



(11) **EP 3 264 431 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
03.01.2018 Bulletin 2018/01

(51) Int Cl.:
H01F 7/16 (2006.01) *H01F 7/18* (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17178534.8**

(22) Date de dépôt: **28.06.2017**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(72) Inventeurs:
• **DURAND, Guillaume**
78140 VELIZY-VILLACOUBLAY (FR)
• **COUSTENOBLE, Steve**
78140 VELIZY-VILLACOUBLAY (FR)
• **MONSAINT, Laurent**
78140 VELIZY-VILLACOUBLAY (FR)

(30) Priorité: **01.07.2016 FR 1656314**

(74) Mandataire: **Lavaud, Thomas et al**
Cabinet Boettcher
16, rue Médéric
75017 Paris (FR)

(71) Demandeur: **Safran Landing Systems**
78140 Vélizy-Villacoublay (FR)

(54) **ELECTRO-AIMANT LINÉAIRE BISTABLE**

(57) Electro-aimant linéaire bistable comportant un premier logement (10) et un deuxième logement (11) alignés, une armature mobile (18) comprenant une tige (19) et une navette (20) montée coulissante, et une première bobine (13) positionnée dans le premier logement et une deuxième bobine (15) positionnée dans le deuxième logement. Une cavité (25) est pratiquée dans une paroi de

mesure (4) de l'un des logements, et l'électro-aimant comporte un capteur de champ magnétique (26) positionné dans la cavité et destiné à mesurer un flux magnétique régnant dans un chemin magnétique formé par les parois dudit logement et par la navette, pour détecter que la navette est rapprochée ou éloignée de la paroi de butée dudit logement.

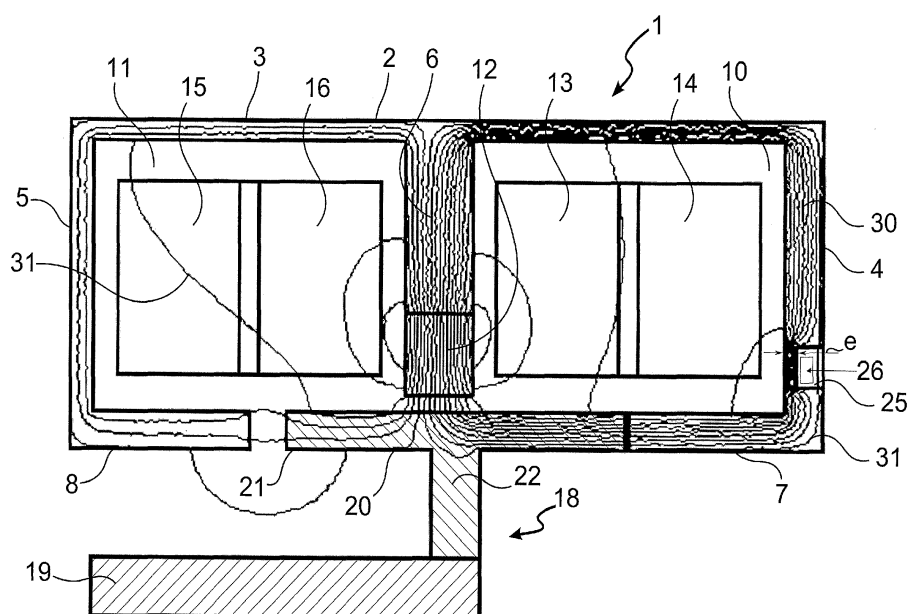


Fig. 1

Description

[0001] L'invention concerne le domaine de la surveillance de la position de la tige d'un électro-aimant linéaire bistable.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0002] On connaît une architecture de freinage pour roue d'aéronef comprenant un frein doté d'au moins un actionneur hydraulique de freinage de la roue, une source de pression apte à délivrer un fluide hydraulique sous haute pression, un circuit hydraulique de freinage normal et un circuit hydraulique de parc.

[0003] Le circuit hydraulique de parc comporte classiquement une vanne de parc ayant un port de sortie adapté à être sélectivement connecté soit à la source de pression, soit à un circuit de retour sous basse pression relativement à ladite haute pression.

[0004] La vanne de parc est classiquement manoeuvrée par un électro-aimant linéaire comportant une tige couissant entre une position étendue et une position rétractée. La surveillance de la position de la tige est généralement réalisée grâce à un capteur de pression qui mesure la pression dans le circuit hydraulique de parc. Le capteur de pression est encombrant, lourd et coûteux. Il a été envisagé de surveiller la position de la tige en intégrant un capteur de position directement sur la tige. Cependant, la présence de fluide hydraulique dans l'environnement de la tige empêche une telle intégration. De plus, la faible course de la tige ne permettrait probablement pas de détecter précisément la position de la tige dans les configurations les plus défavorables (dérive en température, chaînes de côtes, dilatations, etc.).

OBJET DE L'INVENTION

[0005] L'invention a pour objet de fournir une surveillance de la position de la tige d'un électro-aimant qui ne présente pas les inconvénients précédemment cités.

RESUME DE L'INVENTION

[0006] En vue de la réalisation de ce but, on propose un électro-aimant linéaire bistable comportant un corps creux ayant des parois définissant un premier logement et un deuxième logement alignés selon un axe, une armature mobile comprenant une tige liée à une navette montée coulissante dans le corps creux selon l'axe X entre une première position extrême dans laquelle elle vient buter contre une paroi de butée du premier logement et une deuxième position extrême dans laquelle elle vient buter contre une paroi de butée du deuxième logement, et une première bobine positionnée dans le premier logement et une deuxième bobine positionnée dans le deuxième logement de sorte que la navette coulisse vers la première position extrême lorsqu'un premier courant circule dans la première bobine et dans la deuxième

me bobine, et de sorte que la navette coulisse vers la deuxième position extrême lorsqu'un deuxième courant circule dans la première bobine et dans la deuxième bobine. Une cavité est pratiquée dans une paroi de mesure de l'un des premier logement ou deuxième logement, et l'électro-aimant comporte un capteur de champ magnétique positionné dans la cavité et destiné à mesurer un flux magnétique régnant dans un chemin magnétique formé par les parois dudit premier logement ou deuxième logement et par la navette pour détecter que la navette est rapprochée ou éloignée de la paroi de butée dudit premier logement ou deuxième logement.

[0007] La surveillance de la position de la tige de l'électro-aimant selon l'invention est donc effectuée par le capteur de champ magnétique intégré dans la paroi de mesure du corps creux de l'électro-aimant. Cette surveillance est donc réalisée par des moyens peu encombrants, légers et peu coûteux. Le capteur de champ magnétique, positionné dans la cavité pratiquée dans la paroi de mesure est positionné de manière simple dans un environnement exempt de fluide hydraulique. Enfin, la surveillance de la position de la tige par la mesure du flux magnétique rend cette surveillance robuste y compris en cas de configurations mécaniques et thermiques défavorables de la tige.

[0008] L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit d'un mode de mise en oeuvre particulier non limitatif de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0009] Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe de l'électro-aimant selon l'invention, selon un plan passant par un axe longitudinal de l'électro-aimant, une tige de l'électro-aimant étant dans une position rétractée ;
- la figure 2 est une vue analogue à celle de la figure 1, dans laquelle la tige de l'électro-aimant est dans une position étendue.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0010] En référence aux figures 1 et 2, l'électro-aimant selon l'invention 1 est un électro-aimant linéaire qui comporte un corps creux 2 présentant une forme extérieure cylindrique de section circulaire et ayant pour axe longitudinal un axe X.

[0011] Le corps creux 2 comporte une pluralité de parois, parmi lesquelles une paroi principale 3 présentant une surface cylindrique ayant pour axe longitudinal l'axe X, une première paroi d'extrémité 4 formant une première face du corps creux 2, une deuxième paroi d'extrémité 5 formant une deuxième face du corps creux 2, une paroi centrale 6 parallèle à la première paroi d'extrémité 4 et à la deuxième paroi d'extrémité 5 et équidistante de la première paroi d'extrémité 4 et de la deuxième paroi d'ex-

trémité 5, et une première paroi de butée 7 et une deuxième paroi de butée 8. La première paroi de butée 7, qui présente une forme annulaire ayant pour axe longitudinal l'axe X, s'étend depuis la première paroi d'extrémité 4 vers l'intérieur du corps creux 2. La deuxième paroi de butée 8, qui présente une forme annulaire ayant pour axe longitudinal l'axe X, s'étend depuis la deuxième paroi d'extrémité 5 vers l'intérieur du corps creux 2.

[0012] La paroi principale 3, la première paroi d'extrémité 4, la première paroi de butée 7 et la paroi centrale 6 définissent un premier logement 10 dans le corps creux 2.

[0013] La paroi principale 3, la deuxième paroi d'extrémité 5, la deuxième paroi de butée 8 et la paroi centrale 6 définissent un deuxième logement 11 dans le corps creux 2.

[0014] Le corps creux 2 (et donc l'ensemble des parois qui viennent d'être évoquées) est fabriqué ici en acier inoxydable martensitique. L'acier inoxydable martensitique utilisé est en l'occurrence un acier inoxydable de type X30Cr13.

[0015] Un aimant permanent 12, de forme annulaire, s'étend depuis la paroi centrale 6 vers l'axe X. La paroi centrale 6 et l'aimant permanent 12 séparent le premier logement 10 et le deuxième logement 11. L'aimant permanent 12 est ici un aimant néodyme fabriqué en SmCo5.

[0016] Le premier logement 10 comporte une première bobine principale 13 et une première bobine auxiliaire 14. Le deuxième logement 11 comporte une deuxième bobine principale 15 et une deuxième bobine auxiliaire 16. La première bobine principale 13 et la deuxième bobine principale 15 sont reliées en série. La première bobine auxiliaire 14 et la deuxième bobine auxiliaire 16 sont reliées en série.

[0017] L'électro-aimant 1 comporte de plus une armature mobile 18 comprenant une tige 19 et une navette 20. La tige 19 a pour axe longitudinal un axe X'. La navette 20 comprend une partie courante 21 et une partie de liaison 22. La partie courante 21 de la navette 20 présente une forme extérieure cylindrique de section circulaire et ayant pour axe longitudinal l'axe X'. La partie de liaison 22 est une paroi perpendiculaire à l'axe X' et située au centre de la partie courante 21. Lorsque l'armature mobile 18 est montée dans le corps creux 2, l'axe X' est confondu avec l'axe X.

[0018] La tige 19 de l'armature mobile 18 est fabriquée ici en aluminium. La navette 20 est fabriquée ici en acier inoxydable martensitique. L'acier inoxydable martensitique utilisé est en l'occurrence un acier inoxydable de type X30Cr13. La tige 19 est fixée à la navette 20 de manière à s'étendre coaxialement à celle-ci.

[0019] L'électro-aimant 1 fonctionne de la manière suivante. Lorsque, sous l'application d'une première tension de commande, un premier courant circule dans un premier sens dans la première bobine principale 13 et dans la deuxième bobine principale 15, un premier champ magnétique est généré, sous l'effet duquel la navette 20

coulisse dans le corps creux 2 selon l'axe X et se rapproche de la première paroi de butée 7 du premier logement 10 jusqu'à une première position extrême dans laquelle la navette 20 vient buter contre la première paroi de butée 7 du premier logement 10. La tige 19 est alors dans une position rétractée. Lorsque la première tension de commande n'est plus appliquée et que le premier courant ne circule plus, la navette 20 est maintenue dans la première position extrême par l'effet d'un champ magnétique généré par l'aimant permanent 12. La tige 19 est donc maintenue dans la position rétractée (situation visible sur la figure 1).

[0020] Lorsque, sous l'application d'une deuxième tension de commande, un deuxième courant circule dans un deuxième sens opposé au premier sens dans la première bobine principale 13 et dans la deuxième bobine principale 15, un deuxième champ magnétique est généré, sous l'effet duquel la navette 20 coulisse dans le corps creux 2 selon l'axe X et se rapproche de la deuxième paroi de butée 8 du deuxième logement 11 jusqu'à une deuxième position extrême dans laquelle la navette 20 vient buter contre la deuxième paroi de butée 8 du deuxième logement 11. La tige 19 est alors dans une position étendue. Lorsque la deuxième tension de commande n'est plus appliquée et que le deuxième courant ne circule plus, la navette 20 est maintenue dans la deuxième position extrême par l'effet d'un champ magnétique généré par l'aimant permanent. La tige 19 est donc maintenue dans la position étendue (situation visible sur la figure 2).

[0021] L'électro-aimant 1 est donc un électro-aimant linéaire bistable.

[0022] La première bobine auxiliaire 14 et la deuxième bobine auxiliaire 16 sont agencées de la même manière et jouent exactement le même rôle que la première bobine principale 13 et la deuxième bobine principale 15. La première bobine auxiliaire 14 et la deuxième bobine auxiliaire 16 sont utilisées uniquement lorsqu'un défaut (par exemple un court-circuit ou un circuit ouvert) se produit sur la première bobine principale 13 et/ou sur la deuxième bobine principale 15. Le circuit magnétique de l'électro-aimant 1 est donc redondé.

[0023] On note que le corps creux 2 de l'électro-aimant 1 comporte une paroi de mesure, qui est en l'occurrence la première paroi d'extrémité 4. La première paroi d'extrémité 4 comporte une cavité 25 qui présente la forme d'une rainure débouchant vers l'extérieur du corps creux 2. La cavité ne débouche pas vers l'intérieur de la cavité du corps creux 2. L'épaisseur e de la première paroi d'extrémité 4, au niveau de la cavité 25, est comprise entre 0,4mm et 1mm. Cette épaisseur e est ici approximativement égale à 0,7mm.

[0024] Un capteur de champ magnétique, en l'occurrence un capteur à effet Hall 26, est positionné à l'intérieur de la cavité 25. La partie sensible du capteur à effet Hall 26 est positionnée contre le fond de la cavité 25.

[0025] Le capteur à effet Hall 26 permet de détecter que la navette 20 est rapprochée de la première paroi

de butée 7 du premier logement 10 ou bien de la deuxième paroi de butée 8 du deuxième logement 11. Le capteur à effet Hall 26 permet donc notamment de détecter que la navette 20 se trouve dans la première position extrême ou dans la deuxième position extrême, et donc que la tige 19 se trouve dans la position rétractée ou dans la position étendue.

[0026] En effet, lorsque la navette est rapprochée de la première paroi de butée 7 du premier logement 10 et, notamment, lorsque la navette 20 vient buter contre la première paroi de butée 7 du premier logement 10 (comme cela est visible sur la figure 1), un flux magnétique résultant du champ magnétique généré par la première bobine principale 13 (ou par la première bobine auxiliaire 14 si celle-ci est utilisée) est principalement concentré dans un premier chemin magnétique 30 formé par les parois du premier logement 10. Le flux magnétique est symbolisé par des lignes de champ magnétique 31. On observe que les lignes de champ magnétique 31 sont particulièrement concentrées dans la première paroi d'extrémité 4 au niveau de la cavité 25, et donc que le flux magnétique y est particulièrement important. Le capteur à effet Hall 26 détecte ainsi les fuites de champ magnétique au niveau du fond de la cavité 25, et mesure un champ magnétique relativement important.

[0027] Des moyens de traitement, reliés au capteur à effet Hall 26 et non représentés sur les figures, acquièrent les mesures réalisées par le capteur à effet Hall 26 et détectent, en fonction de l'amplitude de champ magnétique mesuré, que la navette 20 est rapprochée de la première paroi de butée 7 du premier logement 10, et, éventuellement, que la navette 20 est en butée contre la première paroi de butée 7 du premier logement 10. Les moyens de traitement détectent alors que la tige 19 se trouve donc dans la position rétractée.

[0028] Au contraire, lorsque la navette 20 est éloignée de la première paroi de butée 7 du premier logement 10, et, notamment, lorsque la navette 20 vient buter contre la deuxième paroi de butée 8 du deuxième logement 11 (comme cela est visible sur la figure 2), le flux magnétique résultant du champ magnétique généré par la deuxième bobine principale 15 (ou par la deuxième bobine auxiliaire 16 si celle-ci est utilisée) est principalement concentré dans un deuxième chemin magnétique 32 formé par les parois du deuxième logement 11. Le capteur à effet Hall 26 mesure donc un champ magnétique relativement faible.

[0029] Les moyens de traitement acquièrent les mesures réalisées par le capteur à effet Hall 26 et détectent, en fonction de l'amplitude de champ magnétique mesuré, que la navette 20 est éloignée de la première paroi de butée 7 du premier logement 10, et, éventuellement, que la navette 20 est en butée contre la deuxième paroi de butée 8 du deuxième logement 11. La tige 19 se trouve donc dans la position étendue.

[0030] On note qu'il est possible soit de réaliser une mesure « linéaire » de la position de la navette 20 entre la première position extrême et la deuxième position ex-

trême, et donc de la position de la tige 19 entre la position rétractée et la position étendue, soit de réaliser une mesure « binaire », qui indique que la navette 20 se trouve soit dans la première position extrême, soit dans la deuxième position extrême. La mesure binaire est plus simple à mettre en oeuvre et semble la plus appropriée car la première position extrême et la deuxième position extrême sont les seules positions stables de la navette 20.

[0031] Le capteur à effet Hall 26 peut être un capteur de type commutateur à effet Hall (ou *latch*, en anglais) donnant une information binaire, ou bien une sonde linéaire à effet Hall. Dans le cas d'une sonde linéaire, il est possible de réaliser une mesure binaire en définissant un seuil au-dessus duquel le champ magnétique mesuré correspond à la première position extrême de la navette 20, et au-dessous duquel le champ magnétique mesuré correspond à la deuxième position extrême de la navette 20. Le seuil peut éventuellement être réglé au moment de la fabrication de l'électro-aimant 1, ou bien au moment de tests de fonctionnement précédant sa livraison.

[0032] Avantageusement, les moyens de traitement sont positionnés sur une carte électrique ou dans un calculateur utilisés pour alimenter l'électro-aimant 1 (et donc pour générer les tensions de commande appliquées aux bornes des bobines). On réduit ainsi les coûts et l'encombrement de la mise en oeuvre de la surveillance de la position de la tige 19.

[0033] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

[0034] Bien que l'on ait indiqué que le capteur de champ magnétique utilisé est un capteur à effet Hall, il est parfaitement possible d'utiliser un capteur différent (par exemple, un capteur magnétorésistif).

[0035] Il est aussi possible d'utiliser plusieurs capteurs de champ magnétique, positionnés ou non dans une même cavité.

[0036] Le capteur peut bien évidemment être intégré à une paroi de mesure du deuxième logement. La paroi de mesure, qui comporte la ou les cavités, peut par ailleurs être une paroi autre qu'une paroi d'extrémité, par exemple une paroi de butée.

Revendications

1. Electro-aimant linéaire bistable comportant un corps creux (2) avec des parois définissant un premier logement (10) et un deuxième logement (11) alignés selon un axe X, une armature mobile (18) comprenant une tige (19) liée à une navette (20) montée coulissante dans le corps creux (2) selon l'axe X entre une première position extrême dans laquelle la navette vient buter contre une première paroi de butée (7) du premier logement (10) et une deuxième position extrême dans laquelle la navette vient buter

contre une deuxième paroi de butée (8) du deuxième logement (11), et une première bobine (13) positionnée dans le premier logement et une deuxième bobine (15) positionnée dans le deuxième logement, de sorte que la navette coulisse vers la première position extrême lorsqu'un premier courant circule dans la première bobine et dans la deuxième bobine, et de sorte que la navette coulisse vers la deuxième position extrême lorsqu'un deuxième courant circule dans la première bobine et dans la deuxième bobine, **caractérisé en ce qu'une cavité (25) est pratiquée dans une paroi de mesure (4) de l'un des premier logement ou deuxième logement, et en ce que l'électro-aimant comporte un capteur de champ magnétique (26) positionné dans la cavité et destiné à mesurer un flux magnétique régnant dans un chemin magnétique formé par les parois dudit premier logement ou deuxième logement et par la navette, pour détecter que la navette est rapprochée ou éloignée de la paroi de butée dudit premier logement ou deuxième logement.**

2. Electro-aimant selon la revendication 1, dans lequel le premier logement (10) et le deuxième logement (11) sont séparés par une paroi (6) du corps creux (2) et par un aimant permanent (12).
3. Electro-aimant selon la revendication 1, dans lequel la cavité (25) débouche vers l'extérieur du corps creux.
4. Electro-aimant selon la revendication 3, dans laquelle la paroi de mesure (4) présente, au niveau de la cavité, une épaisseur comprise entre 0,4mm et 10mm.
5. Electro-aimant selon la revendication 1, dans lequel le corps creux (2) est fabriqué en acier inoxydable martensitique.
6. Electro-aimant selon la revendication 1, dans lequel la navette (20) est fabriquée en acier inoxydable martensitique.
7. Electro-aimant selon la revendication 1, dans lequel la tige (19) est fabriquée en aluminium.

50

55

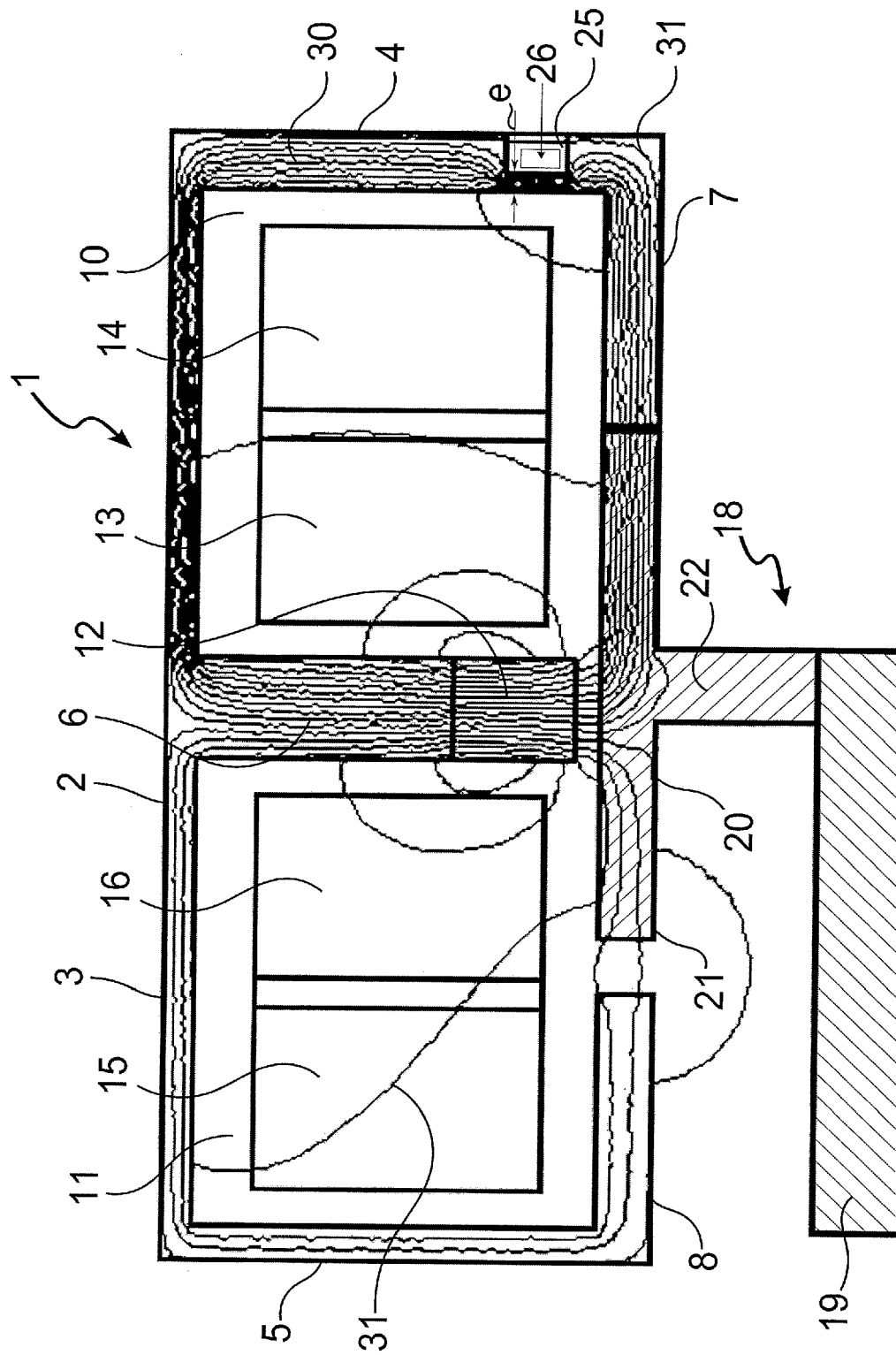


Fig. 1

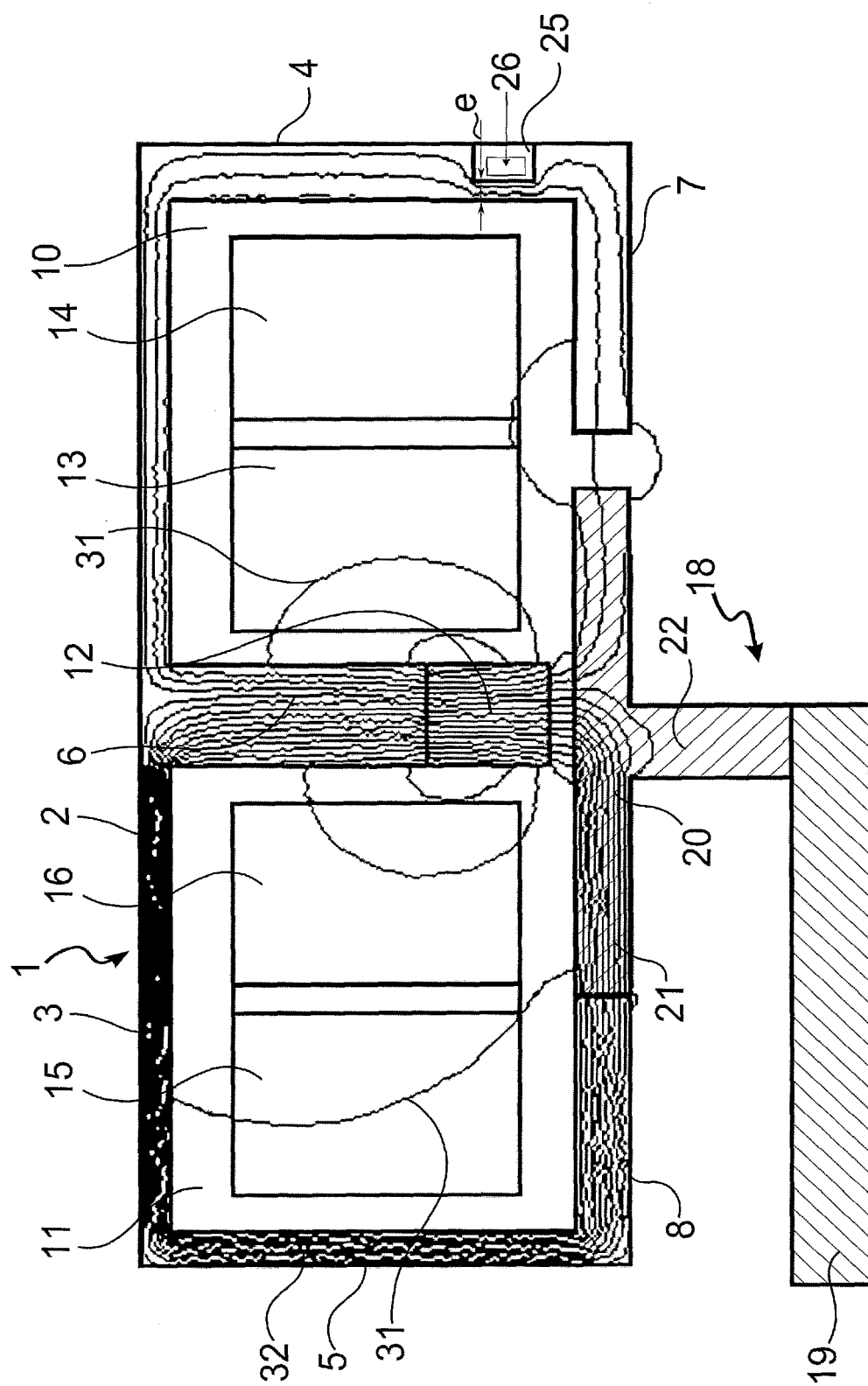


Fig. 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 17 8534

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	EP 2 944 521 A1 (MESSIER BUGATTI DOWTY [FR]) 18 novembre 2015 (2015-11-18) * abrégé * * alinéa [0014] - alinéa [0016]; revendication 1; figure 2 *	1-7	INV. H01F7/16 ADD. H01F7/18
Y	DE 297 03 587 U1 (FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG [DE]) 25 juin 1998 (1998-06-25) * page 4, ligne 14 - page 6, ligne 31 *	1-7	
A	EP 2 587 496 A1 (MSG MECHATRONIC SYSTEMS GMBH [AT]) 1 mai 2013 (2013-05-01) * abrégé * * alinéa [0012] *	1-7	
A	DE 10 2009 042777 A1 (KENDRION MAGNETTECHNIK GMBH [DE]) 7 avril 2011 (2011-04-07) * abrégé * * alinéa [0035] - alinéa [0040]; figure 1b *	1-7	
A	FR 2 940 500 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 25 juin 2010 (2010-06-25) * abrégé; figure 1 *	1-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 23 octobre 2017	Examineur Warneck, Nicolas
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 17 17 8534

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

23-10-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2944521 A1	18-11-2015	CN 104960661 A EP 2944521 A1 FR 3018880 A1 US 2015266568 A1	07-10-2015 18-11-2015 25-09-2015 24-09-2015
DE 29703587 U1	25-06-1998	DE 19880216 D2 DE 29703587 U1 JP 2000509917 A US 6111741 A WO 9838656 A1	01-04-1999 25-06-1998 02-08-2000 29-08-2000 03-09-1998
EP 2587496 A1	01-05-2013	AT 512065 A1 EP 2587496 A1	15-05-2013 01-05-2013
DE 102009042777 A1	07-04-2011	AUCUN	
FR 2940500 A1	25-06-2010	AU 2009332810 A1 CN 102257581 A FR 2940500 A1 WO 2010072908 A1	07-07-2011 23-11-2011 25-06-2010 01-07-2010

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82