede estar montado sobre dicho soporte, el vector de inducción magnético de dicho primer ensamblaje magnetizante puede estar orientado hacia su cara activa y el vector de inducción magnético de dicho segundo ensamblaje magnetizante puede estar orientado hacia su cara pasiva, y las primera y segunda estructuras magnetizantes pueden estar dispuestas de manera que sus caras activas estén enfrente la una de la otra.

Según la invención, en cada ensamblaje magnetizante, la sección de los niveles de imanes permanentes según un plano paralelo al plano central puede disminuir del nivel iniciador hacia el nivel concentrador.

25 Según la invención, los niveles de imanes permanentes pueden comprender unos valores de inducción magnética diferentes. Por ejemplo, la inducción magnética (por ejemplo 1 Telsa) de los imanes permanentes que constituyen un nivel iniciador puede ser menos fuerte que la de los imanes permanentes que constituyen el nivel concentrador correspondiente (por ejemplo 1,4 Tesla).

30 Según una variante de puesta en práctica, cada estructura magnetizante puede comprender un dispositivo dispuesto para contener el campo magnético en el volumen delimitado por dicho generador.

Dicho dispositivo dispuesto para contener el campo magnético puede comprender por lo menos una placa realizada de un material ferromagnético, dispuesta contra la cara lateral correspondiente del soporte y que se extiende en dirección del entrehierro correspondiente.

35 Ventajosamente, por lo menos una placa de dicho dispositivo dispuesta para contener el flujo magnético puede presentar una parte curvada dirigida hacia el entrehierro correspondiente.

40 En una variante, dicho dispositivo dispuesto para contener el flujo de campo magnético puede comprender una pieza de un material ferromagnético montada sobre un soporte, extendiéndose dicha pieza entre el primer y el segundo ensamblaje magnetizantes de una misma estructura magnetizante, en un plano paralelo al plano central, y dicha pieza que comprende unas zonas salientes que se extienden hacia los niveles concentradores, a nivel de las entradas y/o de las salidas de los entrehierros.

45 Según otra variante de puesta en práctica, cada soporte puede comprender por lo menos un imán permanente en su parte central posicionada entre el primer y el segundo ensamblaje magnetizante de una misma estructura magnetizante, siendo el vector de inducción magnética de dicho imán permanente paralelo al plano central, perpendicular a los vectores de inducción de dichos primer y segundo ensamblajes magnetizantes y orientado en el sentido de circulación de dicho campo magnético.

50 Con el fin de asegurar un bucle magnético uniforme en el generador de campo magnético, la parte central de cada soporte situada entre el primer y el segundo ensamblajes magnetizantes de una misma estructura magnetizante puede ser realizada de un material ferromagnético, cuya permeabilidad magnética es superior al material que constituye el resto de dicho soporte.

55 Según una variante de puesta en práctica, una pieza de aislamiento térmico plana, paralela al plano central, puede estar montada sobre cada estructura magnetizante y enmangada sobre los niveles concentradores correspondientes.

60 La pieza de aislamiento térmico puede ser un disco que comprende unos orificios para el paso de los imanes permanentes del nivel concentrador y puede apoyarse sobre el escalón formado por el nivel de imanes sobre el cual está montado el nivel concentrador.

65 En otra variante de puesta en práctica, el generador puede comprender una tercera estructura magnetizante interpuesta en el plano central, entre la primera y la segunda estructuras magnetizantes, comprendiendo dicha

tercera estructura magnetizante dos unidades magnetizantes dispuestas respectivamente entre los primero y segundo ensamblajes magnetizantes de dichas primera y segunda estructuras magnetizantes para delimitar cuatro entrehierros.

5 Cada unidad magnetizante puede comprender por lo menos un imán permanente cuyo vector de inducción magnética presenta el mismo sentido y la misma dirección que el vector de inducción magnética de los ensamblajes magnetizantes entre los cuales está posicionada dicha unidad magnetizante.

10 Preferentemente, los imanes permanentes descritos anteriormente y utilizados para realizar el generador de campo magnético según la presente invención presentan una imantación uniforme.

15 En la tercera estructura magnetizante, las unidades magnetizantes pueden comprender unos imanes permanentes dispuestos o montados a ambos lados de un elemento de mantenimiento realizado de un material ferromagnético. En una variante, los imanes permanentes de la tercera estructura magnetizante pueden estar dispuestos o montados entre dos elementos de mantenimiento idénticos y paralelos entre sí y realizados de un material ferromagnético.

Preferentemente, el elemento de mantenimiento presenta una forma de placa.

20 La invención se refiere también a un aparato térmico magnetocalórico tal como se define en el preámbulo, caracterizado por que comprende por lo menos un generador de campo magnético tal como se ha definido anteriormente y por que dicho disco que lleva dichos elementos magnetocalóricos está montado en los entrehierros de dicho generador de campo magnético.

25 Los elementos magnetocalóricos susceptibles de estar posicionados en los entrehierros del generador de campo magnético según la invención son destinados a estar en contacto térmico con un fluido termoportador. Este fluido termoportador puede, por ejemplo, circular desde su extremo frío hacia su extremo caliente durante una primera fase del ciclo magnético que corresponde a una fase en la que los elementos magnetocalóricos están posicionados en un entrehierro y sometidos a un campo magnético que provoca una subida de su temperatura, y desde su extremo caliente hacia su extremo frío durante una segunda fase del ciclo magnético en la que los elementos magnetocalóricos están posicionados fuera del entrehierro y sometidos a un campo magnético nulo que provoca una disminución de su temperatura. El contacto térmico entre el fluido termoportador y los elementos magnetocalóricos se puede realizar mediante un fluido termoportador que pasa a lo largo o a través de los elementos magnetocalóricos. Para este propósito, los elementos magnetocalóricos pueden estar constituidos por uno o varios materiales magnetocalóricos y pueden ser permeables al fluido termoportador. Pueden también comprender unos pasos de circulación del fluido que se extienden entre los dos extremos de los elementos magnetocalóricos. Estos pasos pueden ser realizados por la porosidad de los materiales magnetocalóricos, o por unos canales obtenidos por ejemplo por un conjunto de placas de material magnetocalórico.

40 Preferentemente, el fluido termoportador es un líquido. Para este propósito, es por ejemplo posible utilizar agua pura o adicionada de anticongelante, un producto glicolado o una salmuera.

45 Según la invención, el generador de campo magnético de dicho aparato térmico magnetocalórico puede comprender una tercera estructura magnetizante interpuesta en el plano central, entre la primera y la segunda estructuras magnetizantes, comprendiendo dicha tercera estructura magnetizante dos unidades magnetizantes dispuestas respectivamente entre el primero y el segundo ensamblaje magnetizante de dicha primera y segunda estructuras magnetizantes para delimitar cuatro entrehierros.

50 Breve descripción de los dibujos:

La presente invención y sus ventajas se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente de las formas de realización proporcionadas a título de ejemplo no limitativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 55 - la figura 1 es una vista en perspectiva de un generador de campo magnético según la invención,
- la figura 2 es una vista en sección según el plano A de la figura 1,
- la figura 3 es una vista en perspectiva del generador de la figura 1 provisto de un dispositivo apto para
60 contener el flujo de campo magnético,
- la figura 4 representa una vista en perspectiva de una estructura magnetizante del generador de la figura 3,
- la figura 5 representa una variante de puesta en práctica de la estructura magnetizante de la figura 4,
65
- la figura 6 representa una vista idéntica a la de la figura 4, según también otra variante de realización,

- la figura 7 es una vista en perspectiva de otra variante de puesta en práctica de una estructura magnetizante,
- la figura 8 es una vista en perspectiva de una variante del generador de campo magnético de la figura 1,
- la figura 9 representa una vista en sección según el plano B del generador de la figura 8,
- la figura 10 representa el generador de la figura 8 provisto de dispositivos aptos para contener el flujo de campo magnético,
- la figura 11 representa el generador de la figura 10 según un ángulo diferente,
- la figura 12 es una vista de otra variante de puesta en práctica del generador de campo magnético según la invención,
- la figura 13 es una representación esquemática simplificada de un aparato térmico magnetocalórico que comprende un generador de campo magnético según la invención, tal como el de la figura 3,
- las figuras 14A a 14E representan diferentes variantes de realización de una tercera estructura magnetizante, y
- la figura 15 representa otra variante de puesta en práctica del generador de campo magnético según la invención.

25 Ilustraciones de la invención y diferentes modos de puesta en práctica:

En los ejemplos de puesta en práctica ilustrados, las piezas o partes idénticas presentan las mismas referencias numéricas.

30 Las figuras 1 y 2 representan una primera forma de realización de un generador G_1 de campo magnético según la invención. Este generador de campo magnético G_1 comprende una primera estructura magnetizante S_{M11} y una segunda estructura magnetizante S_{M21} idénticas, montadas de forma invertida y dispuestas en frente la una de la otra paralelamente a un plano central P. Delimitan entre sí dos entrehierros E_1 , E_2 , diametralmente opuestos con respecto al eje longitudinal L del generador de campo magnético G_1 . Cada estructura magnetizante S_{M11} , S_{M21} comprende un primer ensamblaje magnetizante A_{M1} y un segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} . Las dos estructuras magnetizantes S_{M11} , S_{M21} están dispuestas la una con respecto a la otra de tal manera que el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la primera estructura magnetizante S_{M11} esté enfrente del segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la segunda estructura magnetizante S_{M21} y que el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la primera estructura magnetizante S_{M11} esté enfrente del primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la segunda estructura magnetizante S_{M21} para generar en los entrehierros E_1 , E_2 , unos vectores de inducción paralelos y orientados en las direcciones opuestas.

45 Los ensamblajes magnetizantes A_{M1} y A_{M2} de cada estructura magnetizante S_{M11} , S_{M21} están montados diametralmente opuestos con respecto al eje longitudinal L sobre un soporte S_{UP1} realizado de un material ferromagnético tal como un acero, una aleación a base de hierro o hierro. Este soporte S_{UP1} tiene por objeto mantener en posición el primer A_{M1} y el segundo A_{M2} ensamblajes magnetizantes y conducir las líneas de flujo magnético que sale del primer ensamblaje magnetizante A_{M1} hacia el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} . Para ello, y como se representa a título de ejemplo en la figura 1, el soporte S_{UP1} puede comprender una porción saliente S que se extiende hacia la estructura magnetizante opuesta S_{M11} , S_{M21} , alrededor del eje longitudinal L, entre los primer y el segundo ensamblajes magnetizantes A_{M1} , A_{M2} . Esta porción saliente S permite asegurar una circulación del flujo magnético homogéneo entre el primer A_{M1} y el segundo A_{M2} ensamblajes magnetizantes evitando una saturación del flujo magnético en el soporte S_{UP1} , y esto sin influir el volumen del generador G_1 . En el generador G_1 representado en la figura 1, esta porción saliente S permite también realizar un centrado del generador G_1 con respecto a una pieza de un aparato térmico magnetocalórico A_T que comprende unos elementos magnetocalóricos E_M y posicionada entre las dos estructuras magnetizantes S_{M12} , S_{M21} tal como se representa en la figura 13. El soporte S_{UP1} puede también presentar una configuración diferente y estar realizado por un ensamblaje de varias placas de un material ferromagnético que forma un soporte con una estructura denominada en sándwich que presenta un coste de fabricación más económico. Esta configuración se puede realizar en todos los soportes S_{UP1} , S_{UP2} , S_{UP3} , S_{UP4} , S_{UP9} descritos.

60 El hecho de que las dos estructuras magnetizantes S_{M11} , S_{M21} que forma el generador de campo magnético G_1 sean idénticas responde a una obligación de optimización de los costes de realización para la fabricación de dicho generador G_1 según la invención. En efecto, esto permite reducir el número de piezas necesarias para su fabricación, por lo tanto facilitar su montaje, así como la referenciación de las piezas y la gestión del almacenamiento.

Además de poder ser realizado fácilmente y a menor coste, los ensamblajes magnetizantes A_{M1} , A_{M19} y A_{M2} , A_{M29} del generador según la invención presentan una estructura en niveles que permite optimizar la inducción magnética en los entrehierros correspondientes. En el ejemplo de realización ilustrado en la figura 1, cada ensamblaje magnetizante A_{M1} y A_{M2} comprende dos niveles E_{11} , E_{C1} , E_{12} , E_{C2} de imanes permanentes A_{P1} , A_{PC} . Estos niveles E_{11} , E_{C1} , E_{12} , E_{C2} están superpuestos y posicionados de manera centrada el uno con respecto al otro. Un primer nivel, denominado nivel iniciador E_{11} , E_{12} de campo magnético está montado en el soporte S_{UP1} y un segundo nivel, denominado nivel concentrador E_{C1} , E_{C2} de campo magnético está montado en el nivel iniciador E_{11} , E_{12} de manera centrada. Este nivel concentrador E_{C1} , E_{C2} tiene por objeto concentrar, intensificar y dirigir el campo magnético del nivel iniciador E_{11} , E_{12} hacia o desde el entrehierro E_1 , E_2 correspondiente. En efecto, en una estructura magnetizante, un nivel iniciador permite conducir el flujo de campo magnético desde el soporte hacia el nivel concentrador correspondiente y el otro nivel iniciador permite conducir el flujo de campo magnético en la otra dirección, a saber desde el nivel concentrador correspondiente hacia el soporte. Gracias a la forma escalonada de los primeros A_{M1} y segundos A_{M2} ensamblajes magnetizantes, el flujo de campo magnético está concentrado en los entrehierros E_1 , E_2 .

En otras palabras, los niveles E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} están montados los unos sobre los otros a fin de formar una estructura que presenta unos escalones y cuya sección según un plano paralelo al plano P se reduce en dirección del entrehierro E_1 , E_2 correspondiente, en forma de una estructura encajable. Para este propósito, el nivel iniciador E_{11} , E_{12} comprende una sección según un plano paralelo al plano P más grande que el del nivel concentrador E_{C1} , E_{C2} .

En una variante de esta estructura escalonada y conforme a la figura 15, los imanes permanentes A_{PU} que forman las primera S_{M19} y segunda S_{M29} estructuras magnetizantes pueden formar un solo nivel E_U de imanes permanentes posicionado sobre el soporte correspondiente S_{UP9} . Tal configuración presenta la ventaja de ser montada más rápidamente, por lo tanto con un coste más bajo.

Los imanes permanentes A_{P1} , A_{PC} , A_{PU} de los niveles E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} , E_U están preferentemente magnetizados de manera uniforme, y su vector de inducción es perpendicular al plano P. Los ensamblajes magnetizantes A_{M1} , A_{M19} y A_{M2} , A_{M29} comprenden una cara activa F_{A1} , F_{A2} situada en el entrehierro E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} y una cara pasiva F_{P1} , F_{P2} situada fuera del entrehierro E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} . Estas caras activas F_{A1} , F_{A2} y pasivas F_{P1} , F_{P2} son paralelas entre sí y al plano central P. La cara pasiva F_{P1} , F_{P2} de un ensamblaje magnetizante A_{M1} , A_{M19} , A_{M2} , A_{M29} corresponde a la cara de los imanes A_{P1} o A_{PU} del nivel iniciador E_{11} , E_{12} o del nivel único E_U en contacto con el soporte S_{UP1} , S_{UP9} y su cara activa F_{A1} , F_{A2} corresponde a la cara de los imanes A_{PC} o A_{PU} del nivel concentrador E_{C1} , E_{C2} o del nivel único E_U que delimita el entrehierro E_1 , E_2 .

En los ejemplos ilustrados en las figuras 1 a 12, las estructuras magnetizantes S_{M11} , S_{M12} , S_{M13} , S_{M14} , S_{M15} , S_{M21} , S_{M22} comprenden dos niveles E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} de imanes permanentes A_{Pi} , A_{PC} y cada nivel E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} comprende tres imanes permanentes A_{Pi} , A_{PC} . Sin embargo, la invención no está limitada a esta configuración. En efecto, los niveles E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} pueden no comprender el mismo número de imanes permanentes A_{Pi} , A_{PC} y pueden comprender uno solo o varios. De la misma manera, más de dos niveles E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} pueden componer una estructura magnetizante S_{M11} , S_{M12} , S_{M13} , S_{M14} , S_{M15} , S_{M21} , S_{M22} o un solo nivel E_U puede ser previsto para formar una estructura magnetizante, como es el caso en el ejemplo de generador representado en la figura 15. Asimismo, la forma de los niveles E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} , E_U aquí con unas secciones cuadrangulares, y la de los imanes permanentes A_{Pi} , A_{PC} , A_{PU} que los constituyen pueden ser diferentes de las ilustradas, y adaptadas a la forma y al volumen de los entrehierros E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} dictados por la forma de los elementos magnetocalóricos, debiendo E_M estar sometido al campo magnético en el interior de los entrehierros E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} así como a la intensidad de este campo magnético.

En una misma estructura magnetizante S_{M11} , S_{M12} , S_{M13} , S_{M14} , S_{M15} , S_{M21} , S_{M22} , los vectores de inducción de los imanes permanentes A_{Pi} , A_{PC} , A_{PU} de los niveles E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} , E_U tienen el mismo sentido. Sin embargo, para realizar una circulación magnética intensa en el generador G1 según un bucle magnético único que incluye los entrehierros E_1 , E_2 , el sentido de los vectores de inducción en los ensamblajes magnetizantes A_{M1} , A_{M2} de una misma estructura magnetizante S_{M11} , S_{M12} , S_{M13} , S_{M14} , S_{M15} , S_{M21} , S_{M22} , está invertido, de manera que el sentido del flujo de inducción magnético en los entrehierros E_1 , E_2 está también invertido. Este es también el caso para el sentido magnético de los ensamblajes magnetizantes A_{M19} , A_{M29} en cada estructura magnetizante S_{M19} , S_{M29} del generador G9 de la 15.

Para este propósito, se considera la primera estructura magnetizante S_{M11} del generador G1 de la figura 1, representada en la parte inferior del dibujo, los imanes A_{PC} del primer ensamblaje magnetizante A_{M1} presentan una cara activa F_{A1} , del lado del entrehierro E_1 situada enfrente del plano central P en la que entra el flujo de inducción magnética. De la misma manera, los imanes A_{PC} del segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} presentan una cara activa F_{A2} , del lado del entrehierro E_2 situada enfrente del plano central P de la cual sale el flujo de inducción magnética. Las caras activas F_{A1} y F_{A2} están, además, situadas en un mismo plano. El vector de inducción de los imanes permanentes A_{Pi} , A_{PC} del segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} está orientado hacia el plano P, mientras que el vector de inducción de los imanes permanentes A_{Pi} , A_{PC} del primer ensamblaje magnetizante A_{M1} está en el sentido opuesto, alejándose del plano central P, siendo estos dos vectores perpendiculares al plano central P.

La segunda estructura magnetizante S_{M21} (ilustrada en la parte superior de la figura 1) es idéntica a la primera estructura magnetizante S_{M11} . Está dispuesta con respecto al plano P de tal manera que las caras activas F_{A1} y F_{A2} de los primer y segundo ensamblajes magnetizantes A_{M1} , A_{M2} sean paralelas al plano P y estén enfrente de las caras activas F_{A2} y F_{A1} de los segundo y primer ensamblajes magnetizantes A_{M2} , A_{M1} de la primera estructura magnetizante S_{M11} . Además, el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la primera estructura magnetizante S_{M11} está dispuesto enfrente del segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la segunda estructura magnetizante S_{M21} mientras que el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la primera estructura magnetizante S_{M11} está en frente del primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la segunda estructura magnetizante S_{M21} . De esta manera, los imanes permanentes A_{PC} de los niveles concentradores E_{C1} , E_{C2} que se hacen frente presentan unos vectores de inducción de misma dirección y de mismo sentido y delimitan dos entrehierros E_1 , E_2 . Un primer entrehierro E_1 está situado en la derecha en la figura 1 y está materializado por el volumen libre entre el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la primera estructura magnetizante S_{M11} y el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la segunda estructura magnetizante S_{M21} y las líneas de flujo magnético están orientadas de la segunda estructura magnetizante S_{M21} hacia la primera estructura magnetizante S_{M11} (hacia la parte baja de la figura 1). Un segundo entrehierro E_2 está situado a la izquierda en la figura 1 y materializado por el volumen libre entre el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la primera estructura magnetizante S_{M11} y el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la segunda estructura magnetizante S_{M21} y las líneas de flujo magnético están orientadas de la primera estructura magnetizante S_{M11} hacia la segunda estructura magnetizante S_{M21} (hacia la parte alta de la figura 1). El generador de campo magnético $G1$ genera un único bucle magnético que circula entre la primera y la segunda estructura magnetizante S_{M11} , S_{M21} , únicamente a través de los entrehierros E_1 , E_2 en los que están concentrado el campo magnético. En otras palabras, en el exterior de la primera S_{M11} y de la segunda S_{M12} estructuras magnetizantes, el flujo magnético circula sólo a través de los entrehierros E_1 , E_2 . Esto es el caso en todas las variantes del generador de campo magnético G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 según la invención en referencia a las figuras 1 a 12. En otras palabras, este generador G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 comprende así sólo una unión magnética realizada por medio de un material magnetizable o magnetizado entre las estructuras magnetizantes S_{M11} , S_{M12} , S_{M13} , S_{M14} , S_{M15} , S_{M21} , S_{M22} , S_{M3} .

El generador de campo magnético $G1$ representado en la figura 1 puede estar montado en o soportado por un cárter o un soporte realizado de un material ferromagnético que sirve de blindaje magnético que impide a las líneas del campo magnético salirse del volumen delimitado por el generador $G1$. Este es también el caso para los otros generadores según la invención.

Las figuras 3 y 4 representan una variante de puesta en práctica en la que cada estructura magnetizante S_{M12} , S_{M22} del generador $G2$ comprende un dispositivo D_{CF1} , D_{CF2} dispuesto para contener el flujo de campo magnético en el volumen definido por dicho generador G_2 . Este dispositivo se presenta en forma de placas D_{CF1} , D_{CF2} realizadas en un material ferromagnético tal como un acero o hierro y cuyo objetivo es canalizar el campo magnético en la zona en la que se encuentran los imanes A_{PI} , A_{PC} con el fin de obtener un campo magnético intenso en los entrehierros E_1 , E_2 y nulo fuera. Se crea así una variación de inducción magnética lo más brusca posible entre una posición situada en el entrehierro y una posición situada fuera del entrehierro E_1 , E_2 correspondiente.

Estas placas D_{CF1} , D_{CF2} están montadas entre las caras laterales de los niveles iniciadores E_{11} , E_{12} . Es decir, las caras situadas a nivel de la entrada y de la salida de los entrehierros, E_1 , E_2 , para los elementos magnetocalóricos E_M así como contra las caras laterales del soporte S_{UP1} . La placa interna D_{CF1} posee una parte curvada hacia el entrehierro E_1 , E_2 que permite dirigir las líneas de flujo hacia el volumen del generador G_2 , y más particularmente hacia el entrehierro E_1 , E_2 correspondiente. Estas placas pueden estar también previstas en la variante de puesta en práctica ilustrada en la figura 15 a un único nivel de imanes.

La figura 5 representa una variante de puesta en práctica en la que el generador de campo magnético G_3 ilustrado se distingue de aquel de las figuras 3 y 4 únicamente por la forma del soporte S_{UP2} de una estructura magnetizante S_{M13} cuya parte central no presenta porción saliente. Para ello, para evitar una saturación magnética en dicho soporte S_{UP2} , este último puede comprender unas partes tal como la zona central S_c alrededor del eje longitudinal L cuya permeabilidad magnética es superior a las otras partes, utilizando por ejemplo una aleación de hierro y de cobalto para realizar esta zona central S_c y únicamente de hierro para el resto del soporte S_{UP2} .

La figura 6 representa una variante de puesta en práctica en la que el generador de campo magnético G_4 se distingue del de las figuras 3 y 4 también por su soporte S_{UP3} , que comprende un imán permanente A_{H1} que favorece la circulación del flujo magnético entre los primer A_{M1} y segundo A_{M2} ensamblajes magnetizantes de una estructura magnetizante S_{M14} . Para este propósito, este imán permanente A_{H1} está uniformemente imantado y su vector de inducción magnética es paralelo al plano P, perpendicular al vector de inducción de dicho primer A_{M1} y dicho segundo A_{M2} ensamblaje magnetizante y orientado desde el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} hacia el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} en el sentido de circulación del campo magnético. En una variante, dicho soporte S_{UP3} puede comprender, por lo menos en parte, ferrita, por ejemplo a nivel de las partes que soportan el primer A_{M1} y el segundo A_{M2} ensamblajes magnetizantes.

La figura 7 representa una variante de puesta en práctica en la que el generador de campo magnético G_5 comprende un dispositivo D_{CF3} dispuesto para contener el flujo de campo magnético en el volumen definido por

dicho generador G_5 , constituyendo este dispositivo D_{CF3} una variante del dispositivo equivalente D_{CF1} , D_{CF2} de las figuras 3 y 4. Este dispositivo D_{CF3} comprende una pieza de un material ferromagnético montada sobre el soporte S_{UP4} de una estructura magnetizante S_{M15} . Para este propósito, el soporte S_{UP4} presenta una forma de placa paralela al plano central P en los extremos redondeados a nivel de los cuales están montados a ambos lados el primer A_{M1} y el segundo A_{M2} ensamblajes magnetizantes. La pieza D_{CF3} presenta una forma de placa que se extiende sustancialmente sobre el resto de la superficie del soporte S_{UP4} y que presenta, a nivel de las entradas y de las salidas de los entrehierros E_1 , E_2 , unas zonas sobresalientes Z_S que se extienden hacia los niveles concentradores E_{C1} , E_{C2} . Esta pieza D_{CF3} tiene por objeto canalizar el campo magnético en la zona en la que se encuentran los imanes A_{P1} , A_{PC} y asegurar una buena circulación del flujo magnético, con el fin de obtener un campo magnético lo más intenso posible en los entrehierros E_1 , E_2 y también una diferencia de intensidad magnética la más importante posible entre una posición en el entrehierro E_1 , E_2 y una posición fuera del entrehierro E_1 , E_2 .

Las figuras 8 y 9 representan una variante de puesta en práctica en la que el generador de campo magnético G_6 se distingue del de las figuras 1 y 2 por la presencia de una pieza de aislamiento térmico y/o fónico P_{11} en forma de un disco enmangado sobre los niveles concentradores E_{C1} , E_{C2} de los primero A_{M1} y segundo A_{M2} ensamblajes magnetizantes de la primera S_{M11} y de la segunda S_{M21} estructuras magnetizantes. Este disco P_{11} es plano, paralelo al plano P y está realizado de un material que comprende un coeficiente muy bajo de conductividad térmica, tal como un material plástico, por ejemplo. En el ejemplo ilustrado, los primero A_{M1} y segundos A_{M2} ensamblajes magnetizantes comprenden dos niveles E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2} de imanes permanentes A_{P1} , A_{PC} , de manera que el disco P_{11} reposa sobre el nivel iniciador E_{11} , E_{12} . Además, el disco P_{11} comprende unos orificios E de forma complementaria a los niveles concentradores E_{C1} , E_{C2} que permiten un enmangamiento sobre estos últimos. Este disco P_{11} permite aislar térmicamente los entrehierros E_1 , E_2 con respecto al entorno exterior y evitar el efecto de ventilación en dichos entrehierros E_1 , E_2 debido a la rotación del generador G_6 . De esta manera, la influencia térmica del entorno exterior sobre los elementos magnetocalóricos que están dispuestos en los entrehierros E_1 , E_2 es limitada, incluso inexistente.

En una variante no representada, la cara del disco P_{11} situada en el entrehierro E_1 , E_2 puede estar al mismo nivel que las caras activas F_{A1} , F_{A2} de los primero A_{M1} y segundo A_{M2} ensamblajes magnetizantes en los que dicho disco P_{11} está posicionado. En otras palabras, el disco P_{11} de aislamiento térmico y/o fónico puede presentar sustancialmente la misma altura (según el eje longitudinal L) que el nivel concentrador E_{C1} , E_{C2} correspondiente. Esta variante permite también reducir la mezcla de aire en los entrehierros y asegurar un aislamiento térmico mejorado.

Por supuesto, es posible asociar el montaje de tales discos P_{11} con una variante de generador G_2 , G_3 , G_4 , G_5 que comprende unos dispositivos D_{CF1} , D_{CF2} , D_{CF3} dispuestos para contener el flujo de campo magnético. Para este propósito, las figuras 10 y 11 representan una variante de puesta en práctica en la que el generador de campo magnético G_7 se distingue del de las figuras 8 y 9 por un disco P_{12} que comprende unos orificios ensanchados E para el paso también de las placas D_{CF1} , D_{CF2} destinadas a contener el flujo magnético en el recinto del generador G_7 .

La figura 12 representa otra variante de puesta en práctica en la que el generador de campo magnético G_8 define cuatro entrehierros E_3 , E_4 , E_5 , E_6 . Este generador G_8 presenta la configuración del generador G_2 de la figura 3 en el que una tercera estructura magnetizante S_{M3} está interpuesta en el plano central P, entre la primera S_{M12} y la segunda S_{M22} estructuras magnetizantes. Esta tercera estructura magnetizante S_{M3} comprende dos unidades magnetizantes U_1 , U_2 dispuestas respectivamente entre los primero A_{M1} y segundo A_{M2} ensamblajes magnetizantes de dicha primera S_{M12} y dicha segunda S_{M22} estructura magnetizante. Así, una unidad magnetizante U_1 está dispuesta entre el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la primera estructura magnetizante S_{M12} y el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la segunda estructura magnetizante S_{M22} y otra unidad magnetizante U_2 está dispuesta entre el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la primera estructura magnetizante S_{M12} y el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la segunda estructura magnetizante S_{M22} . Las unidades magnetizantes U_1 , U_2 comprenden unos imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} dispuestos a ambos lados de un elemento de mantenimiento M parcialmente ilustrado y que puede presentarse en forma de un disco del cual por lo menos las zonas en contacto con los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} son de un material ferromagnético para permitir al flujo magnético circular entre los dos ensamblajes magnéticos A_{M1} , A_{M2} en frente. A título de ejemplo, los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} de las unidades magnetizantes U_1 , U_2 pueden estar constituidos por un solo imán permanente o por varios imanes permanentes. En una variante de la estructura en sándwich ilustrada que comprende unos imanes permanentes interpuestos a ambos lados del elemento de mantenimiento M, es posible prever que cada unidad magnetizante U_1 , U_2 comprenda únicamente uno o unos imanes permanentes, pudiendo estos últimos ser mantenidos en el generador G_8 por una pieza de material plástico, por ejemplo. Además, para permitir realizar un bucle magnético continuo con un campo magnético intenso, el vector de inducción magnética de cada uno de los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} de las unidades magnetizantes U_1 , U_2 presenta la misma orientación y la misma dirección que los vectores de inducción de los primero y segundo ensamblajes magnetizantes A_{M1} , A_{M2} entre los cuales están dispuestos.

El generador G_8 de la figura 12 presenta la ventaja de proporcionar cuatro entrehierros E_3 , E_4 , E_5 , E_6 superpuestos de dos en dos y diametralmente opuestos de dos en dos en un volumen reducido y con un peso reducido. En esta forma de realización también, el flujo de campo magnético circula en un único bucle magnético y entre los ensamblajes magnetizantes A_{M1} , A_{M2} y las unidades magnetizantes U_1 , U_2 , únicamente a través de los entrehierros E_3 , E_4 , E_5 , E_6 .

Las figuras 14A a 14E representan unas variantes de puesta en práctica de la tercera estructura magnetizante S_{M31} , S_{M32} , S_{M33} , S_{M34} , S_{M35} . Estas variantes comprenden dos unidades magnetizantes U_{131} , U_{132} , U_{133} , U_{134} , U_{135} , U_{231} , U_{232} , U_{233} , U_{234} , U_{235} diferentes de las de la tercera estructura magnetizante S_{M3} representada en la figura 12. Comprenden en efecto menos imanes permanentes y presentan por lo tanto la ventaja de ser montadas más fácil y rápidamente ya que se necesitan menos operaciones, conservando al mismo tiempo la eficacia que la tercera estructura magnetizante S_{M3} representada en la figura 12. Dichas unidades magnetizantes U_{131} , U_{132} , U_{133} , U_{134} , U_{135} , U_{231} , U_{232} , U_{233} , U_{234} , U_{235} están destinadas a estar dispuestas en un generador de campo magnético de la misma manera que la tercera estructura magnetizante S_{M3} , a saber respectivamente por un lado, entre el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la primera estructura magnetizante S_{M12} y el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la segunda estructura magnetizante S_{M22} y, por otro lado, entre el segundo ensamblaje magnetizante A_{M2} de la primera estructura magnetizante S_{M12} y el primer ensamblaje magnetizante A_{M1} de la segunda estructura magnetizante S_{M22} .

En una primera variante de la tercera estructura magnetizante S_{M31} representada en la figura 14A, las dos unidades magnetizantes U_{131} , U_{231} comprenden unos imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} dispuestos de un lado solamente de un elemento de mantenimiento M_{31} realizado de un material ferromagnético. La forma de dichos imanes A_{PU1} , A_{PU2} presenta sustancialmente las mismas dimensiones en el plano central P que la proyección en dicho plano P de los imanes de las primera y segunda estructuras magnetizantes. El elemento de mantenimiento M_{31} presenta una forma de placa que se extiende a ambos lados del eje central L sustancialmente en forma de cola redondeada y realizada de un material ferromagnético. Los imanes A_{PU1} , A_{PU2} están montados y pegados sobre este elemento de mantenimiento M_{31} . Además, como se representa en la figura 14A, la placa que forma el elemento de mantenimiento M_{31} puede comprender, en su cara opuesta a los imanes A_{PU1} , A_{PU2} , unas partes salientes, tales como unas protuberancias planas P_{31} que se extienden hacia el ensamblaje magnetizante correspondiente y que presentan, vistas en proyección en el plano P, la misma superficie que la de los imanes A_{PU1} , A_{PU2} . Tales protuberancias permiten aumentar la inducción magnética en los entrehierros y evitar una saturación magnética en la tercera estructura magnetizante S_{M31} .

En la variante representada en la figura 14B, la tercera estructura magnetizante S_{M32} comprende dos elementos de mantenimiento M_{32} idénticos, montados a ambos lados de los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} . Estos elementos de mantenimiento M_{32} no presentan protuberancias como en el ejemplo anterior y están formados de una placa de material ferromagnético. Preferentemente, los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} están pegados sobre por lo menos uno de dichos elementos de mantenimiento M_{32} y pueden estar pegados también en el otro elemento de mantenimiento M_{32} o simplemente posicionados sobre este último por atracción magnética. Además, la superficie de la placa que forma cada elemento de mantenimiento M_{32} puede cubrir sólo una parte de los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} , lo que permite reducir la cantidad de material necesario para su fabricación, y así también su coste de fabricación, reduciendo al mismo tiempo el peso de la tercera estructura magnetizante S_{M32} . Además, el elemento de mantenimiento M_{32} puede cubrir sólo una parte discontinua de los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} .

En una tercera variante representada en la figura 14C, la tercera estructura magnetizante S_{M33} comprende dos elementos de mantenimiento M_{33} idénticos montados a ambos lados de los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} . Estos elementos de mantenimiento M_{33} no presentan protuberancias como en el ejemplo de la figura 14A y están formados de una placa de material ferromagnético. Preferentemente, los imanes permanentes A_{PU1} , A_{PU2} están pegados sobre por lo menos dichos elementos de mantenimiento M_{33} y simplemente posicionados sobre el otro elemento de mantenimiento M_{33} .

La variante de la figura 14D representa la configuración de la figura 14C en la que los elementos de mantenimiento M_{34} de la tercera estructura magnetizante S_{M34} presentan unas protuberancias P_{34} tales como las representadas en la figura 14A y que ofrecen las mismas ventajas.

La tercera estructura magnetizante S_{M35} realizada según una quinta variante y representada en la figura 14E se distingue de la de la figura 14D por el bisel o forma sustancialmente piramidal de las protuberancias P_{35} de los elementos de mantenimiento M_{35} . Tal configuración permite favorecer la concentración del flujo magnético en un volumen más restringido.

El generador de campo magnético G_9 representado en la figura 15 ilustra una variante de puesta en práctica de la representada en la figura 12, que comprende la tercera estructura magnetizante S_{M32} representada en la figura 14B. En este ejemplo, los ensamblajes magnetizantes A_{M19} y A_{M29} comprenden un solo nivel E_u de imanes permanentes A_{PU} , con una cara activa F_{A1} , F_{A2} situada en los entrehierros E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} . La cara pasiva F_{P1} , F_{P2} de un ensamblaje magnetizante A_{M19} , A_{M29} corresponde a la cara de los imanes A_{PU} del nivel único E_u en contacto con el soporte S_{UP9} . La tercera estructura magnetizante S_{M32} permite crear cuatro entrehierros en un volumen optimizado. En comparación con el generador magnético G_8 representado en la figura 12, este generador de campo magnético G_9 se puede realizar de manera más económica ya que comprende menos piezas y permite un montaje más rápido, además de ser más ligero y menos costoso en material.

El conjunto de los generadores G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 representados comprende dos niveles de imanes

permanentes, a saber un nivel iniciador E_{11} , E_{12} y un nivel concentrador E_{C1} , E_{C2} . La invención no está, no obstante, relacionada con este número de niveles. En efecto, según las necesidades en campo magnético en los entrehierros E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 es posible considerar la integración de más de dos niveles de imanes permanentes en ensamblajes magnetizantes A_{M1} , A_{M2} o menos, como en el generador G_9 ilustrado en la figura 15 que comprende un solo nivel de imanes permanentes E_U .

Las diferentes variantes de puesta en práctica ilustradas en las figuras y descritas pueden por supuesto ser combinadas entre sí para ofrecer un amplio panel de combinaciones técnicas en función de las necesidades.

De manera general, es más fácil y más económico realizar unos imanes permanentes de pequeño tamaño. Además, el campo o la inducción magnética en unos imanes permanentes de pequeño tamaño es más homogéneo que en unos imanes permanentes de tamaño más importante. Los niveles de imanes permanentes A_{Pl} , A_{PC} , A_{PU} pueden comprender un solo o varios imanes permanentes yuxtapuestos. Sin embargo, dado que es técnicamente más fácil y económico realizar tres imanes permanentes poliédricos que comprenden cuatro caras y ensamblarlos entre sí que fabricar un solo imán de tamaño más importante y de forma compleja, se puede preferir esta variante de varios imanes. En efecto, es más simple magnetizar pequeñas piezas, y el campo magnético obtenido en estas últimas es más intenso y más homogéneo, lo que permite por un lado reducir los costes de fabricación y, por otro lado mejorar la homogeneidad y la intensidad del campo magnético en los entrehierros E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} correspondientes. Los generadores de campo magnético G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 , G_9 ilustrados por el conjunto de las figuras 1 a 12 y 15 están destinados a ser integrados en un aparato térmico A_T tal como el representado esquemáticamente en la figura 13 y que comprende por lo menos un elemento magnetocalórico E_M . Este elemento magnetocalórico E_M puede estar constituido por uno o varios metales magnetocalóricos y está atravesado o en contacto térmico con un fluido termoportador que circula de manera alterna en dos direcciones opuestas, según la posición de dicho elemento magnetocalórico E_M dentro y fuera de un entrehierro E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} . Los medios de puesta en circulación del fluido termoportador no están representados.

Los generadores de campo magnético G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 , G_9 representados comprenden por lo menos dos entrehierros E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} , diametralmente opuestos, lo que permite también sobrecargar magnéticamente por lo menos dos elementos magnetocalóricos E_M , y por lo tanto incrementar el rendimiento de tal aparato térmico A_T que comprende dicho generador de campo magnético G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 , G_9 , conservando al mismo tiempo un volumen compacto y reducido.

Preferentemente, el elemento magnetocalórico E_M y el generador de campo magnético G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 , G_9 están montados según un movimiento relativo de uno con respecto al otro, de manera que dicho elemento magnetocalórico E_M pueda entrar y salir alternativamente de un entrehierro E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} . Este cambio de posición se puede obtener por una rotación continua o secuencial o también por un movimiento de rotación vaivén del generador de campo magnético G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 , G_9 con respecto a dicho elemento magnetocalórico E_M , o a la inversa, del disco que lleva los elementos magnetocalóricos E_M con respecto a dicho generador de campo magnético.

Ventajosamente, la invención permite obtener un campo magnético elevado de aproximadamente 1 Tesla en cada entrehierro E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10} gracias a la utilización de imanes permanentes cuya remanencia magnética (inducción magnética) está comprendida entre 0,8 y 1,4 teslas. Esto es aún más sorprendente si los entrehierros son anchos, a la inversa de los entrehierros estrechos en los generadores de campo magnético conocidos, y en particular si presentan una altura que corresponde como mínimo a aproximadamente una tercera parte de la altura de uno de los niveles de imanes permanentes.

Aplicabilidad industrial:

Se destaca claramente de esta descripción que la invención permite alcanzar los objetivos fijados, a saber proponer un generador de campo magnético cuya realización es estructuralmente simple, económica, compacta y que permite obtener un campo magnético intenso y uniforme, de aproximadamente un Tesla en un aparato térmico magnetocalórico A_T con estructura rotativa. Tal generador de campo magnético puede en particular encontrar aplicación tanto industrial como doméstica cuando se integra en un aparato térmico magnetocalórico A_T destinado a ser utilizado en el campo de la calefacción, de la climatización, del templado, del enfriamiento u otros, a costes competitivos y con un bajo volumen.

La presente invención no está limitada a los ejemplos de formas de realización descritos, sino que comprende cualquier modificación y variante evidentes para el experto en la materia, estando comprendida al mismo tiempo dentro del alcance de protección definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Generador de campo magnético ($G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7, G_8, G_9$) para un aparato térmico magnetocalórico (A_T) con estructura rotativa, comprendiendo dicho generador de campo magnético ($G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7, G_8, G_9$) una primera ($S_{M11}, S_{M12}, S_{M13}, S_{M14}, S_{M15}, S_{M19}$) y una segunda ($S_{M21}, S_{M22}, S_{M29}$) estructuras magnetizantes idénticas, montadas pies contra cabeza, enfrentadas entre sí, paralelamente a ambos lados de un plano central (P), y dispuestas para definir por lo menos dos entrehierros ($E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_9, E_{10}$) situados en un mismo plano y diametralmente opuestos, comprendiendo cada estructura magnetizante ($S_{M11}, S_{M12}, S_{M13}, S_{M14}, S_{M15}, S_{M19}, S_{M21}, S_{M22}, S_{M29}$) un primer (A_{M1}, A_{M19}) y un segundo (A_{M2}, A_{M29}) ensamblajes magnetizantes estructuralmente idénticos, diametralmente opuestos, cuyos vectores de inducción están orientados en sentidos opuestos, montados sobre un soporte ($S_{UP1}, S_{UP2}, S_{UP3}, S_{UP4}, S_{UP9}$) realizado en por lo menos un material ferromagnético, y que delimita dichos entrehierros, caracterizado por que el primer (A_{M1}, A_{M19}) y el segundo (A_{M2}, A_{M29}) ensamblajes magnetizantes presentan cada uno una estructura de imanes permanentes (A_{PI}, A_{PC}, A_{PU}) cuyos vectores de inducción magnética son sustancialmente perpendiculares al plano central (P), y que comprenden una cara pasiva (F_{P1}, F_{P2}) y una cara activa (F_{A1}, F_{A2}), delimitando dicha cara activa (F_{A1}, F_{A2}) dichos entrehierros, y por que los vectores de inducción de los primeros (A_{M1}, A_{M19}) y segundos (A_{M2}, A_{M29}) ensamblajes magnetizantes forman en el interior de dicho generador un bucle único de circulación de un campo magnético a través de dichos soportes ($S_{UP1}, S_{UP2}, S_{UP3}, S_{UP4}, S_{UP9}$) y dichos entrehierros ($E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_9, E_{10}$).
2. Generador de campo magnético ($G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7, G_8$) según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha estructura de imanes permanentes (A_{PI}, A_{PC}) es una estructura escalonada que comprende por lo menos dos niveles ($E_{11}, E_{12}, E_{C1}, E_{C2}$) de imanes permanentes (A_{PI}, A_{PC}), por que dichos niveles ($E_{11}, E_{12}, E_{C1}, E_{C2}$) están superpuestos de manera concéntrica y comprenden un primer nivel de imanes permanentes, denominado nivel iniciador (E_{11}, E_{12}) de flujo magnético que forma dicha cara pasiva (F_{P1}, F_{P2}) de los primer (A_{M1}) y segundo (A_{M2}) ensamblajes magnetizantes, y un segundo nivel de imanes permanentes, denominado nivel concentrador (E_{C1}, E_{C2}) de flujo magnético que forma dicha cara activa (F_{A1}, F_{A2}) de los primer (A_{M1}) y segundo (A_{M2}) ensamblajes magnetizantes que delimitan dichos entrehierros.
3. Generador, según la reivindicación 1, caracterizado por que cada estructura magnetizante ($S_{M12}, S_{M13}, S_{M14}, S_{M15}, S_{M22}$) comprende un dispositivo ($D_{CF1}, D_{CF2}, D_{CF3}$) dispuesto para contener el campo magnético en el volumen delimitado por dicho generador (G_2, G_3, G_4, G_5, G_7).
4. Generador, según la reivindicación 3, caracterizado por que dicho dispositivo dispuesto para contener el campo magnético comprende por lo menos una placa (D_{CF1}, D_{CF2}) realizada en un material ferromagnético, dispuesta contra la cara lateral correspondiente del soporte ($S_{UP1}, S_{UP2}, S_{UP3}$) y que se extiende en dirección del entrehierro (E_1, E_2) correspondiente.
5. Generador, según la reivindicación 2, caracterizado por que una pieza de aislamiento térmico (P_{11}, P_{12}) plana, paralela al plano central (P) está montada sobre cada estructura magnetizante ($S_{M11}, S_{M12}, S_{M21}, S_{M22}$) y enmangada sobre los niveles concentradores (E_{C1}, E_{C2}) correspondientes.
6. Generador, según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende una tercera estructura magnetizante ($S_{M3}, S_{M31}, S_{M32}, S_{M33}, S_{M34}, S_{M35}$) interpuesta en el plano central (P), entre la primera (S_{M12}, S_{M19}) y la segunda (S_{M22}, S_{M29}) estructuras magnetizantes, comprendiendo dicha tercera estructura magnetizante ($S_{M3}, S_{M31}, S_{M32}, S_{M33}, S_{M34}, S_{M35}$) dos unidades magnetizantes ($U_1, U_{131}, U_{132}, U_{133}, U_{134}, U_{135}, U_2, U_{231}, U_{232}, U_{233}, U_{234}, U_{235}$) dispuestas respectivamente entre los primer (A_{M1}, A_{M19}) y segundo (A_{M2}, A_{M29}) ensamblajes magnetizantes de dichas primera (S_{M12}, S_{M19}) y segunda (S_{M22}, S_{M29}) estructuras magnetizantes para delimitar cuatro entrehierros ($E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_9, E_{10}$).
7. Generador, según la reivindicación 6, caracterizado por que cada unidad magnetizante ($U_1, U_{131}, U_{132}, U_{133}, U_{134}, U_{135}, U_2, U_{231}, U_{232}, U_{233}, U_{234}, U_{235}$) comprende por lo menos un imán permanente (A_{PU1}, A_{PU2}) cuyo vector de inducción magnética presenta el mismo sentido y la misma dirección que el vector de inducción magnética de los ensamblajes magnetizantes (A_{M1}, A_{M2}) entre los cuales dicha unidad magnetizante ($U_1, U_{131}, U_{132}, U_{133}, U_{134}, U_{135}, U_2, U_{231}, U_{232}, U_{233}, U_{234}, U_{235}$) está posicionada.
8. Generador, según la reivindicación 6, caracterizado por que las unidades magnetizantes (U_1, U_2) comprenden unos imanes permanentes (A_{PU1}, A_{PU2}) dispuestos a ambos lados de un elemento de mantenimiento (M, $M_{31}, M_{32}, M_{33}, M_{34}, M_{35}$) realizado en un material ferromagnético.
9. Generador, según la reivindicación 6, caracterizado por que las unidades magnetizantes (U_1, U_2) comprenden unos imanes permanentes (A_{PU1}, A_{PU2}) dispuestos entre dos elementos de mantenimiento (M, $M_{31}, M_{32}, M_{33}, M_{34}, M_{35}$) idénticos y paralelos entre sí y realizados en un material ferromagnético.
10. Aparato térmico (A_T) magnetocalórico con estructura rotativa, provisto de por lo menos un disco que comprende unos elementos magnetocalóricos (E_M) y por lo menos un generador de campo magnético ($G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7, G_8, G_9$) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicho generador una primera (S_{M11} ,

5 S_{M12} , S_{M13} , S_{M14} , S_{M15} , S_{M19}) y una segunda (S_{M21} , S_{M22} , S_{M29}) estructuras magnetizantes idénticas, montadas pies
 contra cabeza, enfrentadas entre sí, paralelamente a ambos lados de un plano central (P), y dispuestas para definir
 por lo menos dos entrehierros (E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10}) situados en un mismo plano y diametralmente
 opuestos, comprendiendo cada estructura magnetizante (S_{M11} , S_{M12} , S_{M13} , S_{M14} , S_{M15} , S_{M19} , S_{M21} , S_{M22} , S_{M29}) un
 10 primero (A_{M1} , A_{M19}) y un segundo (A_{M2} , A_{M29}) ensamblajes magnetizantes estructuralmente idénticos, diametralmente
 opuestos, cuyos vectores de inducción están orientados en unos sentidos opuestos, montados sobre un soporte
 (S_{UP1} , S_{UP2} , S_{UP3} , S_{UP4} , S_{UP9}) realizado en por lo menos un material ferromagnético, y que delimita dichos
 15 entrehierros entre los cuales está posicionado dicho por lo menos un disco portador de dichos elementos
 magnetocalóricos (E_M), aparato caracterizado por que los primer (A_{M1} , A_{M19}) y segundo (A_{M2} , A_{M29}) ensamblajes
 magnetizantes de cada estructura magnetizante presentan cada uno una estructura de imanes permanentes (A_{P1} ,
 A_{PC} , A_{PU}) cuyos vectores de inducción magnética son sustancialmente perpendiculares al plano central (P) y que
 comprenden una cara pasiva (F_{P1} , F_{P2}) y una cara activa (F_{A1} , F_{A2}), delimitando dicha cara activa dichos entrehierros,
 y por que los vectores de inducción de los primeros (A_{M1} , A_{M19}) y segundos (A_{M2} , A_{M29}) ensamblajes magnetizantes
 forman en el interior de dicho generador un bucle único de circulación de un campo magnético a través de dichos
 20 soportes (S_{UP1} , S_{UP2} , S_{UP3} , S_{UP4} , S_{UP9}) y dichos entrehierros (E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 , E_8 , E_9 , E_{10}).

11. Aparato térmico (A_T) según la reivindicación 10, caracterizado por que dicha estructura de imanes permanentes
 (A_{PI} , A_{PC}) es una estructura escalonada que comprende por lo menos dos niveles (E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2}) de imanes
 permanentes (A_{PI} , A_{PC}), por que dichos niveles (E_{11} , E_{12} , E_{C1} , E_{C2}) están superpuestos de manera concéntrica y
 20 comprenden un primer nivel de imanes permanentes, denominado nivel iniciador (E_{11} , E_{12}) de flujo magnético que
 forma dicha cara pasiva (F_{P1} , F_{P2}) de los primer (A_{M1}) y segundo (A_{M2}) ensamblajes magnetizantes, y un segundo
 nivel de imanes permanentes, denominado nivel concentrador (E_{C1} , E_{C2}) de flujo magnético que forma dicha cara
 activa (F_{A1} , F_{A2}) de los primer (A_{M1}) y segundo (A_{M2}) ensamblajes magnetizantes que delimitan dichos entrehierros.

12. Aparato térmico (A_T) según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, caracterizado por que dicho generador de
 campo magnético (G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 , G_6 , G_7 , G_8 , G_9) comprende una tercera estructura magnetizante (S_{M3} , S_{M31} ,
 S_{M32} , S_{M33} , S_{M34} , S_{M35}) interpuesta en el plano central (P), entre la primera (S_{M12}) y la segunda (S_{M22}) estructuras
 magnetizantes, comprendiendo dicha tercera estructura magnetizante (S_{M3} , S_{M31} , S_{M32} , S_{M33} , S_{M34} , S_{M35}) dos
 25 unidades magnetizantes (U_1 , U_{131} , U_{132} , U_{133} , U_{134} , U_{135} , U_2 , U_{231} , U_{232} , U_{233} , U_{234} , U_{235}) dispuestas respectivamente
 entre los primer (A_{M1}) y segundo (A_{M2}) ensamblajes magnetizantes de dichas primera (S_{M12}) y segunda (S_{M22})
 30 estructuras magnetizantes para delimitar cuatro entrehierros (E_3 , E_4 , E_5 , E_6).

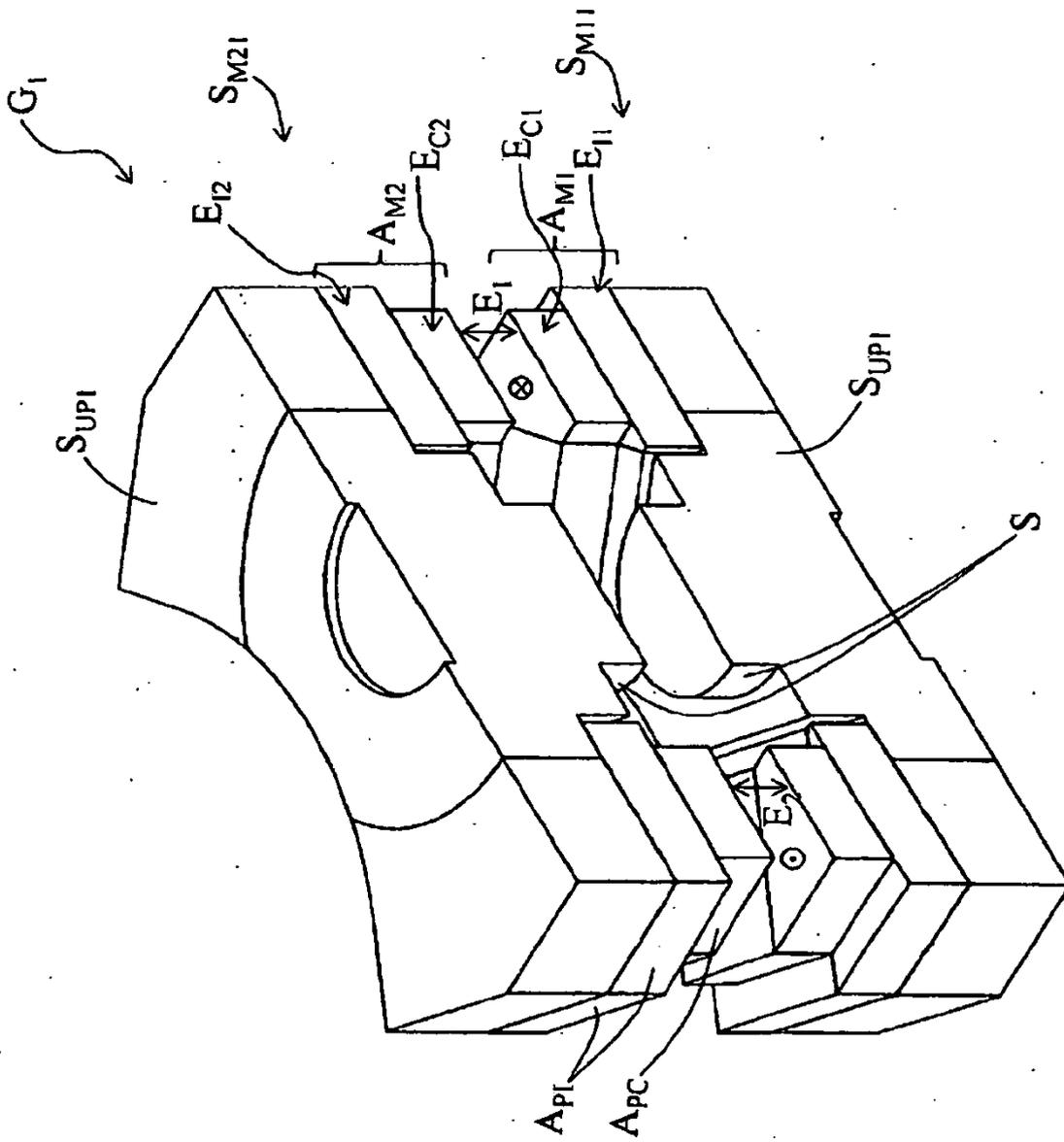


Fig. 2

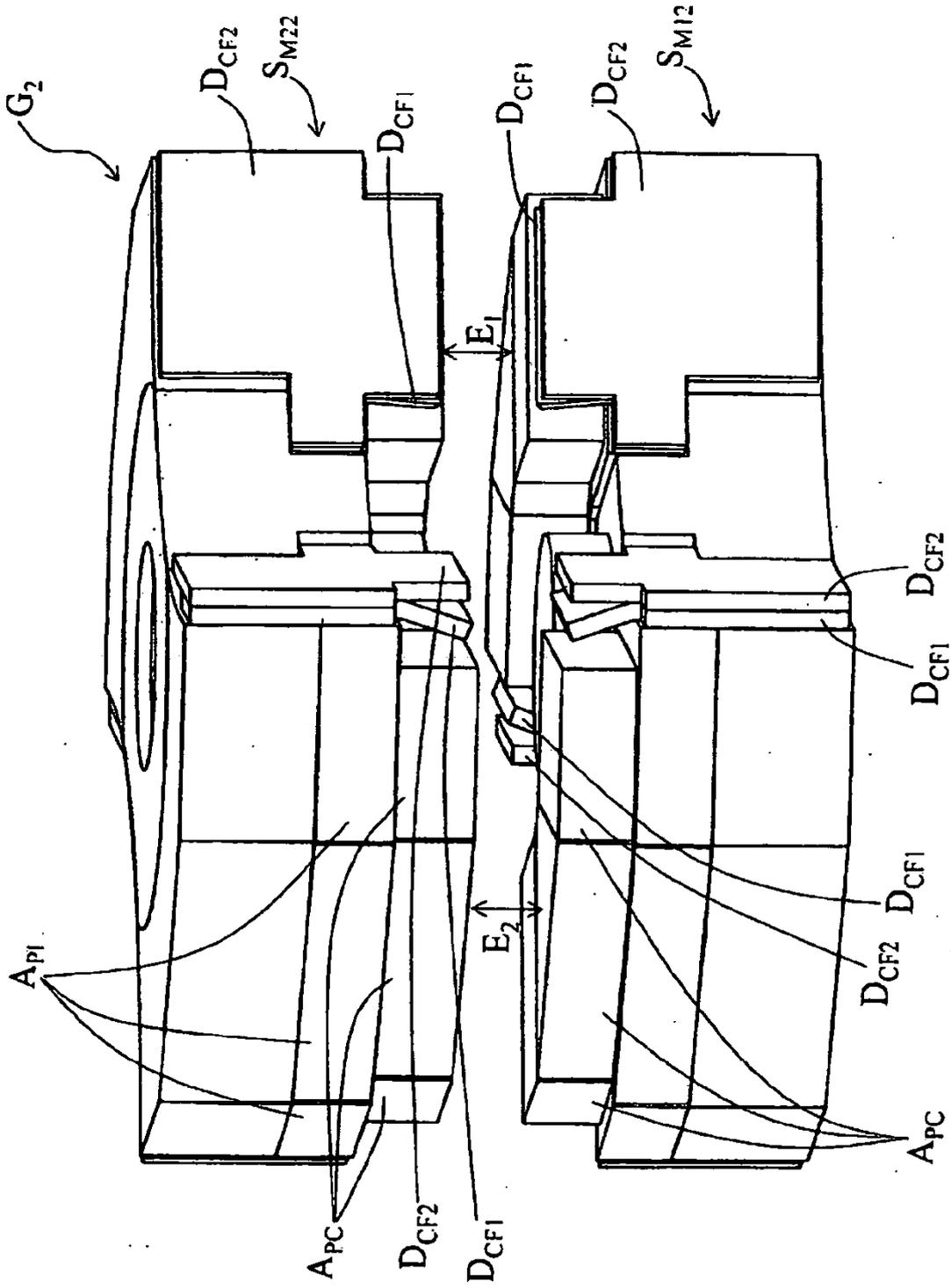


Fig. 3

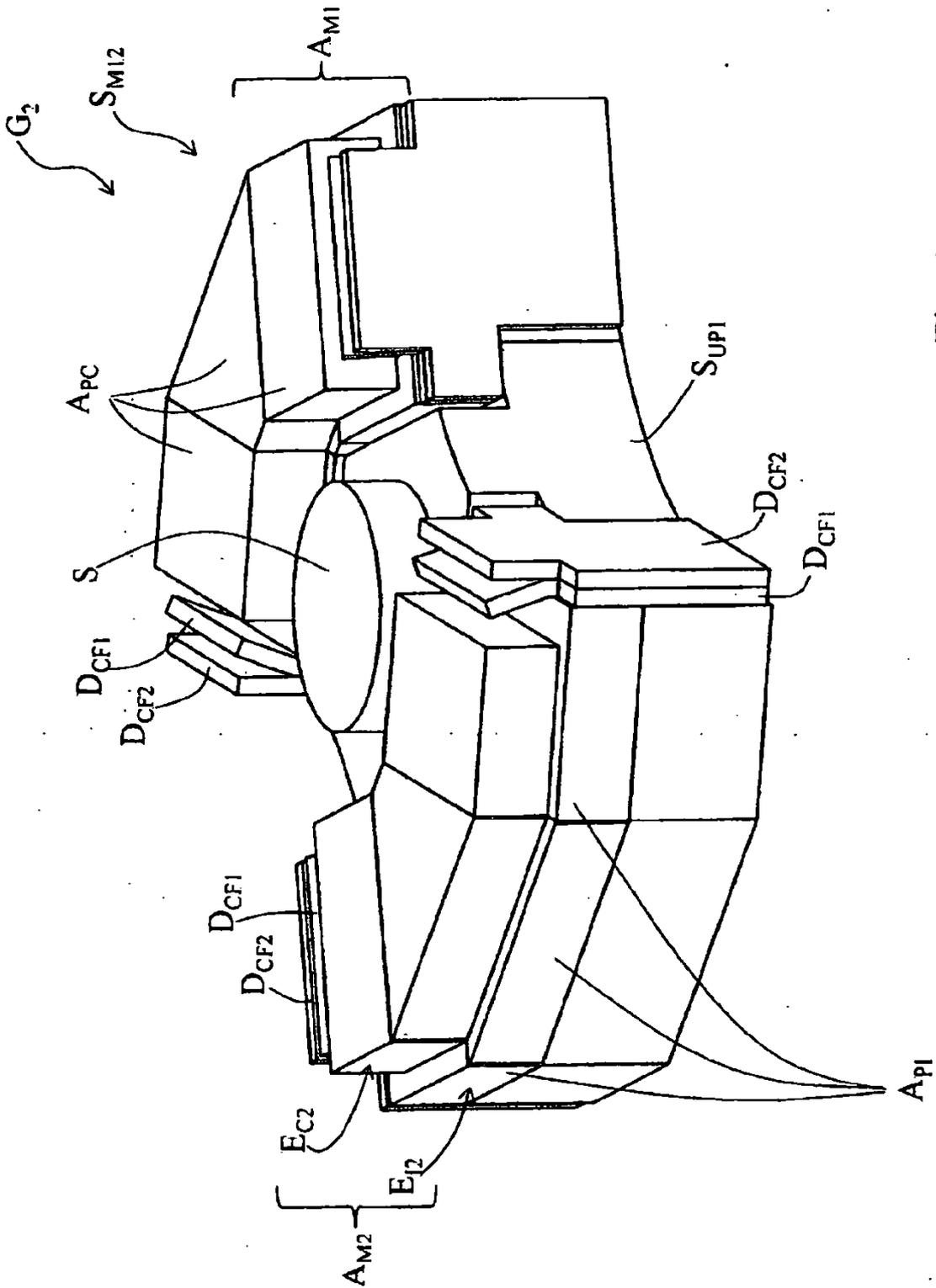


Fig. 4

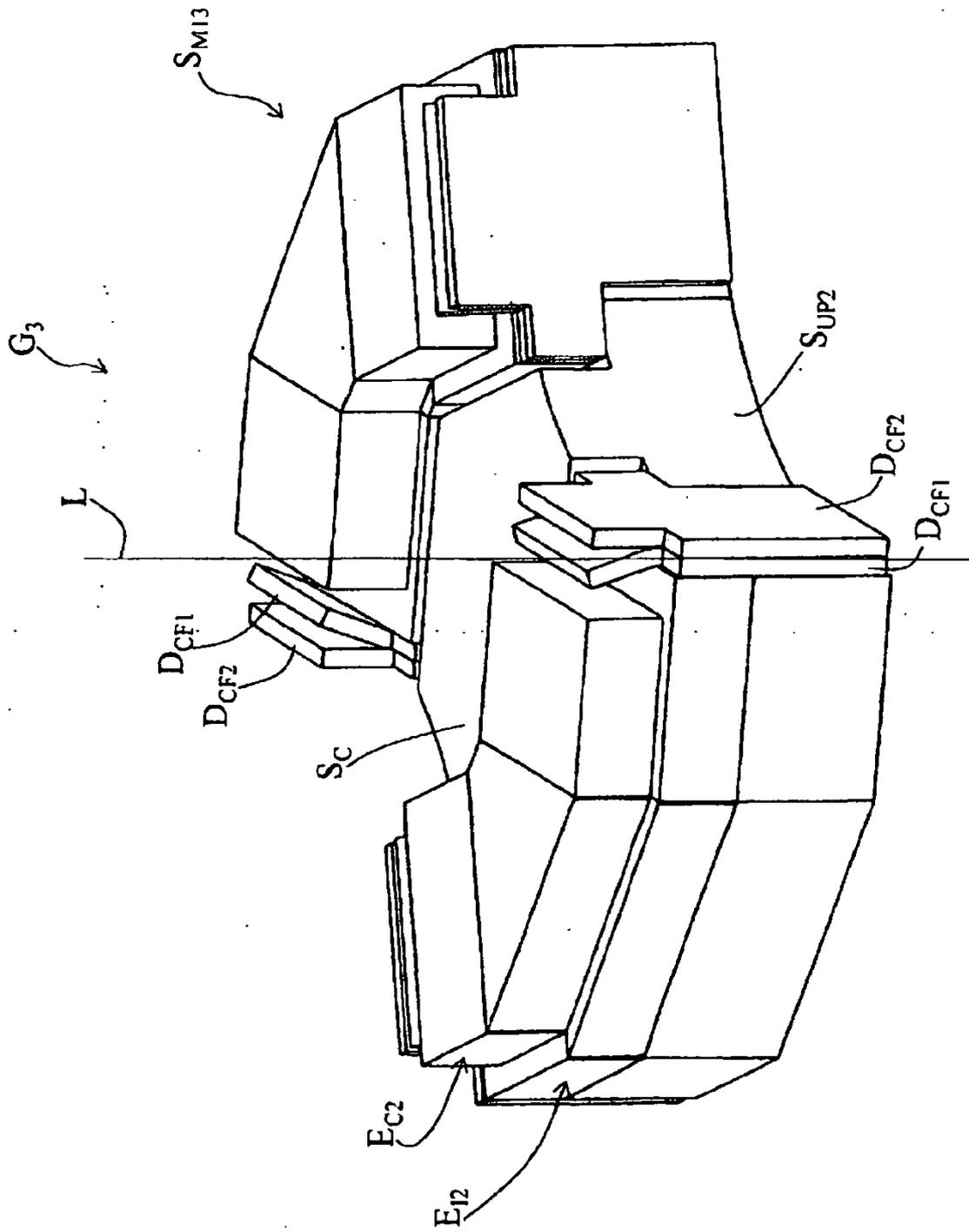


Fig. 5

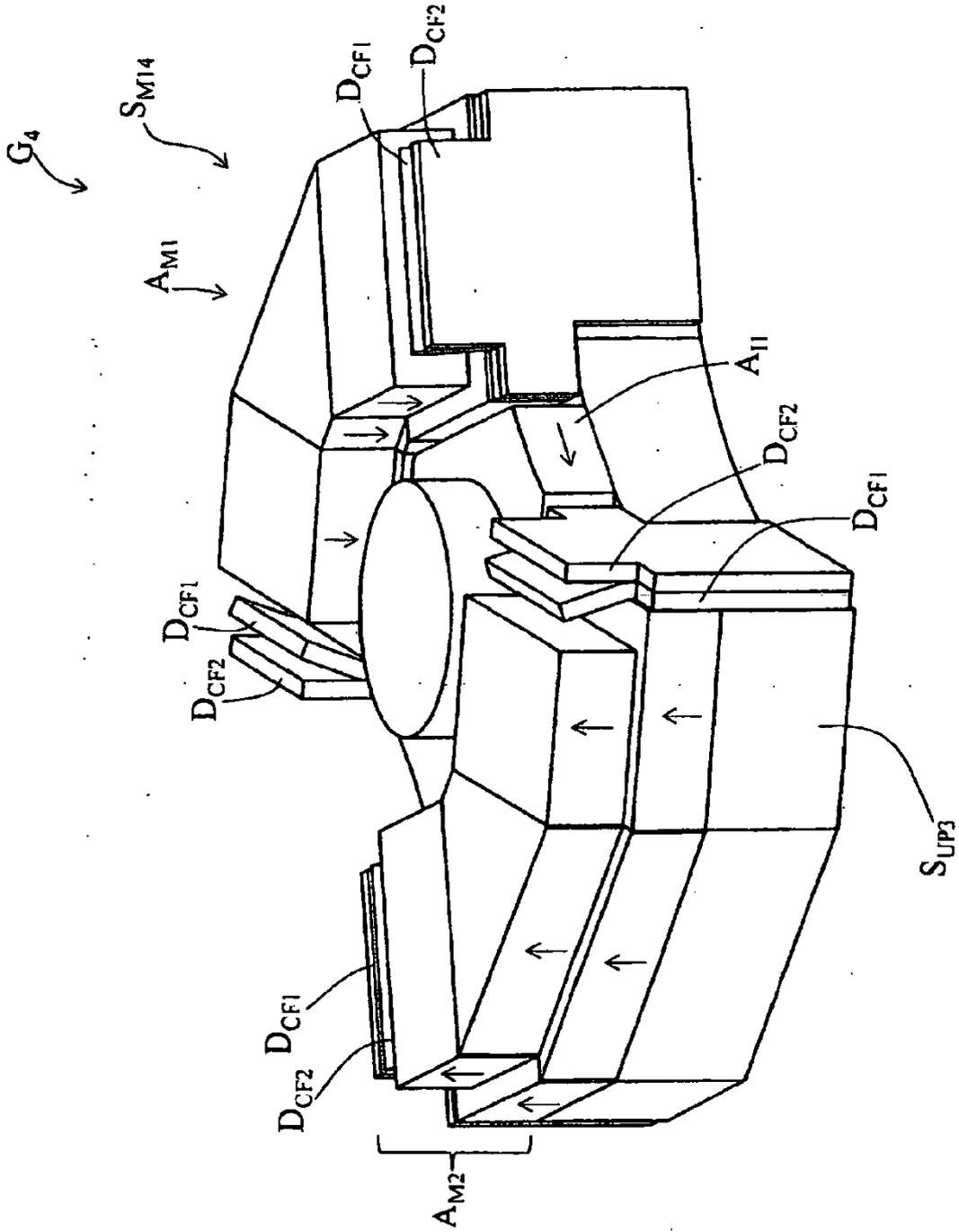


Fig. 6

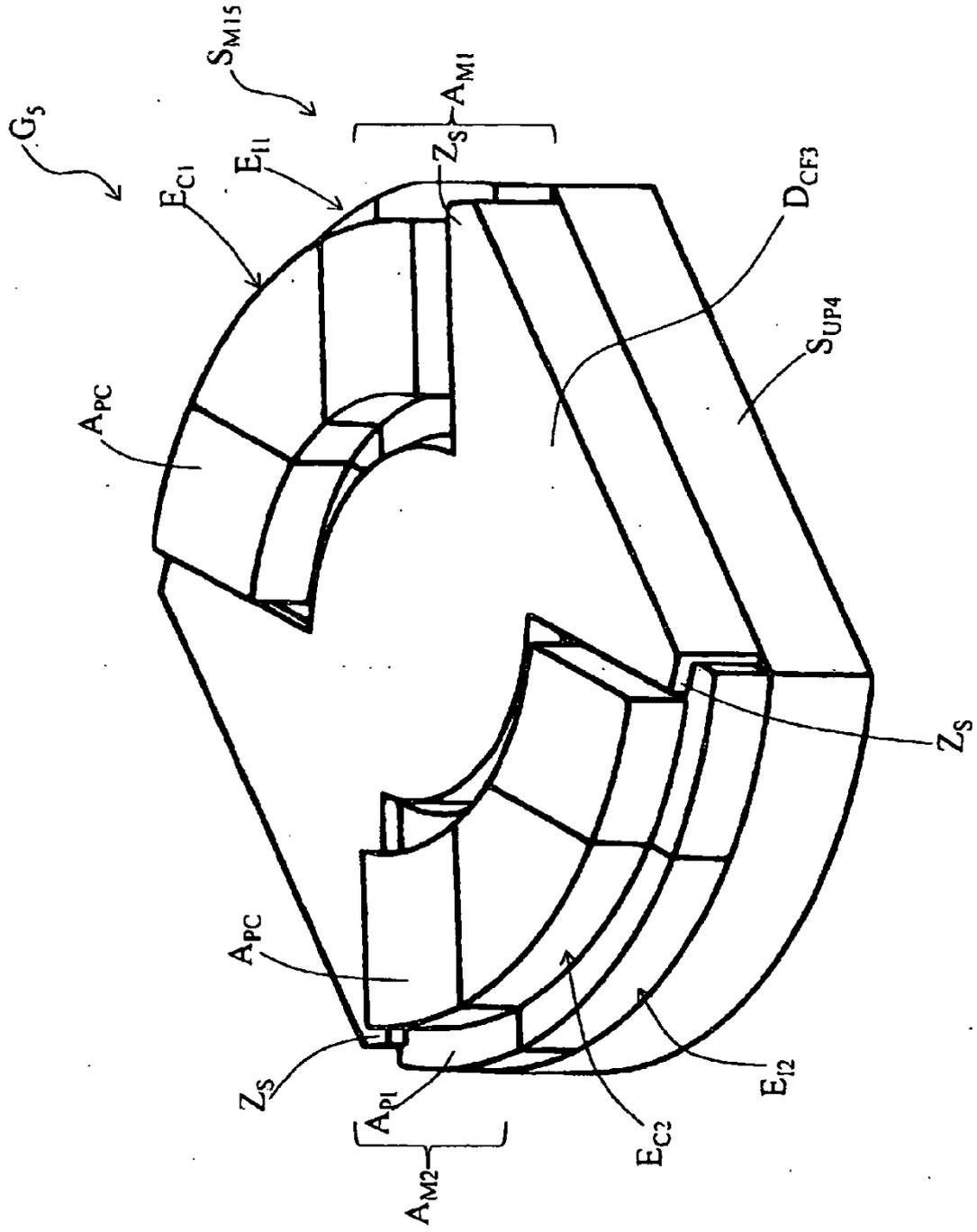


Fig. 7

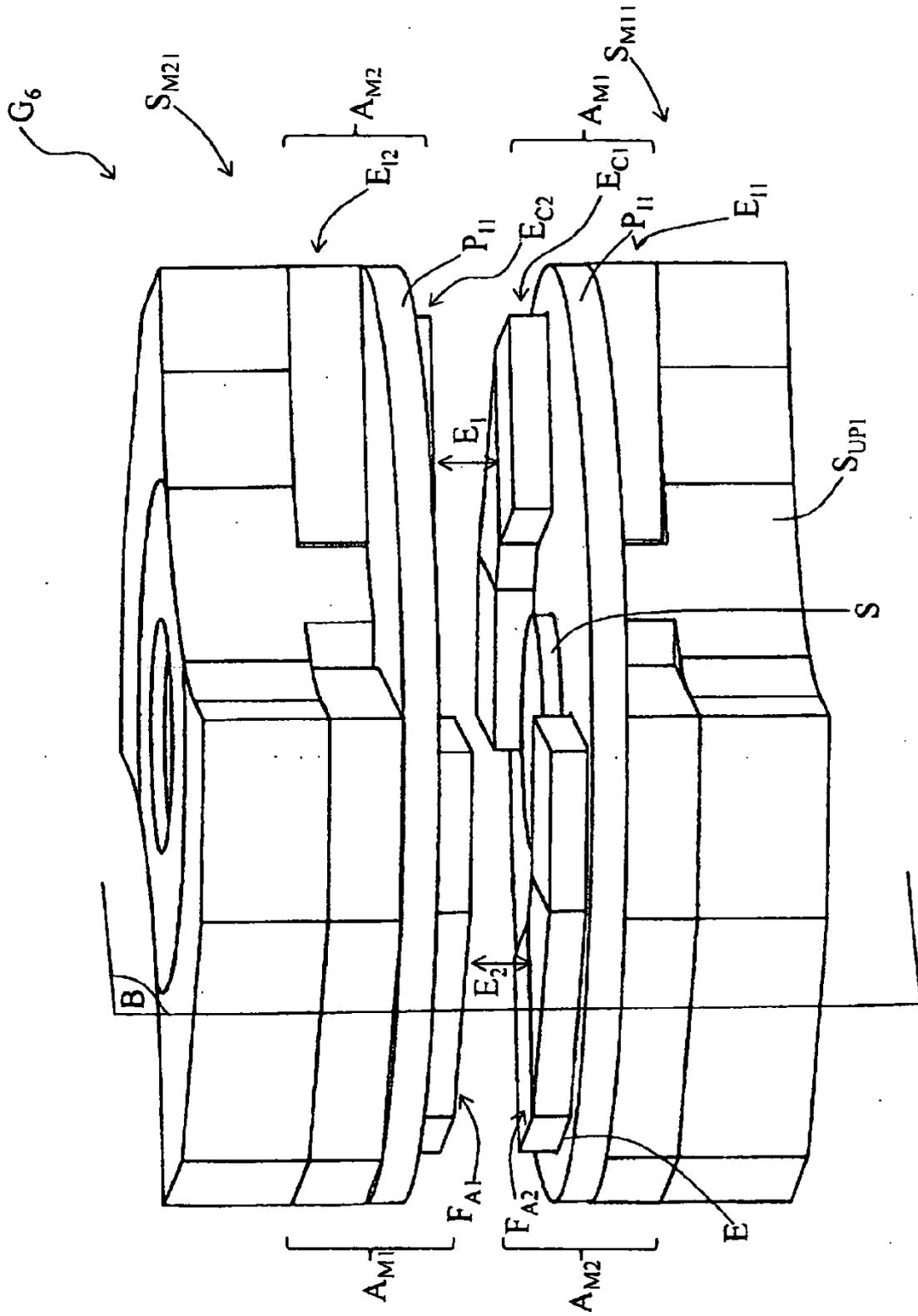


Fig. 8

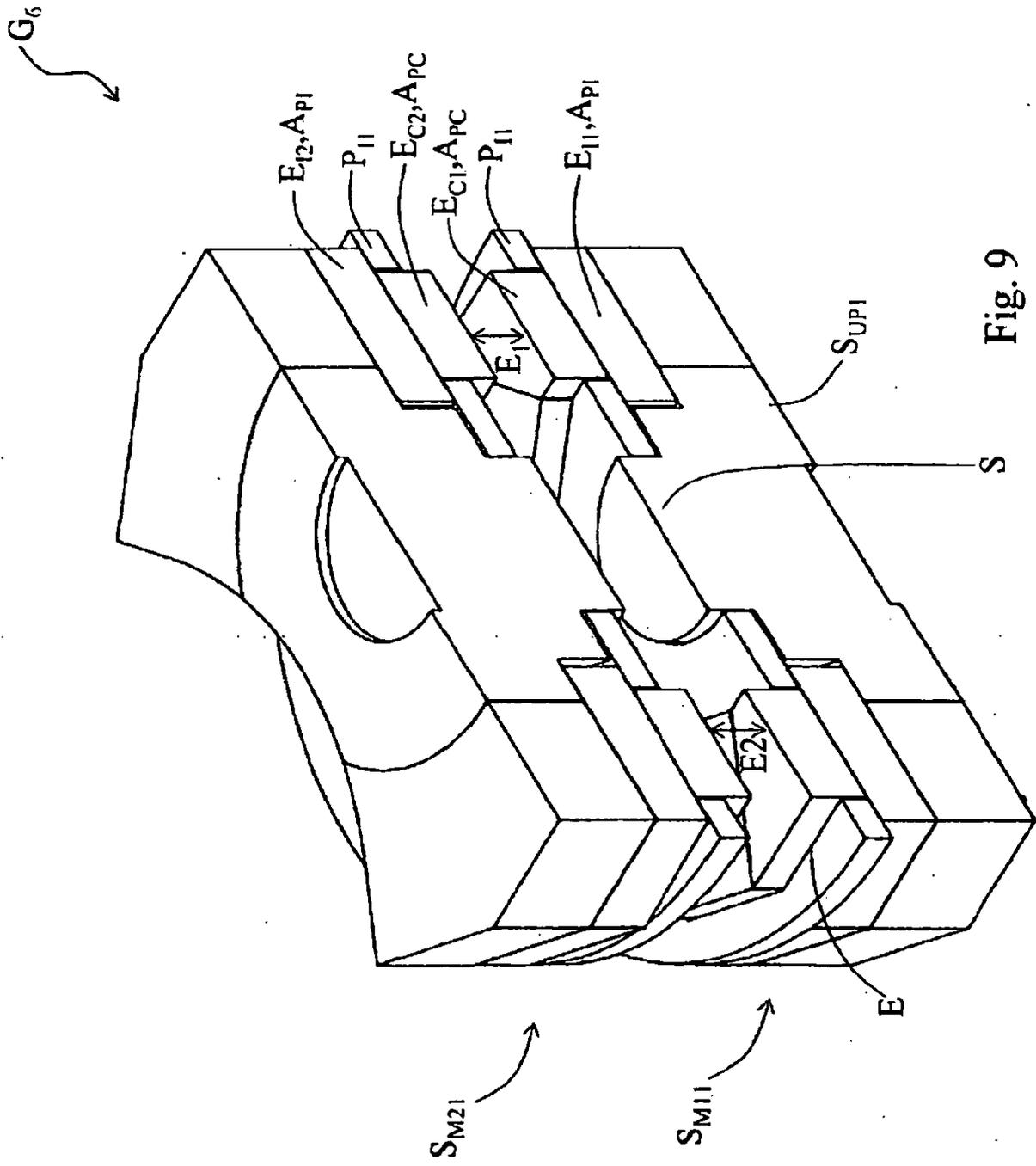


Fig. 9

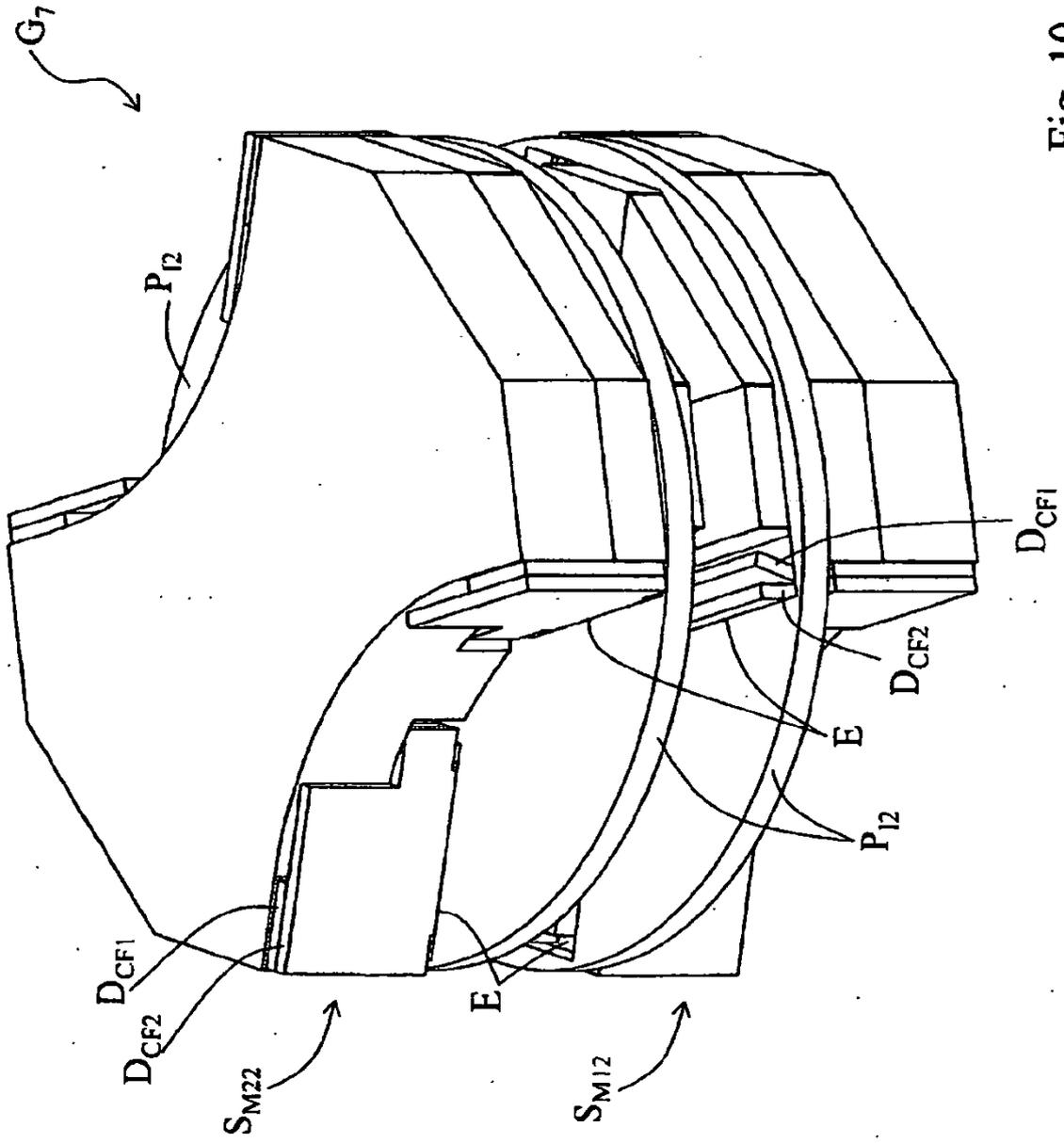


Fig. 10

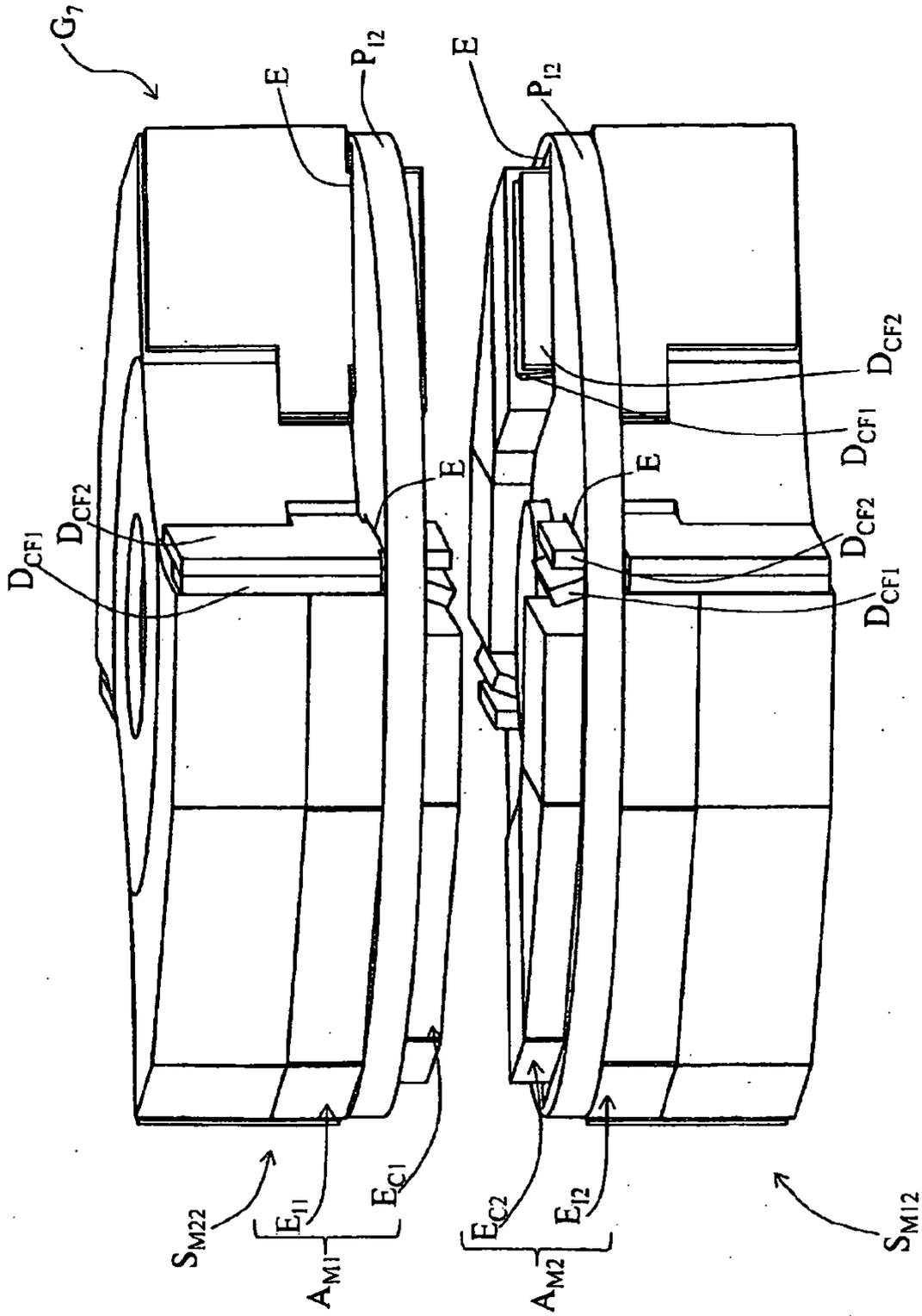


Fig. 11

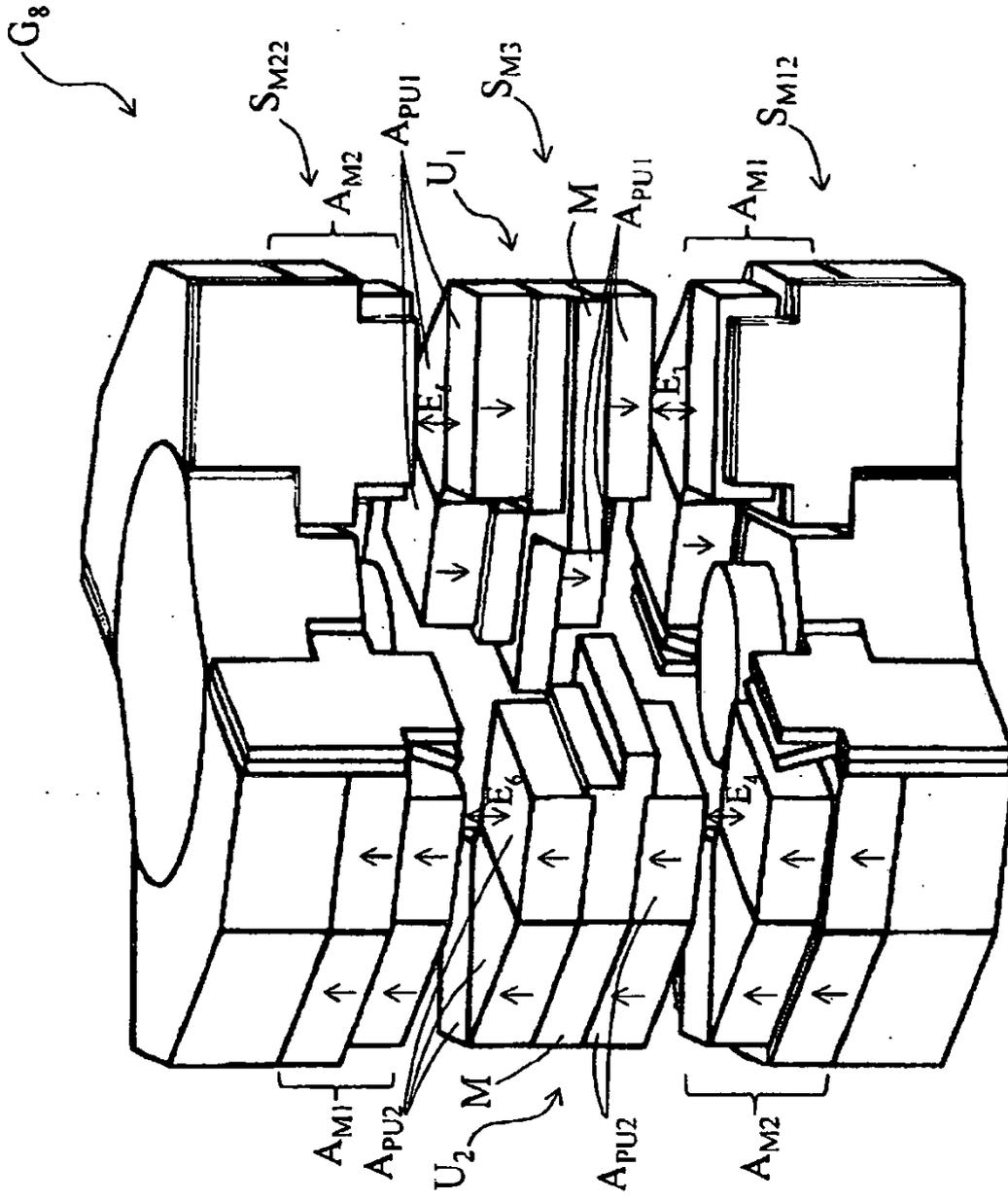


Fig. 12

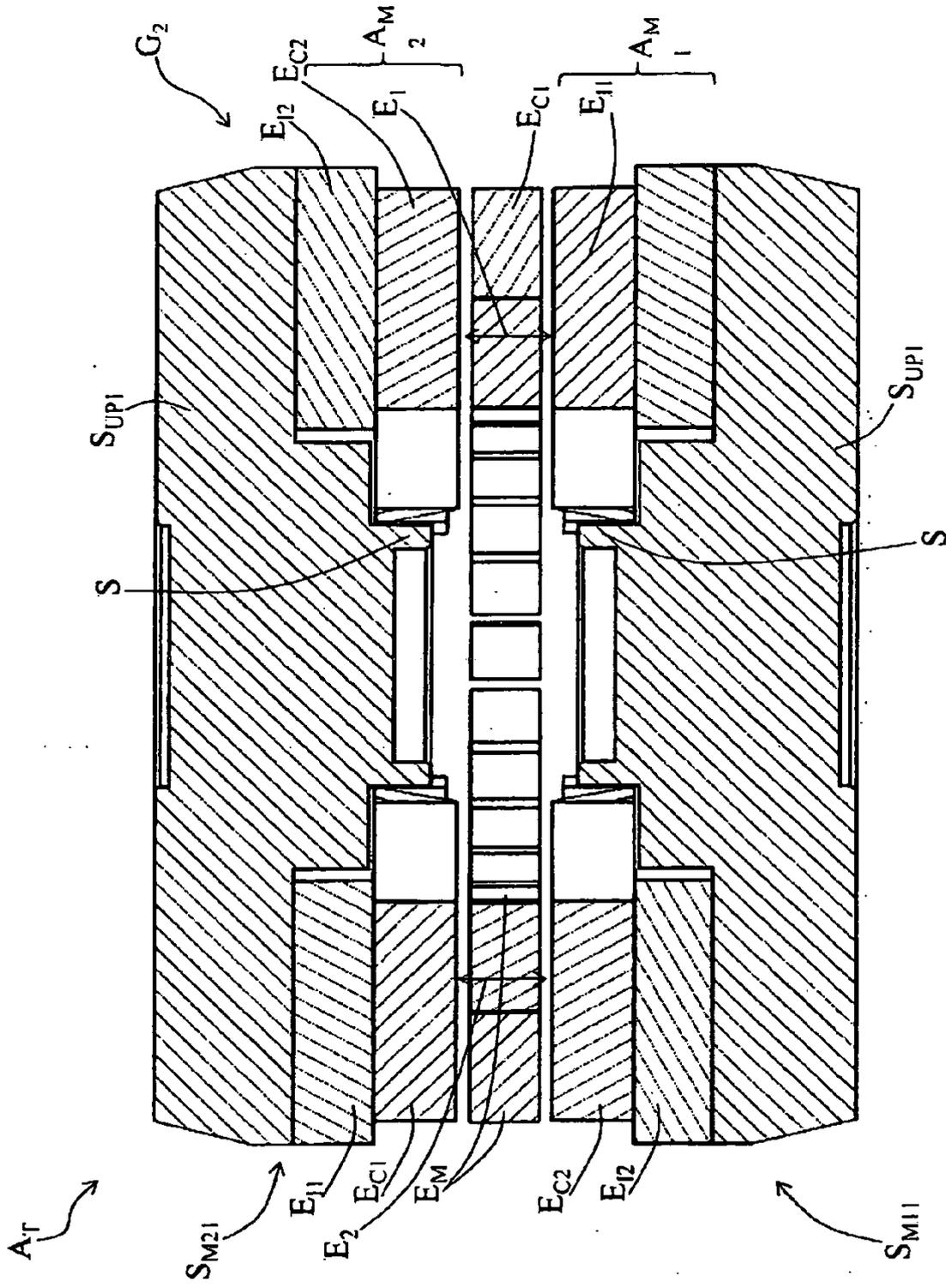


Fig. 13

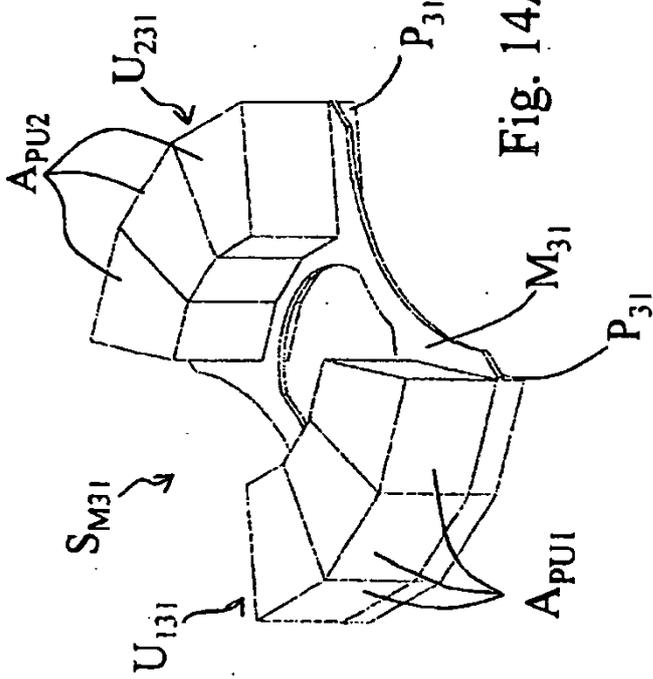


Fig. 14A

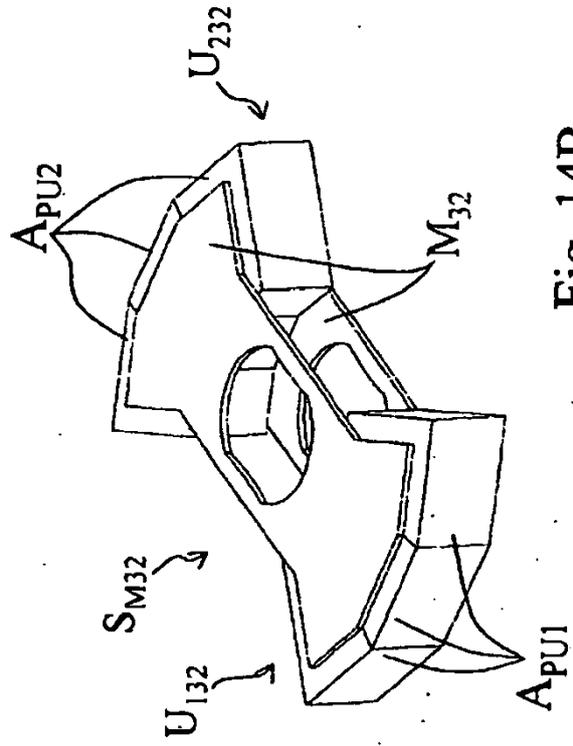
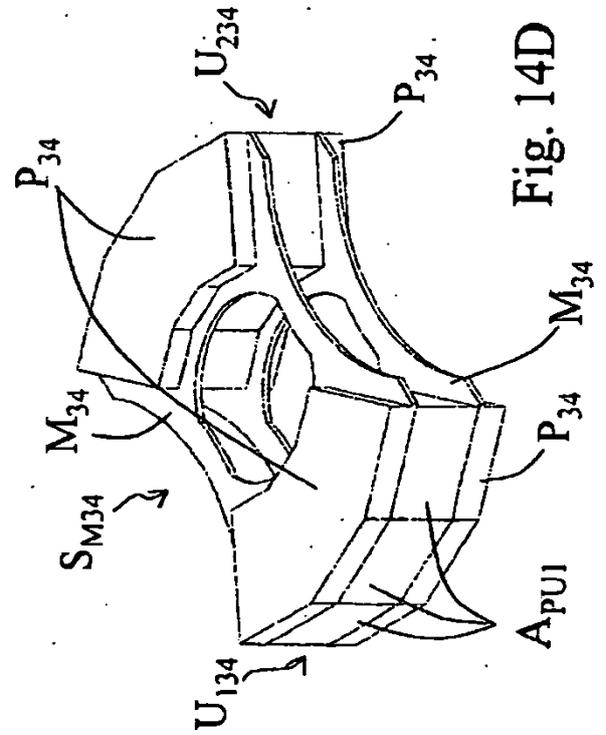
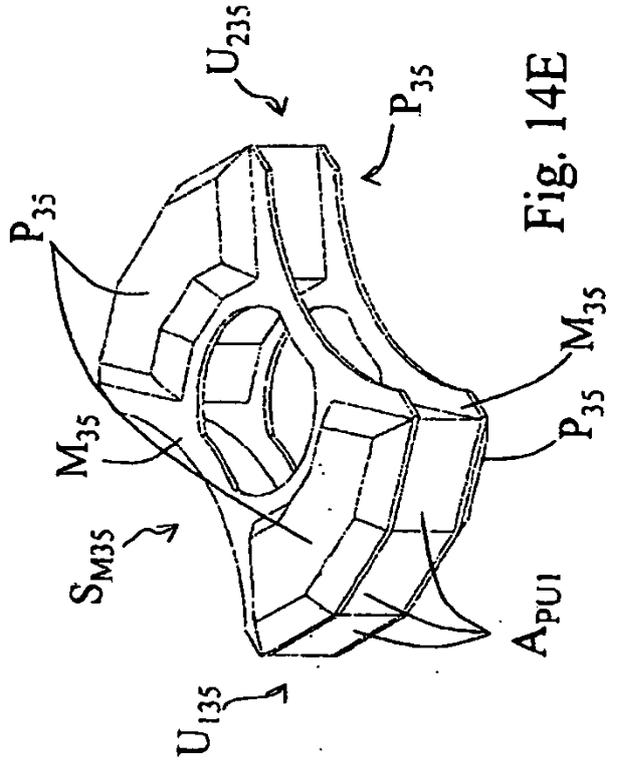
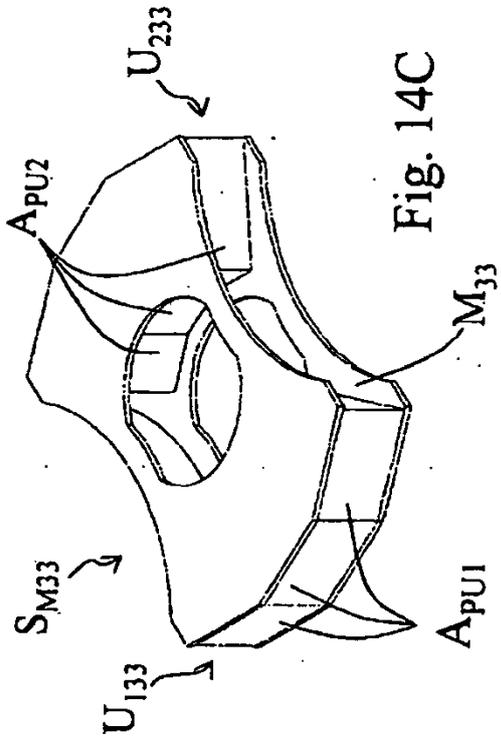


Fig. 14B



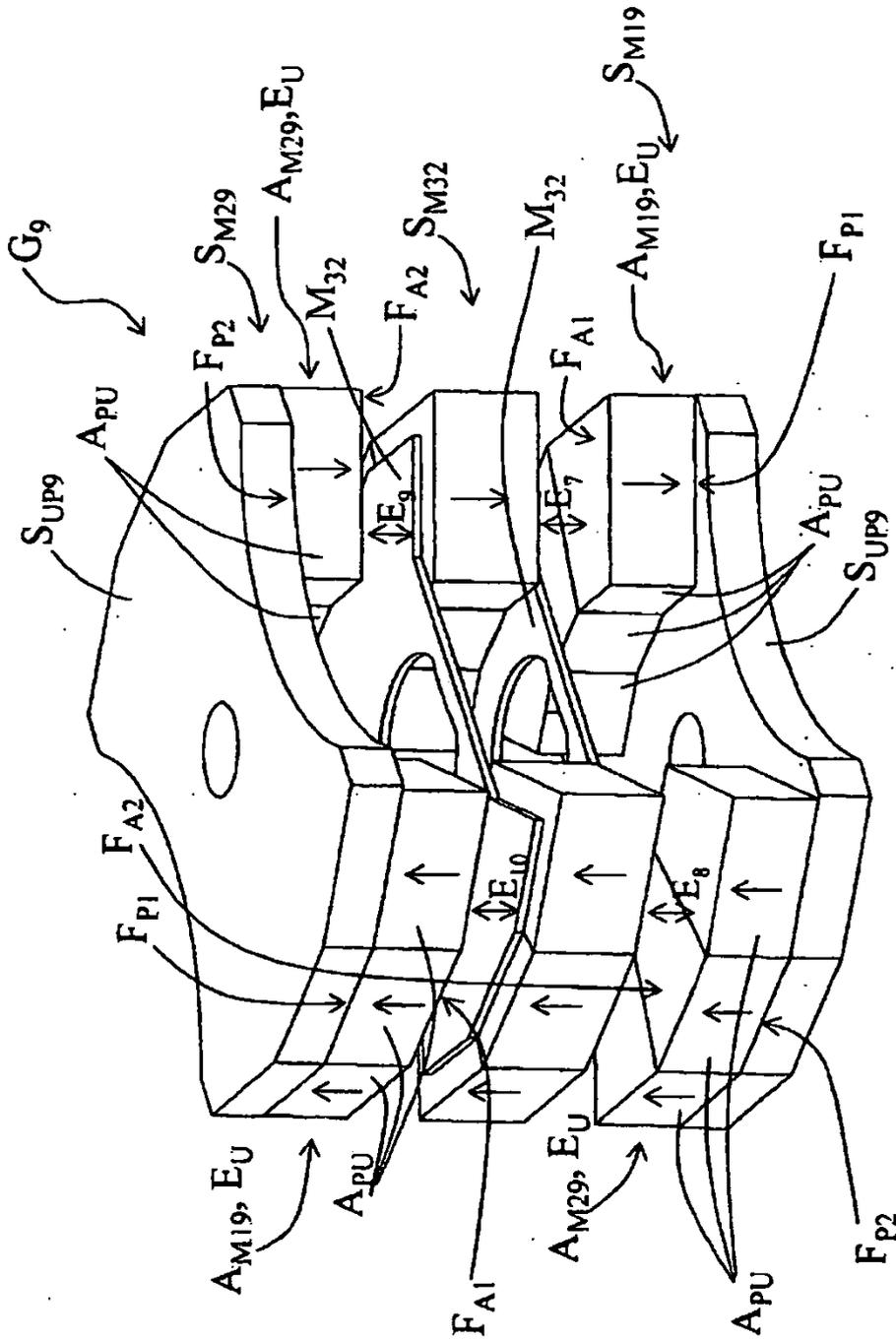


Fig. 15