



(11) **EP 1 366 499 B2**

(12) **NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**
Après la procédure d'opposition

- (45) Date de publication et mention de la décision concernant l'opposition:
02.04.2014 Bulletin 2014/14
- (45) Mention de la délivrance du brevet:
18.08.2010 Bulletin 2010/33
- (21) Numéro de dépôt: **02701328.3**
- (22) Date de dépôt: **28.01.2002**
- (51) Int Cl.:
H01B 3/00 (2006.01) H01H 71/02 (2006.01)
- (86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2002/000331
- (87) Numéro de publication internationale:
WO 2002/069352 (06.09.2002 Gazette 2002/36)

(54) **DISJONCTEUR MOYENNE OU HAUTE TENSION**
MITTEL- ODER HOCHSPANNUNGSSCHALTER
MEDIUM- OR HIGH-VOLTAGE CIRCUIT BREAKER

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

(30) Priorité: **28.02.2001 FR 0102739**

(43) Date de publication de la demande:
03.12.2003 Bulletin 2003/49

(73) Titulaire: **Schneider Electric Energy France
92500 Rueil-Malmaison (FR)**

(72) Inventeur: **RIEUX, Nadine
F-91190 Gif sur Yvette (FR)**

(74) Mandataire: **Péru, Laurence et al
Schneider Electric Industries SAS
Service Propriété Industrielle
WTC-38EE1
5 pl. Robert Schuman
38050 Grenoble Cédex 09 (FR)**

(56) Documents cités:
**WO-A1-02/065484 FR-A- 2 146 928
FR-A- 2 438 323 GB-A- 1 191 664
US-A- 5 298 874**

- **DATABASE WPI Section Ch, Week 200029
Derwent Publications Ltd., London, GB; Class
A85, AN 2000-337433 XP002181752 & RU 2 124
281 C (KUPRIYANOV V D), 27 décembre 1998
(1998-12-27)**

Remarques:

Le dossier contient des informations techniques
présentées postérieurement au dépôt de la demande
et ne figurant pas dans le présent fascicule.

EP 1 366 499 B2

Description

[0001] L'invention concerne des appareils électriques moyenne et haute tension utilisant un matériau électriquement isolant pour surmoulage sur appareils moyenne ou haute tension. L'invention concerne plus particulièrement des disjoncteurs utilisant un tel matériau.

[0002] Les appareils électriques moyenne et haute tension comportent des éléments conducteurs entre lesquels peut régner une tension élevée. C'est le cas, dans un disjoncteur, des éléments conducteurs reliés respectivement aux contacts du disjoncteur et placés en partie à l'extérieur de la chambre de coupure, lorsque les contacts sont écartés l'un de l'autre pour effectuer une coupure. Pour des raisons de sécurité, il est impératif que les éléments conducteurs restent isolés l'un de l'autre et qu'un arc électrique ne puisse s'établir entre eux dans l'air à l'extérieur de la chambre de coupure. Or l'air atmosphérique n'est pas un très bon isolant : son pouvoir isolant est de l'ordre de 3 kV/mm, et ce pouvoir isolant est très sensible à la composition de l'air et notamment à la vapeur d'eau qu'il contient. D'autre part, les appareils électriques devant être conçus pour être aussi compacts et légers que possible, la distance entre les éléments conducteurs est strictement limitée, ce qui limite la possibilité d'utiliser l'air comme isolant. Pour satisfaire simultanément ces deux objectifs, il existe deux techniques.

[0003] La première technique consiste, dans le cas d'un disjoncteur, à placer la chambre de coupure à l'intérieur d'une enceinte étanche et sous pression remplie d'un gaz à haut pouvoir isolant, le fluide généralement utilisé étant le gaz SF₆. Mais ce gaz présente un risque pour l'environnement, et il est souhaitable d'en réduire l'usage.

[0004] La seconde technique consiste à augmenter la distance entre les éléments conducteurs qui est effective du point de vue de l'isolation, appelée distance de contournement. C'est la distance correspondant à un chemin qui relie les éléments conducteurs en suivant le contour extérieur de l'appareil. On réalise une telle augmentation en disposant autour de l'appareil un isolateur de géométrie appropriée, comportant généralement une série de protubérances ou d'ailettes qui allongent le dit chemin. Il est courant depuis longtemps de réaliser de tels isolateurs en verre ou céramique. Mais ces matériaux sont fragiles et ne se prêtent pas à la fabrication d'éléments par surmoulage sur un appareil. Il est courant d'utiliser des polymères tels que des résines époxy ou élastomères, qui se prêtent bien à la technique du surmoulage, mais le domaine d'application industrielle de ces polymères est limité à des tensions relativement peu élevées, ne dépassant pas 36 kV. Cependant, à partir de 24 kV, la mise en oeuvre de ces polymères demande un soin tout particulier, ce qui rend le procédé délicat et coûteux. En effet, les polymères à l'état solide comportent des vides dans lesquels la permittivité électrique ϵ est très inférieure à celle du polymère lui-même. Il en résulte que le champ électrique dû à la tension entre les éléments

conducteurs se répartit préférentiellement à la limite de ces vides. Ceci provoque des décharges partielles à l'intérieur de ces vides qui ont pour effet de détériorer le polymère et d'affecter son pouvoir isolant.

[0005] L'invention vise à procurer un moyen d'isolation électrique solide pour appareils électriques moyenne ou haute tension, permettant une réalisation compacte et économique des dits appareils et évitant l'emploi de gaz pour l'isolation.

[0006] L'invention concerne l'utilisation d'un matériau isolant convenant pour former un surmoulage sur un appareil moyenne ou haute tension, caractérisé par le fait qu'il comprend une charge minérale présentant une permittivité électrique ϵ croissante avec le champ électrique appliqué, dans une proportion comprise entre 5 à 50% en volume, et une matrice dans laquelle ladite matière est dispersée.

[0007] La propriété de ce matériau d'avoir une permittivité électrique qui augmente avec le champ appliqué a pour effet d'assurer une répartition régulière du champ électrique dans le matériau, la répartition de celui-ci étant fonction de la permittivité, et d'éviter l'établissement de champs élevés dans certaines zones.

[0008] De façon préférée, la dite charge est choisie dans le groupe constitué par (i) l'oxyde de zinc ZnO dopé, le dopant étant choisi parmi l'oxyde de bismuth Bi₂O₃, l'oxyde de cobalt Co₃O₄ ou CoO, l'oxyde d'antimoine Sb₂O₃, l'oxyde de manganèse MnO₂ ou Mn₃O₄ et les oxydes des métaux de transition, et (ii) un semi-conducteur à large bande interdite.

[0009] La matrice est formée de façon appropriée d'une composition polymère choisie dans la famille des élastomères, des thermodurcissables et des thermoplastiques.

[0010] La charge minérale est formée de façon appropriée d'une matière en particules ayant une granulométrie comprise entre 100 nm et 500 μ m.

[0011] La proportion de charge minérale est comprise de façon appropriée entre 15 et 30% en volume.

[0012] La charge minérale est constituée de préférence de poudre d'oxyde de zinc dopé ayant une granulométrie de 50 à 200 μ m et est présente en proportion d'environ 18% en volume.

[0013] Selon un aspect particulier, l'invention a pour objet un disjoncteur moyenne ou haute tension, comportant une chambre de coupure, des contacts placés à l'intérieur de la chambre de coupure, un mécanisme pour créer un déplacement relatif entre les contacts, comprenant des éléments conducteurs connectés respectivement aux contacts et disposés au moins en partie à l'extérieur de la chambre de coupure, caractérisé par le fait qu'il comprend un surmoulage formé sur la chambre de coupure, constitué d'un matériau isolant tel que défini ci-dessus.

[0014] Selon un aspect plus particulier, l'invention a pour objet un disjoncteur moyenne tension, comportant une ampoule à vide, des contacts placés à l'intérieur de l'ampoule à vide, un mécanisme pour déplacer l'un au

moins des contacts, comprenant des éléments conducteurs connectés respectivement aux contacts et disposés au moins en partie à l'extérieur de l'ampoule à vide, caractérisé par le fait qu'il comprend un surmoulage formé sur l'ampoule à vide, constitué d'un matériau isolant tel que défini ci-dessus.

[0015] L'invention sera bien comprise à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un graphique montrant la variation de la permittivité électrique en fonction du champ pour un constituant possible du matériau isolant ;
- la figure 2A montre un modèle utilisé pour étudier par simulation la répartition du champ électrique dans un matériau isolant, et la figure 2B représente le résultat de la simulation;
- la figure 3 représente schématiquement un disjoncteur du type à ampoule à vide selon un exemple de réalisation de l'invention.

[0016] Le matériau isolant pour moyenne et haute tension utilisé pour l'invention comprend une charge minérale dispersée dans une matrice. La charge minérale possède la propriété d'avoir une permittivité électrique ϵ qui augmente de manière substantielle en fonction du champ électrique appliqué. Cette propriété est illustrée à la figure 1, qui présente la variation de la permittivité relative ϵ en fonction du champ électrique en V/mm (en échelle logarithmique), pour un exemple de matériau isolant selon l'invention. Le matériau en question comporte 30% en volume d'une charge minérale formée d'oxyde de zinc ZnO dopé, obtenu par broyage d'une céramique utilisée pour des varistances du commerce. La charge présente une granulométrie de 250 μm . Elle est dispersée dans une matrice formée de silicone de type LSR. Comme le montre la figure 1, la permittivité relative ϵ de ce matériau reste à une valeur constante, d'environ 7, jusqu'à un champ d'environ 270 V/mm. Pour des valeurs supérieures du champ, la permittivité relative ϵ augmente de façon rapide. Elle atteint 15 pour un champ de 300 V/mm, 32 pour un champ de 340 V/mm et 37 pour un champ de 360 V/mm.

[0017] Cette propriété a pour avantage que le champ électrique appliqué au matériau se répartit de façon régulière. Cela s'explique par le principe de Poisson, selon lequel le champ se répartit en raison inverse de la permittivité ϵ : dans des milieux de permittivités respectives ϵ_1, ϵ_2 , la répartition des champs respectifs E_1, E_2 obéit à la relation $\epsilon_1.E_1 = \epsilon_2.E_2$. Dans le cas d'un matériau ayant la propriété décrite ci-dessus, une élévation éventuelle du champ dans une région du matériau aboutirait à une augmentation rapide de la permittivité ϵ dans cette région, ce qui, en vertu du principe de Poisson, aurait à son tour pour effet d'y abaisser le champ et ainsi de neutraliser une telle élévation.

[0018] La figure 2A représente un modèle utilisé pour étudier par simulation l'effet sur la répartition des lignes

de champ d'un tel matériau isolant. Ce modèle comprend une couche formée d'une électrode 1 et d'une pièce 2 en matériau isolant selon l'invention, placée entre deux couches 3 et 4 de polymère isolant. L'électrode 1 a une section en forme de triangle rectangle et a sa base 5 reliée à une source de tension 6. La pièce 2 a une section trapézoïdale complémentaire. L'extrémité 6 de l'électrode 1 est située dans le plan médian des couches 3 et 4. La couche 3 de polymère est reliée à la terre en un point 7 situé dans le dit plan médian.

[0019] La répartition du champ déterminée par simulation est illustrée à la figure 2B. On note que les lignes de champ C se répartissent de façon très régulière dans la couche 3 de polymère.

[0020] Le matériau isolant dans les appareils selon l'invention est constitué comme indiqué plus haut d'une charge minérale présentant une permittivité électrique ϵ croissante avec le champ électrique appliqué, dans une proportion comprise entre 5 à 50% en volume, et une matrice dans laquelle ladite matière est dispersée.

[0021] Selon un exemple de réalisation, la dite charge est constituée de particules d'oxyde de zinc ZnO dopé, le dopant étant choisi parmi l'oxyde de bismuth Bi_2O_3 , l'oxyde de cobalt Co_3O_4 ou CoO, l'oxyde d'antimoine Sb_2O_3 , l'oxyde de manganèse MnO_2 ou Mn_3O_4 et les oxydes des métaux de transition. Un tel constituant est connu pour son utilisation sous forme de céramique dans les varistances de parafoudres. Pour obtenir la charge de ZnO dopé sous forme de particules, on peut partir d'une varistance du commerce sous forme de céramique, ayant les caractéristiques de permittivité désirées, et broyer cette céramique au moyen d'un broyeur approprié. La forme des particules de la charge est de façon appropriée sphérique ou ellipsoïdale, mais il est aussi envisageable d'utiliser des particules de forme allongée, telles que des morceaux de fibres, ou des particules de forme aléatoire.

[0022] La granulométrie de la charge est de façon appropriée comprise entre 100 nm et 500 μm . La granulométrie est à choisir en particulier en fonction de la tension de service. Une granulométrie adaptée aux moyennes tensions, de 10 à 50 kV, est comprise entre 50 μm et 200 μm . Pour des tensions plus élevées, une granulométrie plus fine est appropriée.

[0023] Un autre constituant envisageable pour la charge minérale est un semi-conducteur à large bande interdite tel que le carbure de silicium SiC, en particules telles que décrit ci-dessus en référence au ZnO dopé.

[0024] La matrice est formée de façon appropriée d'une composition polymère convenant pour réaliser des surmoulages pour appareils électriques moyenne ou haute tension. Une telle composition peut être choisie dans la famille des élastomères et des résines thermodurcissables. A titre d'exemple d'élastomère, on peut citer l'EPDM (éthylène-propylène-diène). Comme résine appropriée, on citera les silicones et les résines époxy. On peut aussi utiliser des polymères thermoplastiques tels que le polyéthylène ou le polyméthacrylate de mé-

thyle. Le choix de la composition polymère sera fait par l'homme de métier en fonction des éléments propres à chaque cas d'espèce, notamment : tension de service, géométrie de l'appareil sur lequel le surmoulage est à former et forme extérieure du surmoulage, conditions ambiantes (température, hygrométrie).

[0025] La proportion de charge minérale est comprise de façon appropriée entre 15 et 30% en volume. Une proportion comprise entre 15 et 20% en volume, de préférence de l'ordre de 18% en volume, apparaît comme convenable au regard des différentes exigences à satisfaire. Au total, un matériau de surmoulage comprenant environ 18% en volume d'une poudre de ZnO dopé, d'une granulométrie de 50 à 200 μm , dispersée dans une résine thermodurcissable ou un élastomère, est un exemple de réalisation approprié pour réaliser un surmoulage sur un appareil moyenne tension tel qu'un disjoncteur moyenne tension.

[0026] La figure 3 représente schématiquement un disjoncteur moyenne tension dont l'organe de coupure est une ampoule à vide désignée dans son ensemble par la référence 10. L'ampoule à vide comporte un boîtier 11 de forme généralement cylindrique à l'intérieur duquel sont disposés un contact fixe 12 et un contact mobile 13, ce dernier étant déplaçable pour s'écarter du contact fixe, comme représenté sur la figure 3A, pour réaliser la coupure. Des éléments conducteurs 14 et 15 reliés respectivement au contact fixe 12 et au contact mobile 13 passent à travers des ouvertures ménagées dans les parois d'extrémité respectivement 16 et 17 du boîtier 10, l'élément conducteur 15 étant mobile en translation pour déplacer le contact 13 et relié à un organe d'actionnement, non représenté. Un soufflet 18 est disposé autour de l'élément conducteur mobile 15 pour assurer la tenue sous vide de l'espace intérieur du boîtier 10.

[0027] Dans la position de coupure représentée, une tension élevée existe entre les éléments conducteurs 14 et 15 et il importe d'assurer l'isolation électrique entre eux.

[0028] Le boîtier 10 est enrobé dans un surmoulage qui, dans l'exemple de réalisation de la figure 3, est constitué de façon homogène d'un matériau isolant tel que défini plus haut, à savoir une poudre de ZnO dopé dispersée dans une matrice telle que silicone ou résine thermodurcissable.

[0029] Le disjoncteur tel que décrit présente l'avantage sur les appareils connus de ne pas contenir de gaz isolant SF_6 . Il est en outre de réalisation très compacte.

[0030] Il est envisageable d'enrober un surmoulage tel que décrit ci-dessus dans un second surmoulage constitué d'une résine appropriée telle qu'une résine époxy.

Revendications

1. Disjoncteur moyenne ou haute tension, comportant une chambre de coupure, des contacts placés à l'intérieur de la chambre de coupure, un mécanisme

pour créer un déplacement relatif entre les contacts, comprenant des éléments conducteurs connectés respectivement aux contacts et disposés au moins en partie à l'extérieur de la chambre de coupure, **caractérisé par le fait qu'il** comprend un surmoulage formé sur la chambre de coupure, constitué d'un matériau isolant comprenant une charge minérale présentant une permittivité électrique ϵ croissante avec le champ électrique appliqué, dans une proportion comprise entre 5 et 50 % en volume, et une matrice convenant au surmoulage dans laquelle ladite charge est dispersée.

2. Disjoncteur moyenne tension, comportant une ampoule à vide, des contacts placés à l'intérieur de l'ampoule à vide, un mécanisme pour déplacer l'un au moins des contacts, comprenant des éléments conducteurs connectés respectivement aux contacts et disposés au moins en partie à l'extérieur de l'ampoule à vide, **caractérisé par le fait qu'il** comprend un surmoulage formé sur l'ampoule à vide, constitué d'un matériau isolant comprenant une charge minérale présentant une permittivité électrique ϵ croissante avec le champ électrique appliqué, dans une proportion comprise entre 5 et 50 % en volume, et une matrice convenant au surmoulage dans laquelle ladite charge est dispersée.

3. Disjoncteur selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel ladite charge du matériau de surmoulage est choisie dans le groupe constitué par (i) l'oxyde de zinc ZnO dopé, le dopant étant choisi parmi l'oxyde de bismuth Bi_2O_3 , l'oxyde de cobalt Co_3O_4 ou CoO , l'oxyde d'antimoine Sb_2O_3 , l'oxyde de manganèse MnO_2 ou Mn_3O_4 et les oxydes des métaux de transition, et (ii) un semi-conducteur à large bande interdite.

4. Disjoncteur selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la matrice du matériau de surmoulage est formée d'une composition polymère choisie dans la famille des élastomères, des thermodurcissables et des thermoplastiques.

5. Disjoncteur selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la charge minérale du matériau de surmoulage est formée d'une matière en particules ayant une granulométrie comprise entre 100 nm et 500 μm .

6. Disjoncteur selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la proportion de charge minérale du matériau de surmoulage est comprise entre 15 et 30 % en volume.

7. Disjoncteur selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la charge minérale du matériau de surmoulage est constituée de poudre d'oxyde de zinc

dopé ayant une granulométrie de 50 à 200 μm et est présente en proportion d'environ 18 % en volume.

Patentansprüche

1. Mittel- bzw. Hochspannungsschalter mit einer Schaltkammer, innerhalb der Schaltkammer angeordneten Kontakten, einem Mechanismus zum Erzeugen einer relativen Verlagerung zwischen den Kontakten, mit leitfähigen Teilen, die mit den jeweiligen Kontakten verbunden und zumindest teilweise außerhalb der Schaltkammer angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Anformung aufweist, die an der Schaltkammer ausgebildet ist und aus einem Isolierstoff besteht, das einen mineralischen Füllstoff mit einer dielektrischen Leitfähigkeit ϵ , die mit dem angelegten elektrischen Feld ansteigt, in einem Verhältnis von zwischen 5 und 50 Vol.-% sowie eine für die Anformung geeignete Matrix aufweist, in welcher der Füllstoff verteilt ist.
2. Mittelspannungsschalter mit einer Vakuumschaltröhre, innerhalb der Vakuumschaltröhre angeordneten Kontakten, einem Mechanismus zum Verlagern zumindest eines der Kontakte, mit leitfähigen Teilen, die mit den jeweiligen Kontakten verbunden und zumindest teilweise außerhalb der Vakuumschaltröhre angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Anformung aufweist, die an der Vakuumschaltröhre ausgebildet ist und aus einem Isolierstoff besteht, das einen mineralischen Füllstoff mit einer dielektrischen Leitfähigkeit ϵ , die mit dem angelegten elektrischen Feld ansteigt, in einem Verhältnis von zwischen 5 und 50 Vol.-% sowie eine für die Anformung geeignete Matrix aufweist, in welcher der Füllstoff verteilt ist.
3. Schalter nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei welchem der Füllstoff ausgewählt ist aus der Gruppe von (i) dotiertem Zinkoxid ZnO , wobei der Dotierungsstoff ausgewählt ist aus Wismutoxid, Bi_2O_3 , Kobaltoxid Co_3O_4 oder CoO , Antimonoxid Sb_2O_3 , Manganoxid MnO_2 oder Mn_3O_4 und Übergangsmetalloxiden, und (ii) einem Halbleiter mit breiter Bandlücke.
4. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Matrix aus einer Polymerzusammensetzung gebildet ist, die aus der Familie der Elastomere, Duroplasten und Thermoplasten ausgewählt ist.
5. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der mineralische Füllstoff aus einem teilchenförmigen Stoff mit einer Korngröße von zwischen 100 nm und 500 μm gebildet ist.
6. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei

der mineralische Füllstoff in einem Verhältnis von zwischen 15 und 30 Vol.-% vorliegt.

7. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der mineralische Füllstoff aus dotiertem Zinkoxidpulver mit einer Korngröße von 50 bis 200 μm besteht und in einem Verhältnis von etwa 18 Vol.-% vorliegt.

10 Claims

1. Medium- or high-voltage circuit breaker, comprising an interrupter chamber, contacts positioned inside the interrupter chamber, a mechanism for producing a relative displacement of the contacts, comprising conductive members connected respectively to the contacts and arranged at least in part outside the interrupter chamber, **characterized by** the fact that it comprises an overmoulding formed on the interrupter chamber and consisting of an insulating material comprising a mineral filler having an electrical permittivity ϵ which increases with the applied electrical field, in a proportion of between 5 and 50 % by volume, and a matrix suitable for overmoulding, in which said filler is dispersed.
2. Medium-voltage circuit breaker, comprising a vacuum bulb, contacts positioned inside the vacuum bulb, a mechanism for displacing at least one of the contacts, comprising conductive members connected respectively to the contacts and arranged at least in part outside the vacuum bulb, **characterized by** the fact that it comprises an overmoulding formed on the vacuum bulb and consisting of an insulating material comprising a mineral filler having an electrical permittivity ϵ which increases with the applied electrical field, in a proportion of between 5 and 50 % by volume, and a matrix suitable for overmoulding, in which said filler is dispersed.
3. Circuit breaker according to anyone of claims 1 or 2, wherein said filler is selected from the group consisting of (i) doped zinc oxide ZnO , the doping agent being selected from bismuth oxide Bi_2O_3 , cobalt oxide Co_3O_4 or CoO , antimony oxide Sb_2O_3 , manganese oxide MnO_2 or Mn_3O_4 , and transition metal oxides, and (ii) a semiconductor with a wide forbidden band.
4. Circuit breaker according to anyone of claims 1 to 3, wherein the matrix is formed of a polymeric composition selected from the group of elastomers, thermosetting plastics and thermoplastics.
5. Circuit breaker according to anyone of claims 1 to 4, wherein the mineral filler is formed from a particulate material having a particle size of between 100 nm and 500 μm .

6. Circuit breaker according to anyone of claims 1 to 5, wherein the proportion of mineral filler is between 15 and 30 % by volume.

7. Circuit breaker according to anyone of claims 1 to 6, wherein the mineral filler consists of doped zinc oxide powder having a particle size of 50 to 200 μm and is present in a proportion of approximately 18 % by volume.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

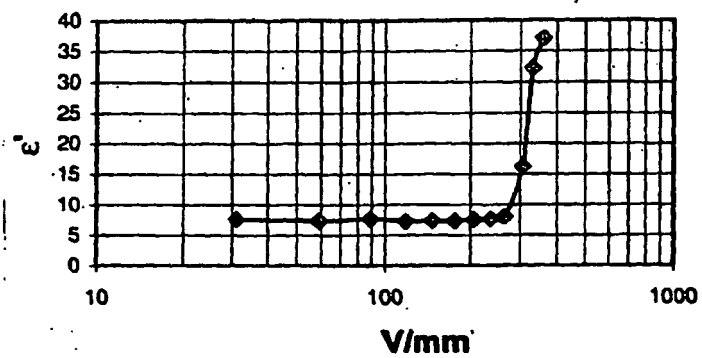


FIG. 1

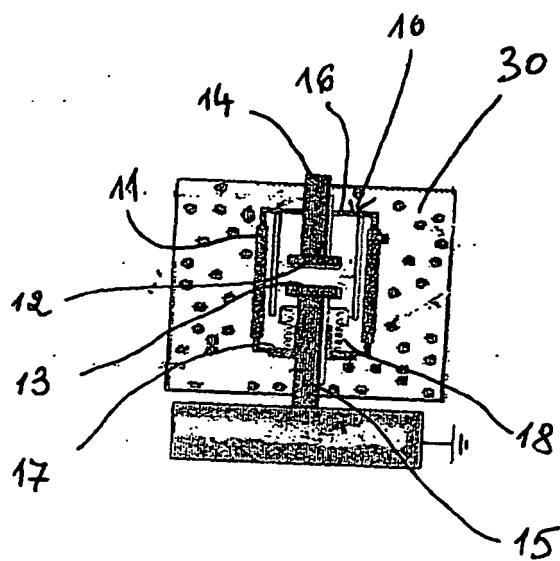


FIG. 3

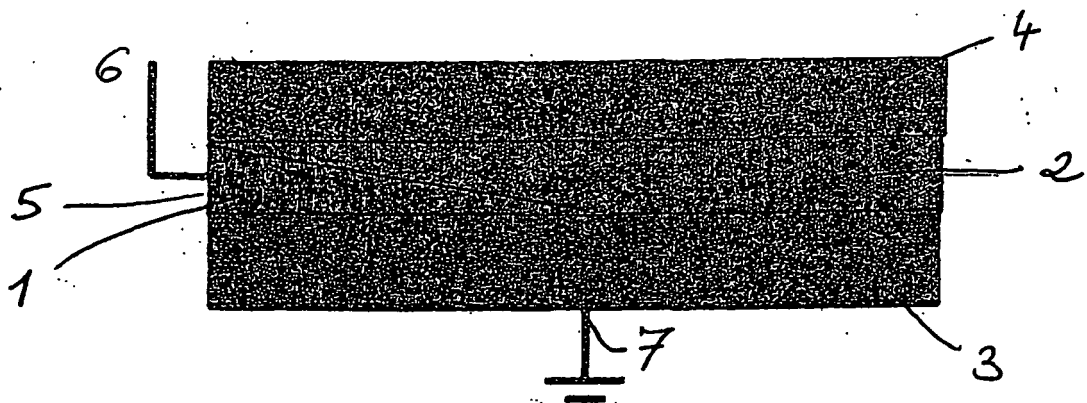


FIG. 2A

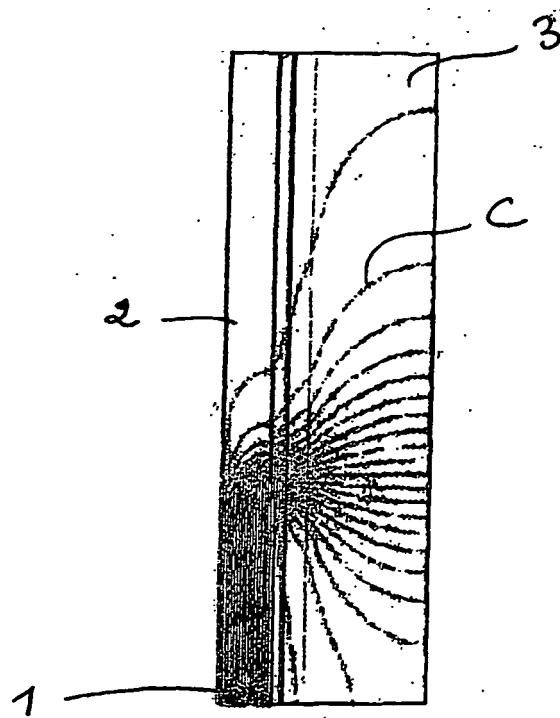


FIG. 2B