



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
19.11.2003 Bulletin 2003/47

(51) Int Cl.7: **H01H 33/00, H01H 39/00**

(21) Numéro de dépôt: **03101393.1**

(22) Date de dépôt: **16.05.2003**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK

(72) Inventeur: **Bouet, Thierry**
94117 CX, ARCUEIL (FR)

(74) Mandataire: **Lucas, Laurent Jacques et al**
THALES Intellectual Property,
31-33 Avenue Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(30) Priorité: **17.05.2002 FR 0206114**

(71) Demandeur: **TDA ARMEMENTS S.A.S.**
45240 La Ferté Saint-Aubin (FR)

(54) **Commutateur à ouverture de type à fils explosés et procédé de fabrication**

(57) L'invention vise à optimiser le volume occupé par les commutateurs à ouverture de type à fils explosés, le volume alloué à ces commutateurs étant un volume sensiblement cylindrique.

A cet effet, le commutateur à ouverture comprend au moins :

- un corps (6) occupant sensiblement un volume délimité par un cylindre ;
- des lignes conductrices (5) placées dans le corps, les lignes conductrices s'étendant dans une direction radiale vers l'enveloppe extérieure (6C) du corps, les lignes conductrices étant destinées à être reliées à un conducteur central (1) sensiblement sur l'axe (10) du cylindre d'une part, et à une masse (2) au niveau de l'enveloppe extérieure du corps d'autre part, les lignes conductrices étant destinées à être rompues lors du passage d'un courant électrique entre le conducteur central et la masse.

L'invention s'applique notamment aux commutateurs utilisés dans les systèmes de hautes puissances pulsées.

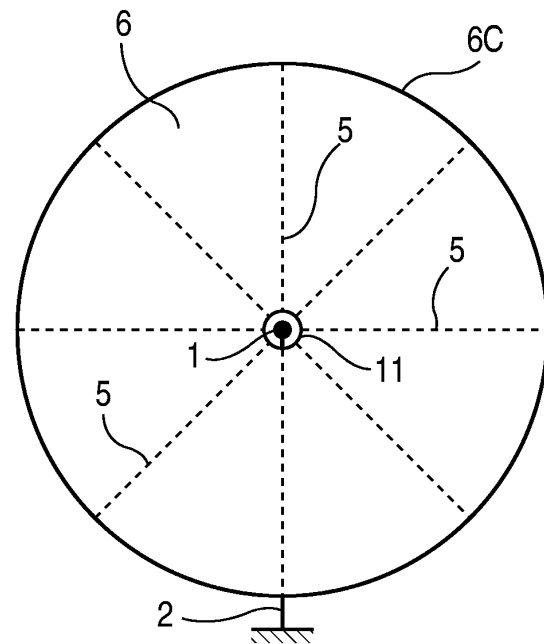


Fig. 2

Description

[0001] La présente invention concerne un commutateur à ouverture de type à fils explosés et un procédé de fabrication. Elle s'applique notamment aux commutateurs utilisés dans les systèmes de hautes puissances pulsées.

[0002] Un tel commutateur est typiquement utilisé dans un circuit électrique comprenant une charge haute impédance et une alimentation basse impédance. Le commutateur est initialement conducteur. En d'autres termes, sa résistance avant commutation est quasiment nulle. Le commutateur court-circuite la charge. L'alimentation délivre un courant croissant qui circule à travers le commutateur. A un instant donné, le commutateur s'ouvre. En d'autres termes, lors de la commutation sa résistance tend vers l'infini. A ce moment tout le courant circule dans la charge.

[0003] Le commutateur permet ainsi de mettre en forme une impulsion de courant. Plus précisément, il permet de réduire la durée du front de montée et d'augmenter la tension à ses bornes. Un commutateur idéalement a une résistance avant commutation la plus faible possible, une résistance après commutation la plus élevée possible, et une durée de commutation la plus faible possible.

[0004] Il existe plusieurs familles de commutateurs à ouverture : les commutateurs pyrotechniques, les commutateurs à plasma (« plasma opening switch » dans la littérature anglo-saxonne), les commutateurs à fils explosés. Les commutateurs pyrotechniques utilisent un système pyrotechnique de type charge creuse diédrique afin de découper un conducteur. Dans les commutateurs à plasma, la phase conductrice est due à un plasma que l'on interrompt pour ouvrir le commutateur. Les commutateurs à fils explosés comprennent des fils métalliques initialement conducteurs dans lesquels le passage du courant provoque une élévation de température qui fait fondre puis qui vaporise le conducteur. La résistivité des fils augmente considérablement ce qui permet d'assurer la fonction de commutation.

[0005] Un problème de ces commutateurs est qu'ils occupent un volume important. La présente invention vise à optimiser le volume occupé par les commutateurs à ouverture de type à fils explosés, le volume alloué à ces commutateurs étant un volume sensiblement cylindrique.

[0006] L'invention consiste à distribuer le volume actif du commutateur (lignes conductrices) de manière homogène dans le volume alloué. Par ailleurs l'une des solutions proposées présente des avantages en terme d'industrialisation.

[0007] A cet effet, le commutateur à ouverture comprend au moins :

- un corps occupant sensiblement un volume délimité par un cylindre ;
- des lignes conductrices placées dans le corps, les

lignes conductrices s'étendant dans une direction radiale vers l'enveloppe extérieure du corps, les lignes conductrices étant destinées à être reliées à un conducteur central sensiblement sur l'axe du cylindre d'une part, et à une masse au niveau de l'enveloppe extérieure du corps d'autre part, les lignes conductrices étant destinées à être rompues lors du passage d'un courant électrique entre le conducteur central et la masse.

[0008] Selon un premier mode de réalisation avantageux, les lignes conductrices forment des ondulations axiales. Selon un seconde mode de réalisation avantageux, les lignes conductrices décrivent des spires autour de l'axe du cylindre. Ces premiers et seconds modes de réalisation peuvent être mis en oeuvre indépendamment ou ensemble.

[0009] L'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'un commutateur dans lequel:

- on réalise des pistes conductrices par gravure sur un film souple dont la surface est le développement d'un cône, ce film étant à plat lors de la réalisation de ces pistes ;
- on génère une forme conique à partir de cette surface ;
- on réalise des repliements du cône dans une direction axiale.

[0010] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard de dessins annexés :

- la figure 1, une vue de dessus, représente un commutateur à ouverture de type à fils explosés classique ;
- la figure 2, une vue de dessus, représente un exemple de commutateur selon l'invention ;
- la figure 3, une section, représente le commutateur de la figure 2 ;
- la figure 4, une perspective éclatée, représente des éléments formant le commutateur de la figure 2 ;
- la figure 5, une vue en perspective, représente un film souple isolant formant un cône ;
- les figures 6 à 9, des vues en perspectives, représentent des étapes de pliage du film souple isolant de la figure 5 pour obtenir un élément de la figure 4 ;
- la figure 10, une vue de dessus, représente un mode de réalisation avantageux dans lequel les lignes conductrices forment des spires ;
- la figure 11, une vue en perspective, représente un support isolant souple formant un cône, sur lequel sont déposées des pistes conductrices formant des spires ;
- la figure 12, une vue de dessus dans un plan muni d'un quadrillage régulier, représente un support isolant souple plan destiné à former le cône représenté sur la figure 11.

[0011] On se réfère maintenant à la figure 1. Un commutateur à fils exposés comprend généralement au moins un fil 4 tendu sur un cadre isolant plan 3. Une extrémité de ce fil est destinée à être reliée à une masse. L'autre extrémité est destinée à être reliée à un point chaud, c'est à dire à un point de haut potentiel. Plusieurs fils de même longueur peuvent être montés en parallèle dans des plans parallèles au cadre isolant. Un tel commutateur n'est pas optimisé pour occuper un volume sensiblement cylindrique.

[0012] On se réfère maintenant aux figures 2 et 3. Selon l'invention, le commutateur a un corps 6 qui occupe sensiblement un volume délimité par un cylindre d'axe 10. Selon un mode de réalisation (non représenté), le corps comprend un isolateur sur lequel sont déposées des lignes conductrices. Ces lignes conductrices peuvent être formées par des filaments de quelques dizaines de micromètres de section par exemple.

[0013] Dans les commutateurs utilisés dans les systèmes de haute puissance pulsée, on utilise préférentiellement un grand nombre de lignes conductrices (de l'ordre d'une centaine) de faible section (de l'ordre d'une dizaine de micromètres). En effet, la durée de commutation est d'autant plus faible que la section est faible. Et, la quantité d'énergie pouvant être commutée est d'autant plus importante que la somme des sections des lignes conductrices est importante.

[0014] Selon un mode de réalisation avantageux particulièrement adapté aux commutateurs utilisés dans les systèmes de haute puissance pulsée, les lignes conductrices sont formées par des pistes gravées sur un support isolant. Elles peuvent être gravées sur un support isolant intermédiaire comme décrit en relation avec la figure 4 ou directement sur l'isolateur. Elles peuvent être réalisées par exemple par photogravure.

[0015] Selon un mode de réalisation avantageux (non représenté), le corps comprend plusieurs isolateurs entre lesquels sont situées les lignes conductrices. Chaque isolateur sépare deux couches de lignes conductrices. Les lignes conductrices peuvent être parallèles entre les couches successives. Selon un autre mode de réalisation (représenté figures 2 et 3) le corps comprend une seule couche de lignes conductrices et deux isolateurs 6A, 6B entre lesquels sont situées les lignes conductrices.

[0016] Les lignes conductrices sont placées dans le corps 6. Elles s'étendent dans une direction radiale par rapport à l'axe 10 du cylindre vers l'enveloppe extérieure 6C du corps. Les lignes conductrices sont destinées à être reliées à un conducteur central 1 sensiblement sur l'axe 10 du cylindre d'une part, et à une masse 2 au niveau de l'enveloppe extérieure 6C du corps d'autre part.

[0017] L'invention conduit à une structure coaxiale au niveau du potentiel avec un haut potentiel sur l'axe 10 et la masse sur l'extérieur. Ce commutateur est ainsi adapté à une alimentation ou à une charge de géométrie coaxiale.

[0018] Le conducteur central peut être un connecteur

rigide tel qu'une tige métallique. Le corps 6 peut comprendre un évidement 11 sensiblement sur l'axe 10 pour permettre de loger le conducteur central 1. L'évidement 11 peut avoir une forme de cylindre d'axe 10. Selon une variante de réalisation, le corps ne comprend pas d'évidement mais comprend un point de contact sur sa surface externe, ce point de contact étant sensiblement positionné au niveau l'axe 10. Le conducteur central est alors de forme adaptée à ce point de contact. Ainsi, l'extrémité des lignes conductrices reliée au conducteur central 1 est soit sensiblement sur l'axe 10 (corps sans évidement), soit à proximité de cet axe (corps avec évidement).

[0019] Selon un mode de réalisation avantageux, illustré sur la figure 3, les lignes conductrices 5 forment des ondulations axiales. Ces ondulations peuvent être par exemple formées par une courbe sensiblement sinusoïdale. Selon un autre mode de réalisation elles peuvent être formées par des segments de droite agencés en W et reliés par des arrondis. En d'autres termes, les lignes conductrices sont repliées dans une direction parallèle à l'axe 10. Ceci permet de générer des lignes conductrices plus longues tout en conservant un commutateur qui occupe un volume sensiblement délimité par un cylindre de même rayon. Cette géométrie présente deux avantages.

[0020] Premièrement, sachant que le potentiel se distribue linéairement le long des lignes conductrices, l'agencement décrit ci dessus permet d'optimiser les niveaux champ électrique dans les volumes diélectriques et ainsi de minimiser les risques de claquage.

[0021] Deuxièmement, on forme des ondulations et non des plis. On évite les effets de pointe et donc d'avoir des champs électriques intenses. En d'autres termes, grâce à cette géométrie avantageuse des lignes conductrices, on limite les niveaux de champ électrique tout en conservant un commutateur compact.

[0022] Avantageusement, le corps comprend au moins deux isolateurs encastrés entre lesquels sont situées les lignes conductrices. On accroît ainsi la tenue diélectrique du commutateur. Les isolateurs 6A, 6B séparent comme illustré sur la figure 3 les ondulations successives. Grâce à leurs formes ondulées, les isolateurs ont pour effet de limiter le claquage par rampage. Le claquage par rampage, propres aux diélectriques solides, est un claquage dans lequel le courant emprunte un chemin géométrique à la surface d'un diélectrique solide.

[0023] On se réfère maintenant à la figure 4. Le commutateur peut comprendre un film isolant souple 7 sur lequel sont gravées des pistes formant les lignes conductrices. Par exemple le film peut être une feuille en matière plastique telle qu'une feuille de polyimide (connu sous le nom commercial de Kapton), les lignes conductrices étant réalisées par un dépôt de cuivre. Ce film isolant peut être ainsi facilement replié, ce qui permet de générer les ondulations axiales des lignes conductrices sans risquer de les rompre. Ce mode de réalisa-

tion est particulièrement adapté aux lignes conductrices de faible section.

[0024] Avantageusement, le film isolant forme sensiblement un cône replié. Ceci permet de générer des ondulations en W comme décrit plus haut. On dispose en outre d'une structure avantageuse en termes d'industrialisation.

[0025] Avantageusement, on peut procéder de la manière suivante :

- on réalise les pistes conductrices 5 par gravure sur un film souple dont la surface est le développement d'un cône, ce film étant à plat lors de la réalisation de ces pistes ;
- on découpe et on colle deux bords de ce film de manière à générer une forme conique comme illustré sur la figure 5 ;
- on réalise des repliements du cône dans une direction axiale comme illustré sur les figures 6 à 9, en veillant à conserver un arrondi au niveau des repliements ;
- on insère ce film gravé et replié entre deux isolateurs 6A et 6B.

[0026] Selon une variante de mise en oeuvre, les isolateurs 6A et 6B étant des isolateurs rigides, on peut générer les repliements du film (et par conséquent des lignes conductrices) en encastrant les isolateurs l'un dans l'autre, le film souple se trouvant entre lesdits isolateurs.

[0027] On se réfère maintenant à la figure 10 qui présente un mode de réalisation avantageux. Les lignes conductrices 5 décrivent des spires autour de l'axe 10 du cylindre. Les lignes conductrices 5 peuvent former en outre des ondulations axiales comme indiqué plus haut. Bien entendu, les lignes conductrices peuvent décrire simplement des spires dans un plan sans former d'ondulations axiales. Ceci permet d'augmenter la longueur des lignes sans augmenter le volume occupé par celles-ci. Il est possible de régler leur longueur en modifiant le nombre de spires.

[0028] On se réfère maintenant à la figure 11 sur laquelle est représenté un support isolant souple formant un cône. Il est possible de combiner les modes de réalisations avantageux de manière à obtenir des ondulations axiales et des spires à l'aide d'un cône replié sur lequel sont gravées des spires. On peut ainsi atteindre une longueur typique de ligne de 4 mètres dans un encombrement réduit.

[0029] On se réfère maintenant à la figure 12 sur laquelle est représentée entre des bords 20,21,22,23 représentés en pointillés une surface développée d'un cône. Les bords 21 et 23 de cette surface sont destinés à être collés pour générer une surface conique. Le bord 20 est destiné à former la base du cône (cercle), et le bord 21 le haut du cône (cercle). Les lignes conductrices 51, 52, 53, 54 dans cet exemple forment une demi spire.

[0030] Le quadrillage de la figure 12 est un quadrilla-

ge unitaire : chaque case a un côté vertical de longueur 1 et un côté horizontal de largeur 1. On utilise un système de coordonnées cartésiennes en X (horizontal) et Y (vertical) pour se repérer dans ce quadrillage. Les courbes en trait plein et pointillé ont pour équation :

$$x_0 = \frac{(r_2 - r_1)t + r_1}{\sin(\gamma)} \cos((2\pi Nt - \varphi_0)\sin(\gamma))$$

$$y_0 = \frac{(r_2 - r_1)t + r_1}{\sin(\gamma)} \sin((2\pi Nt - \varphi_0)\sin(\gamma))$$

$$x_1 = \frac{(r_2 - r_1)t + r_1}{\sin(\gamma)} \cos((2\pi Nt - \varphi_1)\sin(\gamma))$$

$$y_1 = \frac{(r_2 - r_1)t + r_1}{\sin(\gamma)} \sin((2\pi Nt - \varphi_1)\sin(\gamma))$$

$$x_2 = \frac{(r_2 - r_1)t + r_1}{\sin(\gamma)} \cos((2\pi Nt - \varphi_2)\sin(\gamma))$$

$$y_2 = \frac{(r_2 - r_1)t + r_1}{\sin(\gamma)} \sin((2\pi Nt - \varphi_2)\sin(\gamma))$$

$$x_5 = \frac{(r_2 - r_1)t + r_1}{\sin(\gamma)} \cos((2\pi Nt - \varphi_5)\sin(\gamma))$$

$$y_5 = \frac{(r_2 - r_1)t + r_1}{\sin(\gamma)} \sin((2\pi Nt - \varphi_5)\sin(\gamma))$$

$$x_6 = \frac{r_1}{\sin(\gamma)} \cos(((\varphi_0 - \varphi_5)t - \varphi_0)\sin(\gamma))$$

$$y_6 = \frac{r_1}{\sin(\gamma)} \sin(((\varphi_0 - \varphi_5)t - \varphi_0)\sin(\gamma))$$

$$x_7 = \frac{r_2}{\sin(\gamma)} \cos(((\varphi_0 - \varphi_5)t - \varphi_0 + 2\pi N)\sin(\gamma))$$

$$y_7 = \frac{r_2}{\sin(\gamma)} \sin(((\varphi_0 - \varphi_5)t - \varphi_0 + 2\pi N)\sin(\gamma))$$

[0031] Dans lesquelles on utilise des paramètres, dont les valeurs prises dans la figure 12 sont indiquées entre parenthèses, qui représentent :

h : la hauteur du cône (3) ;
 r₁ : le rayon du cercle formant la partie supérieure du cône (0,5) ;
 r₂ : le rayon du cercle formant la base (2) ;
 N : le nombre de spires (0,5) ;
 φ₀ : la position angulaire du bord 23 (-π/4) ;
 φ₁ : la position angulaire de la ligne conductrice 51 (0) ;
 φ₂ : la position angulaire de la ligne conductrice 52 (π/2) ;
 φ₃ : la position angulaire de la ligne conductrice 53 (π) ;
 φ₄ : la position angulaire de la ligne conductrice 54 (3π/2) ;
 φ₅ : la position angulaire du bord 20 (2π-π/4).

[0032] Dans lesquelles on utilise des variables qui représentent :

$$\sin(\gamma) : \text{la quantité } \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{h^2}{(r_2 - r_1)^2}}};$$

t : une grandeur variant de 0 à 1 pour décrire les courbes 20, 21, 22, 23, 51, 52, 53, 54 ;
 x₀ et y₀ : les coordonnées des points décrivant la courbe 23 ;
 x₁ et y₁ : les coordonnées des points décrivant la courbe 51 ;
 x₂ et y₂ : les coordonnées des points décrivant la courbe 52 ;
 x₃ et y₃ : les coordonnées des points décrivant la courbe 53 ;
 x₄ et y₄ : les coordonnées des points décrivant la courbe 54 ;
 x₅ et y₅ : les coordonnées des points décrivant la courbe 21 ;
 x₆ et y₆ : les coordonnées des points décrivant la courbe 22 ;
 x₇ et y₇ : les coordonnées des points décrivant la courbe 20.

[0033] Il est possible d'augmenter ou de diminuer la longueur des lignes conductrices en augmentant ou en diminuant la valeur du paramètre h, c'est à dire la hauteur du cône. En procédant de la sorte, on ne modifie pas l'encombrement radial du commutateur. On peut conserver l'épaisseur du commutateur constante en augmentant le nombre de repliements du cône (ce qui augmente la densité du commutateur) lorsqu'on augmente la valeur du paramètre h.

[0034] Lorsque le paramètre N est nul, les lignes conductrices ne décrivent plus des spires mais des droites. Ceci correspond au mode de réalisation représenté figures 2 à 5. Le nombre N peut prendre toute valeur positive (spires dans le sens illustré sur la figure 12) ou négative (spires dans l'autre sens).

[0035] Il est possible d'augmenter ou de diminuer la longueur des lignes conductrices en augmentant ou en diminuant la valeur absolue du paramètre N, c'est à dire le nombre de spires. En procédant de la sorte, on ne modifie pas l'encombrement du commutateur.

[0036] Si le nombre de spires devient important, la self induite par la circulation du courant dans les lignes conductrices peut devenir gênante. Avantageusement, on peut compenser cette self en effectuant des spires dans le sens inverses avec une autre couche de lignes conductrices. En d'autres termes, une partie des lignes conductrices décrivent des spires dans un sens et l'autre partie des lignes conductrices décrivent des lignes dans l'autre sens. De préférence, on utilise autant de lignes conductrices pour décrire des spires dans un sens que dans l'autre sens.

[0037] Les lignes conductrices qui décrivent des spires dans un sens peuvent être déposées d'un côté d'un support isolant, les lignes conductrices décrivant des spires dans l'autre sens étant déposées de l'autre côté. Ce support isolant peut être un film souple ou un isolateur rigide ou tout autre support.

[0038] Si le cône est généré à partir d'un film souple sur lequel les pistes sont gravées à plat, on devra effectuer des jonctions soient pour les spires qui traversent les bords 21 et 23. Pour éviter d'avoir à effectuer des jonctions, on peut partir directement d'un cône en film souple sur lequel sont gravées les pistes. Les pistes ne sont alors plus gravées à plat, ce qui est plus difficile à réaliser, mais il n'est pas nécessaire d'effectuer de jonction.

[0039] Selon un mode de réalisation avantageux, les lignes conductrices décrivant des spires dans un sens sont déposées sur un premier support isolant, les lignes conductrices décrivant des spires dans l'autre sens sont déposées sur un second support isolant. Ce mode de réalisation permet d'éviter d'avoir à effectuer des jonctions des lignes conductrices tout en gardant la possibilité de graver les piste à plat. Avantageusement, le premier et le second support isolant sont emboîtés l'un dans l'autre.

Revendications

1. Commutateur à ouverture **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins :

- un corps (6) occupant sensiblement un volume délimité par un cylindre ;
- des lignes conductrices (5) placées dans le corps, les lignes conductrices s'étendant dans une direction radiale vers l'enveloppe extérieure (6C) du corps, les lignes conductrices étant destinées à être reliées à un conducteur central (1) sensiblement sur l'axe (10) du cylindre d'une part, et à une masse (2) au niveau de l'enveloppe extérieure du corps d'autre part, les li-

gnes conductrices étant destinées à être rompues lors du passage d'un courant électrique entre le conducteur central et la masse.

2. Commutateur selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les lignes conductrices forment des ondulations axiales. 5
3. Commutateur selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le corps comprend au moins deux isolateurs (6A, 6B) encastrés entre lesquels sont situées les lignes conductrices, les isolateurs séparant les ondulations successives des lignes conductrices. 10
4. Commutateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les lignes conductrices sont formées par des filaments. 15
5. Commutateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les lignes conductrices sont formées par des pistes déposées sur un support isolant. 20
6. Commutateur selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le support isolant est un film souple (7). 25
7. Commutateur selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le film souple forme sensiblement un cône replié. 30
8. Commutateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les lignes conductrices décrivent des spires (51, 52, 53, 54) autour de l'axe du cylindre. 35
9. Commutateur selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** une partie des lignes conductrices décrivent des spires dans un sens et l'autre partie des lignes conductrices décrivent des spires dans l'autre sens. 40
10. Commutateur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les lignes conductrices décrivant des spires dans un sens sont déposées d'un côté d'un support isolant, les lignes conductrices décrivant des spires dans l'autre sens sont déposées de l'autre côté du support isolant. 45
11. Commutateur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les lignes conductrices décrivant des spires dans un sens sont déposées sur un premier support isolant, les lignes conductrices décrivant des spires dans l'autre sens sont déposées sur un second support isolant. 50
12. Commutateur selon la revendication précédente, 55

caractérisé en ce que le premier et le second support isolant sont emboîtés l'un dans l'autre.

13. Procédé de fabrication d'un commutateur caractérisé en ce que :

- on réalise des pistes conductrices (5) par gravure sur un film souple (7) dont la surface est le développement d'un cône, ce film étant à plat lors de la réalisation de ces pistes ;
- on génère une forme conique à partir de cette surface ;
- on réalise des repliements du cône dans une direction axiale (10).

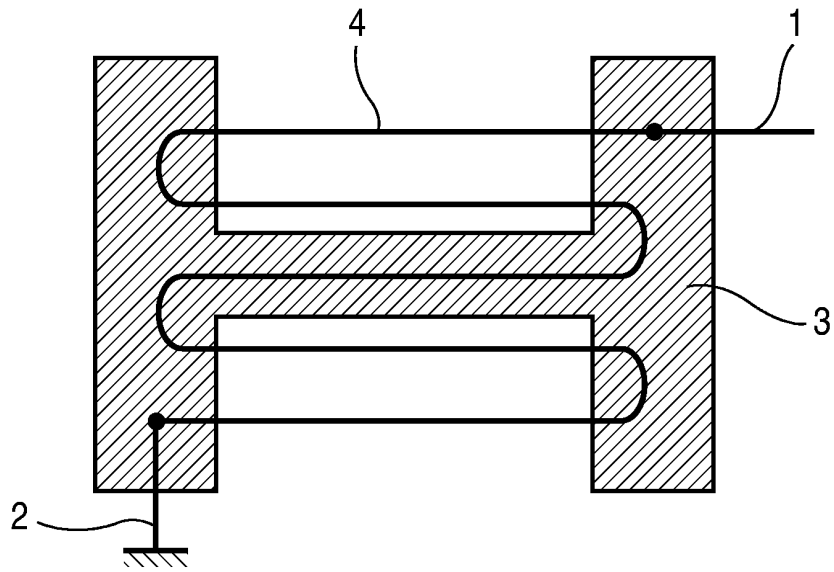


Fig. 1

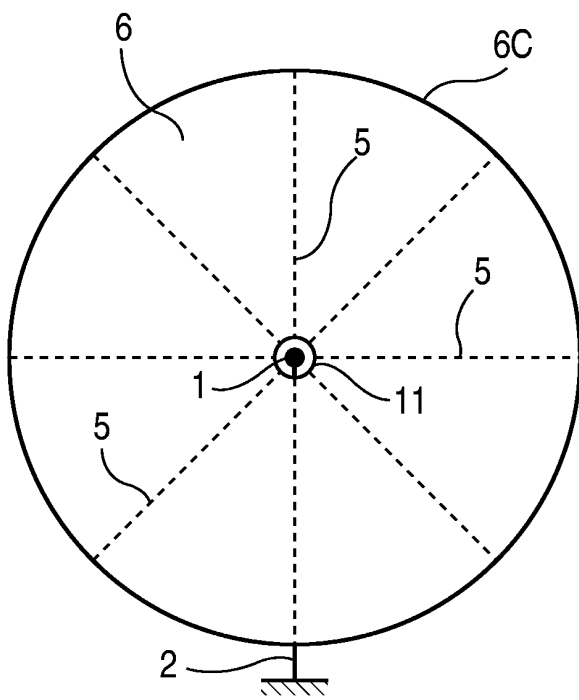


Fig. 2

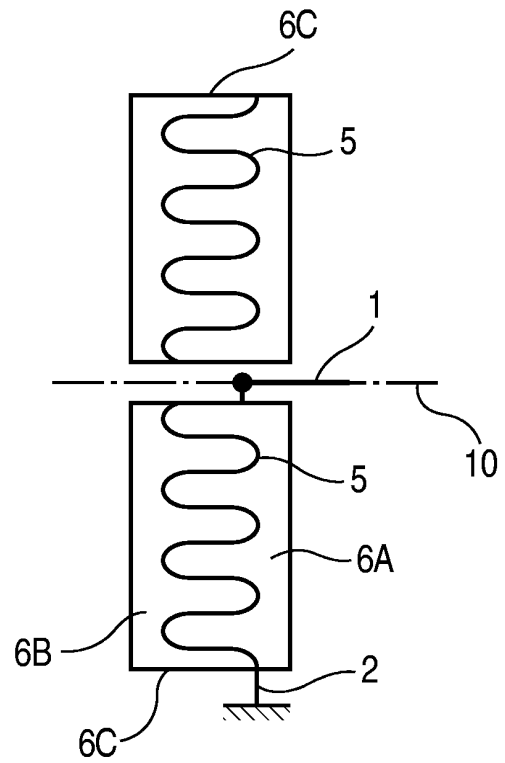


Fig. 3

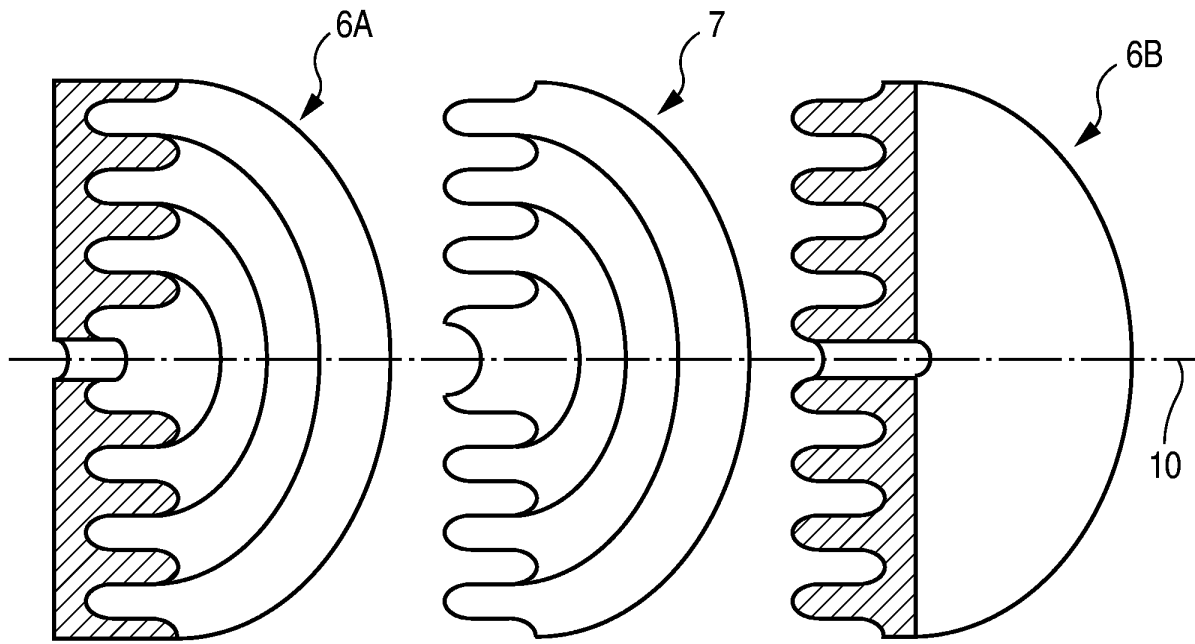


Fig. 4

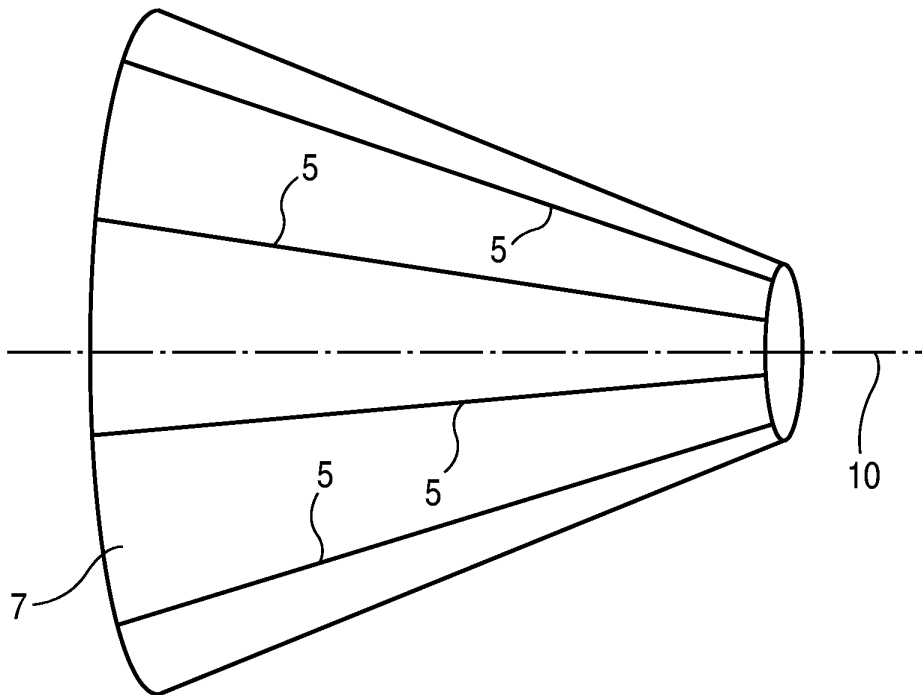


Fig. 5

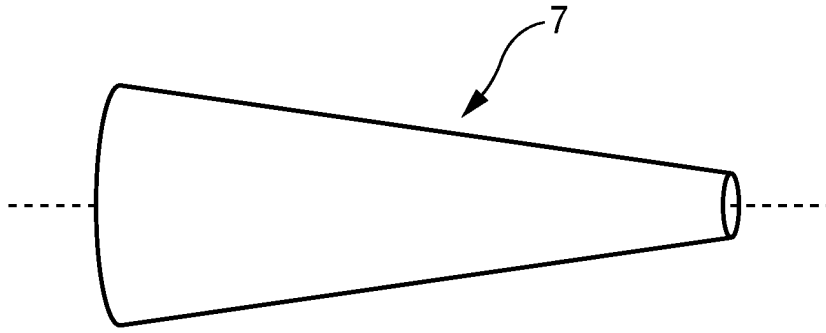


Fig. 6

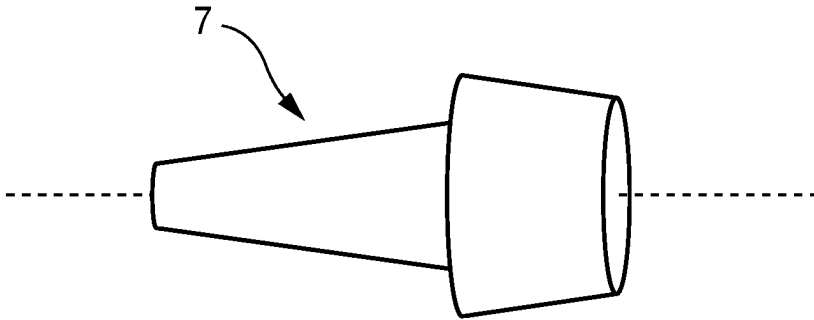


Fig. 7

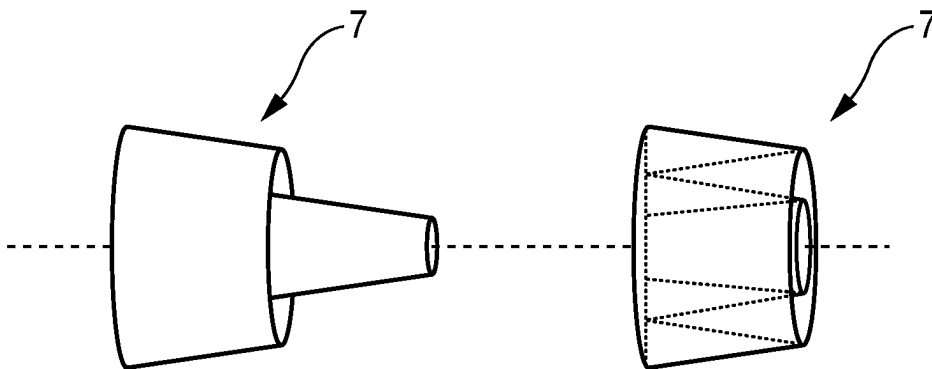


Fig. 8

Fig. 9

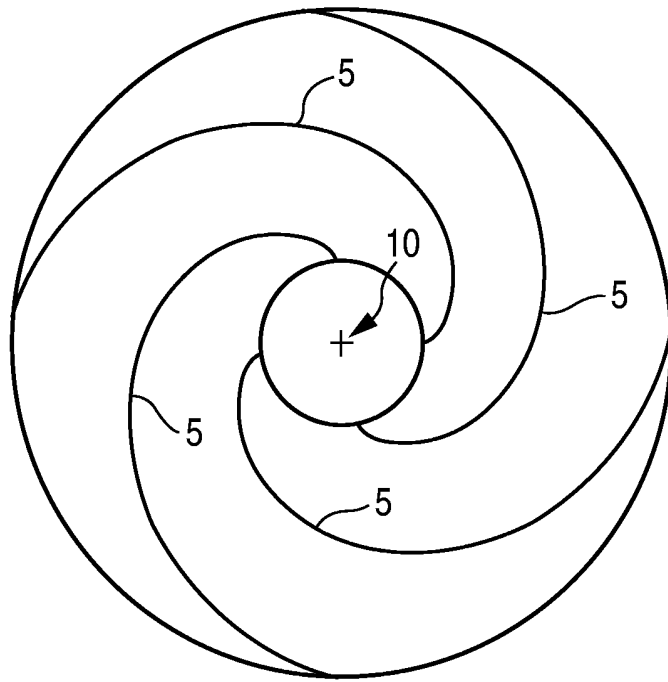


Fig. 10

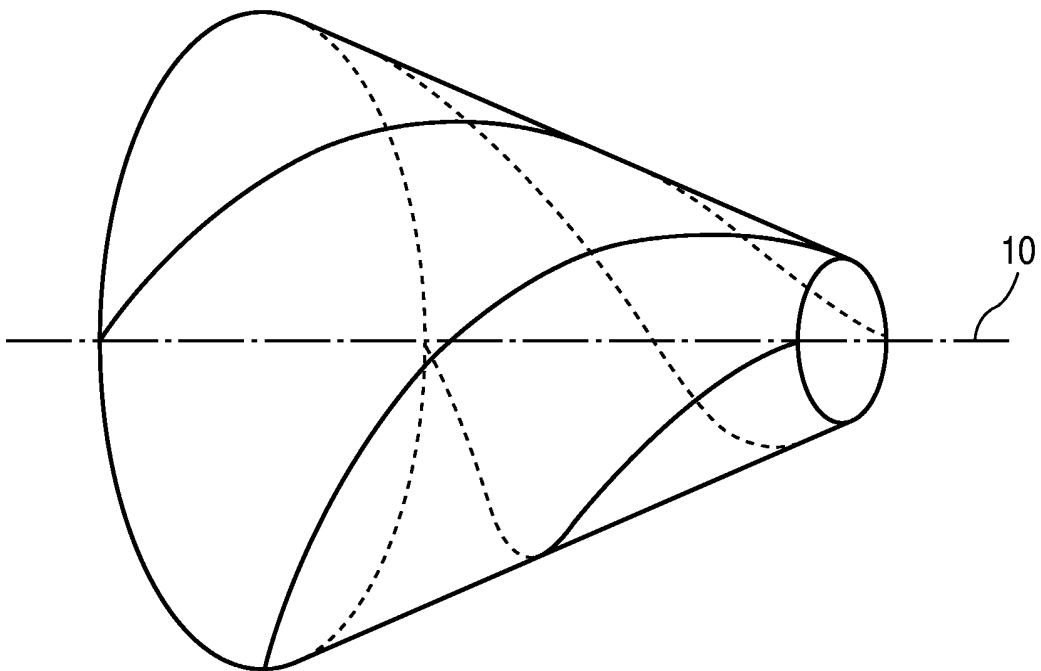


Fig. 11

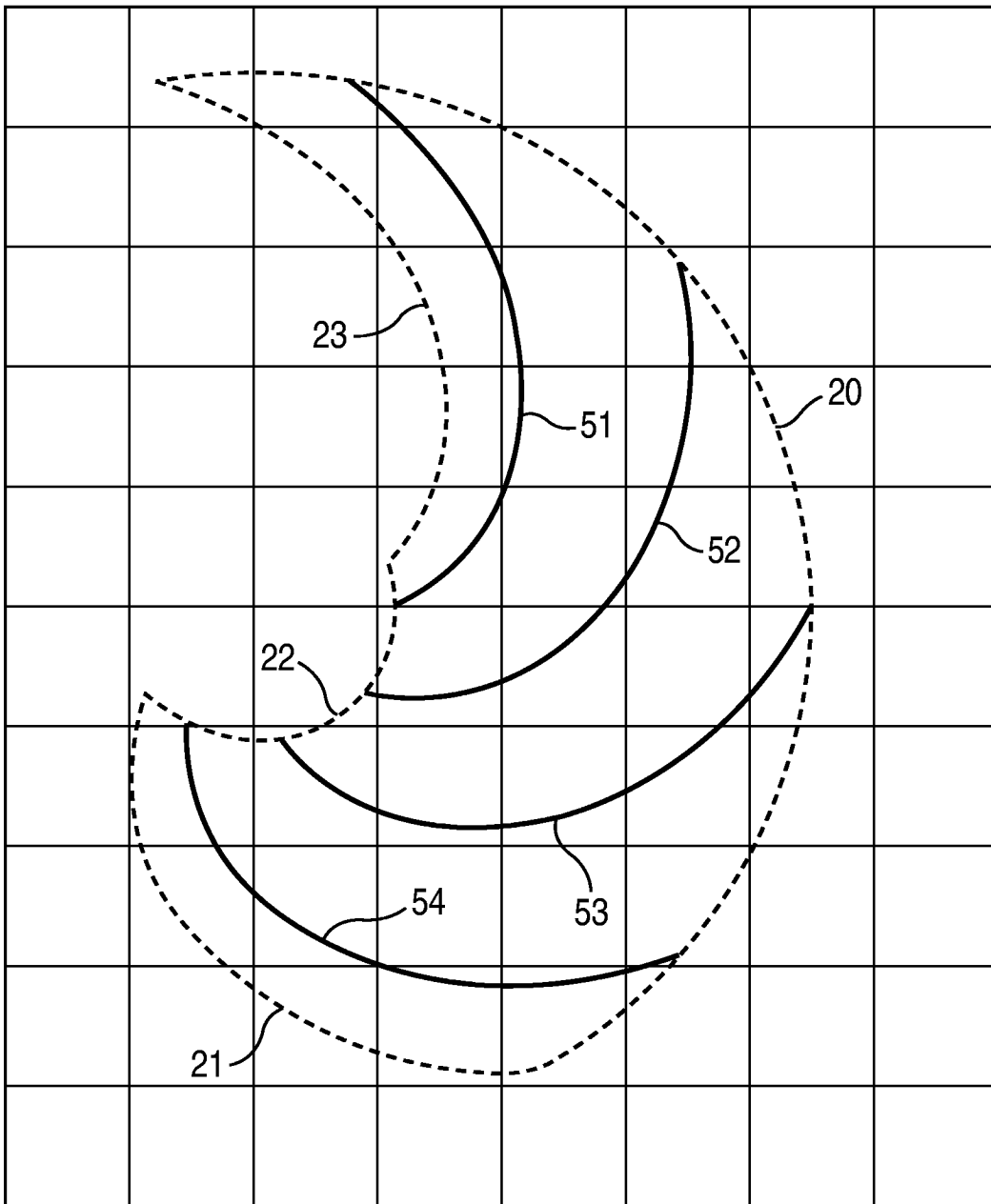


Fig. 12



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	US 4 602 376 A (GAZAIX MICHEL ET AL) 22 juillet 1986 (1986-07-22) * le document en entier *	1	H01H33/00 H01H39/00
A	US 3 035 206 A (KANTROWITZ ARTHUR R ET AL) 15 mai 1962 (1962-05-15) * figures 7-9 * * colonne 1, ligne 64 - colonne 2, ligne 7 *	1	
A	US 4 698 532 A (ROSS DAVID P) 6 octobre 1987 (1987-10-06) * figures * * colonne 1, ligne 11 - ligne 13 * * colonne 3, ligne 22 - ligne 28 *	1	
A	US 5 425 570 A (WILKINSON GREGORY M) 20 juin 1995 (1995-06-20) * abrégé; figures 3A-4 * * colonne 7, ligne 15 - colonne 8, ligne 16 *	1	
A	US 4 334 474 A (COLTHARP DAVID R) 15 juin 1982 (1982-06-15) * le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7) H01H H03K F41B
A	DD 63 059 A (M. LEPPACK) 5 août 1968 (1968-08-05) * le document en entier *	1	
A	ANSLEY W E ET AL: "EVALUATION OF LIQUID-METAL JETS AS THE CONDUCTOR IN A REP-RATED, EXPLODING-FUSE OPENING SWITCH" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 32, no. 3, 1 mai 1996 (1996-05-01), pages 1980-1986, XP000657910 ISSN: 0018-9464		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	21 juillet 2003	Desmet, W	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	US 4 859 819 A (WELDON WILLIAM F ET AL) 22 août 1989 (1989-08-22) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21 juillet 2003	Examineur Desmet, W
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	

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

EP 03 10 1393

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.

21-07-2003

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4602376 A	22-07-1986	FR 2551614 A1	08-03-1985
		EP 0143011 A1	29-05-1985
		JP 60074335 A	26-04-1985
US 3035206 A	15-05-1962	US 3155797 A	03-11-1964
US 4698532 A	06-10-1987	AU 557509 B2	24-12-1986
		AU 1579183 A	26-01-1984
		DE 3325867 A1	19-01-1984
		FR 2530330 A1	20-01-1984
		GB 2123934 A ,B	08-02-1984
		JP 59035798 A	27-02-1984
US 5425570 A	20-06-1995	AT 217051 T	15-05-2002
		AU 677511 B2	24-04-1997
		AU 1832195 A	08-08-1995
		BR 9506547 A	19-08-1997
		CA 2180661 A1	27-07-1995
		DE 69526570 D1	06-06-2002
		EP 0740737 A1	06-11-1996
		FI 962915 A	19-09-1996
		JP 9511035 T	04-11-1997
		RU 2138637 C1	27-09-1999
		WO 9520097 A1	27-07-1995
		US 5573307 A	12-11-1996
		US 4334474 A	15-06-1982
DD 63059 A		AUCUN	
US 4859819 A	22-08-1989	AUCUN	

EPO FORM P/460

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