

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

①① N° de publication : **3 050 566**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① N° d'enregistrement national : **16 53554**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 H 9/34** (2016.01), H 01 H 73/06, H 01 H 73/18

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ DISJONCTEUR A COUPURE DANS L'AIR PRESENTANT UNE CHAMBRE DE COUPURE D'ARC ELECTRIQUE AMELIOREE.

②② Date de dépôt : 21.04.16.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 27.10.17 Bulletin 17/43.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 30.08.19 Bulletin 19/35.

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) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : RIVAL MARC, MARY MICHAEL, JACOLIN BRICE et PINERO ERIC.

⑦③ Titulaire(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : LAVOIX.

**FR 3 050 566 - B1**



## **Disjoncteur à coupure dans l'air présentant une chambre de coupure d'arc électrique améliorée**

5 La présente invention concerne un disjoncteur comportant une chambre de coupure d'un arc électrique améliorée.

De façon connue, les disjoncteurs permettent d'interrompre la circulation d'un courant électrique au sein d'un circuit électrique, tel qu'un réseau de distribution domestique ou industriel. Typiquement ils comportent des contacts électriques séparables raccordés à des terminaux d'entrée et de sortie d'un courant électrique. Ces contacts  
10 électriques sont sélectivement déplaçables entre une position fermée, dans laquelle ils permettent au courant électrique de circuler entre les terminaux et, alternativement, une position ouverte dans laquelle ils sont distants l'un de l'autre afin d'empêcher la circulation de ce courant électrique.

Lorsque ces contacts électriques sont déplacés vers leur position ouverte en  
15 présence d'un courant électrique, il peut se former un arc électrique entre ces deux contacts électriques. Dans le cas des disjoncteurs à coupure dans l'air, cet arc électrique ionise l'air ambiant présent dans le disjoncteur, ce qui génère des gaz, dits gaz de coupure, qui sont ensuite rejetés à l'extérieur du disjoncteur. L'arc électrique est ensuite éteint par une chambre de coupure d'arc du disjoncteur, afin d'interrompre la circulation  
20 du courant électrique.

Une telle chambre de coupure comporte des plaques de séparation métalliques empilées horizontalement à distance les unes des autres, qui permettent de fractionner l'arc électrique et d'absorber une partie de son énergie, contribuant ainsi à son extinction. Ces plaques de séparation sont maintenues en place au moyen de parois verticales,  
25 aussi nommées joues ou flasques, qui délimitent des bords latéraux de la chambre de coupure. Typiquement, pour des disjoncteurs à basse tension, c'est-à-dire inférieure ou égale à 1500 VAC ou 1500 VDC, et à forte intensité, c'est-à-dire supérieure ou égale à 1kA, ces parois sont réalisées en tissu polyamide imprégné de résine thermodurcissable. Un tel disjoncteur est par exemple connu du document EP 1 020 882 A1.

30 Les chambres de coupure ainsi réalisées ne donnent cependant pas satisfaction lorsque la chambre de coupure est soumise de façon répétée à des arcs électriques pour des courants d'intensité inférieure à 10kA. En particulier, dans le cas de courants d'intensité comprise entre 800A et 4000A et pour des tensions électriques supérieures à 690V AC, on constate que l'arc électrique formé lors de l'ouverture des contacts tend à  
35 séjourner pendant une durée prolongée à l'entrée de la chambre de coupure, au niveau

des jonctions entre les plaques de séparation et les parois verticales de la chambre de coupure. Par « durée prolongée », on entend par exemple une durée supérieure ou égale à 5ms ou supérieure ou égale à 10ms après l'ouverture des contacts. Cela entraîne une érosion des parois latérales, conduisant à une usure prématurée de la chambre de coupure et compromettant ainsi son bon fonctionnement. En particulier, une dégradation trop importante des parois latérales réduit l'efficacité de la chambre de coupure d'arc et peut entraîner un échec de coupure du disjoncteur. La fiabilité du disjoncteur est donc réduite.

C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention, en proposant un disjoncteur pourvu d'une chambre de coupure d'arc électrique présentant une durabilité accrue et une meilleure résistance à l'usure lorsque le disjoncteur est utilisé pour des basses tensions et des courants électriques d'intensité élevée.

A cet effet, l'invention concerne un disjoncteur à coupure dans l'air, comportant

- deux contacts électriques séparables raccordés à des terminaux d'entrée et de sortie d'un courant électrique ;

- une chambre de coupure d'un arc électrique, pour éteindre un arc électrique formé lors de la séparation des contacts électriques, cette chambre de coupure comportant un empilement de plaques de séparation espacées les unes des autres et des parois latérales disposées de part et d'autre de l'empilement, les plaques de maintien étant fixées aux parois latérales, chaque paroi latérale comportant un tissu polyamide imprégné de résine thermodurcissable et étant dépourvue de fibres de verre,

La chambre de coupure comporte en outre des éléments de protection en polyamide réticulé, les éléments de protection étant placés à l'intérieur de la chambre de coupure, le long des parois latérales de part et d'autre de l'empilement, au niveau de zones de jonction entre les parois latérales et les plaques de maintien, les éléments de protection recouvrant des coins des plaques de séparation adjacents aux parois latérales, de sorte à séparer ces coins des plaques de séparation des contacts électriques.

Grâce à l'invention, les éléments de protection placés au niveau des zones jonctions empêchent l'arc électrique formé lors de l'ouverture des contacts d'endommager les parois de la chambre de coupure, notamment lorsque cet arc électrique séjourne pendant une durée prolongée à l'entrée de la chambre de coupure. Les parois latérales présentent donc une durabilité et une résistance à l'usure améliorées. La fiabilité du disjoncteur en est ainsi augmentée.

Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, un tel appareil électrique peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises dans toute combinaison techniquement admissible :

5 - Chaque élément de protection comporte des logements délimités par des doigts, un coin d'une plaque de séparation de l'empilement étant reçu à l'intérieur de chaque logement.

- Chaque élément de protection présente une face latérale incurvée s'étendant, avec une forme concave, depuis la paroi latérale adjacente à l'élément de protection, vers une région centrale de l'empilement.

10 - La distance entre une zone de formation d'arc électrique entre les contacts électriques et chaque élément de protection est supérieure ou égale à 5mm, de préférence supérieure ou égale à 7mm, de préférence encore comprise entre 12mm et 15mm.

15 - Les éléments de protection en polyamide réticulé comportent chacun un matériau minéral avec une concentration massique inférieure ou égale à 40%, le matériau minéral étant différent des fibres de verre.

- Le matériau minéral est la wollastonite.

- Le matériau polyamide réticulé des éléments de protection est du polyamide 6,6.

20 - Les éléments de protection s'étendent essentiellement parallèlement à l'empilement, depuis une extrémité inférieure de l'empilement, jusqu'à un rebord inférieur d'une corne supérieure d'arc placée au-dessus de l'empilement.

- Le volume de matière des éléments de protection de la chambre de coupure est inférieur ou égal à  $10\text{cm}^3$ , de préférence inférieur ou égal à  $5\text{cm}^3$ .

- Les éléments de protection sont fixés aux parois latérales au moyen de rivets.

25 L'invention sera mieux comprise 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 disjoncteur donné uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

30 - la figure 1 est une illustration, selon une vue en coupe longitudinale, d'une portion d'un disjoncteur comportant une chambre de coupure d'arc électrique selon l'invention ;

- la figure 2 est une illustration, selon une vue en perspective, d'une chambre de coupure d'arc électrique du disjoncteur de la figure 1 ;

35 - la figure 3 est une illustration, selon une vue en perspective partiellement éclatée, de la chambre de coupure d'arc électrique de la figure 2 ;

- la figure 4 est une illustration partiellement écorchée de la chambre de coupure d'arc électrique des figures 2 et 3, selon une vue latérale dans un plan médian de cette chambre de coupure d'arc électrique ;

- la figure 5 est une vue rapprochée de la zone V de la figure 4.

5 La figure 1 représente un disjoncteur 2 destiné à être utilisé dans un circuit électrique, afin de permettre l'interruption d'une alimentation en courant électrique de ce circuit électrique, par exemple lorsqu'une anomalie de fonctionnement est détectée, telle qu'un court-circuit ou une surintensité.

10 Dans cet exemple, le disjoncteur 2 est un disjoncteur à basse tension et à courant alternatif, prévu pour une tension électrique supérieure ou égale à 690 V AC et pour des courants électriques d'intensité supérieure à 1kA, par exemple comprise entre 800A et 4000A. En variante, le disjoncteur est à courant continu.

15 Le disjoncteur 2 comporte un boîtier 4 et des terminaux d'entrée 6 et de sortie 8 d'un courant électrique, partiellement illustrés, aptes à raccorder le disjoncteur 2 au circuit électrique, par exemple par l'intermédiaire de jeux de barres de connexion d'un tableau électrique. Les terminaux 6 et 8 sont réalisés en un matériau électriquement conducteur, tel que du cuivre.

20 Le disjoncteur 2 comporte également des contacts électriques séparables 10 et 12, pourvu chacun d'un plot de contact, ou pastille de contact, respectivement 14 et 16, raccordées respectivement aux terminaux d'entrée 6 et de sortie 8. Les pastilles de contact 14 et 16 sont réalisées en un matériau électriquement conducteur, par exemple cuivre ou un pseudo alliage d'argent.

Les contacts électriques 10 et 12 sont déplaçables l'un par rapport à l'autre, sélectivement et réversiblement, entre des positions ouverte et fermée.

25 Dans la position fermée, les pastilles de contact 14 et 16 des contacts électriques 10 et 12 sont en contact direct l'un avec l'autre, autorisant ainsi la circulation d'un courant électrique entre les terminaux d'entrée 6 et 8.

30 Dans la position ouverte, les pastilles de contact 14 et 16 sont distants l'un de l'autre, par exemple d'une distance supérieure ou égale à 5 mm ou à 10 mm. En l'absence d'arc électrique entre les pastilles de contact 14 et 16, le courant électrique est empêché de circuler entre les terminaux 6 et 8.

35 Le disjoncteur 2 comporte également un mécanisme de déplacement, non illustré, configuré pour déplacer l'un par rapport à l'autre les contacts électriques séparables 10 et 12 entre leurs positions ouverte et fermée, par exemple en réponse à la détection d'une situation anormale, telle qu'une surintensité du courant électrique. De tels mécanismes de

déplacement sont bien connus et ne sont pas décrits plus en détail. Ici, le contact électrique 10 est fixe par rapport au boîtier 4 et seul le contact électrique 12 est apte à être déplacé par le mécanisme de déplacement.

5 Lorsque les contacts électriques 10 et 12 sont séparés l'un de l'autre de leur position fermée vers leur position ouverte alors qu'un courant électrique circule entre les terminaux 6 et 8, il peut se former un arc électrique entre ces contacts électriques 10 et 12. Un tel arc électrique permet la circulation du courant entre les terminaux 6 et 8 et doit être supprimé, c'est-à-dire éteint, pour interrompre la circulation du courant. L'intérieur du boîtier 4 est ici rempli d'air.

10 A cet effet, le disjoncteur 2 comporte une chambre de coupure 18 d'un arc électrique. La chambre de coupure 18 est placée à l'intérieur du boîtier 4, en regard des pastilles de contact 14 et 16, de façon à recevoir un arc électrique lors de la formation de celui-ci.

15 Les figures 2 à 5 illustrent plus en détail un exemple de la chambre de coupure 18. La chambre de coupure 18 comporte un empilement 20 de plusieurs plaques de séparation 22, des parois latérales 24 et une corne d'arc supérieure 26. On note « P » un plan géométrique médian de la chambre de coupure 18.

20 L'apparition de l'arc électrique entre les contacts 14 et 16 ionise et chauffe fortement l'air ambiant dans le disjoncteur 2. Il en résulte la formation d'un gaz, dit gaz de coupure, qui présente une température élevée, typiquement supérieure à 5000°C. Lors de la formation d'un arc électrique, ce gaz de coupure est éjecté en dehors de la chambre de coupure 18, et donc en dehors du boîtier 4, par l'intermédiaire d'un orifice d'échappement formé sur une face arrière 28 de la chambre de coupure 18. Cet orifice d'échappement est ici pourvu d'un système de filtration des gaz de coupure, non illustré. Un tel système  
25 de filtration est bien connu et n'est pas décrit plus en détail. A titre d'exemple illustratif, on utilise le système de filtration décrit dans la demande EP 1 020 882 A1.

30 Dans cette description, les termes « avant » et « arrière » se rapportant à la chambre de coupure 18 sont définis par rapport au sens d'écoulement normal des gaz de coupure. Ainsi, la partie avant de la chambre de coupure 18 désigne la partie de la chambre de coupure 18 qui est orientée vers les contacts 10 et 12 en faisant face à ceux-ci. La partie arrière de la chambre de coupure 18 désigne la partie de la chambre de coupure 18 qui est orientée vers l'extérieur du boîtier 4, à l'opposé de la partie avant. Il en va de même pour les éléments de la chambre de coupure 18, tels que les plaques de séparation 22.

Les plaques de séparation 22 sont réalisées en un matériau métallique et sont configurées pour éteindre un tel arc électrique en le fractionnant et/ou en absorbant partiellement son énergie par fusion ou par vaporisation du matériau métallique lorsque l'arc électrique entre en contact avec ces plaques de séparation 22. Les plaques de séparation 22 présentent chacune une forme plane. Les plaques de séparation 22 sont empilées à distance les unes des autres selon un axe fixe X1 du disjoncteur 2 et sont espacées l'une de l'autre selon cet axe X1. L'axe X1 est ici parallèle au plan médian P. A titre d'exemple illustratif, l'empilement 20 comporte ici onze plaques de séparation 22.

Plus précisément, dans cet exemple, les plaques de séparation 22 s'étendent essentiellement perpendiculairement à l'axe X1, c'est-à-dire ici perpendiculairement à l'axe X1 à moins de 5° près, préférentiellement à moins de 3° près. Ainsi, les plaques de séparation 22 sont essentiellement parallèles les unes aux autres, c'est-à-dire ici parallèles entre elles à moins de 5° près, préférentiellement à moins de 3° près. Elles convergent en direction de la partie avant de la chambre de coupure et s'éloignent les unes des autres vers l'arrière de la chambre de coupure 18. En variante, les plaques de séparation 22 peuvent être disposées parallèlement les unes aux autres et perpendiculairement à l'axe X1.

Chacune des plaques de séparation 22 est pourvue d'un évidement 23, de forme arrondie, qui s'étend depuis le bord avant de cette plaque de séparation 22 vers le centre de cette plaque de séparation 22.

On note « D22 » l'épaisseur d'une plaque de séparation 22, mesurée sur le bord avant de cette plaque. On note « E22 » l'espacement entre deux plaques de séparation 22 consécutives, mesurée selon l'axe X1 entre les faces en regard de ces deux plaques de séparation 22 consécutives. L'épaisseur D22 est, par exemple, comprise entre 2mm et 5mm. A titre illustratif, l'épaisseur D22 est ici égale à 3,5mm et l'espacement E22 est égal à 4mm.

Les plaques de séparation 22 comportent également des plots de maintien 30, qui font saillie sur des bords latéraux de cette plaque de séparation 22, en s'étendant parallèlement au plan de la plaque de séparation 22.

Les parois latérales 24 ont pour fonction d'assurer le maintien en place de l'empilement 20 et de délimiter latéralement la chambre de coupure 18. Les parois latérales 24 sont ici de forme plane et s'étendent parallèlement entre elles et parallèlement au plan médian P.

Chaque paroi latérale 24 est formée par une structure en matériau composite, ici composée d'un tissu en polyamide imprégné d'une résine thermodurcissable. Le

polyamide est ici du polyamide 6,6, également nommé « PA 6,6 » ou « Polyhexaméthylène adipamide ». Les parois latérales 24 sont par exemple fabriquées selon la méthode décrite dans EP 1 020 882 A1.

5 Les parois latérales 24 sont dépourvues de fibres de verre. Par « dépourvues de fibres de verre », on entend que la concentration en fibres de verre au sein de chaque paroi latérale 24, exprimée en pourcentage massique, est inférieure ou égale à 0,05%, de préférence inférieure ou égale à 0,01%, de préférence encore inférieure ou égale à 0,001%. Au sens de la présente description, des microbilles de verre sont considérées comme étant des fibres de verre.

10 La présence de fibres de verre ou de microbilles de verre au sein des parois latérales 24 n'est pas souhaitable. En effet, lors de la formation d'un arc électrique, du fait des températures élevées mises en jeu, typiquement supérieures à 700°C, les métaux présents à l'intérieur du disjoncteur 2 sur le passage de l'arc électrique sont partiellement fondus et/ou vaporisés. C'est par exemple le cas du cuivre des pastilles de contact 14 et 15 16 ou le métal des plaques de séparation 22. Ce métal se retrouve en suspension dans les gaz de coupure et se redépose sur les surfaces extérieures des fibres de verre et, le cas échéant, des microbilles de verre, formant localement des amas métalliques électriquement conducteurs. Cela diminue la résistance électrique de surface des parois latérales 24, et augmente leur risque de claquage diélectrique lors du passage ultérieur 20 d'un arc électrique. Cela peut donner lieu à un échec de coupure du disjoncteur 2 et n'est donc pas acceptable.

Les parois latérales 24 sont fixées aux plaques de séparation 22, afin de maintenir en place l'empilement 20. A cet effet, chaque paroi latérale 24 est pourvue d'encoches, ici traversantes, qui reçoivent les plots de maintien 30, de manière à fixer solidairement les 25 plaques de séparation 22. De façon analogue, des encoches sont également ménagées sur une partie supérieure des parois latérales 24, afin d'y fixer la corne d'arc 26.

Dans cette description, les termes « supérieur » et « inférieur » sont définis par rapport à l'axe X1.

30 Les parois latérales 24 sont ici en contact avec des bords latéraux des plaques de séparation 22. On nomme « zones de jonction » des régions de la chambre de coupure 18 qui se trouvent à la jonction entre les parois latérales 24 d'une part et les bords avant des plaques de séparation 22 d'autre part.

35 La corne d'arc 26 a pour fonction de favoriser le déplacement de l'arc électrique, depuis les pastilles de contact 14 et 16, en direction de l'intérieur de la chambre de coupure 18. La corne d'arc 26 est placée à distance au-dessus de l'empilement 20, entre



les parois latérales 24 opposées, en contact avec ces parois latérales 24. La corne d'arc 26 présente une partie rabattue vers l'avant de la chambre de coupure 18 qui s'étend selon une direction essentiellement parallèle à l'axe X1, perpendiculairement à celles des plaques de séparation 22 qui sont situées dans une partie supérieure de l'empilement 20.

5 Cette partie rabattue est ici intercalée entre les cinq plaques de séparation 22 du haut de l'empilement 20 d'une part et les contacts électriques 10 et 12 d'autre part. Cette partie rabattue se termine par un bord inférieur 29.

La chambre de coupure 18 comporte en outre des éléments de protection 40, placés fixement à l'intérieur de la chambre de coupure 18, au niveau des zones de jonction entre les parois latérales 24 et les bords avant des plaques de séparation 22. Les éléments de protection 40 sont électriquement isolants. Les éléments de protection 40 ont pour fonction de protéger les zones de jonction entre les plaques de séparation 22 et les parois latérales 24 afin d'éviter que l'arc électrique, lorsqu'il est présent à l'intérieur de la chambre de coupure 18 entre des plaques de séparation 22, n'endommage les parois latérales 24 par érosion.

10

15

Dans cet exemple, la chambre de coupure 18 comporte deux éléments de protection 40, identiques entre eux et chacun fixé sur une plaque latérale 24, symétriquement l'un avec l'autre par rapport au plan médian P

Chaque élément de protection 40 présente une forme de bloc s'étendant longitudinalement le long de l'axe X1. L'élément de protection 40 comporte notamment un bord avant 41, une face inférieure 42 et une première face latérale 43 qui est en contact avec la paroi latérale 24 sur laquelle l'élément de protection 40 est fixé.

20

L'élément de protection 40 comporte également une deuxième face latérale 44, disposée à l'opposé de la première face latérale 43. Avantagement, la deuxième face latérale 44 est incurvée et s'étend, avec une forme concave, depuis la paroi latérale 24 adjacente, c'est-à-dire celle à laquelle l'élément de protection 40 est ici fixé, vers une région centrale de l'empilement 20. Plus précisément, la deuxième face latérale 44 s'étend depuis le bord avant 41 et est tournée vers les contacts électriques 10 et 12. On note «  $\alpha$  » un angle d'inclinaison de la deuxième face latérale 44, cet angle  $\alpha$  étant mesuré extérieurement à l'élément de protection 40, à l'opposé du bord avant 41, entre, d'une part, l'arête de l'élément de protection 40 commune aux faces 42 et 44 et, d'autre part, un axe perpendiculaire à l'axe X1 et parallèle au plan médian P. L'angle  $\alpha$  est compris entre 30° et 60°, de préférence compris entre 40° et 50°, de préférence encore égal à 45°.

25

30

La forme concave de la deuxième face latérale 44 joue un rôle de guidage de l'arc électrique vers la région centrale de la chambre de coupure, à l'écart des parois latérales 24. De cette manière, l'arc électrique est éloigné des parois latérales 24. Le risque d'usure par érosion des parois latérales 24 est ainsi réduit.

5 On note « D40 » et « D40' » les épaisseurs de la face inférieure 42, respectivement mesurées au niveau du bord avant 41 et du bord opposé de la face inférieure 42. Ces épaisseurs sont mesurées perpendiculairement au plan médian P. A titre d'illustration, l'épaisseur D40 est égale à 1,5mm et l'épaisseur D40' est égale à 7mm.

10 Les éléments de protection 40 sont disposés à distance d'une zone Z de formation de l'arc électrique. La zone Z de formation d'arc désigne ici le volume de l'espace dans lequel l'arc électrique naît lors du déplacement des contacts électriques 10 et 12 vers la position ouverte.

Dans cet exemple, la zone Z de formation d'arc se situe entre le contact électrique 10 et une extrémité d'une portion mobile 45 du contact électrique 12 qui est électriquement raccordée à la pastille de contact 16. La portion mobile 45 est configurée pour pivoter par rapport au contact électrique 12 lorsque les contacts électriques 10 et 12 sont éloignés l'un de l'autre vers la position ouverte. Ce faisant, l'extrémité de la portion mobile 45 entre d'abord en contact avec le contact électrique 10, puis ne s'en éloigne que lorsque les pastilles de contact 14 et 16 sont séparées l'une de l'autre. L'arc électrique se forme alors entre cette extrémité de la portion mobile 45 et le contact électrique 10. Cela empêche l'arc électrique de se former entre les pastilles de contact 14 et 16, car cela pourrait les endommager. La portion mobile 45 est par exemple décrite dans le brevet EP 0410902 B1.

25 De préférence, les pastilles de contact 14 et 16 ne pénètrent pas à l'intérieur de la chambre de coupure 18. La zone Z de formation d'arc est ici située en dehors de la chambre de coupure 18.

30 On note « D1 » la plus petite distance entre les bords les plus proches des pastilles de contact 14 et/ou 16 d'une part, et des éléments 40 d'autre part. On note « D'1 » la plus petite distance entre les bords du contact 12 les plus proches des éléments de protection 40, ici les extrémités de la partie mobile 45, d'une part, et des éléments de protection 40 d'autre part. Ici, les distances D1 et D'1 sont mesurées dans le plan médian P, par exemple par projection orthogonale dans ce plan médian P.

35 Compte tenu de la course permise pour le contact 12 entre les positions ouverte et fermée, cette distance D1 est ici mesurée par rapport aux pastilles de contact 14 et 16 dans la position fermée des contacts 10 et 12. Ici, compte tenu de la disposition des

éléments de protection 40, les distances D1 et D'1 sont en outre mesurées par rapport aux bords avant 41 respectifs des éléments de protection 40.

Ainsi, la distance D'1 correspond ici à une distance entre les bords avant 41 des éléments de protection 40 et la zone Z de formation d'arc entre les contacts électriques 10 et 12.

La distance D1 est ici supérieure ou égale à 10mm ou à 20mm.

La distance D'1 est supérieure ou égale à 5mm, de préférence supérieure ou égale à 7mm. Cette distance D'1 est inférieure ou égale à 30mm. De façon particulièrement préférée, la distance D'1 est supérieure ou égale à 12mm et inférieure ou égale à 15mm.

Cette disposition des éléments de protection 40 à distance de la zone de formation de l'arc leur permet de mieux résister à la montée en température lors de la formation d'un arc électrique, en les éloignant des zones où la température est la plus élevée. Le risque de destruction des éléments de protection 40 lors de la séparation des contacts 10 et 12 est donc réduit.

Chaque élément de protection 40 est réalisé en polyamide, par exemple du polyamide 6,6. L'élément de protection 40 est ici dépourvu de fibres de verre. Ce polyamide est réticulé, ce qui lui confère une meilleure tenue lorsqu'il est exposé à des températures élevées, typiquement supérieures à 700°C de façon transitoire. Par exemple, l'élément de protection 40 est fabriqué par moulage puis subit postérieurement une opération de réticulation.

Avantageusement, le polyamide formant l'élément de protection 40 est renforcé avec une charge d'un matériau minéral. Ainsi, chaque élément de protection 40 comporte un matériau minéral, avec une concentration, exprimée en pourcentage massique, inférieure ou égale à 40%. Ce matériau minéral est différent des fibres de verre, c'est-à-dire qu'il n'est pas constitué de fibres de verre. Dans ce mode de réalisation, le matériau minéral est un matériau silicate, appartenant par exemple à la famille des inosilicates. De préférence, ce matériau minéral est de la wollastonite.

Grâce à ce matériau minéral, l'endurance de l'élément de protection 40 est renforcée, ce qui est avantageux pour certaines applications dans lesquelles le disjoncteur 2 est destiné à être soumis à un nombre élevé de cycles d'ouverture et de fermeture au cours de sa durée de vie, par exemple plus de 10000 cycles. C'est par exemple le cas lorsque le disjoncteur 2 est utilisé conjointement avec des aérogénérateurs éoliens.

En variante, le renforcement de l'élément matériau minéral est omis.

De préférence, les éléments 40 ne s'étendent pas sur toute la hauteur des parois latérales 24. Par exemple, l'élément de protection 40 s'étend, selon l'axe X1, depuis la plaque de séparation 22 inférieure de l'empilement 20, jusqu'à la plaque de séparation 22 de l'empilement 20 qui est située immédiatement au-dessus du rebord inférieur 29 de la corne d'arc 26.

Par exemple, le volume de matière des éléments de protection 40 est inférieur ou égal à  $10\text{cm}^3$ , de préférence inférieur ou égal à  $5\text{cm}^3$ .

La forme particulière et les dimensions de chaque élément de protection 40 permettent d'obtenir une protection satisfaisante des parois latérales 24 au niveau des zones de jonction, tout en limitant la quantité de gaz susceptible d'être émis lors du passage de l'arc électrique, du fait de la fusion et/ou vaporisation partielle de l'élément de protection 40. Cet effet est notamment obtenu en réduisant la quantité de matière utilisée pour former les éléments 40 et en limitant la hauteur de chaque élément de protection 40.

En effet, le polyamide utilisé pour former les éléments 40 est gasogène, c'est-à-dire qu'il dégage du gaz lorsqu'il est chauffé lors du passage de l'arc électrique et/ou du gaz de coupure dans la chambre de coupure 18. Dans le cas présent, ce dégagement de gaz doit être limité autant que possible, car il engendre d'une part une surpression qui peut endommager le boîtier 4 et d'autre part augmente la teneur en polluants du gaz de coupure, ce qui oblige à installer un système de dépollution plus performant en sortie de la chambre de coupure 18.

De façon particulièrement avantageuse, chaque élément de protection 40 comporte des doigts 46, ou nervures, qui délimitent des logements 48 au sein de l'élément de protection 40. Dans une configuration montée de cet élément de protection 40, chaque logement 48 reçoit un coin avant 49 d'une plaque de séparation 22 de l'empilement 20 à l'intérieur de ce logement 48. Le coin 49 est adjacent à la paroi latérale 24 et est placé à l'avant de la plaque de séparation 22. Cette plaque de séparation 22 est alors dite être engagée avec l'élément de protection 40. Les doigts 46 séparent alors deux à deux les plaques de séparation 22 engagées avec l'élément de protection 40.

Chaque plaque de séparation 22 comporte deux coins avant 49. Cependant, un seul coin avant 49 est illustré sur la figure 3, pour des raisons de clarté. Du fait de la disposition des éléments de protection 40, chaque plaque de séparation 22 qui est engagée dans l'un des éléments de protection 40 au niveau d'un de ses coins avant 49 est également engagée dans l'élément de protection 40 opposé au niveau de son autre coin avant 49.

Dans cet exemple, les doigts 46 présentent une forme de plaque plane et rectiligne et forment des faces supérieure et inférieure des logements 48. Les logements 48 ont une forme de pavé à base rectangulaire et débouchent à l'extérieur de l'élément de protection 40, latéralement et à l'arrière de cet élément de protection 40. Les doigts 46 sont identiques entre eux. De même, les logements 48 sont identiques entre eux. Par exemple, les logements 48 sont formés par évidement d'une partie arrière de cet élément de protection 40. Les doigts 46 s'étendent en saillie vers l'arrière de l'élément de protection 40 perpendiculairement à cet élément de protection 40, à la manière des doigts d'un peigne. Dans cet exemple, chaque élément de protection 40 comporte sept logements 48 délimités par huit doigts 46.

Comme illustré à la figure 5, on note « D46 » l'épaisseur d'un doigt 46 et « E46 » l'espacement entre les faces adjacentes de deux doigts 46 contigus, cette épaisseur D46 et cet espacement E46 étant mesurés selon l'axe X1. De préférence, les dimensions des logements 48, et en particulier l'écartement E46, sont choisies en fonction de l'épaisseur D22 des plaques de séparation 22, pour laisser le moins possible de jeu entre les doigts 46 et les coins 49. De préférence, les coins 49 reçus à l'intérieur des logements 48 sont enfoncés jusqu'au fond de ces logements 48. A titre d'illustration, l'épaisseur D46 est égale à 3mm et l'espacement E46 est égal à 4mm.

Chacune des plaques de séparation 22 engagées avec l'élément de protection 40 est ainsi recouverte, sur ses faces supérieure et inférieure, au niveau de son coin 49, par des doigts 46.

Cela empêche le gaz de coupure qui circule dans la chambre de coupure 18 de circuler près des zones de jonction. En effet, le gaz de coupure contient des particules métalliques en suspension qui sont électriquement conductrices. Lorsque les plaques 22 sont engagées dans les éléments de protection 40, le gaz de coupure est empêché de recirculer entre les plaques de séparation 22 vers l'avant de la chambre de coupure 18. Une telle recirculation doit être évitée car cela pourrait engendrer un rebouclage indésirable du courant électrique et empêcher la coupure du courant. D'autre part, les particules métalliques contenues dans le gaz de coupure sont susceptibles de se déposer par condensation sur les parois latérales 24, au niveau des zones de jonction. Cela doit aussi être évité, car un tel dépôt favoriserait des court-circuits à l'intérieur de la chambre de coupure 18. Ce dépôt sur les parois latérales 24 est ici empêché grâce à la structure en doigts de peigne formée par l'alternance des doigts 46 et des logements 48.

L'efficacité des éléments de protection 40 est ainsi considérablement améliorée.

De plus, chacune des plaques de séparation 22 engagées avec l'élément de protection 40 est également recouverte sur son bord avant, au niveau de ce même coin 49, par la deuxième face latérale 44 de l'élément de protection de protection 40. Ainsi, le coin 49 de la plaque de séparation 22 est séparé des pastilles de contact 10 et 12 et n'est donc pas directement exposé à la zone de formation de l'arc électrique. L'arc électrique ne peut donc pas s'approcher des parois latérales 24. L'efficacité des éléments de protection 40 est augmentée, et les parois latérales 24 sont mieux protégées.

En effet, les plaques de séparation 22 qui sont reçues dans les logements 48 sont ici celles qui s'étendent en-dessous du rebord inférieur 29 de la corne supérieure d'arc 26, donc celles qui sont les plus exposées à l'arc électrique. C'est donc au niveau de la jonction de ces plaques de séparation 22 avec les parois latérales 24 qu'un arc électrique est le plus susceptible de séjourner et de causer des dégâts par érosion de la paroi latérale 24.

Grâce aux éléments de protection 40, lorsque l'arc électrique pénètre dans la chambre de coupure 18 et entre en contact avec les plaques de séparation 22, il ne peut pas s'approcher à proximité des coins 49 de ces plaques de séparation 22 qui sont recouverts par ces éléments de protection 40, puisque ces éléments de protection 40 sont électriquement isolants et sont suffisamment résistants structurellement pour ne pas être détruits par l'arc électrique. L'érosion des parois latérales 24 est donc limitée, notamment dans des régimes de fonctionnement du disjoncteur 2 pour lesquels la chambre de coupure 18 est soumise, de façon répétée, à des arcs électriques pour des courants d'intensité inférieure à 10kA.

Les éléments de protection 40 sont fixés aux parois latérales 24. Plus précisément, chaque élément de protection 40 est fixé, solidairement et sans degré de liberté, à une paroi latérale 24, au moyen d'éléments de fixation. Ici, les éléments de fixation sont des rivets 50, qui sont montés dans des trous 52 correspondants de la paroi latérale 24. Les rivets 50 permettent de fixer les éléments de protection 40 avec une robustesse satisfaisante.

En variante, les éléments de protection 40 sont ici fixés différemment aux parois latérales 24, par exemple par encliquetage. Dans ce cas, les rivets 50 et les trous 52 sont omis. Les éléments de fixation comportent alors des pièces déformables, de forme complémentaire, disposées sur les éléments de protection 40 et sur les parois latérales 24.

Les modes de réalisation et les variantes envisagés ci-dessus peuvent être combinés entre eux pour générer de nouveaux modes de réalisation.

REVENDEICATIONS

1.- Disjoncteur (2) à coupure dans l'air, comportant :

5 - deux contacts électriques (10, 12) séparables raccordés à des terminaux d'entrée (6) et de sortie (8) d'un courant électrique ;

10 - une chambre de coupure (18) d'un arc électrique, pour éteindre un arc électrique formé lors de la séparation des contacts électriques (10, 12), cette chambre de coupure (18) comportant un empilement (20) de plaques de séparation (22) espacées les unes des autres et des parois latérales (24) disposées de part et d'autre de l'empilement (20), les plaques de maintien (22) étant fixées aux parois latérales (24), chaque paroi latérale (24) comportant un tissu polyamide imprégné de résine thermodurcissable et étant dépourvue de fibres de verre ;

15 caractérisé en ce que la chambre de coupure (18) comporte en outre des éléments de protection (40) en polyamide réticulé, les éléments de protection (40) étant placés à l'intérieur de la chambre de coupure, le long des parois latérales (24) de part et d'autre de l'empilement (20), au niveau de zones de jonction entre les parois latérales (24) et les plaques de maintien (22), les éléments de protection (40) recouvrant des coins (49) des plaques de séparation (22) adjacents aux parois latérales (24), de sorte à séparer ces coins (49) des plaques de séparation (22) des contacts électriques (10, 12), et en ce que  
20 chaque élément de protection (40) présente une face latérale (44) incurvée s'étendant, avec une forme concave, depuis la paroi latérale (24) adjacente à l'élément de protection (40), vers une région centrale de l'empilement (20).

25 2.- Disjoncteur (2) selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément de protection (40) comporte des logements (48) délimités par des doigts (46), un coin (49) d'une plaque de séparation (22) de l'empilement (20) étant reçu à l'intérieur de chaque logement (48).

30 3.- Disjoncteur (2) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la distance (D'1) entre une zone de formation (Z) d'arc électrique entre les contacts électriques (10, 12) et chaque élément de protection (40) est supérieure ou égale à 5mm, de préférence supérieure ou égale à 7mm, de préférence encore comprise entre 12mm et 15mm.

4.- Disjoncteur (2) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments de protection (40) en polyamide réticulé comportent chacun un matériau minéral avec une concentration massique inférieure ou égale à 40%, le matériau minéral étant différent des fibres de verre.

5

5.- Disjoncteur (2) selon la revendication 4, caractérisé en ce que le matériau minéral est la wollastonite.

10

6.- Disjoncteur (2) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau polyamide réticulé des éléments de protection (40) est du polyamide 6,6.

15

7.- Disjoncteur (2) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments de protection (40) s'étendent essentiellement parallèlement à l'empilement (20), depuis une extrémité inférieure de l'empilement (20), jusqu'à un rebord inférieur (29) d'une corne supérieure d'arc (26) placée au-dessus de l'empilement (20).

20

8.- Disjoncteur (2) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le volume de matière des éléments de protection (40) de la chambre de coupure (18) est inférieur ou égal à  $10\text{cm}^3$ , de préférence inférieur ou égal à  $5\text{cm}^3$ .

9.- Disjoncteur (2) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments de protection (40) sont fixés aux parois latérales (24) au moyen de rivets (50).



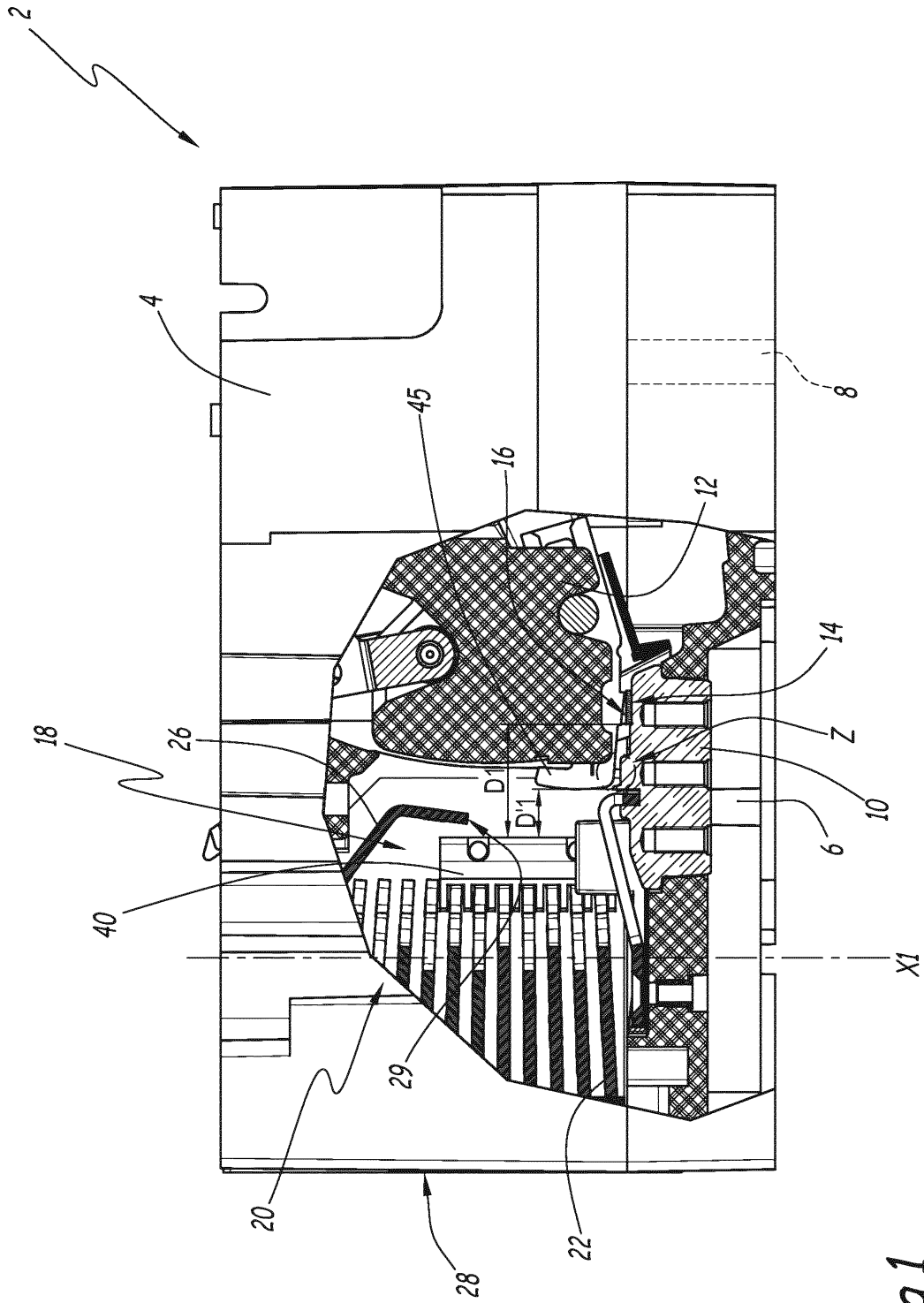


Fig.1

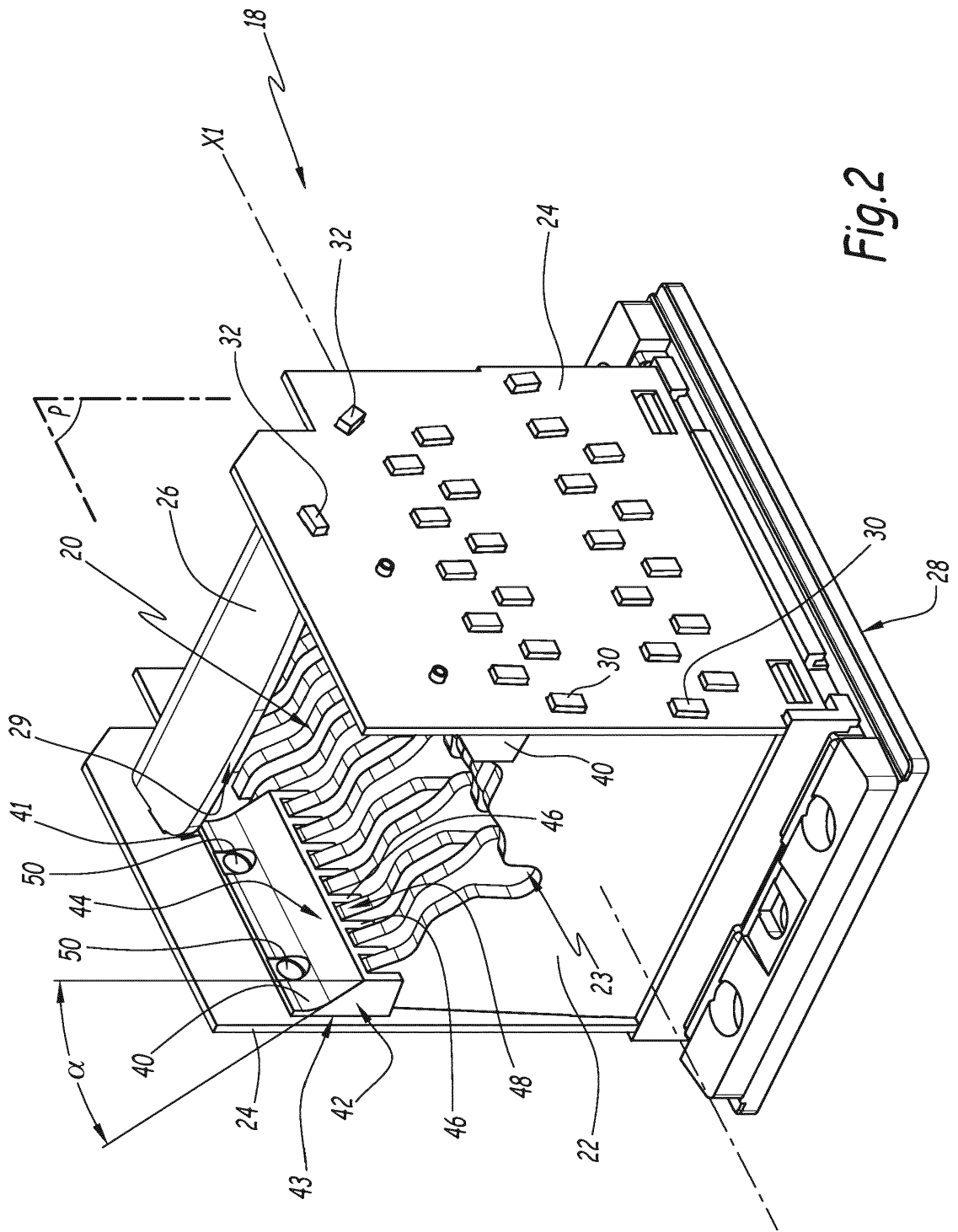


Fig.2

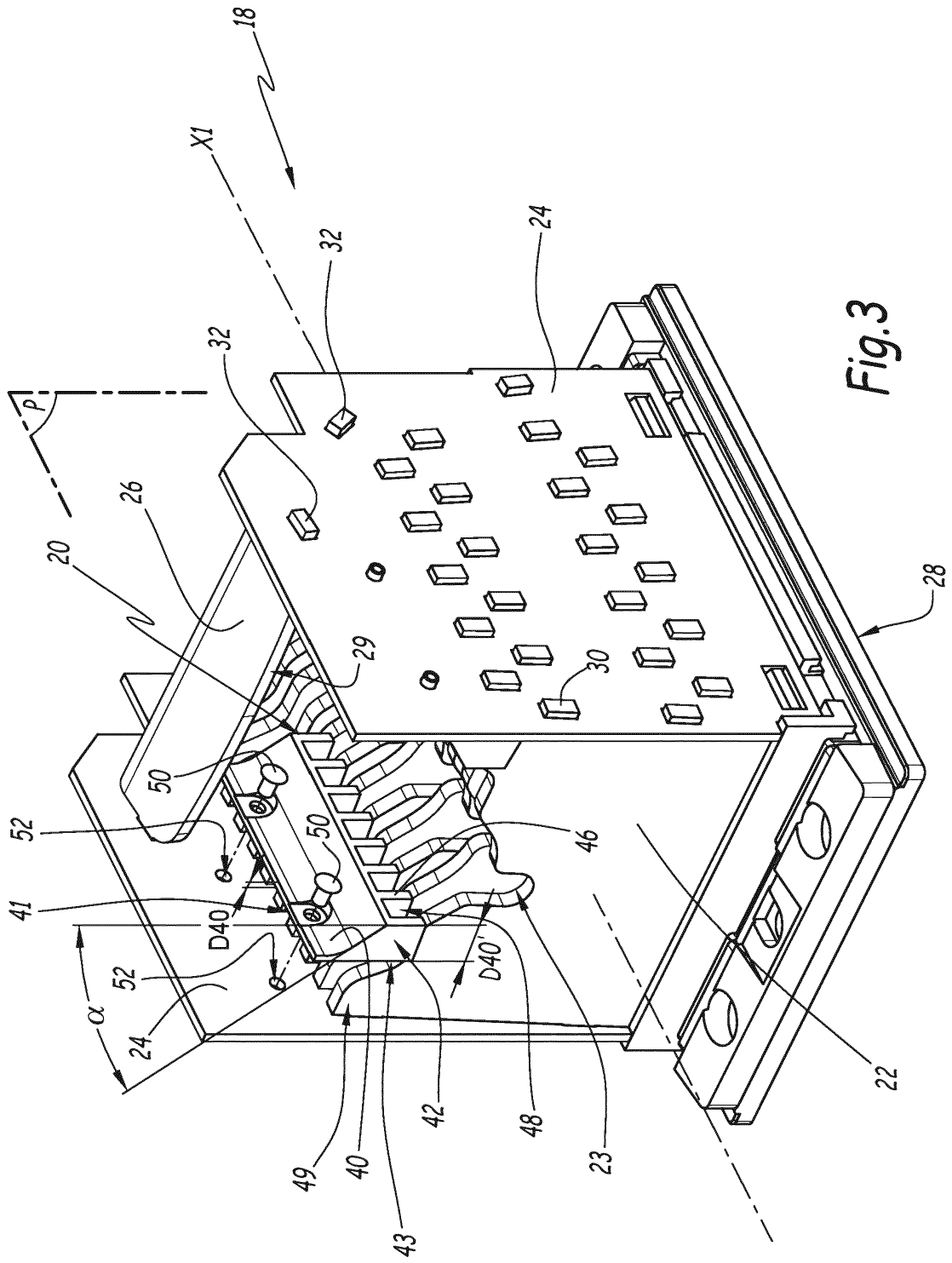


Fig. 3

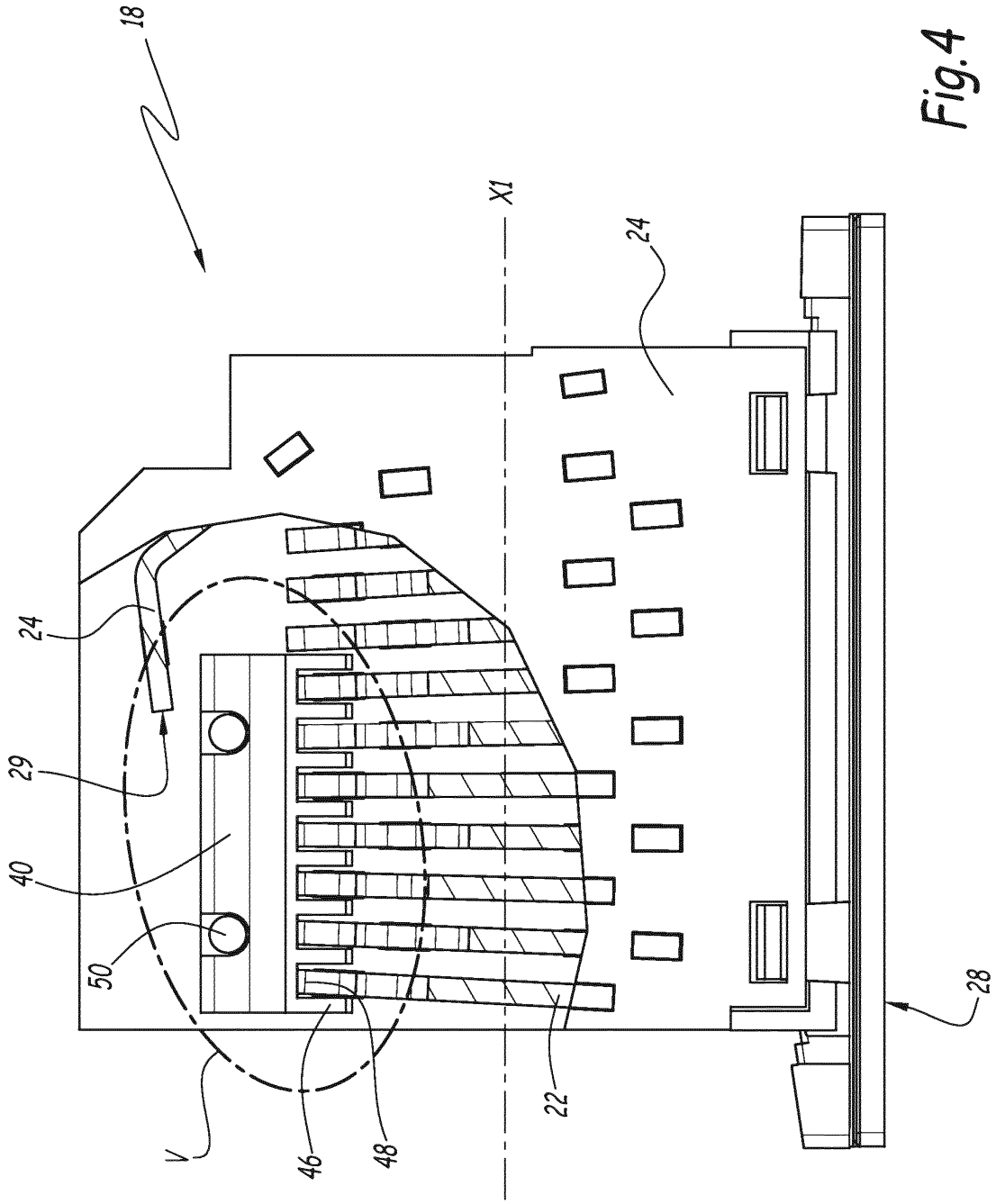


Fig.4

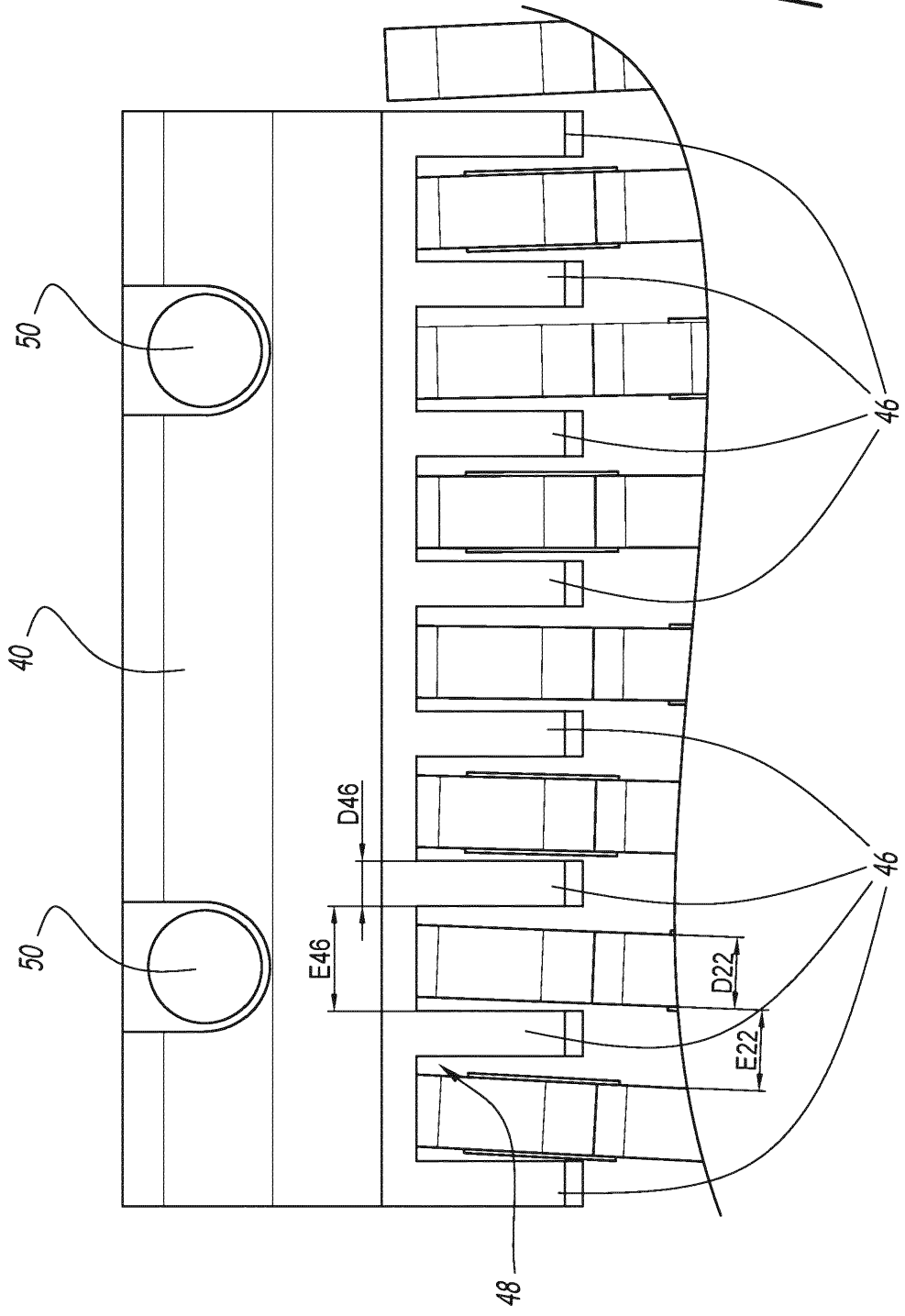


Fig.5

# 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**

US 2013/284702 A1 (HAMADA YOSHINOBU [JP] ET AL) 31 octobre 2013 (2013-10-31)

EP 1 020 882 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SA [FR]) 19 juillet 2000 (2000-07-19)

WO 2007/113184 A1 (SIEMENS AG [DE]; HEYDENDORF JUERGEN [DE]; HOHENBERGER RALPH [DE]) 11 octobre 2007 (2007-10-11)

US 2006/086693 A1 (YEON YOUNG-MYOUNG [KR]) 27 avril 2006 (2006-04-27)

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

NEANT

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

NEANT