



(51) Classification internationale des brevets :
H01F 1/01 (2006.01) H01F 7/02 (2006.01)

Les Bolles-du-Temple 27, CH-21 17 La Côte-aux-Fées
(CH).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/CH201 1/000163

(74) Mandataire : NITHARDT, Roland; Cabinet Roland
Nithardt, Y-Parc / Rue Galilée 9, CH-1400 Yverdon-les-
Bains (CH).

(22) Date de dépôt international :
13 juillet 2011 (13.07.2011)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1149/10 15 juillet 2010 (15.07.2010) CH

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
HAUTE ECOLE D'INGENIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD (HEIG-VD) [CH/CH]; Route
de Cheseaux 1, CH-1400 Yverdon-les-Bains (CH).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : SARI,
Osmann [CH/CH]; Rue de la Plaine 45, CH-1400
Yverdon-les-Bains (CH). ALBER, Nathanaël [CH/CH];

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MAGNETIC FIELD GENERATOR, AND MAGNETOCALORIC DEVICE COMPRISING SAID MAGNETIC FIELD GENERATOR

(54) Titre : GENERATEUR DE CHAMP MAGNETIQUE ET DISPOSITIF MAGNETOCALORIQUE COMPORTANT LEDIT GENERATEUR DE CHAMP MAGNETIQUE

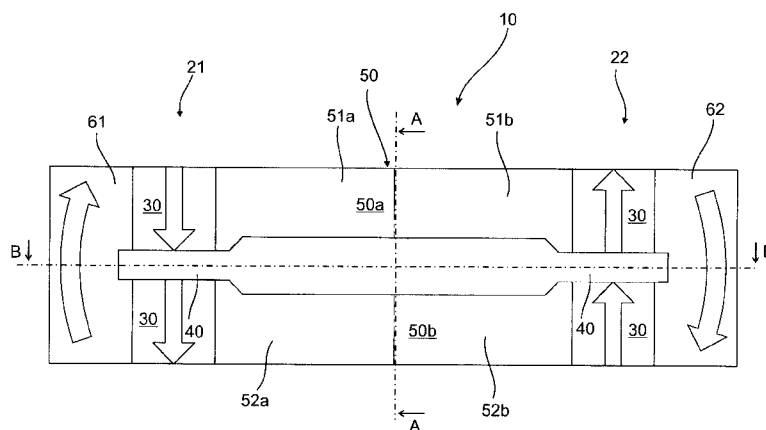


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to a magnetic field generator (10) comprising an assembly of anisotropic permanent magnets (30) that define air gaps (40) within which the magnetic flux is concentrated. The permanent magnet assembly consists of two assembly elements (21, 22) mounted on a carrier (50) symmetrically relative to a central axis of symmetry (A-A) and perpendicular to a middle plane (B-B) of the air gaps (40). The carrier (50) includes two substantially identical portions, i.e. an upper portion (50a) and a lower portion (50b). The upper portion (50a) consists of two identical arms (51a, 51b) arranged symmetrically relative to the central axis of symmetry (A-A). The lower portion (50b) consists of two identical arms (52a, 52b) arranged symmetrically relative to the central axis of symmetry (A-A). The ends of the identical arms (51a, 51b) have two anisotropic permanent magnets (30), respectively, wherein said permanent magnets are provided in the form of parallelepiped or cubical blocks. The magnetic circuit generated in each of the arms is closed by an arcuate block (61, 62) that is made of a ferromagnetic material and mounted on the end faces of the corresponding permanent magnets (30).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]





TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))*

L'invention a pour objet un générateur (10) de champ magnétique comportant un assemblage d'aimants permanents anisotropes (30) définissant des entrefers (40) à l'intérieur desquels est concentré le flux magnétique. L'assemblage d'aimants permanents est constitué de deux éléments d'assemblage (21 et 22) montés sur un support (50), symétriquement par rapport à un axe de symétrie central (A-A), perpendiculaire à un plan médian (B-B) des entrefers (40).. Le support (50) comprend deux parties sensiblement identiques, une partie supérieure (50a) et une partie inférieure (50b). La partie supérieure (50a) est constituée de deux branches identiques (51a, 51b), symétriques par rapport à l'axe de symétrie central (A-A). La partie inférieure (50b) est constituée de deux branches identiques (52a, 52b), symétriques par rapport à l'axe de symétrie central (A-A). Les extrémités des branches identiques (51a, 51) portent respectivement deux aimants permanents anisotropes (30) ayant la forme de blocs parallélépipédiques ou cubiques. Le circuit magnétique généré dans chacun des bras est fermé par un bloc arqué (61, 62) réalisé en un matériau ferromagnétique et monté sur les faces d'extrémité des aimants permanents (30) correspondants.

GENERATEUR DE CHAMP MAGNETIQUE ET DISPOSITIF MAGNETOCALORIQUE COMPORTANT LEDIT GENERATEUR DE CHAMP MAGNETIQUE

5 **Domaine technique**

La présente invention concerne un générateur de champ magnétique comportant un assemblage d'aimants permanents anisotropes agencés pour créer un flux magnétique et définissant des entrefers à l'intérieur desquels est concentré ledit flux magnétique, ledit assemblage d'aimants permanents

10 comportant un premier élément d'assemblage et un second élément d'assemblage disposés symétriquement par rapport à un axe de symétrie central, chacun desdits premier et second éléments d'assemblage comportant au moins deux aimants permanents, dans lequel ledit assemblage d'aimants permanents comporte un support central, symétrique par rapport audit axe de

15 symétrie central, ledit support central étant constitué d'une partie supérieure et d'une partie inférieure symétriques l'une par rapport à l'autre, la partie supérieure comportant deux branches, symétriques par rapport audit axe de symétrie central et portant les aimants desdits premier et second éléments d'assemblage, la partie inférieure comportant deux branches symétriques par

20 rapport audit axe de symétrie central et portant les aimants desdits premier et second éléments d'assemblage, dans lequel les aimants permanents de chacun desdits premier et second éléments d'assemblage sont disposés symétriquement deux à deux par rapport à un plan médian desdits entrefers.

25 Elle a également pour objet un dispositif thermique magnétocalorique comportant au moins un élément magnétocalorique traversé par un fluide caloporteur, ledit élément magnétocalorique étant monté sur un élément rotatif traversant alternativement lesdits entrefers d'un générateur de champ magnétique.

Technique antérieure

Afin d'obtenir de manière économique un champ magnétique important dans un espace délimité, il est connu de réaliser un assemblage d'aimants permanents. La littérature décrit de tels assemblages notamment pour une application dans le domaine de l'imagerie médicale par résonnance magnétique. Dans ce domaine, l'on réalise des couronnes d'aimants permanents que l'on dispose côte-à-côte. Les aimants permanents utilisés présentent toutefois une structure géométrique complexe difficile à réaliser, ce qui augmente le coût de revient de l'assemblage d'aimants.

La transposition de telles structures d'aimants n'est de ce fait pas envisageable dans le cadre d'applications à volume plus restreint, et en particulier dans le domaine des générateurs thermiques magnétocaloriques. En effet, dans ces appareils, il est indispensable de générer un champ magnétique uniforme, intense dans un entrefer correspondant au volume d'un matériau ou élément magnétocalorique afin que le champ magnétique créé puisse successivement activer et désactiver magnétiquement un ou plusieurs matériaux magnétocaloriques alternativement introduits puis retirés de l'entrefer.

Afin d'obtenir un champ magnétique important dans un espace délimité, il est connu de réaliser un assemblage d'aimants permanents et de les disposer de telle manière que le flux magnétique soit concentré dans un entrefer de section réduite. On connaît un dispositif magnétocalorique comprenant support sur lequel sont montés des éléments magnétocaloriques et qui se déplace alternativement selon une trajectoire linéaire dans cet entrefer.

Cette construction présente plusieurs inconvénients, notamment en ce qui concerne le coût de fonctionnement. Le déplacement alternatif d'une partie est provoqué par un moteur linéaire, ce qui représente une solution coûteuse, tant d'un point de vue construction que du côté de l'utilisation.

Afin d'obtenir un champ magnétique important dans un espace délimité, il est connu de réaliser un assemblage d'aimants permanents selon une structure d'Halbach. La littérature, et particulièrement les publications "J. Lee, J.M. Kenkel and D.C. Jiles, Design of permanent-magnet field source for rotary-magnetic réfrigération Systems. IEEE Trans Magn 38 5 (2002), pp. 2991-2993", "K.Halbach, Nucl.Instr.Methods, vol.169, p.1, 1980", "K.Halbach, Nucl.Instr.Methods, vol.187, p.109, 1981", "F.Bloch, O.Gugat, JC.Toussaint and G.Meunier, IEEE Trans.Magn., vol.34, p.2465, 1998", "CERN Courier, vol.43, No3, p.7, 2002" et "S.J.Lee and D.C.Jiles, IEEE Trans.Magn., vol.36, No5, p.3105, 2000", décrit de tels assemblages notamment pour une application dans le domaine de l'imagerie médicale par résonance magnétique.

L'emploi judicieux de la structure d'Halbach permet d'obtenir des champs magnétiques élevés dans l'entrefer des sources magnétique basées sur des aimants permanents. Cette configuration est utilisée en particulier dans les systèmes de réfrigération magnétique linéaires (reciprocating) et difficilement exploitable lorsqu'il s'agit des systèmes rotatifs.

Afin d'obtenir un champ magnétique important, les circuits magnétiques actuels, en ce qui concerne des circuits rotatifs, sont construits à partir d'aimants assemblés sur une structure en forme U. Toutefois, cette dernière forme ne permet pas d'atteindre des forts niveaux d'inductions magnétiques dans l'entrefer avec des dimensions, formes, encombrement et coût raisonnables.

La demande de brevet US 2005/0242912 A1 décrit un assemblage magnétique qui comporte deux blocs superposés qui délimitent une fente ouverte dans laquelle est concentré le champ magnétique généré par ledit assemblage magnétique. Diverses géométries sont décrites, mais aucune ne présente une symétrie par rapport à un axe central avec deux entrefers fermés symétriques par rapport à cet axe et disposés dans un même plan perpendiculaire à cet axe.

La demande de brevet US 2005/0242912 A1 décrit également un assemblage magnétique similaire à celui de la demande de brevet citée ci-dessus. Comme précédemment, les entrefers sont ouverts vers l'extérieur du bloc d'aimants permanents, de sorte qu'il y a des fuites de flux magnétique et que la concentration du champ magnétique généré n'est pas optimale dans les entrefers.

Afin de faire face à ce problème, la présente invention, adaptée au système rotatif, permet de s'approcher de la structure d'Halbach et ainsi de refermer le circuit magnétique (flux magnétique) sur lui-même et de garantir ainsi des inductions magnétiques plus élevées pour des configurations géométriques plus simples, plus compactes et peu coûteuses.

Exposé de l'invention

La présente invention vise à pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant un générateur agencé pour générer un champ magnétique intense et uniforme, facile à réaliser et ayant un faible coût de revient en vue d'équiper un dispositif magnétocalorique compact et économique pour la génération de froid.

Dans ce but, l'invention concerne un générateur de champ magnétique tel que défini en préambule et caractérisé en ce que chacun desdits éléments d'assemblage de l'assemblage d'aimants permanents comprend au moins deux aimants permanents, de polarité magnétique opposée et un élément de fermeture des circuits magnétiques générés sous la forme d'un bloc de matériau ferromagnétique et en ce que les entrefers desdits premier et second éléments d'assemblage, diamétralement opposés par rapport audit axe de symétrie central sont fermés par rapport à l'extérieur dudit assemblage d'aimants par lesdits bloc de matériau ferromagnétique.

.

Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, le support du générateur de champ magnétique comprend une partie supérieure et une partie inférieure, chacune de ces parties comportant quatre branches identiques disposées symétriquement par rapport à l'axe de symétrie central, ces branches
5 identiques étant composées chacune de bras supérieurs et de bras inférieurs identiques, dont les plans axiaux forment entre eux des angles aigus.

Dans cette forme de réalisation, chacune des parties du support comporte en outre deux bras intermédiaires disposés respectivement entre les bras
10 supérieurs et les bras inférieurs du support.

De façon avantageuse, les angles aigus que forment entre eux lesdits les plans axiaux desdits bras supérieurs et lesdits bras inférieurs sont sensiblement
15 compris entre 10 et 120 degrés, et de préférence entre 10 et 45 degrés.

Les bras supérieurs et les bras inférieurs des parties symétriques du support portent chacun deux aimants permanents de polarité magnétique opposée, les bras intermédiaires portent chacun un aimant permanent, et le circuit magnétique généré dans chacun desdits bras est fermé par un bloc arqué
20 réalisé en un matériau ferromagnétique et monté sur les faces d'extrémité des aimants permanents correspondants.

Le dispositif thermique magnétocalorique tel que défini en préambule est caractérisé en ce que ledit générateur de champ magnétique comporte un
25 assemblage d'aimants permanents anisotropes agencés pour créer un flux magnétique et définissant des entrefers à l'intérieur duquel est concentré ledit flux magnétique, ledit assemblage d'aimants permanents comportant un premier élément d'assemblage et un second élément d'assemblage montés symétriquement par rapport à un axe de symétrie central et chacun desdits
30 premier et second éléments d'assemblage comportant au moins deux aimants permanents de polarité magnétique opposée, dans lequel ledit assemblage

d'aimants permanents comporte un support central, symétrique par rapport audit axe de symétrie central, ledit support central étant constitué d'une partie supérieure et d'une partie inférieure, chacune de ces parties comportant quatre branches identiques disposées symétriquement par rapport à l'axe de symétrie central, lesdites branches identiques étant composées chacune de bras supérieurs et de bras inférieurs identiques, portant les aimants desdits premier et second éléments d'assemblage, et dont les plans axiaux forment entre eux des angles aigus, en ce que chacune des parties du support comporte en outre deux bras intermédiaires disposés respectivement entre les bras supérieurs et les bras inférieurs dudit support, en ce que les entrefers desdits premier et second éléments d'assemblage sont diamétralement opposés par rapport audit axe de symétrie central, en ce que les aimants de chacun desdits premier et second éléments d'assemblage sont disposés symétriquement deux à deux par rapport à un plan médian desdits entrefers, et en ce que le circuit magnétique généré dans chacun desdits bras est fermé par un bloc arqué réalisé en un matériau ferromagnétique et monté sur les faces d'extrémité des aimants permanents correspondants.

Description sommaire des dessins

La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description suivante d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 est une vue schématique d'une première forme de réalisation d'un générateur de champ magnétique selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en élévation latérale d'une seconde forme de réalisation d'un générateur de champ magnétique selon l'invention,
- les figures 3A et 3B sont des vues en plan respectivement de dessus et de dessous de la réalisation représentée par la figure 2,

- la figure 4 représente les lignes de flux magnétique générées par la forme de réalisation illustrée par les figures 2 et 3,
- la figure 5 est une vue en perspective d'un dispositif magnétocalorique utilisant le générateur de champ magnétique des figures 2 à 4, et
- la figure 6 est une vue en élévation latérale du dispositif de la figure 5.

Meilleures manières de réaliser l'invention

- La figure 1 représente une forme de réalisation élémentaire d'un générateur de champ magnétique 10 selon l'invention. Ce générateur de champ magnétique 10 se compose dans ce cas d'un assemblage d'aimants permanents 30 anisotropes agencés pour créer un flux magnétique et pour définir des entrefers 40, à l'intérieur desquels est concentré le flux magnétique.
- L'assemblage d'aimants permanent est constitué de deux éléments d'assemblage 21 et 22 montés sur un support 50, symétriquement par rapport à un axe de symétrie central A-A, perpendiculaire à un plan médian B-B des entrefers 40.
- Dans cette réalisation, le support 50 comprend deux parties sensiblement identiques, une partie 50a, dite partie supérieure, et une partie 50b, dite partie inférieure. La partie supérieure 50a est constituée de deux branches identiques 51a et 51b, symétriques par rapport à l'axe de symétrie A-A. De façon similaire, la partie inférieure 50b est constituée de deux branches identiques 52a et 52b, symétriques par rapport à l'axe de symétrie A-A. Les extrémités des branches identiques 51a et 51b portent respectivement deux aimants permanents anisotropes 30 ayant la forme de blocs parallélépipédiques ou cubiques et, de façon symétrique, les extrémités des branches identiques 52a et 52b portent respectivement deux aimants permanents anisotropes 30 ayant également la forme de blocs parallélépipédiques ou cubiques. Pour fermer les circuits magnétiques des éléments d'assemblage 21 et 22, un bloc en un matériau ferromagnétique 61, respectivement 62, est monté sur les faces d'extrémité

des deux aimants permanents 30. Les deux blocs en matériau ferromagnétique 61 et 62 sont appelés blocs de fermeture des circuits magnétiques et ont pour fonction de canaliser les flux magnétiques.

5 La réalisation du générateur selon l'invention illustrée par les figures 2, 3A et 3B est plus élaborée que celle de la figure 1, mais met sensiblement en œuvre les mêmes principes. Comme précédemment, le générateur de champ magnétique 100 comporte un assemblage d'aimants permanents 30 anisotropes agencés pour créer un flux magnétique et pour définir des
10 entrefers 40, à l'intérieur desquels est concentré le flux magnétique engendré. L'assemblage d'aimants permanents est constitué de deux éléments d'assemblage 21 et 22, montés sur un support 50 et disposés symétriquement par rapport à un axe de symétrie A-A, perpendiculaire au plan médian B-B des entrefers 40.

15 Le support 50 comprend, comme précédemment, une partie supérieure 50a et une partie inférieure 50b, qui sont identiques et symétriquement disposées par rapport au plan médian B-B des entrefers 40, chacune de ces parties comportant quatre branches identiques 51a, 51', 51b, 51'b, pour la partie
20 supérieure 50a, et 52a, 52'a, 52b, 52'b, pour la partie inférieure 50b, disposées symétriquement par rapport à l'axe de symétrie A-A. Les quatre branches identiques 51a, 51'a et 51b, 51'b de la partie supérieure 50a et de la partie inférieure 50b sont disposées symétriquement par rapport à l'axe de symétrie A-A et sont angulairement séparées, lesdits angles aigus que forment entre eux
25 lesdits plans axiaux étant sensiblement compris entre 10 et 120 degrés, et de préférence entre 10 et 45 degrés. Ces branches identiques 51a, 51'a, et 51b, 51'b respectivement 52a, 52'a et 52b, 52'b sont terminées chacune par un bras, 510a, 511a et 510b, 511b respectivement 520a, 521a et 520b, 521b, agencé pour porter les aimants permanents 30. Chaque partie du support 50
30 est en outre pourvue de deux bras intermédiaires 512a, 512b, respectivement 522a, 522b, posés et solidaires par attraction magnétique d'un support 20a, respectivement 20b, en forme d'arc de cercle de section trapézoïdale. Ces bras

intermédiaires sont disposés angulairement de façon équidistante, c'est-à-dire centrés longitudinalement sur l'axe B-B, entre les bras 510a et 511a, respectivement 510b et 511b et entre les bras 520a et 521a.

5 Les bras 510a, 510b, 511a, 511b, respectivement 520a, 521a et 520b, 521b, portent chacun deux aimants permanents 30 ayant la forme de blocs parallélépipédiques ou cubiques qui sont placés de manière que les champs magnétiques soient de polarité opposée, les bras intermédiaires 512a et 512b, respectivement 522b et 522b, ne portant eux qu'un seul aimant permanent. Les
10 circuits magnétiques générés dans chacun des bras sont fermés par des blocs de matériaux ferromagnétiques pour éviter au mieux les pertes de flux magnétique. Les bras 510a, 511a des branches 51a et 51'a ainsi que le bras intermédiaire 512a de la partie supérieure 50a sont respectivement connectés aux bras correspondants 520a, 521a et 522a de la partie inférieure 50b par des
15 blocs arqués 610, 611 et 612 en matériau ferromagnétique, et les bras 510b, 511b des branches 51b et 51'b ainsi que le bras intermédiaire 512b sont respectivement connectés aux bras correspondants 520b, 521 b et 522b de la partie inférieure 50b par des blocs arqués 620, 621 et 622 en matériau ferromagnétique.

20

On notera que les bras intermédiaires 512a, 512b ainsi que les bras correspondants 522a et 522b de la partie inférieure 50b ne sont pas indispensables, des aimants 30 intermédiaires pouvant être maintenus sous l'effet de l'attraction magnétique dans l'espace délimité par les bras latéraux et
25 les blocs d'aimants supportés par ces bras. Ces aimants intermédiaires, portés ou non par des bras intermédiaires, ont pour effet de renforcer la puissance du champ magnétique dans les entrefers, ce qui améliore le rendement du dispositif magnétocalorique. Par ailleurs le nombre des bras de chacune des branches n'est limité que par des raisons dimensionnelles et constructives.
30 Leur nombre pourrait être augmenté pour permettre d'atteindre des puissances supérieures.

La figure 4 représente les lignes de flux magnétique générées par cette forme de réalisation telle qu'illustré par la figure 3 selon la ligne E-E. La disposition et l'orientation des aimants sont de grande importance. Elles permettent de fermer le champ magnétique sur lui-même et ainsi de concentrer le flux magnétique dans les entrefers 40. On peut ainsi constater que ces lignes de flux sont concentrées au niveau des entrefers 40. Les parties supérieure 50a et inférieure 50b qui servent à fermer le champ magnétique et les blocs arqués 611 et 621 réalisés en un matériau ferromagnétique permettent de réaliser des boucles de flux magnétique régulières, concentrées uniquement dans le volume du générateur de champ magnétique, qui sont prépondérantes et distribuées de manière uniforme dans les entrefers 40. L'on obtient ainsi un générateur susceptible de générer un champ intense dans ses entrefers 40 malgré l'utilisation d'un nombre réduit d'aimants permanents qui ont l'avantage de présenter une structure de fabrication aisée et économique.

Les générateurs de champ magnétique 10 et 100 décrits ci-dessus sont en particulier utilisables dans un dispositif thermique magnétocalorique comportant au moins un élément magnétocalorique. Cet élément magnétocalorique peut être constitué par un ou plusieurs matériaux magnétocaloriques et est traversé par un fluide caloporteur circulant ayant notamment pour fonction, d'évacuer les calories générées lors du passage des éléments magnétocaloriques dans les entrefers 40.

Le dispositif magnétocalorique 200 illustré par les figures 5 et 6 et utilisant le générateur de champ magnétique 100 selon l'invention comporte un arbre central 70 correspondant à l'axe de symétrie A-A, sur lequel est montée une roue 80 qui sert de support à des éléments 81 en un ou plusieurs matériaux magnétocaloriques. Les éléments 81 en matériaux magnétocaloriques sont localisés dans la zone périphérique de la roue 80, c'est-à-dire celle qui traverse les entrefers 40 du générateur de champ magnétique 100 tel que décrit en référence aux figures 2 à 4.

La construction de ce dispositif est symétrique. Le mouvement de la roue 80 portant les éléments magnétocaloriques 81 est une rotation continue dont la vitesse est déterminée de telle manière que l'échange thermique au niveau d'un fluide caloporteur circulant, de façon connue en soi en contact avec lesdits
5 éléments magnétocaloriques 81, soit optimal. Selon que le dispositif 200 est utilisé dans un système de chauffage ou un générateur de froid, les calories produites lors du passage des éléments magnétocaloriques 81 sont soit utilisées ou éliminées.

10 **Possibilités d'application industrielle**

Il ressort clairement de cette description que l'invention permet d'atteindre les buts fixés, à savoir proposer un générateur pour générer un champ magnétique dont la réalisation est structurellement simple et économique et qui permet d'obtenir un champ magnétique important avec relativement peu de matière
15 aimantée. Un tel générateur peut notamment trouver une application aussi bien industrielle que domestique lorsqu'il est intégré dans un générateur thermique magnétocalorique destiné à être exploité dans le domaine du chauffage, de la climatisation, du tempérage, du refroidissement ou autres, à des coûts compétitifs et avec un faible encombrement.

Revendications

1. Générateur de champ magnétique (10) comportant un assemblage d'aimants permanents anisotropes agencés pour créer un flux magnétique et définissant des entrefers (40) à l'intérieur desquels est concentré ledit flux magnétique, ledit assemblage d'aimants permanents comportant un premier élément d'assemblage (21) et un second élément d'assemblage (22) disposés symétriquement par rapport à un axe de symétrie central (A-A), chacun desdits premier (21) et second (22) éléments d'assemblage comportant au moins deux aimants permanents (30), dans lequel ledit assemblage d'aimants permanents comporte un support central (50), symétrique par rapport audit axe de symétrie central (A-A), ledit support central étant constitué d'une partie supérieure (50a) et d'une partie inférieure (50b) symétriques l'une par rapport à l'autre, la partie supérieure (50a) comportant deux branches (51a, 51b), symétriques par rapport audit axe de symétrie central (A-A) et portant les aimants desdits premier (21) et second (22) éléments d'assemblage, la partie inférieure (50b) comportant deux branches (52a, 52b), symétriques par rapport audit axe de symétrie central (A-A) et portant les aimants desdits premier (21) et second (22) éléments d'assemblage, dans lequel les aimants permanents (30) de chacun desdits premier (21) et second (22) éléments d'assemblage sont disposés symétriquement deux à deux par rapport à un plan médian desdits entrefers (40), caractérisé en ce que chacun desdits éléments d'assemblage (21, 22) de l'assemblage d'aimants permanents comprend au moins deux aimants permanents (30), de polarité magnétique opposée et un élément de fermeture des circuits magnétiques générés sous la forme d'un bloc de matériau ferromagnétique (61, 62) et en ce que les entrefers (40) desdits premier (21) et second (22) éléments d'assemblage, diamétralement opposés par rapport audit axe de symétrie central (A-A) sont fermés par rapport à l'extérieur dudit assemblage d'aimants par lesdits bloc de matériau ferromagnétique.

2. Générateur de champ magnétique (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le support (50) comprend une partie supérieure (50a) et une partie inférieure (50b), chacune de ces parties comportant quatre branches identiques (51a, 51'a, 51b, 51'b, 52a, 52'a, 52b, 52'b), disposées symétriquement par rapport à l'axe de symétrie central (A-A), ces branches identiques étant composées chacune de bras supérieurs (510a, 510b, 511a, 511b) et de bras inférieurs (520a, 520b; 521a, 521b) identiques, dont les plans axiaux forment entre eux des angles aigus.
3. Générateur de champ magnétique (100) selon la revendication 2, caractérisé en ce que chacune des parties du support (50) comporte en outre deux bras intermédiaires (512a, 512b, 522a, 522b) disposés respectivement entre les bras supérieurs (510a, 510b, 511a, 511b) et les bras inférieurs (520a, 520b; 521a, 521b) dudit support (50),
4. Générateur de champ magnétique (100) selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits angles aigus que forment entre eux lesdits les plans axiaux desdits bras supérieurs (510a, 510b, 511a, 511b) et lesdits bras inférieurs (520a, 520b, 521a, 521b) sont sensiblement compris entre 10 et 120 degrés, et de préférence entre 10 et 45 degrés.
5. Générateur de champ magnétique (100) selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits bras supérieurs (510a, 510b, 511a, 511b) et lesdits bras inférieurs (520a, 520b, 521a, 521b) des parties symétriques (50a, 50b) du support (50), portent chacun deux aimants permanents (30), de polarité magnétique opposée, en ce que les bras intermédiaires (512a, 512b, 522a, 522b) portent chacun un aimant permanent (30), et en ce que le circuit magnétique généré dans chacun desdits bras est fermé par un bloc arqué (610, 611, 612, 620, 621, 622) réalisé en un matériau

ferromagnétique et monté sur les faces d'extrémité des aimants permanents (30) correspondants.

6. Dispositif thermique magnétocalorique (200) comportant au moins un
5 élément magnétocalorique (81) traversé par un fluide caloporteur, ledit
élément magnétocalorique (81) étant monté sur un élément rotatif (80)
traversant alternativement les entrefers d'un générateur de champ
magnétique, caractérisé en ce que ledit générateur de champ magnétique
(100) comporte un assemblage d'aimants permanents (30) anisotropes
10 agencés pour créer un flux magnétique et définissant des entrefers (40) à
l'intérieur duquel est concentré ledit flux magnétique, ledit assemblage
d'aimants permanents comportant un premier élément d'assemblage (21)
et un second élément d'assemblage (22) montés symétriquement par
rapport à un axe de symétrie central (A-A) et chacun desdits premier (21)
15 et second (22) éléments d'assemblage comportant au moins deux
aimants permanents (30) de polarité magnétique opposée, dans lequel
ledit assemblage d'aimants permanents comporte un support central (50),
symétrique par rapport audit axe de symétrie (A-A), ledit support central
étant constitué d'une partie supérieure (50a) et d'une partie inférieure
20 (50b), chacune de ces parties comportant quatre branches identiques
(51a, 51'a, 51b, 51'b, 52a, 52'a, 52b, 52'b) disposées symétriquement par
rapport à l'axe de symétrie (A-A), lesdites branches identiques étant
composées chacune de bras supérieurs (510a, 510b, 511a, 511b) et de
bras inférieurs (520a, 520b; 521a, 521b) identiques, portant les aimants
25 desdits premier (21) et second (22) éléments d'assemblage, dont les
plans axiaux forment entre eux des angles aigus, et en ce que chacune
des parties du support (50) comporte en outre deux bras intermédiaires
(512a, 512b, 522a, 522b) disposés respectivement entre les bras
supérieurs (510a, 510b, 511a, 511b) et les bras inférieurs (520a, 520b;
30 521a, 521 b) dudit support (50), en ce que les entrefers (40) desdits
premier (21) et second (22) éléments d'assemblage sont diamétralement

opposés par rapport audit axe de symétrie (A-A), en ce que les aimants de chacun desdits premier (21) et second (22) éléments d'assemblage sont disposés symétriquement deux à deux par rapport à un plan médian desdits entrefers (40), et en ce que le circuit magnétique généré dans
5 chacun desdits bras est fermé par un bloc arqué (610, 611, 612, 620, 621, 622) réalisé en un matériau ferromagnétique et monté sur les faces d'extrémité des aimants permanents (30) correspondants.

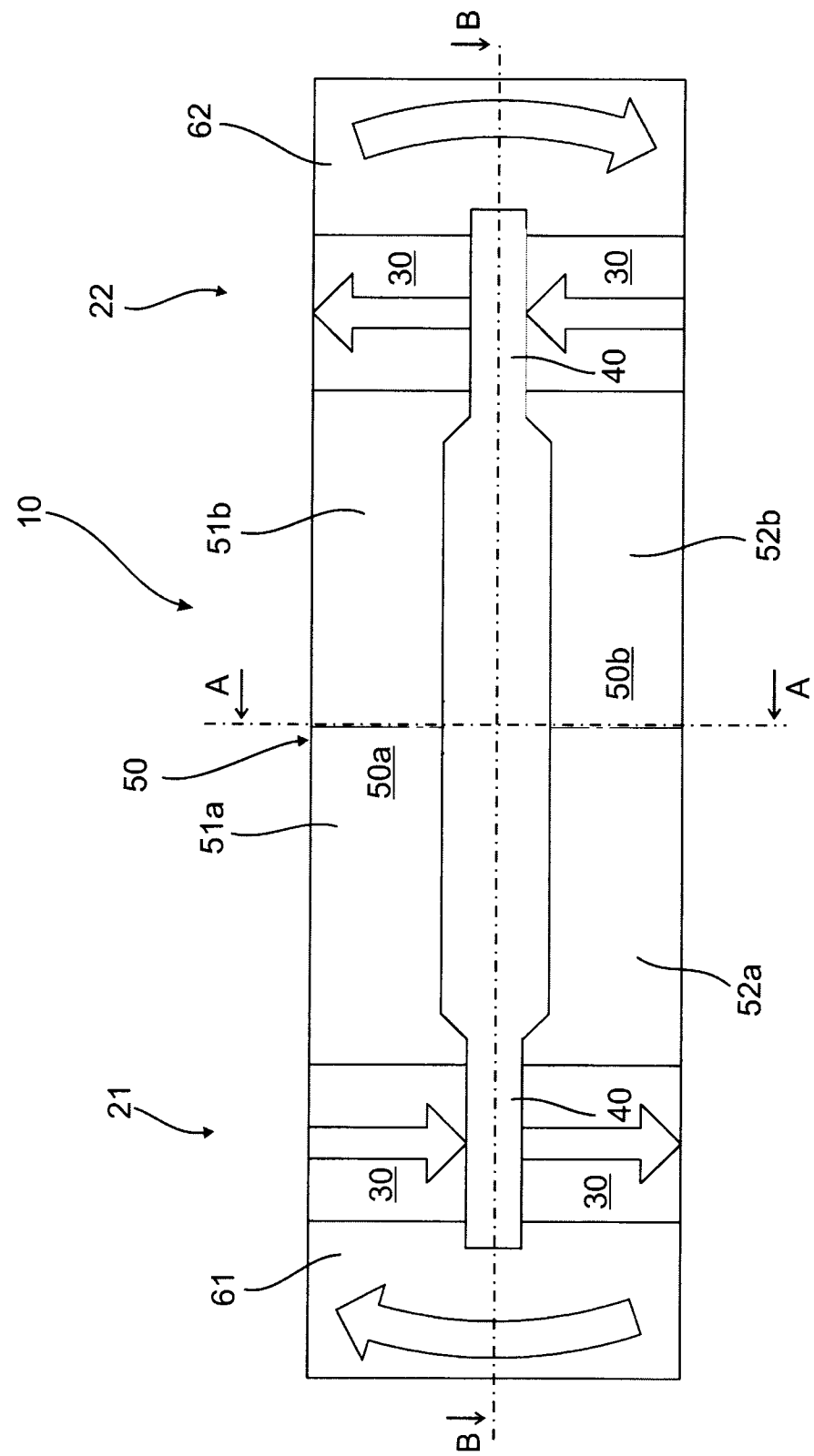


FIG. 1

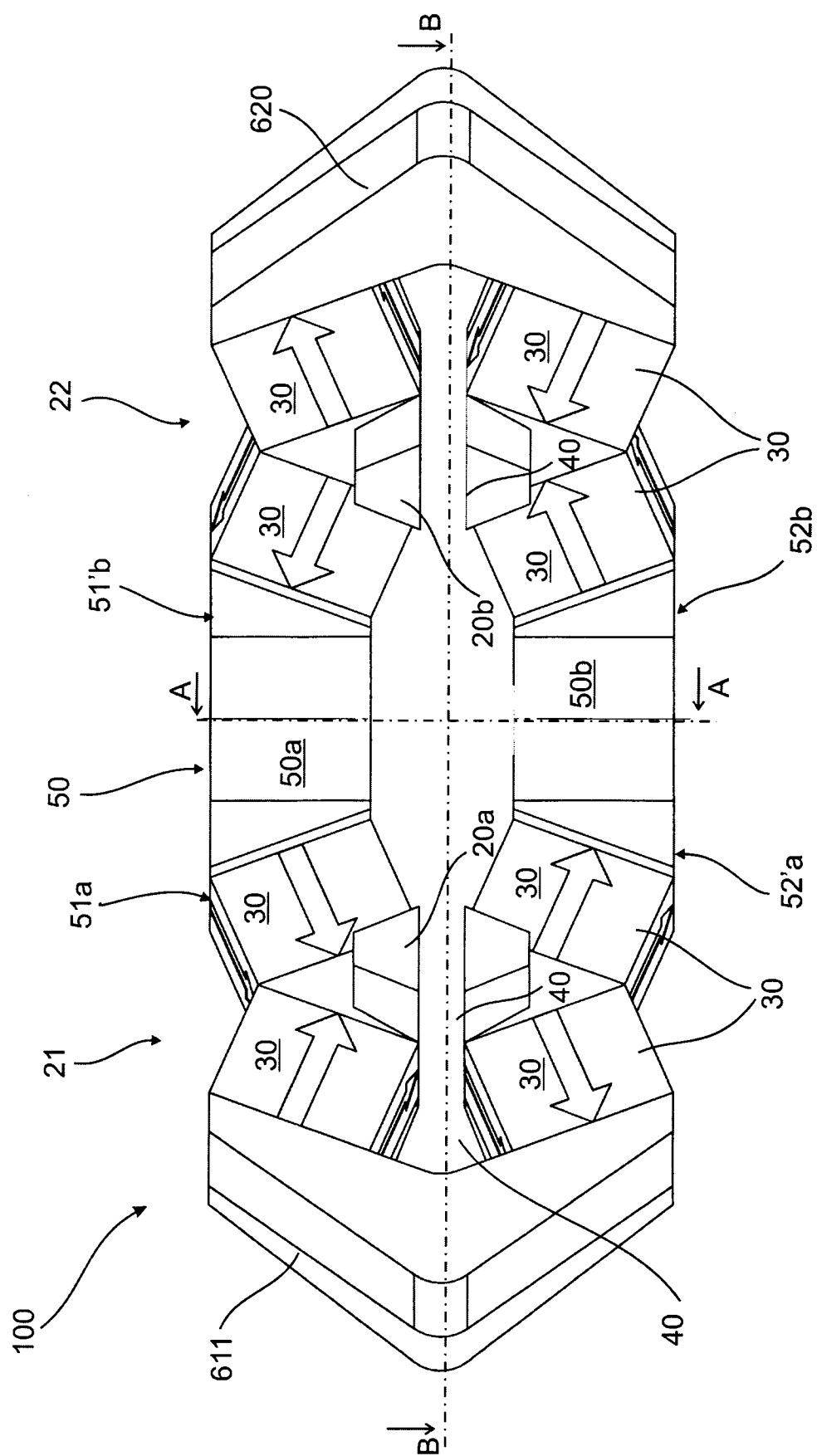


FIG. 2

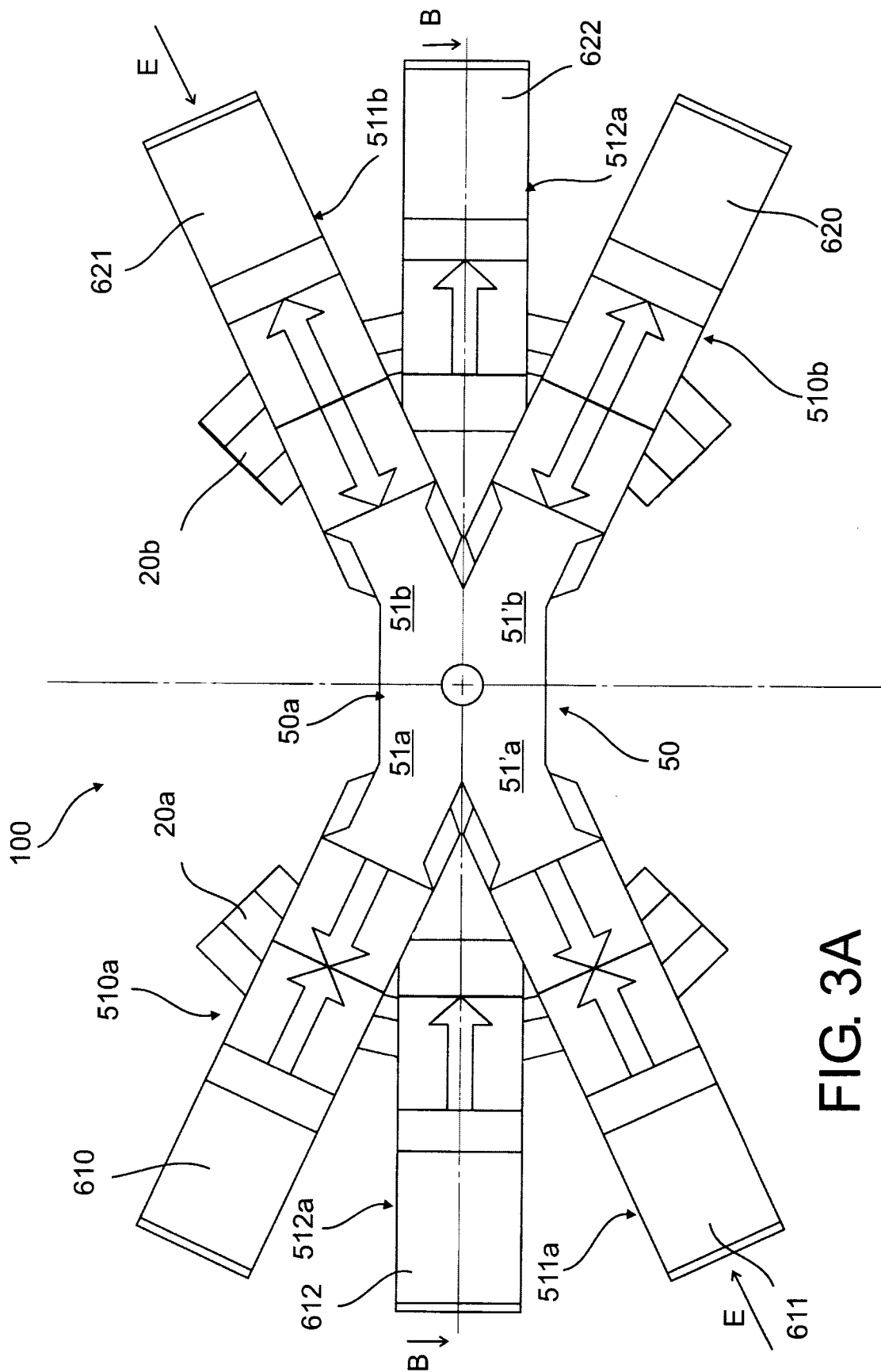


FIG. 3A

4 / 7

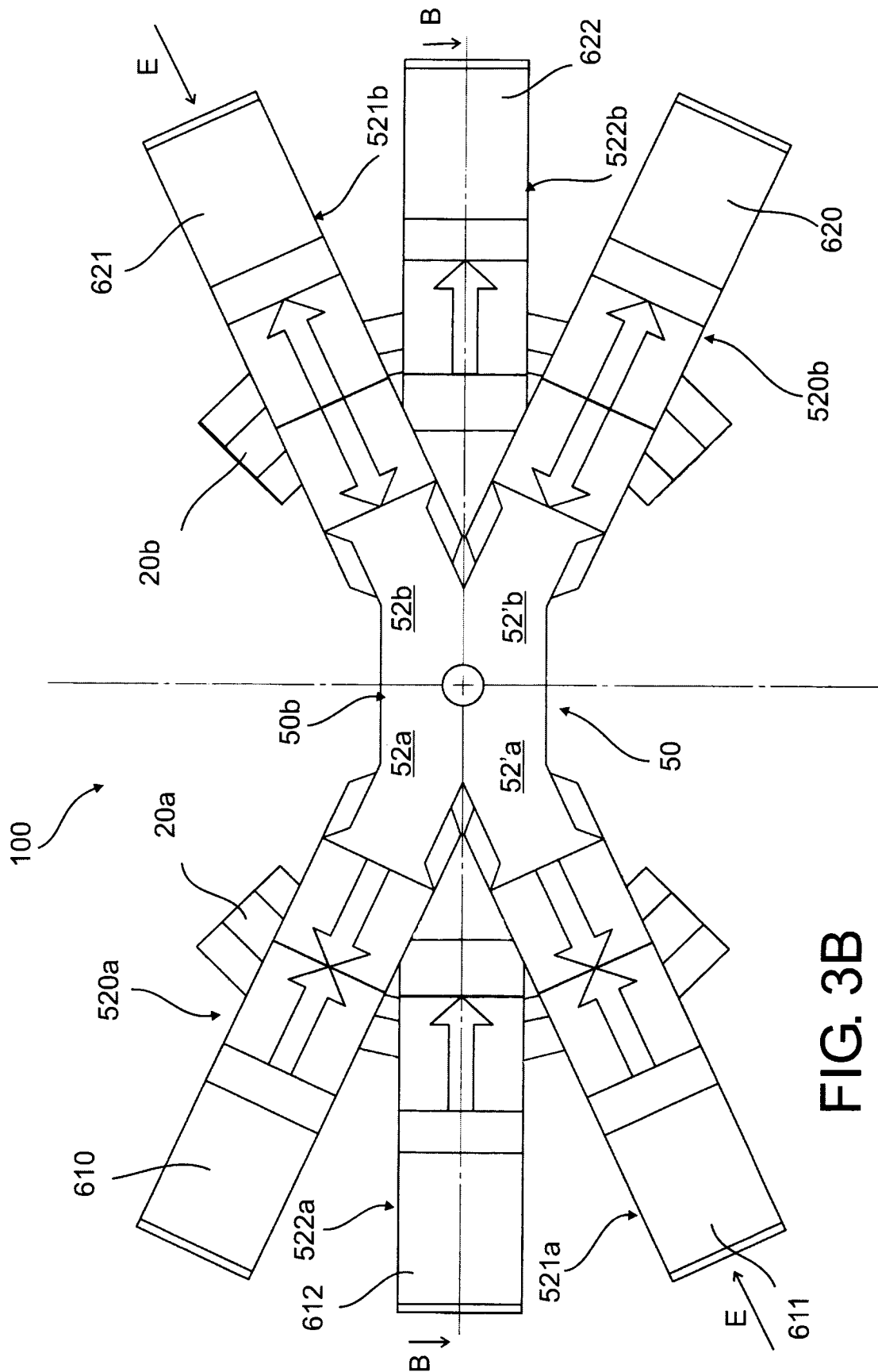


FIG. 3B

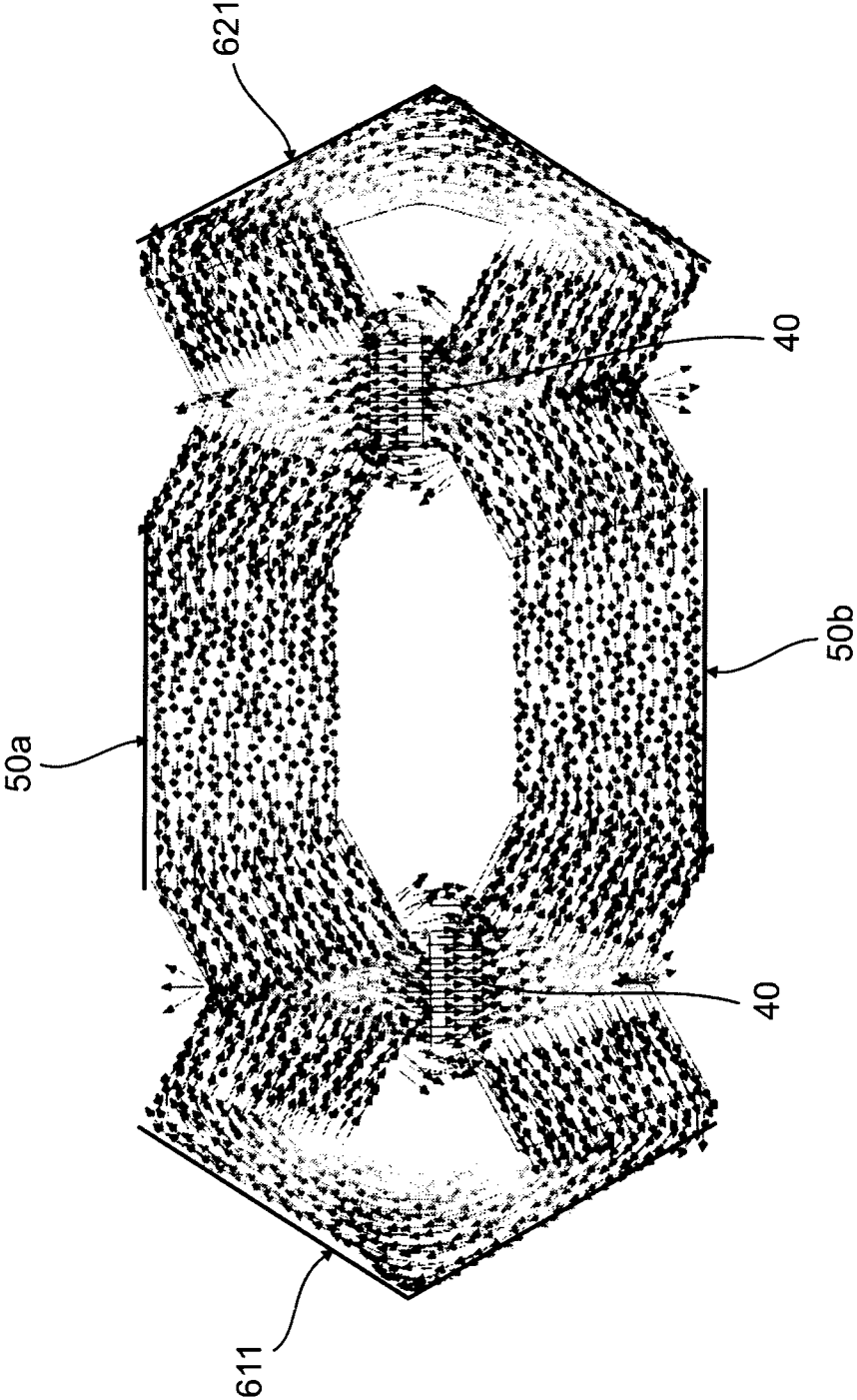


FIG. 4

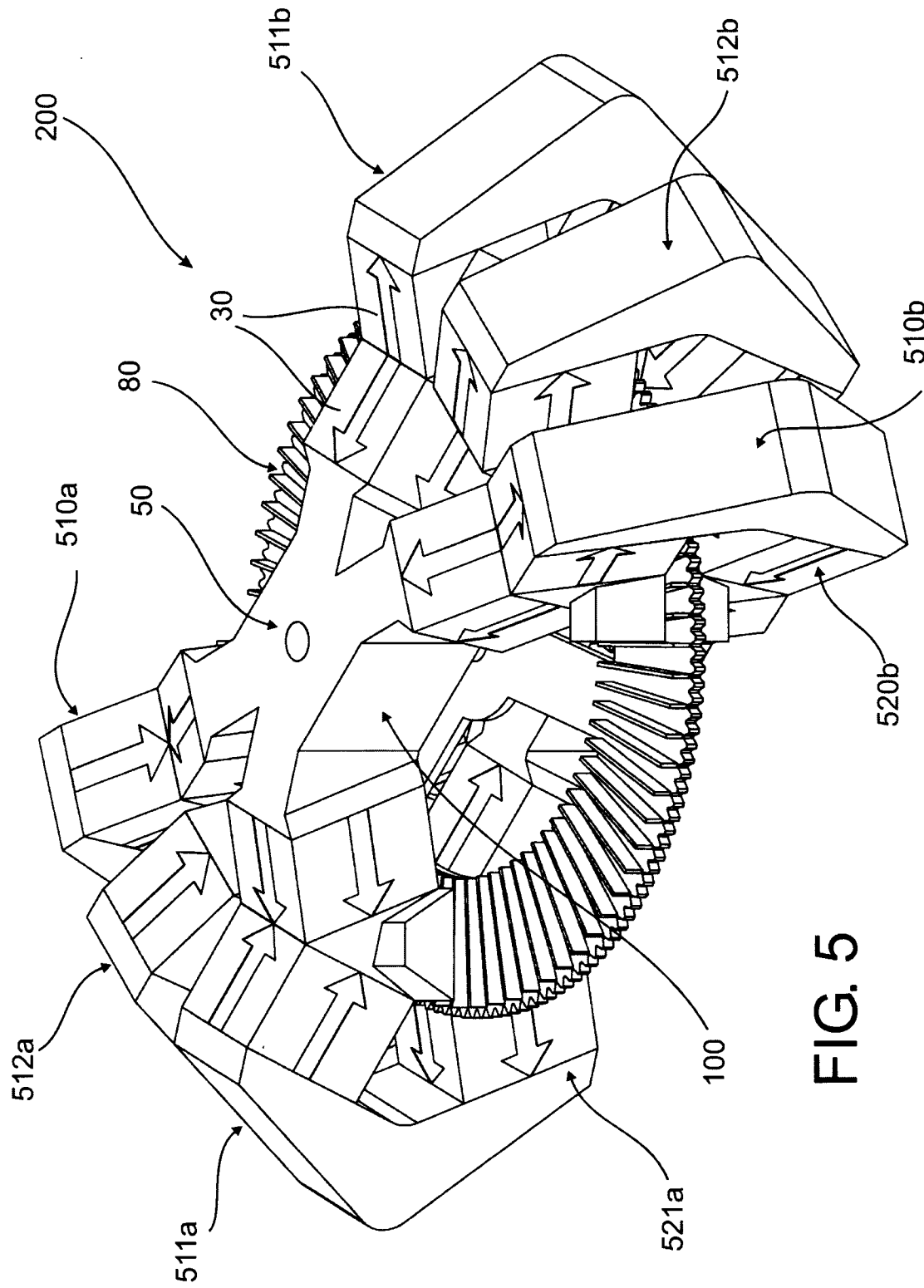


FIG. 5

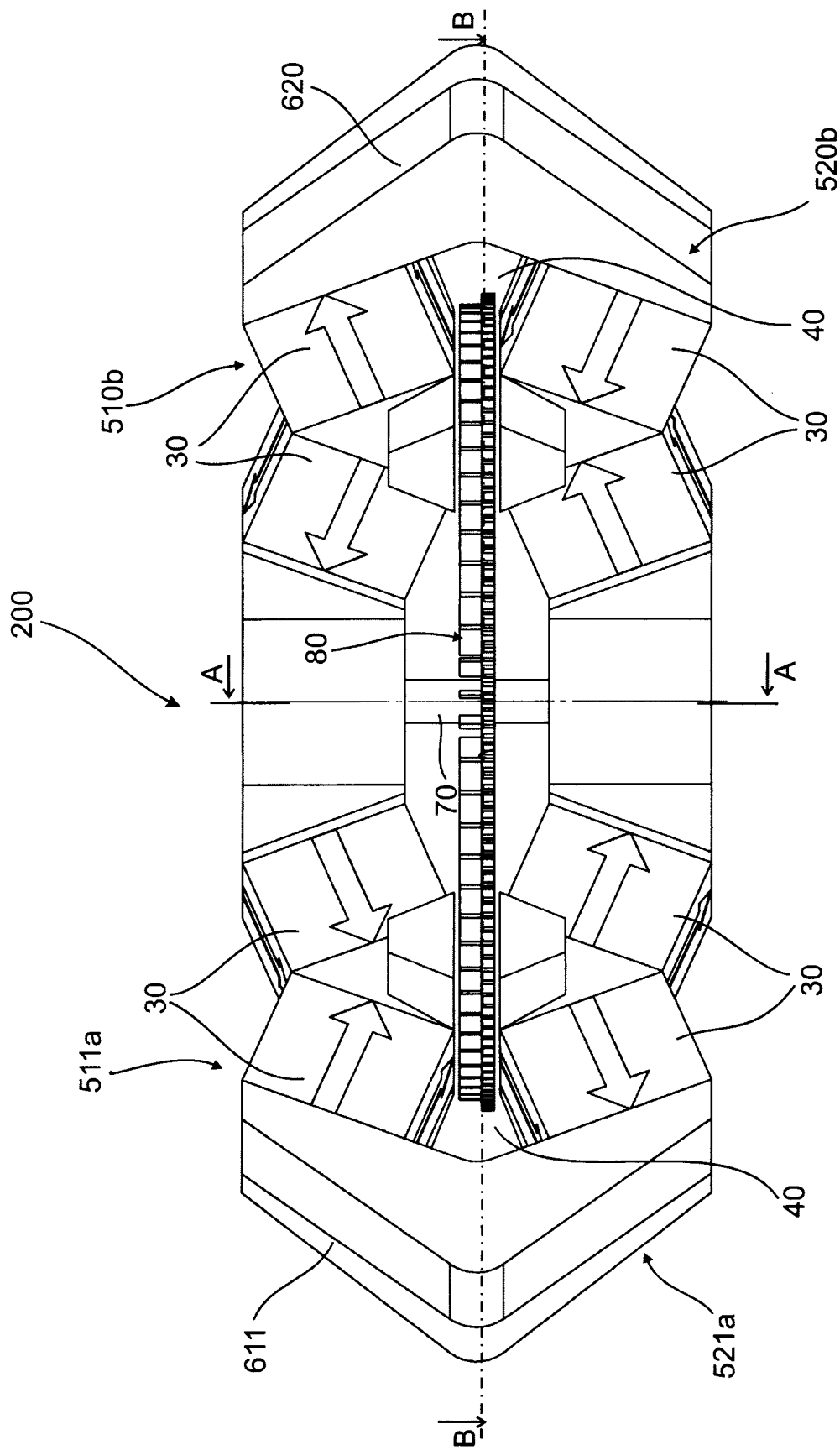


FIG. 6