



(11) **EP 3 493 235 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
05.06.2019 Bulletin 2019/23

(51) Int Cl.:
H01H 33/66 ^(2006.01) **H01H 33/662** ^(2006.01)
H01H 33/664 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18205346.2**

(22) Date de dépôt: **09.11.2018**

(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:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Schneider Electric Industries SAS**
92500 Rueil Malmaison (FR)

(72) Inventeur: **NEWINGER, Pierre**
38134 St Joseph de Rivière (FR)

(74) Mandataire: **Dufresne, Thierry**
Schneider Electric Industries SAS
Service Propriété Industrielle
35 rue Joseph Monier - CS 30323
92506 Rueil-Malmaison Cedex (FR)

(30) Priorité: **04.12.2017 FR 1761585**

(54) **AMPOULE À VIDE POUR APPAREIL ÉLECTRIQUE DE COUPURE**

(57) L'invention est relative à une ampoule à vide (10) destinée à un appareil électrique de coupure. Elle comprend un corps cylindrique (11) en matériau isolant fermé à chaque extrémité par respectivement un premier couvercle (14) et un second couvercle (20) métallique, et une électrode mobile (12) qui traverse le premier couvercle (14) et qui coopère avec une électrode fixe entre une position fermée dans laquelle les deux électrodes sont en contact l'une avec l'autre et une position ouverte dans laquelle les deux électrodes sont séparées, l'ampoule étant caractérisée en ce que le second couvercle (20) correspond à l'électrode fixe de l'ampoule à vide (10).

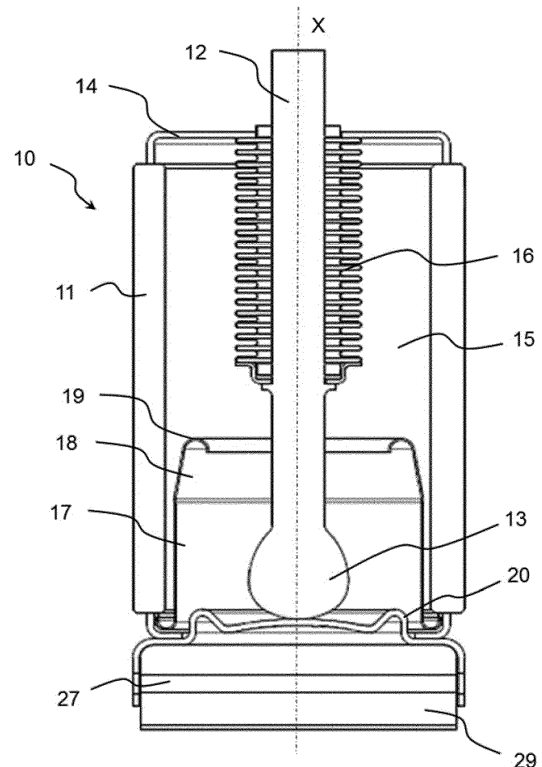


Fig 1

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne une ampoule à vide destinée à assurer la coupure d'un circuit électrique dans un appareil électrique de coupure opérant en moyenne tension ou haute tension, c'est-à-dire opérant à une tension supérieure à 1000V.

[0002] L'invention concerne également un appareil électrique de coupure comportant une telle ampoule à vide pour au moins une de ses phases. Dans le présent document, le terme appareil électrique de coupure regroupe indifféremment plusieurs types d'appareils électriques comme un interrupteur, un disjoncteur, un contacteur, un interrupteur fusible, un sectionneur, un relocker, etc.

Etat de la technique

[0003] Un appareil électrique de coupure moyenne tension ou haute tension du type de celui décrit par exemple dans le document EP2182536, qui est incorporé par référence dans le présent document, comporte une ampoule à vide qui est placée non pas dans le circuit principal de l'interrupteur principal d'une phase de l'appareil électrique de coupure, mais dans une dérivation en parallèle de ce circuit principal. En fonctionnement normal lorsque l'interrupteur principal est fermé, il ne passe aucun courant dans la dérivation contenant l'ampoule à vide. Celle-ci n'est sollicitée que durant une opération d'ouverture du circuit principal, à l'aide d'un mécanisme d'ouverture de l'interrupteur principal qui permet de basculer le courant progressivement du circuit principal vers la dérivation, de façon à ouvrir l'interrupteur principal pendant que le courant circule intégralement dans l'ampoule à vide. Ce n'est qu'une fois l'interrupteur principal ouvert que l'ampoule à vide passe alors à son tour de la position fermée à la position ouverte à l'aide du mécanisme d'ouverture. On évite ainsi l'apparition d'un arc électrique de coupure au niveau de l'interrupteur principal lors de l'opération d'ouverture.

[0004] Grâce à cette architecture, l'ampoule à vide est donc traversée par un courant uniquement durant la phase d'ouverture du circuit principal de phase, et non pas lorsque l'interrupteur principal est fermé. De plus, l'ampoule n'est pas sollicitée durant une opération de fermeture du circuit principal et elle n'a pas à supporter non plus un éventuel courant de court-circuit. Elle doit juste être capable de supporter une tension transitoire de rétablissement (Transient Recovery Voltage - TRV) après la coupure du courant dans le circuit principal.

[0005] Il en résulte que, dans une telle architecture, l'ampoule à vide peut avantageusement être simplifiée et conçue d'une taille bien inférieure par rapport à une architecture classique dans laquelle l'ampoule à vide est par exemple placée dans le circuit principal de l'appareil électrique de coupure. A titre d'exemple, une telle am-

poule à vide pourrait avoir un diamètre transversal de l'ordre de 50 mm environ pour une tension de 24kV et la distance d'ouverture entre les électrodes serait de l'ordre de 7 à 12 mm. Cependant, la réduction de taille de l'ampoule à vide entraîne potentiellement des contraintes diélectriques plus importantes que sur une ampoule à vide de plus grande taille.

[0006] Par ailleurs, les documents DE4011194A1, WO9311552A1, DE19933111A1 et DE4401356A1 décrivent différentes architectures d'ampoules à vide.

[0007] L'invention a donc pour but de concevoir une ampoule à vide de taille réduite qui soit capable de surmonter les contraintes diélectriques dues à la réduction de ses dimensions. L'invention a également pour but de concevoir une ampoule à vide qui soit la plus simple et économique possible.

Exposé de l'invention

[0008] Ces buts sont atteints par une ampoule à vide destinée à un appareil électrique de coupure, comprenant un corps cylindrique en matériau isolant fermé à chaque extrémité par respectivement un premier couvercle et un second couvercle métallique, l'ampoule à vide comprenant une électrode mobile qui traverse le premier couvercle et qui coopère avec une électrode fixe entre une position fermée dans laquelle les deux électrodes sont en contact l'une avec l'autre et une position ouverte dans laquelle les deux électrodes sont séparées. Selon l'invention, le second couvercle correspond à l'électrode fixe de l'ampoule à vide et le second couvercle se prolonge par des avancées destinées à être directement raccordées avec une barre conductrice appartenant à un pôle de l'appareil électrique de coupure.

[0009] Selon une caractéristique, le second couvercle comporte une zone de contact fixe centrale ayant une forme d'une calotte sphérique tournée vers l'intérieur de l'ampoule à vide. Selon une autre caractéristique, l'électrode mobile comporte une zone de contact mobile de forme arrondie située en vis-à-vis de la zone de contact fixe. La zone de contact fixe présente un rayon de courbure supérieur à celui de la zone de contact mobile.

[0010] Selon une autre caractéristique, le second couvercle est réalisé en acier inoxydable. Selon une autre caractéristique, l'ampoule à vide comporte une bride de fixation métallique entre le tube cylindrique et le second couvercle.

[0011] Selon une autre caractéristique, le second couvercle comporte également un renforcement concentrique, dirigé vers l'intérieur de l'ampoule à vide et placé entre la zone de contact centrale et une zone externe de fixation du couvercle au tube cylindrique.

[0012] Selon une autre caractéristique, l'ampoule à vide comprend un écran métallique de section transversale circulaire entourant la zone de contact mobile et qui comporte une extrémité fixée au second couvercle et une extrémité opposée qui est libre. L'extrémité libre de l'écran présente une boucle orientée vers l'intérieur de

l'ampoule à vide.

[0013] L'invention se rapporte également un appareil électrique de coupure comportant une telle ampoule à vide pour au moins une des phases, l'ampoule à vide étant placée en dérivation d'un circuit principal d'au moins une phase de l'appareil électrique de coupure.

Description détaillée

[0014] D'autres caractéristiques vont apparaître dans la description détaillée qui suit faite en regard des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre une vue simplifiée d'un mode de réalisation d'une ampoule à vide en position fermée conforme à l'invention, selon une coupe dans un plan longitudinal,
- la figure 2 montre une coupe en perspective de cette ampoule à vide.

[0015] En référence à la figure 1, une ampoule à vide 10 comporte un corps en forme de tube sensiblement cylindrique 11 en matériau isolant, de préférence en céramique, dont les deux extrémités sont fermées par respectivement un premier couvercle 14 métallique et un second couvercle 20 métallique. Le tube 11 et les couvercles 14, 20 délimitent une chambre de coupure 15 interne dans laquelle il est possible de faire le vide.

[0016] L'ampoule à vide 10 comporte une électrode 12 conductrice (appelée aussi tige conductrice) qui traverse le premier couvercle 14 et se termine dans la chambre de coupure 15 par une première zone de contact 13. Cette électrode 12 est mobile selon un axe longitudinal X de l'ampoule à vide 10 et, de façon connue, est entraînée par un mécanisme non représenté dans les figures. Un soufflet d'étanchéité 16 entoure partiellement l'électrode mobile 12 pour permettre le déplacement longitudinal de l'électrode 12 tout en préservant l'étanchéité de la chambre de coupure 15 vis-à-vis de l'extérieur.

[0017] Habituellement, une ampoule à vide comporte également dans la chambre de coupure 15 une électrode fixe comportant une zone de contact fixe, qui est agencée de telle sorte que l'électrode mobile 12 peut se déplacer entre une position dite fermée dans laquelle l'électrode fixe et l'électrode mobile sont en contact l'une avec l'autre via leur zone de contact respective pour qu'un courant puisse traverser l'ampoule à vide 10, et une position dite ouverte dans laquelle les deux électrodes sont séparées.

[0018] Selon l'invention, le second couvercle 20 correspond à l'électrode fixe de l'ampoule à vide 10. C'est le second couvercle 20 qui fait office d'électrode fixe et qui est donc directement en contact avec l'électrode mobile 12 quand l'ampoule à vide est en position fermée. Ainsi, le second couvercle 20 remplit avantageusement une double fonction : assurer l'étanchéité d'une des deux extrémités de l'ampoule à vide 10 et assurer le contact électrique avec l'électrode mobile 12. Grâce à l'invention, on diminue ainsi le nombre de pièces entrant dans la

fabrication de l'ampoule à vide 10, puisqu'il n'y a plus besoin d'électrode fixe en tant que telle. Cette solution est donc plus simple et plus économique.

[0019] Durant la phase d'ouverture, l'apparition d'une tension transitoire de rétablissement (TRV) entraîne un champ électrique élevé dans certaines régions d'une ampoule à vide comportant des arêtes. Dans le cas présent, ce problème est accru du fait des faibles dimensions de l'ampoule à vide. C'est pourquoi la zone de contact mobile 13 de l'électrode mobile 12 n'est pas plane comme dans les solutions habituelles mais est de forme arrondie, de façon à éviter les angles et arêtes trop marqués. Cette solution permet d'éviter les pointes et donne une meilleure répartition du champ électrique sur une plus grande partie de la zone de contact mobile 13. La zone de contact mobile 13 présente par exemple un dôme qui peut être partiellement sphérique ou elliptique, comme indiqué dans les figures. De plus, le diamètre transversal de la zone de contact mobile 13, c'est-à-dire le diamètre d'une section transversale selon un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal X, est globalement supérieur au diamètre transversal du reste de l'électrode mobile 12, ce qui fait que la zone de contact mobile 13 forme une sorte d'excroissance (ou une boule) à l'extrémité de l'électrode mobile 12.

[0020] De même, le second couvercle 20 comprend une zone de contact 23, appelée zone de contact fixe, qui peut être sensiblement circulaire et qui occupe la partie centrale du second couvercle 20 autour de l'axe longitudinal X. Cette zone de contact fixe 23 est située en vis-à-vis de la zone de contact mobile 13 de l'électrode mobile 12 de façon à pouvoir ouvrir et fermer l'ampoule à vide 10. Selon un mode de réalisation, la zone de contact fixe 23 présente une forme arrondie tournée vers l'intérieur de l'ampoule à vide 10, par exemple une forme de calotte sphérique dont le rayon de courbure, c'est-à-dire le rayon d'une section longitudinale selon un plan passant par l'axe longitudinal X, est important et supérieur au rayon de courbure de la zone de contact mobile 13 lui faisant face, ce qui permet une meilleure tenue diélectrique. A titre d'exemple, on peut envisager un rayon de courbure d'environ 50 mm pour la calotte de la zone de contact fixe 23 et d'environ 15 mm pour l'extrémité de la zone de contact mobile 13.

[0021] Pour réduire au maximum le champ électrique, des formes arrondies plus sophistiquées sont possibles pour les zones de contact 13 et 23, par exemple en associant plusieurs rayons de courbure (profils de type Rogowski, Borda), comme indiqué dans les figures pour la zone de contact mobile 13.

[0022] Le fait d'avoir les deux zones de contact 13, 23 qui ne soient pas planes entraîne en théorie une diminution des surfaces qui sont en contact et augmente donc la résistance de contact lorsque l'ampoule 10 est en position fermée. Ceci est néanmoins acceptable dans le cas présent car l'ampoule à vide est placée dans un circuit en dérivation et non dans un circuit principal de l'appareil électrique de coupure et elle n'est donc utilisée

que pendant les opérations d'ouverture, comme indiqué précédemment. Elle ne doit donc supporter des courants que pendant un temps beaucoup plus court.

[0023] Selon un mode de réalisation, le second couvercle 20 est réalisé en acier inoxydable qui est un métal conducteur, économique, et qui de plus présente une résistance aux chocs qui est supérieure à celle du cuivre et suffisante pour pouvoir bien absorber les chocs lors des contacts avec l'électrode mobile 12. L'électrode mobile 12 peut également être réalisée en acier inoxydable. Le second couvercle 20 peut par ailleurs présenter des formes particulières, comme un renforcement 22 dirigé vers l'intérieur de l'ampoule à vide 10 et par exemple sensiblement en forme en V tel qu'indiqué dans les figures. Ce renforcement 22 est concentrique, placé entre la zone de contact fixe 23 centrale autour de l'axe longitudinal X et la zone externe de fixation du couvercle 20 au tube cylindrique 11. Il permet très facilement de bien centrer le couvercle 20 par rapport au tube cylindrique 11 grâce à la bride de fixation 25 torique (voir paragraphe suivant), et de mieux résister à la différence de pression entre le vide de l'intérieur de l'ampoule 10 et la pression à l'extérieur de l'ampoule 10 dans la cuve de l'appareil électrique de coupure.

[0024] Il est cependant difficile de braser directement le couvercle 20 en acier inoxydable sur la céramique du tube cylindrique 11 parce que, lors du refroidissement, les contraintes au niveau du joint de brasage seraient trop importantes et pourraient provoquer une fissuration de la céramique du tube. Pour éviter ce problème et améliorer la fixation du second couvercle 20 au tube cylindrique 11, l'ampoule à vide 10 peut comporter une bride de fixation 25 qui est placée entre une extrémité du cylindre 11 et le second couvercle 20. Cette bride de fixation 25 est en forme de tore et est réalisée préférentiellement en cuivre, ce qui permet d'une part de la fixer par brasure au tube 11 et d'autre part de la braser facilement contre le pourtour extérieur du second couvercle 20 sans induire de contrainte, du fait de la ductilité du cuivre après passage à haute température dans le four. Comme indiqué ci-dessus, la bride de fixation 25 permet aussi de bien centrer le couvercle 20 grâce au renforcement 22 qui est agencé pour venir se positionner juste à l'intérieur de la bride 25.

[0025] L'ampoule à vide 10 comprend également un écran métallique de protection 17 dont une des extrémités est fixée au second couvercle 20. Cet écran de protection 17 possède une section transversale circulaire et s'étend le long de l'axe longitudinal X de façon à entourer la zone de contact mobile 13. Il comprend d'un côté une première extrémité qui est donc fixée par brasure à la bride 25 et au tube 11 et du côté opposé une extrémité qui est libre. D'autres écrans secondaires non représentés sont également envisageables, comme par exemple un écran protégeant le soufflet 16.

[0026] De plus, pour améliorer la répartition du champ électrique, l'invention prévoit également que l'extrémité libre de l'écran 17 se termine par une boucle 19 ce qui

évite d'avoir une arête sur cette extrémité libre. Cette boucle 19 est orientée de préférence vers l'intérieur de l'ampoule.

[0027] Le second couvercle 20 se prolonge sur deux côtés opposés par des avancées 21 qui sont destinées à être directement en contact avec une barre conductrice 29 appartenant à un pôle de l'appareil électrique de coupure dans lequel l'ampoule à vide 10 est installée, en particulier au circuit de dérivation d'un pôle si l'ampoule à vide est placée dans une dérivation en parallèle du circuit principal de l'appareil électrique de coupure. Dans le mode de réalisation présenté, les avancées 21 sont perpendiculaires au couvercle 20 et la barre métallique 29 est fixée aux avancées 21 du second couvercle 20 par exemple grâce à une vis 27 traversant la barre 29 et introduite par deux orifices 24 des avancées 21. L'ampoule à vide 10 peut donc ainsi être très facilement raccordée électriquement en dérivation du circuit principal d'au moins une des phases de l'appareil électrique de coupure.

Revendications

1. Ampoule à vide (10) destinée à un appareil électrique de coupure, comprenant un corps cylindrique (11) en matériau isolant fermé à chaque extrémité par respectivement un premier couvercle (14) et un second couvercle (20) métallique, l'ampoule à vide (10) comprenant une électrode mobile (12) qui traverse le premier couvercle (14) et qui coopère avec une électrode fixe entre une position fermée dans laquelle les deux électrodes sont en contact l'une avec l'autre et une position ouverte dans laquelle les deux électrodes sont séparées, **caractérisée en ce que** le second couvercle (20) correspond à l'électrode fixe de l'ampoule à vide (10) et comporte des avancées (21) destinées à être directement raccordées avec une barre conductrice (29) appartenant à un pôle de l'appareil électrique de coupure.
2. Ampoule à vide selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le second couvercle (20) comporte une zone de contact fixe (23) centrale ayant la forme d'une calotte sphérique tournée vers l'intérieur de l'ampoule à vide (10).
3. Ampoule à vide selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'électrode mobile (12) comporte une zone de contact mobile (13) de forme arrondie située en vis-à-vis de la zone de contact fixe (23).
4. Ampoule à vide selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la zone de contact fixe (23) présente un rayon de courbure supérieur à celui de la zone de contact mobile (13).
5. Ampoule à vide selon la revendication 2, **caractéri-**

sée en ce que le second couvercle (20) comporte un renforcement (22) concentrique, dirigé vers l'intérieur de l'ampoule à vide (10) et placé entre la zone de contact centrale (23) et une zone externe de fixation du couvercle (20) au tube cylindrique (11). 5

6. Ampoule à vide selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** l'ampoule à vide (10) comporte une bride de fixation (25) métallique entre le tube cylindrique (11) et le second couvercle (20). 10
7. Ampoule à vide selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** la bride de fixation (25) est réalisée en cuivre et le second couvercle (20) est réalisé en acier inoxydable. 15
8. Ampoule à vide selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** l'ampoule à vide (10) comprend un écran métallique (17) de section transversale circulaire entourant la zone de contact mobile (13) et qui comporte une extrémité fixée au second couvercle (20) et une extrémité opposée qui est libre. 20
9. Ampoule à vide selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** l'extrémité libre de l'écran (17) présente une boucle (19) orientée vers l'intérieur de l'ampoule à vide (10). 25
10. Appareil électrique de coupure **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins une ampoule à vide (10) selon l'une des revendications précédentes, l'ampoule à vide étant placée en dérivation d'un circuit principal d'au moins une phase de l'appareil électrique de coupure. 30

35

40

45

50

55

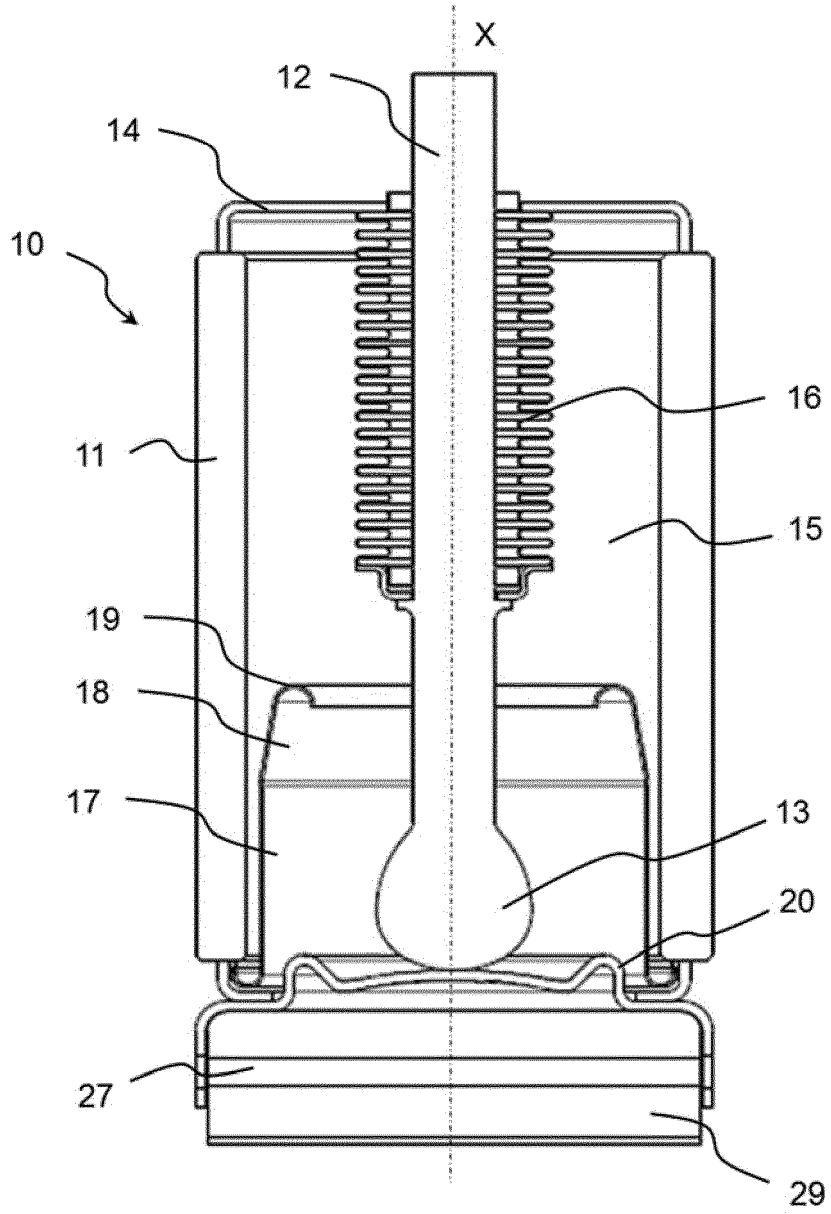


Fig 1

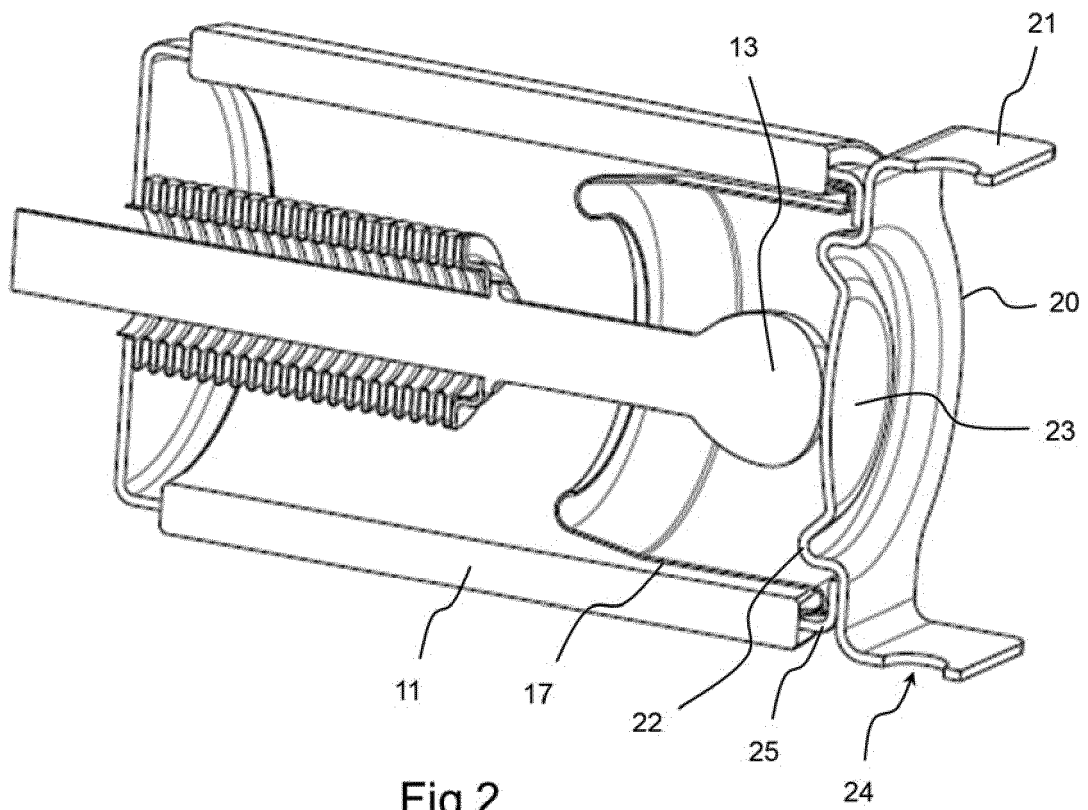


Fig 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 18 20 5346

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	WO 93/11552 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10 juin 1993 (1993-06-10) * figure 4 *	1-10	INV. H01H33/66 H01H33/662 H01H33/664
Y	DE 44 01 356 A1 (SIEMENS AG [DE]) 20 juillet 1995 (1995-07-20) * colonne 2, ligne 19 - ligne 39; figure 1 *	1-10	
Y	DE 40 11 194 A1 (SLAMECKA ERNST [DE]) 2 août 1990 (1990-08-02) * colonne 2, ligne 36 - colonne 3, ligne 36; figure Figure *	2,3,5	
A		1,4,6-10	
Y	DE 199 33 111 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 18 janvier 2001 (2001-01-18) * figures 1-3 *	8	
A		1-7,9,10	
Y	DE 38 03 778 A1 (LICENTIA GMBH [DE]) 17 août 1989 (1989-08-17) * colonne 2, ligne 1 - ligne 23; revendications 4,8; figures 1,2 *	6,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01H
A		1	
Y	US 5 168 139 A (BETTGE HANS [DE] ET AL) 1 décembre 1992 (1992-12-01) * colonne 2, ligne 46 - colonne 3, ligne 34; figures 1,2 *	10	
A		1-9	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 22 février 2019	Examineur Ernst, Uwe
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 03.02 (P04C02)

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

EP 18 20 5346

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.

22-02-2019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9311552 A1	10-06-1993	DE 4139834 A1 EP 0615652 A1 WO 9311552 A1	09-06-1993 21-09-1994 10-06-1993
DE 4401356 A1	20-07-1995	AUCUN	
DE 4011194 A1	02-08-1990	AUCUN	
DE 19933111 A1	18-01-2001	AUCUN	
DE 3803778 A1	17-08-1989	AUCUN	
US 5168139 A	01-12-1992	DE 3832493 A1 EP 0435865 A1 JP H04500740 A US 5168139 A WO 9003657 A1	29-03-1990 10-07-1991 06-02-1992 01-12-1992 05-04-1990

EPO FORM P0480

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 2182536 A [0003]
- DE 4011194 A1 [0006]
- WO 9311552 A1 [0006]
- DE 19933111 A1 [0006]
- DE 4401356 A1 [0006]