

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 076 945**

②① N° d'enregistrement national : **18 50250**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 H 3/28** (2018.01)

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ CONTACTEUR ELECTRIQUE ET DISPOSITIF DE COUPURE A SEMI-CONDUCTEURS COM-  
PRENANT UN TEL CONTACTEUR.

②② Date de dépôt : 12.01.18.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 19.07.19 Bulletin 19/29.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 16.10.20 Bulletin 20/42.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *MERSEN FRANCE SB SAS Société  
par actions simplifiée* — FR.

⑦② Inventeur(s) : CHAILLOUX THIBAUT et GERLAUD  
ANTOINE.

⑦③ Titulaire(s) : *MERSEN FRANCE SB SAS Société  
par actions simplifiée.*

⑦④ Mandataire(s) : LAVOIX.

**FR 3 076 945 - B1**



## **Contacteur électrique et dispositif de coupure à semi-conducteurs comprenant un tel contacteur**

La présente invention concerne un contacteur électrique.

5 Dans un circuit électrique, un contacteur fonctionne comme un interrupteur commandé, c'est-à-dire qu'il permet, au choix, d'établir ou d'interrompre le passage du courant au sein d'une branche du circuit. Globalement, un contacteur a la même fonction qu'un relais électromécanique, sauf que ses contacts sont conçus pour supporter le passage d'un courant avec un niveau de puissance beaucoup plus élevé. En pratique, ce  
10 niveau de puissance est souvent supérieur à 50 kW.

Typiquement, les contacteurs sont utilisés dans les circuits d'alimentation des appareils électrique de forte puissance, par exemple pour l'alimentation des moteurs industriels.

Un contacteur comprend ce qu'on appelle des contacts de puissance, qui sont  
15 dimensionnés pour supporter la présence d'arcs électriques lors de l'ouverture ou de la fermeture du contacteur, notamment lorsque le niveau de tension est très élevé, par exemple de l'ordre de 1 kV.

Néanmoins, les arcs électriques dégradent fortement les contacts, si bien qu'on essaie en pratique de limiter la durée d'apparition des arcs électriques afin de prolonger la  
20 durée de vie du contacteur. Pour ce faire, les temps d'ouverture et de fermeture du contacteur doivent être le plus court possible. On se focalise ici sur le temps d'ouverture du contacteur.

Classiquement, un contacteur comprend une paire de contacts fixes et un élément de contact mobile entre une position ouverte et une position fermée. La partie mobile du  
25 contacteur comprend un élément sensible au champ magnétique, dont le déplacement est commandé magnétiquement par un électroaimant. L'électroaimant permet alors de commander la fermeture du contacteur. Un organe de rappel, tel qu'un ressort, rappelle la partie mobile en position ouverte. Le problème est que le temps d'ouverture que l'on observe en pratique en utilisant un organe de rappel mécanique, tel qu'un ressort, n'est  
30 pas assez court.

Pour raccourcir le temps d'ouverture, il est connu de commander l'ouverture également de façon magnétique.

US 8 686 814 B2 divulgue un exemple de contacteur dans lequel la partie mobile comprend un disque de contact, qui est maintenu en position fermée au contact d'une  
35 paire de contacts fixes par un ressort. L'ouverture est commandée de façon magnétique.

Effectivement, le contacteur comprend une bobine de répulsion, agissant sur un anneau conducteur lié en translation avec le disque de contact au moyen d'une sorte de tiroir. Lorsque la bobine de répulsion est alimentée en électricité, l'anneau conducteur est repoussé magnétiquement et entraîne avec lui le disque de contact. Une autre bobine permet de maintenir le disque de contact à distance des contacts fixes, c'est-à-dire de maintenir le disque de contact en position ouverte. On comprend donc que l'ouverture du contacteur est assurée ici en générant une force de répulsion magnétique.

EP 0 017 575 A1 divulgue un contacteur qui utilise un premier électroaimant pour la fermeture et un second électroaimant pour l'ouverture. La partie mobile du contacteur comprend deux parties distinctes, à savoir une première partie, portant le disque de contact, qui est attirée magnétiquement vers le premier électroaimant à la fermeture et une deuxième partie, qui est repoussée, à l'ouverture, par le second électroaimant et qui pousse à son tour la première partie dans une configuration où le disque de contact est à distance des contacts fixes du contacteur. Lors de la fermeture, la première partie est déplacée par attraction magnétique. En revanche, lors de la fermeture, le second électroaimant génère un champ magnétique variable qui induit dans la deuxième partie des courants de Foucault (ou courant induits), lesquels génèrent à leur tour une force résultante (ou force de Laplace) en combinaison avec le champ magnétique variable. Cette force résultante déplace d'un coup sec la deuxième partie vers le haut, et provoque l'ouverture du contacteur. C'est l'effet Thomson.

L'effet Thomson est également utilisé dans US 2017/0154747 A1, pour connecter sélectivement deux éléments conducteurs l'un avec l'autre, à la manière d'un interrupteur mécanique. Cette publication divulgue une tige mobile, à l'extrémité de laquelle est formée une armature en forme de disque. La tige traverse un boîtier, supportant une bobine. La bobine, lorsqu'elle est alimentée en énergie électrique, pousse l'armature vers le haut par effet Thomson, ce qui a pour conséquence d'ouvrir l'interrupteur.

WO 2014/048483 A1 divulgue aussi un contacteur à effet Thomson. Ce contacteur présente une construction relativement particulière, avec deux éléments de contact mobiles selon deux directions complètement opposées. Dans le mode de réalisation principal, les deux éléments de contact sont mis en mouvement, par effet Thomson, par deux enroulements respectifs.

EP 2 551 881 A1, qui est un peu plus éloigné de l'invention, divulgue un actionneur électromagnétique comprenant une bobine, qui est d'abord alimentée avec un premier voltage, de façon à déplacer une armature de la position fermée à une position

ouverte, puis avec un second voltage, de polarité opposée, pour freiner l'armature dans sa course.

L'invention entend proposer un contacteur plus compact et avec un temps d'ouverture encore plus court que celui des contacteurs de l'art antérieur.

5 A cet effet l'invention concerne un contacteur électrique, comprenant une paire de contacts fixes, un élément de contact qui est fabriqué dans un matériau non-magnétique, mais électriquement conducteur, et qui est mobile en translation entre une position fermée, dans laquelle il est apte à conduire un courant électrique entre les deux contacts fixes et une position ouverte, dans laquelle il est isolé des deux contacts fixes.  
10 Conformément à l'invention, le contacteur comprend un électroaimant, qui est agencé de façon à générer, lorsqu'il est alimenté avec un courant pulsé, un champ magnétique variable et des courants induits à l'intérieur de l'élément de contact, ce qui crée une force résultante déplaçant l'élément de contact de sa position fermée à sa position ouverte.

Grâce à l'invention, à l'ouverture, on agit directement sur l'élément de contact par effet Thomson, et non sur une pièce annexe liée en translation avec l'élément de contact.  
15 La partie mobile du contacteur électrique s'en trouve donc allégée et le temps d'ouverture diminué. Dans la pratique, on observe un temps d'ouverture de l'ordre de 2 ms, ce qui est ultra-rapide pour un contacteur électrique de ce type, c'est-à-dire adapté aux fortes puissances électriques. Ainsi, la période transitoire durant laquelle les arcs électriques  
20 peuvent apparaître est très courte, et les dégradations correspondantes sont limitées. Le contacteur électrique a alors une meilleure robustesse et une meilleure longévité que celles des contacteurs existants.

Selon des aspects avantageux, mais non obligatoires de l'invention, le contacteur peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises dans toute  
25 combinaison admissible :

- L'électroaimant comprend un enroulement de fil conducteur cheminant autour de l'un au moins des contacts fixes, de préférence autour des deux contacts fixes.
- L'enroulement de fil conducteur de l'électroaimant est logé à l'intérieur d'une  
30 pièce de support des contacts fixes.
- L'élément de contact est un plateau, notamment un disque.
- L'élément de contact est lié en translation avec un arbre, notamment à une extrémité de l'arbre.
- L'élément de contact est fixé autour de l'arbre.

- L'arbre est lié en translation avec une pièce magnétique, alors que le contacteur comprend un autre électroaimant, qui est agencé de façon à générer, lorsqu'il est alimenté en courant continu, une force magnétique déplaçant la pièce magnétique, et donc l'élément de contact, de sa position ouverte à sa position fermée.
- La pièce magnétique est un tube emmanché autour de l'arbre.
- Le contacteur comprend des moyens de guidage en translation de l'arbre.

L'invention concerne également un dispositif de coupure de courant à semi-conducteurs comprenant un tel contacteur.

L'invention et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre d'un mode de réalisation d'un contacteur conforme à son principe, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma électrique d'un dispositif de coupure à semi-conducteurs, comprenant un contacteur électrique selon l'invention ;
- la figure 2 est une coupe représentant le contacteur électrique de la figure 1 en position ouverte ; et
- la figure 3 est une coupe représentant le contacteur électrique de la figure 1 en position fermée.

Sur la figure 1 est représenté un dispositif de coupure de courant à semi-conducteurs 2. Le dispositif 2 est un appareil de protection électrique destiné à être inséré dans un circuit électrique à protéger. Le dispositif 2 comprend deux bornes de connexion électrique, respectivement 2.1 et 2.2. La borne 2.1 peut être reliée à une source de courant, alors que la borne 2.2 peut être reliée à une charge électrique, ou inversement. On comprend donc que le dispositif de coupure 2 est bidirectionnel.

Typiquement, la source de courant est une source de courant continu, c'est à dire une source dont la tension est indépendante du temps.

Le dispositif de coupure 2 comprend un contacteur électrique 100, un organe absorbeur d'énergie 200 et un commutateur à semi-conducteurs 300. Les composants 100, 200 et 300 sont connectés en parallèles.

Le dispositif de coupure 2 comprend également un interrupteur mécanique 12, qui est connecté en série avec les composants 100, 200 et 300. Le dispositif de coupure 2, en tant que tel, est décrit plus en détail dans la demande PCT/EP2017/066092, dont le contenu est incorporé ici par référence.

Le contacteur électrique 100 sert d'interrupteur au sein du circuit constitutif du dispositif de coupure 2. Le contacteur électrique 100 est un composant à part, qui peut être livré indépendamment de tout le reste du dispositif 2.

5 Le contacteur électrique 100 est configuré pour supporter le passage d'un courant électrique de forte puissance, ayant notamment une tension supérieure à 1,5 kV et/ou une intensité supérieure à 400 A.

La structure du contacteur électrique 100 est mieux visible sur les figures 2 et 3. Comme visible sur ces figures, le contacteur électrique 100 comprend un boîtier 102 muni d'un couvercle 104 en matériau électriquement isolant, par exemple en matière plastique.

10 De préférence, le boîtier 102 est également en matériau électriquement isolant.

Dans l'exemple des figures, le boîtier 102 est un cylindre à section circulaire, présentant une géométrie de révolution autour d'un axe central X100. Il est toutefois évident que la section du boîtier pourrait être différente. Par exemple, le boîtier 102 pourrait être de section rectangulaire.

15 Dans ce qui suit, les directions haut et bas doivent être interprétées par rapport à la configuration des figures 2 et 3, comme des directions parallèles à l'axe central X100, et dirigés respectivement vers le haut et vers le bas.

Le contacteur électrique 100 comprend par ailleurs une paire de contacts fixes 106. La fonction du contacteur électrique 100 est d'interrompre sélectivement le passage  
20 de courant entre les deux contacts 106.

Dans l'exemple, les contacts fixes 106 sont supportés par le couvercle 104. Plus précisément, les contacts fixes 106 s'étendent parallèlement à l'axe X100 à travers le couvercle 104, c'est-à-dire que les contacts fixes 106 comprennent chacun une partie externe 106.1, en saillie à l'extérieur du boîtier 102, et une partie interne 106.2, en saillie à  
25 l'intérieur du boîtier 102. La partie externe 106.1 de chaque contact fixe 106 prend la forme d'une fiche mâle, configurée pour être connectée avec une fiche femelle complémentaire (non représentée) du circuit. Dans l'exemple, cette fiche mâle prend simplement la forme d'une tige, s'étendant axialement parallèlement à l'axe X100. Bien entendu, en variante, la partie externe 106.1 de l'un ou l'autre des deux contacts fixes  
30 106, ou même des deux, pourrait être aussi une fiche femelle.

Le contacteur électrique 100 comprend aussi un élément de contact 120 mobile en translation entre une position fermée (représentée à la figure 3), dans laquelle il est apte à conduire un courant électrique entre les deux contacts fixes 106 et une position ouverte (représentée à la figure 2), dans laquelle il est isolé des deux contacts fixes 106. En

position fermée, l'élément de contact 120 touche la partie interne 106.2 des deux contacts fixes 106.

La direction du mouvement de l'élément de contact 120 est une direction parallèle à l'axe X100, soit une direction axiale.

5 Dans l'exemple, l'élément de contact 120 est un plateau, notamment un disque. L'élément de contact 120 s'étend parallèlement au couvercle 104 (ou au fond du boîtier 102). Cela signifie que l'axe central X100 du contacteur 100 est perpendiculaire à l'épaisseur du plateau constitutif de l'élément 120.

10 L'élément de contact 120 est fabriqué en matériau non-magnétique, c'est-à-dire insensibles aux forces magnétiques. Néanmoins, le matériau constitutif de l'élément 120 est électriquement conducteur. Typiquement, l'élément de contact 120 peut être fabriqué dans l'un quelconque des matériaux suivants :

- Cuivre ;
- Aluminium ;
- 15 - Carbone.

Le contacteur 100 comprend un électroaimant 122, qui est agencé de façon à générer, lorsqu'il est alimenté avec un courant pulsé, un champ magnétique variable et des courants induits à l'intérieur de l'élément de contact 120, ce qui crée une force résultante déplaçant l'élément de contact 120 de sa position fermée à sa position ouverte.

20 On dit alors que le contacteur 100 est un contacteur à effet Thomson. Le courant pulsé est par définition un courant comprenant une impulsion. En pratique, l'électroaimant 122 n'est alimenté que pendant une courte période, durant laquelle l'intensité croît puis décroît, de préférence de façon sinusoïdale. Ainsi, si on devait représenter l'évolution du courant dans le temps, l'impulsion prendrait la forme d'une arche sinusoïdale. Bien

25 entendu, l'impulsion n'est pas forcément du type sinusoïdal, on pourrait également envisager une impulsion triangulaire.

Avantageusement, l'électroaimant 122 comprend un enroulement de fil conducteur cheminant autour de l'un au moins des contacts fixes 106, de préférence autour des deux contacts fixes 106.

30 Ici, l'enroulement de fil conducteur de l'électroaimant 122 est logé à l'intérieur du couvercle 104.

Dans un mode de réalisation préférentiel, l'élément de contact 120 est lié en translation avec un arbre 116, notamment à une extrémité longitudinale 116.1 de l'arbre 16. L'arbre 116 s'étend axialement au centre du boîtier 102. De préférence, l'arbre 116 est

35 fabriqué en matière plastique.

Dans l'exemple, l'élément de contact 120 est emmanché en force et/ou collé autour de l'extrémité 116.1 de l'arbre 116.

Avantageusement, l'arbre 116 est lié en translation avec une pièce magnétique 118, sensible aux forces d'attraction magnétique. Typiquement, la pièce 118 est fabriquée dans un matériau ferromagnétique, c'est-à-dire dans un métal ferreux. Dans l'exemple, la  
5 pièce magnétique 118 est un tube emmanché autour de l'arbre 116. Ce tube peut être emmanché en force et/ou collé et/ou vissé autour de l'arbre 116. En variante, il est également possible d'assurer la liaison en translation autrement. Typiquement, on pourrait envisager de lier la pièce 118 avec l'arbre 116 par complémentarité de forme, c'est-à-dire  
10 en prévoyant des épaulements complémentaires sur les deux pièces.

Ici, le contacteur 100 comprend un autre électroaimant 114, qui est agencé de façon à générer, lorsqu'il est alimenté en courant continu, une force magnétique déplaçant la pièce magnétique 118 vers le haut, et donc l'élément de contact 120, de sa position ouverte à sa position fermée.

Selon un mode de réalisation préférentiel, l'électroaimant 114 comprend un enroulement de fil conducteur logé à l'intérieur d'une cage. La cage est logée à l'intérieur du boîtier 102, du côté opposé aux contacts fixes 106 par rapport à l'élément de contact 120. Ainsi, les contacts 106 sont disposés en partie haute du contacteur et la cage contenant l'électroaimant 114 est disposée en partie basse du contacteur.

De préférence, la cage est en deux parties : elle comprend une partie 108 et un couvercle de fermeture 110 de la partie 108. Le fait que la cage soit bipartite facilite le montage de l'électroaimant 114 à l'intérieur de la cage.

La partie 108 a une géométrie annulaire de révolution autour de l'axe central X100 et présente une section en U. Le couvercle 110 délimite une ouverture 112 pour le passage de l'arbre 116. L'ouverture 112 a un diamètre plus grand que celui de l'arbre 116 afin que l'arbre 116 puisse se déplacer axialement.

La cage, comprenant les pièces 108 et 110, a pour fonction de confiner le champ magnétique autour de la pièce 118, et donc de limiter les pertes de flux. Cela a pour conséquence d'optimiser le temps de fermeture du contacteur 100. Ainsi, la cage sert de blindage magnétique et est fabriquée en matériau ferromagnétique, notamment en acier.

Ici, la pièce magnétique 118 reste en permanence à l'intérieur de la cage. Typiquement, la pièce magnétique 118 reste globalement au centre de l'enroulement de fil conducteur constitutif de l'électroaimant 114.

Avantageusement, le contacteur 100 comprend des moyens 124 de guidage en translation de l'arbre 116. Notamment, ces moyens 124 sont prévus à une extrémité  
35

longitudinale 116.2 de l'arbre 116, laquelle est opposée à l'extrémité 116.1. Les moyens de guidage 124 sont en fait formés par une coulisse adaptée aux dimensions de l'extrémité 116.2 de l'arbre 116. Cette coulisse est intercalée au centre de la partie 108 de la cage.

5 L'ouverture et la fermeture du contacteur 100 se déroulent de la manière suivante.

Lors de la fermeture, l'électroaimant 114 est alimenté en courant continu, et génère un champ magnétique qui déplace la partie 118 vers le haut. L'arbre 116 et l'élément 120 sont entraînés solidairement vers le haut, et l'élément 120 vient au contact des contacts fixes 106 : le contact est alors établi, et on dit que le contacteur 100 est  
10 fermé.

A l'ouverture, l'électroaimant 122 est alimenté avec un courant pulsé, et génère un champ magnétique variable. Des courants induits, ou courants de Foucault, circulent alors à l'intérieur de l'élément 120, puisque ce dernier est fabriqué en matériau électriquement conducteur. Ces courants de Foucault, combinés à la présence du champ magnétique  
15 variable, entraînent l'apparition d'une force résultante, ou force de Laplace, déplaçant l'élément de contact 120 vers le bas : le contact est alors rompu et l'élément 120 se retrouve isolé des contacts fixes 106. On dit que le contacteur 100 est ouvert.

Les sources de courant électrique alimentant les électroaimants 114 et 122 ne sont pas représentées sur les figures, car elles sont en pratique assemblées séparément, et ne font pas partie du contacteur en lui-même.  
20

Les caractéristiques du mode de réalisation des figures et des différentes variantes peuvent être combinées entre elles pour générer des modes de réalisation alternatifs de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Contacteur électrique (100), comprenant :
- une paire de contacts fixes (106),
  - un élément de contact (120) qui est fabriqué dans un matériau non-magnétique, mais électriquement conducteur, et qui est mobile en translation entre une position fermée (figure 3), dans laquelle il est apte à conduire un courant électrique entre les deux contacts fixes et une position ouverte (figure 2), dans laquelle il est isolé des deux contacts fixes,
- caractérisé en ce que le contacteur comprend un électroaimant (122), qui est agencé de façon à générer, lorsqu'il est alimenté avec un courant pulsé, un champ magnétique variable et des courants induits à l'intérieur de l'élément de contact (120), ce qui crée une force résultante déplaçant l'élément de contact de sa position fermée à sa position ouverte,
- en ce que l'élément de contact (120) est lié en translation avec un arbre (116), notamment à une extrémité (116.1) de l'arbre,
- et en ce que :
- l'arbre (116) est lié en translation avec une pièce magnétique (118),
  - le contacteur comprend un autre électroaimant (114), qui est agencé de façon à générer, lorsqu'il est alimenté en courant continu, une force magnétique déplaçant la pièce magnétique (118), et donc l'élément de contact (120), de sa position ouverte à sa position fermée.
2. Contacteur électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électroaimant (122) comprend un enroulement de fil conducteur cheminant autour de l'un au moins des contacts fixes (106), de préférence autour des deux contacts fixes.
3. Contacteur électrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'enroulement de fil conducteur de l'électroaimant (122) est logé à l'intérieur d'une pièce (104) de support des contacts fixes (106).
4. Contacteur électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de contact (120) est un plateau, notamment un disque.

5. Contacteur électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de contact (120) est fixé autour de l'arbre (116).
- 5 6. Contacteur électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce magnétique (118) est un tube emmanché autour de l'arbre (116).
- 10 7. Contacteur électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le contacteur comprend des moyens (124) de guidage en translation de l'arbre (116).
- 15 8. Dispositif (2) de coupure de courant à semi-conducteurs comprenant un contacteur électrique (100) selon l'une des revendications précédentes.

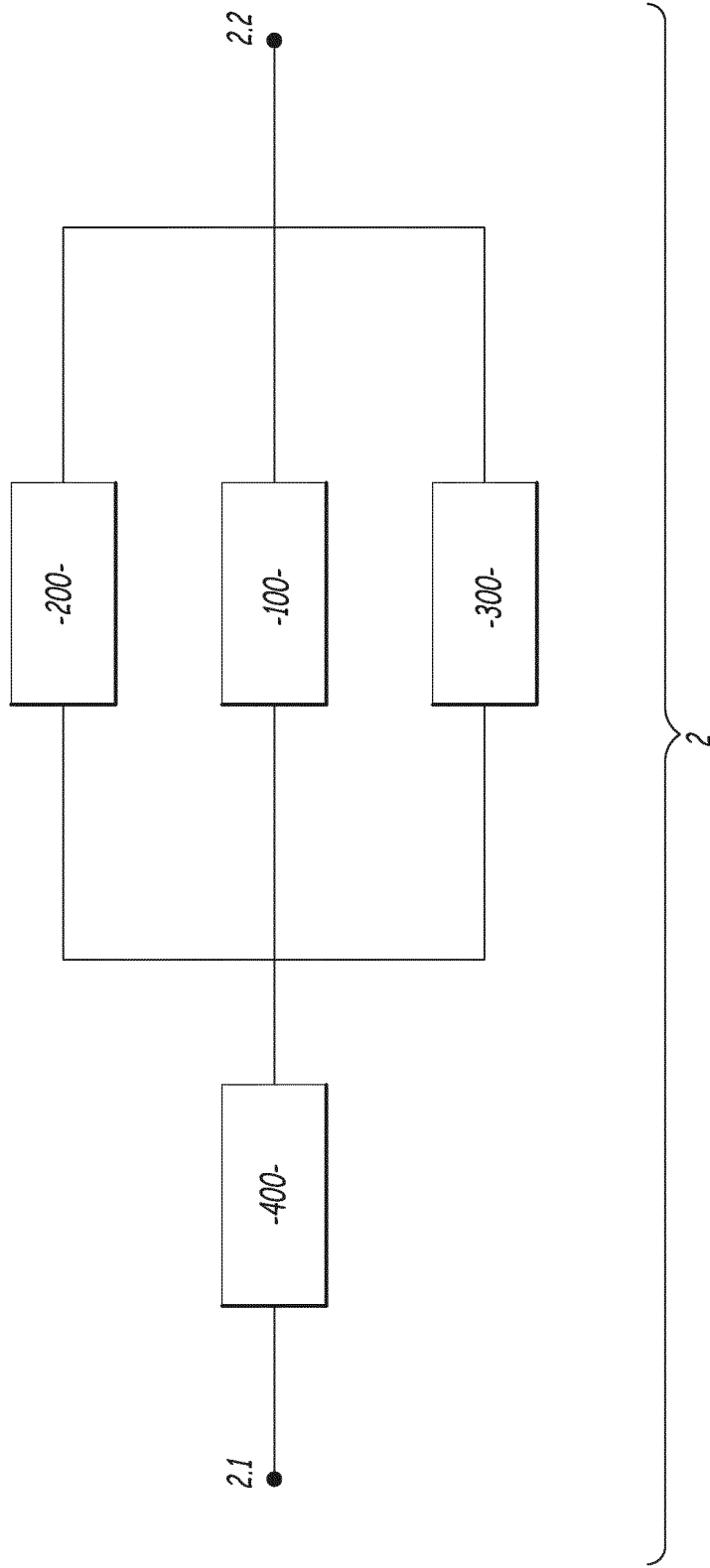


Fig.1

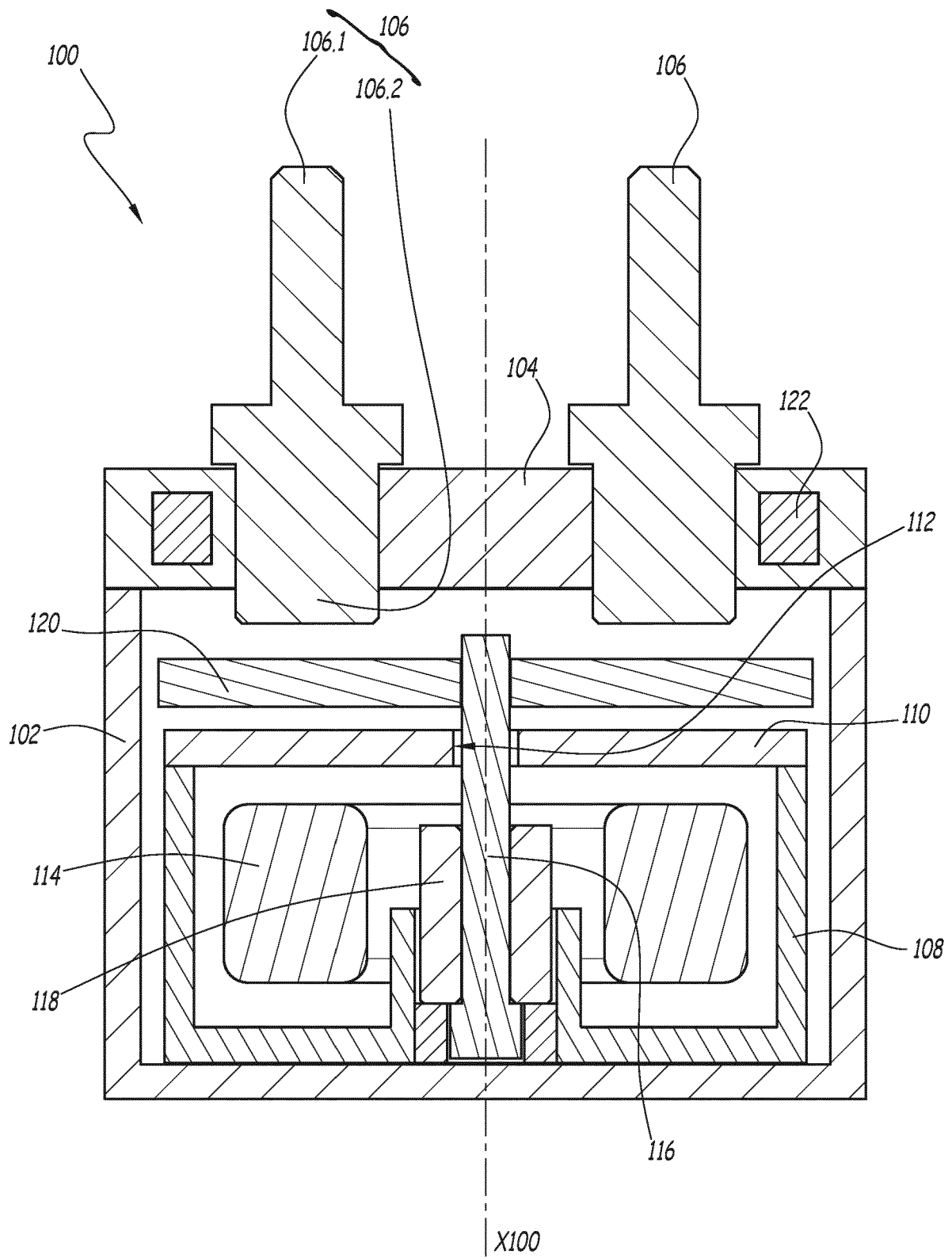


Fig.2

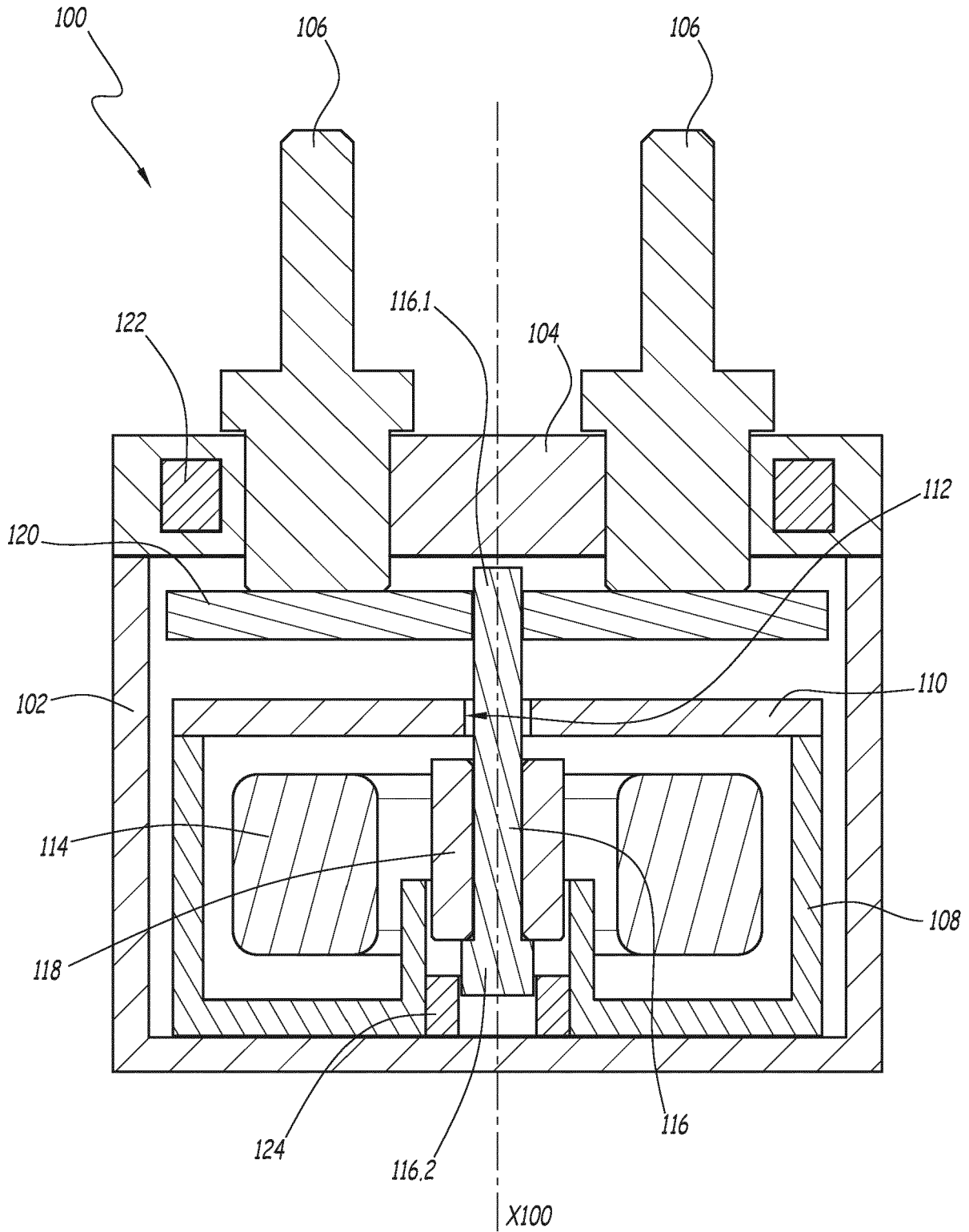


Fig.3

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

WO 2015/176734 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 26 novembre 2015 (2015-11-26)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2006/061442 A1 (BROOKS ELLIOT [US]) 23 mars 2006 (2006-03-23)

EP 0 017 575 A1 (MERLIN GERIN [FR]) 15 octobre 1980 (1980-10-15)

FR 2 867 304 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 9 septembre 2005 (2005-09-09)

SU 595 802 A1 (VOZDVIZHENSKIJ VALERIJ A [SU]; ODNORAL ALEKSANDR P; TYUTKIN VLADIMIR A) 28 février 1978 (1978-02-28)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT