

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 31.08.01.

30) Priorité : 31.08.00 JP 00262949; 19.06.01 JP 01185285.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 01.03.02 Bulletin 02/09.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA — JP.

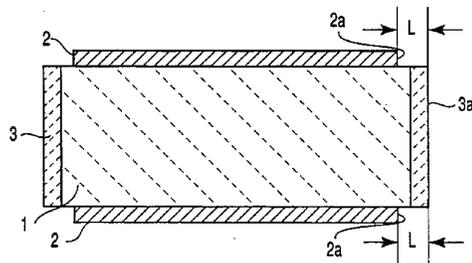
72) Inventeur(s) : IMAI TOSHIYA, UDAGAWA TAKESHI et KASUGA YASUNORI.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54) RESISTANCE NON LINEAIRE A SENSIBILITE EN TENSION.

57) Une résistance non linéaire à sensibilité en tension comprend un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension (1) comprenant de l'oxyde de zinc et une couche haute résistance de face latérale (3) sur la face latérale du corps résistif (1). La couche haute résistance (3) contient du zinc selon une quantité de 1, 0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1, 0 à 10 % en poids en terme de son oxyde (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), du silicium selon une quantité de 0, 1 à 5 % en poids en terme de son oxyde (SiO<sub>2</sub>), de l'aluminium selon une quantité de 0, 05 à 3 % en poids en terme de son oxyde (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) et du baryum selon une quantité de 0, 05 à 3 % en poids en terme de son oxyde (BaO), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).



## ARRIÈRE-PLAN DE L'INVENTION

## 1. Domaine de l'invention

La présente invention concerne une résistance non linéaire à sensibilité en tension (appelée parfois également résistance non linéaire en tension ou galvanorésistance) utilisable dans un dispositif de protection de surtension pour protéger par exemple un système de puissance électrique, ainsi qu'un procédé de fabrication d'une telle résistance non linéaire à sensibilité en tension. Plus spécifiquement, la présente invention concerne une résistance non linéaire à sensibilité en tension comprenant une couche haute résistance sur la surface latérale d'un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension, ainsi qu'un procédé de fabrication d'une telle résistance non linéaire à sensibilité en tension.

## 2. Description de l'art antérieur

Dans un système de puissance électrique ordinaire, un dispositif de protection de surtension tel qu'un limiteur de surtension ou qu'un absorbeur de surtension est employé pour protéger le système de puissance en éliminant toute surtension superposée sur la tension normale. Ce dispositif de protection de surtension est généralement muni d'une résistance non linéaire à sensibilité en tension. La résistance non linéaire à sensibilité en tension est une résistance qui présente une propriété sensiblement isolante sous la tension normale mais qui présente une résistance relativement faible lorsqu'une surtension est appliquée à la résistance. Une telle résistance non linéaire à sensibilité en tension comprend un corps fritté (corps résistif non linéaire à sensibilité en tension) qui est formé à partir d'une composition contenant ZnO (oxyde de zinc) en tant que composant principal. La composition contient en outre un ou plusieurs oxydes métalliques pour obtenir les propriétés de résistance non linéaire à sensibilité en tension. La composition est correctement mélangée, granulée, moulée et frittée afin d'obtenir le corps fritté. Sur la face latérale du corps fritté, est prévue une couche haute résistance (couche haute résistance de face latérale) formée à partir d'un matériau électriquement isolant. La couche haute résistance de face latérale sert à empêcher la génération d'une décharge en contournement

ou d'une décharge en surface depuis la face latérale suite à l'absorption de la surtension.

La publication de brevet du Japon non examiné H8-172002 décrit une couche haute résistance de face latérale essentiellement formée d'une résine polymérique organique telle qu'une résine époxy. La  
5 publication de brevet du Japon non examiné H3-30301 décrit une couche haute résistance de face latérale qui est formée à partir de silicate de zinc ( $ZnSiO_4$ ) ou de spinelle d'antimoine et de zinc ( $Zn_7Si_2O_{12}$ ). La publication de brevet du Japon non examiné H10-312908 décrit une couche haute  
10 résistance de face latérale formée à partir d'une substance inorganique cristalline incluant Zn-Sb-Si et Fe-Mn-Bi-Si. La publication de brevet du Japon non examiné H8-306506 décrit une couche haute résistance de face latérale incluant du silicate de zinc ( $ZnSiO_4$ ) en tant que composant principal et une spinelle d'antimoine et de zinc ( $Zn_7Si_2O_{12}$ ) dans laquelle  
15 Fe est mis en solution en phase solide en tant que sous-composant. La publication de brevet du Japon non examiné H5-205907 décrit une couche haute résistance de face latérale formée en verre contenant du plomb en tant que composant principal. Le brevet du Japon numéro 2516531 décrit une couche haute résistance de face latérale formée en  
20 un verre de borosilicate de bismuth (B-Si-Bi-Zn-O).

Du fait de la demande croissante pour des alimentations électriques et du fait du développement remarquable de la société fortement orientée vers l'information dans les récentes années, une alimentation stable et bon marché fait maintenant l'objet d'une forte  
25 demande. Dans ce contexte, il existe également une demande croissante pour développer un dispositif de protection de surtension qui soit hautement fiable, d'une dimension plus petite et plus économique. Pour satisfaire une telle demande, on tente maintenant de miniaturiser le dispositif de protection de surtension par une réduction de l'épaisseur de  
30 la résistance non linéaire en augmentant la valeur de la tension par valeur unitaire de l'épaisseur de la résistance non linéaire à sensibilité en tension et/ou en réduisant le diamètre de la résistance non linéaire à sensibilité en tension en améliorant la capacité d'absorption d'énergie de la

résistance non linéaire.

Cependant, la couche haute résistance de face latérale de l'art antérieur composée d'une résine polymérique organique telle qu'une résine époxy, comme proposé dans la publication de brevet du Japon non  
5 examiné H8-172002 a tendance à se déstructurer par pelage depuis le corps fritté du fait d'une grande différence dans les coefficients de dilatation thermique entre le corps fritté et la couche haute résistance quand une chaleur est générée lorsqu'une surtension est appliquée sur la  
10 résistance non linéaire à sensibilité en tension. En tant que résultat, la résistance non linéaire à sensibilité en tension ne peut plus présenter une excellente capacité d'absorption d'énergie, ce qui rend impossible de miniaturiser la résistance non linéaire au-delà d'une certaine limite. C'est-à-dire que la résistance non linéaire à sensibilité en tension ne peut pas  
15 présenter une capacité de protection suffisante pour résister à une surtension telle qu'une pointe de tension due à la foudre, ce qui est nécessaire lorsque la résistance non linéaire à sensibilité en tension est miniaturisée en augmentant la tension par longueur unitaire de l'épaisseur ou en réduisant son diamètre.

Soit dit en passant, un dispositif de protection de surtension dont  
20 le boîtier ou conteneur est réalisé en un isolant de porcelaine a été employé classiquement. Cependant, si le dispositif de protection de surtension explose dans le cas extrême dû à une pointe de tension excessive, l'isolant en porcelaine peut se disperser aux alentours en endommageant l'environnement. Au vu de ce problème, un dispositif de  
25 protection de surtension dont le conteneur est réalisé en une gomme ou résine polymérique est de plus en plus employé dans un système de distribution de puissance dans les récentes années.

Cependant, la couche haute résistance de face latérale de l'art antérieur réalisée à partir d'une substance inorganique cristalline incluant  
30 Zn-Sb-Si-O ou Zn-Si-O telle que proposée dans la publication de brevet du Japon non examiné H3-30301 présente une résistance à l'eau médiocre. De ce fait, la propriété électrique peut être détériorée par une faible quantité d'eau s'étant infiltrée au travers de la paroi du conteneur

polymérique. Par conséquent, la résistance non linéaire à sensibilité en tension pourvue d'une couche haute résistance de face latérale formée en une substance inorganique cristalline comme mentionné précédemment ne devrait pas pouvoir être appliquée de façon convenable à un dispositif  
5 de protection de surtension dont le conteneur est réalisé en une gomme ou résine de polymère. Si une telle résistance est appliquée à un dispositif de protection de surtension dont le conteneur est réalisé en une gomme ou résine de polymère, il devrait être nécessaire de prendre une mesure appropriée pour empêcher l'infiltration d'eau, ce qui constitue un  
10 inconvénient économique.

La couche haute résistance de face latérale formée en un composé de verre constitué essentiellement de plomb comme proposé dans la publication de brevet du Japon non examiné H5-205907 peut surmonter l'ensemble des problèmes mentionnés ci-avant. Cependant,  
15 puisque le plomb est un corps toxique, une énorme dépense doit être requise pour empêcher une intoxication lors du processus de fabrication ou pour l'élimination des matériaux résiduels, des matières de déchet ou des liquides de déchet produits au cours du processus de fabrication. Dans le même temps, une contamination de l'environnement peut se  
20 produire en fonction de la manière dont les dispositifs de protection de surtension sont abandonnés en tant que déchets.

Au vu de ce qui précède, une couche haute résistance de face latérale qui est caractérisée comme étant exempte de plomb et qui est formée en un verre de borosilicate de bismuth (B-Si-Bi-Zn-O) telle que  
25 décrite dans le brevet du Japon numéro 2516531 est de plus en plus employée dans la résistance non linéaire à sensibilité en tension. Cependant, la composition de verre de borosilicate de bismuth telle que décrite dans le brevet du Japon numéro 2516531 présente une région dans laquelle la composition ne peut pas être vitrifiée en cuisant à une  
30 température de 550°C ou moins. Ainsi, la région de la composition exige une cuisson à une température supérieure à 550°C. En tant que résultat, le composant ou les composants de verre peuvent être dissous dans le corps fritté lors de l'étape de cuisson ou la structure cristalline du corps

fritté peut être transformée, d'où ainsi une détérioration de la caractéristique courant-tension ainsi que la caractéristique de durée de vie dans une condition d'application de tension de la résistance non linéaire à sensibilité en tension.

5 En outre, la composition de verre de borosilicate de bismuth telle que décrite dans le brevet du Japon numéro 2516531 présente une région dans laquelle le verre présente un coefficient de dilatation thermique qui diffère grandement de celui du corps fritté. En tant que  
10 résultat, la couche haute résistance de face latérale peut subir un pelage par rapport au corps fritté ou des fissures peuvent être générées dans la couche haute résistance de face latérale lorsqu'une pointe de tension est imposée sur la résistance non linéaire à sensibilité en tension. Ainsi, il devient impossible pour la résistance non linéaire à sensibilité en tension de présenter une capacité d'absorption d'énergie excellente, d'où ainsi  
15 une impossibilité à miniaturiser la résistance non linéaire au-delà d'un certain point.

#### RÉSUMÉ DE L'INVENTION

Un objet de la présente invention consiste à proposer une  
20 résistance non linéaire à sensibilité en tension pouvant surmonter un ou plusieurs des inconvénients mentionnés ci-avant dans l'art antérieur.

Selon un premier aspect de la présente invention, on propose une résistance non linéaire à sensibilité en tension, comprenant : un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension comprenant de l'oxyde de zinc ; et une couche haute résistance de face latérale sur la face latérale  
25 du corps résistif, la couche haute résistance contenant du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde ( $ZnO$ ), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), du silicium selon une quantité de 0,1 à 5 % en poids en terme de son oxyde ( $SiO_2$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids  
30 en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $BaO$ ), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ).

Selon un second aspect de la présente invention, on propose une

résistance non linéaire à sensibilité en tension, comprenant : un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension comprenant de l'oxyde de zinc ; et une couche haute résistance de face latérale sur la face latérale du corps résistif, la couche haute résistance contenant du zinc selon une  
5 quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en  
10 terme de son oxyde (BaO), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ).

Selon un troisième aspect de la présente invention, on propose une résistance non linéaire à sensibilité en tension, comprenant : un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension comprenant de l'oxyde de zinc ; et une couche haute résistance de face latérale sur la face  
15 latérale du corps résistif, la couche haute résistance contenant du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), du silicium selon une quantité de 0,1 à 5 % en poids en terme de son oxyde ( $SiO_2$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en  
20 poids en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde (BaO), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ), et au moins un agent de remplissage choisi parmi le groupe comprenant cordiérite, mullite, eucryptite  $\beta$ , spodumène  $\beta$ , pétalite, phosphate de zirconyle,  
25 alumine, feldspath de potasse; feldspath de soude, kaolin, séricite et silice, selon une quantité de 1 à 30 % en poids sur la base du poids de la composition de verre.

Selon un quatrième aspect de la présente invention, on propose une résistance non linéaire à sensibilité en tension, comprenant : un  
30 corps résistif non linéaire à sensibilité en tension comprenant de l'oxyde de zinc ; et une couche haute résistance de face latérale sur la face latérale du corps résistif, la couche haute résistance contenant du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO),

du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $BaO$ ), du bismuth constituant  
5 sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ), et au moins un agent de remplissage choisi parmi le groupe comprenant cordiérite, mullite, eucryptite  $\beta$ , spodumène  $\beta$ , pétalite, phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice, selon une quantité de 1 à 30 % en poids sur la base du poids de la  
10 composition de verre.

Une résistance non linéaire à sensibilité en tension selon un mode de réalisation de la présente invention peut être fabriquée en préparant une pâte en utilisant un matériau de base constituant la couche haute  
résistance de face latérale en association avec un milieu liquide et en  
15 formant un revêtement avec cette pâte sur la face latérale du corps résistif non linéaire à sensibilité en tension et en cuisant la pâte formant ce revêtement.

D'autres objets et avantages de l'invention seront expliqués dans la description qui va suivre et apparaîtront clairement lors de cette  
20 description ou pourront faire l'objet d'un apprentissage lors d'une mise en pratique de l'invention. Ces objets et avantages de l'invention peuvent être réalisés et obtenus au moyen des techniques instrumentales et des combinaisons qui sont tout particulièrement précisées dans la suite du  
texte.

## 25 BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Les dessins annexés qui sont incorporés et qui constituent une partie de la description illustrent des modes de réalisation de l'invention et, en association avec la description générale présentée ci-avant et avec la description détaillée des modes de réalisation présentée ci-après, ils  
30 servent à expliquer les principes de l'invention.

La figure 1 est une vue en coupe illustrant une résistance non linéaire à sensibilité en tension selon un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 2 est un graphique illustrant une relation entre l'épaisseur de la couche haute résistance de face latérale et une intensité de courant de claquage (une capacité de protection de surtension) dans une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant une couche  
5 haute résistance de face latérale comprenant un verre de bismuth et un agent de remplissage selon l'exemple IV ;

la figure 3 est un graphique illustrant une relation entre une tension de claquage (une capacité de protection de surtension) et des variations dans la distance entre le bord périphérique externe de  
10 l'électrode et la surface périphérique externe de la couche haute résistance de face latérale dans une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant une couche haute résistance de face latérale comprenant un verre de bismuth et un agent de remplissage selon l'exemple V ;

la figure 4 est un graphique illustrant une relation entre une tension de claquage (une capacité de protection de surtension) et des variations dans le diamètre moyen de particule d'un verre de bismuth utilisé lors de la fabrication d'une résistance non linéaire à sensibilité en tension en formant une couche haute résistance de face latérale  
20 comprenant le verre de bismuth et l'agent de remplissage sur une face latérale du corps fritté de la résistance non linéaire à sensibilité en tension selon l'exemple VIII ; et

la figure 5 est un graphique illustrant une relation entre une tension de claquage (une capacité de protection de surtension) et des variations dans le diamètre moyen de particule d'un agent de remplissage utilisé lors de la fabrication d'une résistance non linéaire à sensibilité en tension en formant une couche haute résistance de face latérale comprenant un verre de bismuth et l'agent de remplissage sur une face latérale du corps fritté de la résistance non linéaire à sensibilité en tension  
30 selon l'exemple IX.

#### DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

Des modes de réalisation spécifiques selon la présente invention seront expliqués en détails ci-après.

Une résistance non linéaire à sensibilité en tension selon la présente invention inclut un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension comprenant de l'oxyde de zinc et une couche haute résistance prévue sur la face latérale du corps résistif.

5 Le corps résistif est habituellement obtenu à partir d'un corps fritté composé essentiellement d'oxyde de zinc. Le corps fritté peut contenir un ou plusieurs additifs tels que oxyde de bismuth ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ), oxyde antimoine ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ), oxyde de manganèse ( $\text{MnO}_2$ ) et oxyde de nickel ( $\text{NiO}$ ) afin d'ajuster la non linéarité en tension du corps fritté. Ces additifs peuvent au  
10 total constituer 1 % à 20 % en moles du corps fritté (le complément étant de l'oxyde de zinc). Le corps fritté peut être obtenu d'une manière connue.

La couche haute résistance de face latérale selon la présente invention ainsi que le corps fritté sont exempts de plomb (Pb).

15 Selon un premier mode de réalisation, la couche haute résistance de face latérale est formée en une composition (simplement appelée ci-après première composition de verre de bismuth) qui contient du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde ( $\text{ZnO}$ ), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde  
20 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ), du silicium selon une quantité de 0,1 à 5 % en poids en terme de son oxyde ( $\text{SiO}_2$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $\text{BaO}$ ), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ). De  
25 préférence, la première composition de verre de bismuth contient du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde ( $\text{ZnO}$ ), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ), du silicium selon une quantité de 0,5 à 5 % en poids en terme de son oxyde ( $\text{SiO}_2$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,1 à 2 % en  
30 poids en terme de son oxyde ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,1 à 2 % en poids en terme de son oxyde ( $\text{BaO}$ ).

Habituellement, la couche haute résistance de face latérale selon le premier mode de réalisation contient du zinc sous la forme de son

oxyde (ZnO), du bore sous la forme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), du silicium sous la forme de son oxyde ( $SiO_2$ ), de l'aluminium sous la forme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ), du baryum sous la forme de son oxyde (BaO) et du bismuth sous la forme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ).

5 Selon un second mode de réalisation, la couche haute résistance de face latérale est formée en une composition (appelée plus simplement seconde composition de verre de bismuth ci-après) qui contient du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde  
10 ( $B_2O_3$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde (BaO), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ). De préférence, la seconde composition de verre de bismuth contient du zinc  
15 selon une quantité de 5 à 20 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,1 à 2 % en poids en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,1 à 2 % en poids en terme de son oxyde (BaO).

20 Habituellement, la couche haute résistance de face latérale selon le premier mode de réalisation contient du zinc sous la forme de son oxyde (ZnO), du bore sous la forme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), de l'aluminium sous la forme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ), du baryum sous la forme de son oxyde (BaO) et du bismuth sous la forme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ).

25 Selon un troisième mode de réalisation, la couche haute résistance de face latérale est formée en une composition comprenant la première ou seconde composition de verre de bismuth à laquelle est ajouté au moins un agent de remplissage choisi parmi le groupe comprenant cordiérite, mullite, eucryptite  $\beta$ , spodumène  $\beta$ , pétalite,  
30 phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice selon une quantité de 1 à 30 % en poids sur la base du poids de la première ou seconde composition de verre de bismuth. De préférence, l'agent de remplissage est ajouté selon une

quantité de 3 à 27 % en poids sur la base du poids de la première ou seconde composition de verre de bismuth.

La figure 1 représente une résistance non linéaire à sensibilité en tension selon un mode de réalisation de la présente invention. La  
5 résistance non linéaire à sensibilité en tension représentée sur la figure 1 comprend un corps fritté en forme de disque 1 tel que décrit précédemment. Deux électrodes 2, 2 réalisées par exemple en aluminium sont prévues respectivement sur des surfaces avant et arrière  
10 essentiellement circulaires du corps fritté 1. Une couche haute résistance de face latérale 3 telle que décrite précédemment est formée sur la face latérale du corps fritté 1. La couche haute résistance de face latérale 3 peut présenter une épaisseur de 10  $\mu\text{m}$  à 500  $\mu\text{m}$ .

Selon un premier mode de réalisation, la distance L entre le bord  
15 périphérique externe 2a de l'électrode 2 et la surface périphérique externe 3a de la couche haute résistance de face latérale 3 est comprise entre 0 et l'épaisseur de la couche haute résistance 3 + 0,01 mm.

La couche haute résistance de face latérale selon la présente invention peut être préparée tout d'abord en produisant la composition selon les premier, second ou troisième modes de réalisation tel que décrit  
20 précédemment. Les composants d'oxyde tels que décrits précédemment ainsi que l'agent de remplissage tel que décrit précédemment sont habituellement sous la forme de poudres. La poudre présente de préférence un diamètre de particule moyen de 0,5 à 30  $\mu\text{m}$ .

La composition ainsi produite est mélangée avec un milieu liquide  
25 pour produire une pâte ou une boue. Le milieu liquide contient habituellement un agent de liaison organique. De préférence, le milieu liquide contenant un agent de liaison organique est obtenu par une solution d'un agent de liaison d'alcool polyvinylique, une solution aqueuse d'un agent de liaison cellulosique, une solution aqueuse d'un agent de  
30 liaison acrylique ou une solution de cellulose d'éthyle dans du terpinéol.

La pâte ou la boue ainsi préparée peut être appliquée en revêtement sur la face latérale du corps fritté et est cuite. La cuisson peut être mise en oeuvre à une température de 550°C ou moins, plus

spécifiquement 380 à 550°C. La cuisson peut vitrifier la composition de revêtement.

La présente invention sera décrite au moyen de ses exemples qui suivent. La présente invention ne sera pas limitée à ces exemples. Dans  
5 ces exemples, les compositions de verre utilisées pour préparer la couche haute résistance de face latérale selon la présente invention peuvent être vitrifiées par une cuisson à 380 à 550°C.

#### Exemple I

Des résistances non linéaires à sensibilité en tension ont été  
10 fabriquées selon les procédures qui suivent.

#### < Préparation d'un corps fritté >

0,5 % en mole d'oxyde de bismuth ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ), 0,5 % en mole d'oxyde de manganèse ( $\text{MnO}_2$ ), 1 % en mole d'oxyde de cobalt ( $\text{Co}_2\text{O}_3$ ), 1 % en mole d'oxyde de nickel ( $\text{NiO}$ ) et 1 % en mole de trioxyde d'antimoine  
15 ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ) ont été ajoutés à de l'oxyde de zinc ( $\text{ZnO}$ ). Le mélange a été mélangé avec de l'eau et un agent de liaison organique dans un mélangeur afin de préparer une boue. La boue a été transformée en granulés au moyen d'un sécheur par brouillard. Le matériau granulé a été  
20 placé dans un moule et a été comprimé à une pression prédéterminée afin de former un disque présentant un diamètre de 50 mm. Ce disque a été ensuite soumis à un traitement thermique à 400 à 500°C afin d'être dégraissé puis a été fritté à 1200°C pour donner un corps fritté en forme de disque.

#### < Formation de la couche haute résistance de face latérale >

25 Des mélanges des composants de verre de bismuth indiqués dans le tableau 1 ci-après selon des quantités indiquées également dans le tableau 1, ainsi que des mélanges des composants de verre de bismuth indiqués dans le tableau 1 selon des quantités indiquées également dans le tableau 1 et l'agent de remplissage indiqué dans le tableau 1 selon des  
30 quantités (basées sur le poids total des composants de verre de bismuth) ont été chacun mélangés avec un agent de liaison organique et de l'eau afin de préparer des boues.

Ensuite, chacune de ces boues a été déposée en revêtement sur

la face latérale du corps fritté en forme de disque et a été cuite pour former une couche haute résistance de face latérale.

< Formation des électrodes >

5 Les surfaces circulaires avant et arrière de chacun des corps frittés dont chacune comporte la couche haute résistance de face latérale mentionnée ci-avant ont été polies puis les surfaces polies ont été soumises à un traitement de revêtement par brouillard à la flamme pour former des électrodes en aluminium.

10 Ainsi, 31 sortes de résistances non linéaires à sensibilité en tension dont chacune présente une structure telle que représentée sur la figure 1 ont été fabriquées.

15 Ensuite, un courant d'impulsions de  $4/10 \mu\text{s}$  selon une forme d'ondes a été appliqué à chacune des résistances non linéaires à sensibilité en tension (les échantillons) de telle sorte que l'intensité de courant de départ soit établie à 10 kA, puis l'intensité de courant a été augmentée selon un incrément de 5 kA toutes les cinq minutes de façon à mesurer l'intensité de courant à laquelle l'échantillon a subi un claquage (le courant d'impulsion au claquage), d'où ainsi l'évaluation de la capacité de protection de surtension (la capacité à supporter une impulsion) de  
20 chacun des échantillons. En outre, chacun des échantillons a été évalué en ce qui concerne sa caractéristique de durée de vie dans une condition d'application de tension en plaçant l'échantillon dans un four sec maintenu à une température de  $115^\circ\text{C}$  et en appliquant une tension alternative pendant 100 heures. La tension alternative appliquée a été  
25 telle qu'elle permettait un courant électrique de 1 mA traversant chaque échantillon si l'échantillon était placé à température ambiante. Le courant de fuite du composant résistif ( $IR_{0h}$ ) immédiatement après l'application de la tension alternative ainsi que le courant de fuite de la composition résistive ( $IR_{100h}$ ) 100 heures après l'application de la tension alternative  
30 ont été mesurés et le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  a été calculé, d'où ainsi l'évaluation de la caractéristique de durée de vie dans la condition d'application de tension de chaque échantillon.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 1.

Tableau 1

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )					Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
1	0,1	0,1	0,01	0,03	0,03	Aucun	45	1,93
2	1	0,1	0,01	0,03	0,03	Aucun	50	1,75
3	1	1	0,01	0,03	0,03	Aucun	60	1,53
4	1	1	0,1	0,03	0,03	Aucun	65	1,47
5	1	1	0,1	0,05	0,03	Aucun	65	1,33
6	1	1	0,1	0,05	0,05	Aucun	80	0,97
7	1	5	5	1	1	Aucun	80	0,94
8	10	5	0,1	1,	1	Aucun	85	0,95
9	10	5	0,1	1	1	Cordiérite (0,1%)	85	0,95
10	10	5	0,1	1	1	Cordiérite (1%)	100	0,93
11	10	5	0,1	1	1	Cordiérite (10%)	100	0,94
12	10	5	0,1	1	1	Cordiérite (30%)	105	0,92
13	10	5	0,1	1	1	Cordiérite (40%)	65	1,21
14	10	5	0,1	1	1	Mullite (0,1%)	80	0,96
15	10	5	0,1	1	1	Mullite (1%)	100	0,95
16	10	5	0,1	1	1	Mullite (10%)	105	0,97
17	10	5	0,1	1	1	Mullite (30%)	100	0,94
18	10	5	0,1	1	1	Mullite (40%)	65	1,33
19	10	5	5	1	1	Aucun	85	0,91
20	10	5	5	3	3	Aucun	80	0,92
21	10	10	5	3	3	Aucun	80	0,93
22	10	10	0,1	1	1	Aucun	85	0,90

(suite)

Tableau 1 (suite)

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )					Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100M</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
23	10	10	0,1	0,05	0,05	Aucun	85	0,91
24	25	10	5	3	3	Aucun	85	0,90
25	25	10	5	5	5	Aucun	65	1,38
26	25	10	10	5	5	Aucun	60	1,43
27	25	20	10	5	5	Aucun	55	1,47
28	30	20	10	3	3	Aucun	50	1,54
29	30	20	5	3	3	Aucun	65	1,31
30	30	10	5	3	3	Aucun	65	1,35
31	30	20	10	5	5	Aucun	40	1,83

Comme il apparaît dans le tableau 1, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéro 6, 7, 8 et 9-24 selon la présente invention présentant des couches haute résistance de face latérale formées en un verre de bismuth contenant, en tant que

5 composant principal, Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Si, Al et Ba en terme de leurs oxydes dont chacun tombe respectivement dans les plages suivantes : ZnO = 1,0-25 % en poids ; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,0-10 % en poids ; SiO<sub>2</sub> = 0,1-5 % en poids ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,05-3 % en poids ; et BaO = 0,05-3 % en poids ont été trouvés

10 comme étant excellents du point de vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition d'application de tension en considérant le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  de :  $IR_{100h}/IR_{0h} = 0,9$  à  $1,0$ . En outre, dans les cas des résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéro 6, 7, 8 et 9-24, le courant d'impulsion au moment du claquage a été aussi

15 haut que 80 kA ou plus et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion excellente.

Par ailleurs, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéro 1-5 et 25-31 présentant les couches haute résistance de face latérale formées en un verre de bismuth contenant, en

20 tant que composant principal, Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Si, Al et Ba en terme de leurs oxydes ne tombant pas dans les plages spécifiées dans l'invention se sont révélées médiocres en ce qui concerne la caractéristique de durée de vie dans la condition d'application de tension pour la condition  $IR_{100h}/IR_{0h}$  supérieure

25 ou égale à  $1,0$ . En outre, dans les cas des résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéro 1-5 et 25-31, le courant d'impulsion au moment du claquage a été aussi faible que 40-65 kA, ce qui indique une capacité à supporter une impulsion inférieure.

En outre, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des

30 échantillons numéro 10-12 et 15-17 présentant les couches haute résistance de face latérale formées en un verre de bismuth contenant, en tant que composant principal, Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Si, Al et Ba en terme de leurs oxydes

tombant dans les plages spécifiées dans l'invention et contenant  
additionnellement 1 à 30 % en poids de cordiérite ( $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ ) pour  
l'agent de remplissage ou de mullite ( $Al_6Si_2O_{13}$ ) pour l'agent de  
5 remplissage se sont révélées excellentes en ce qui concerne la  
caractéristique de durée de vie dans la condition d'application de tension  
pour le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  de 0,9 à 1,0. En outre, dans les cas des  
résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéro  
10-12 et 15-17, le courant d'impulsion au moment du claquage a été aussi  
10 haut que 100 kA ou plus, ce qui était supérieur aux échantillons ne  
contenant pas les agents de remplissage, et ainsi tout indiquait une  
capacité à supporter une impulsion encore améliorée.

Cependant, les résistances non linéaires à sensibilité en tension  
des échantillons numéro 9 et 14 présentant les couches haute résistance  
de face latérale formées employant moins de 1 % en poids de l'agent de  
15 remplissage se sont révélées presque les mêmes que les résistances non  
linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéro 6, 7, 8 et 9-24  
dont chacun ne contenait pas d'agent de remplissage en ce qui concerne  
le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  et le courant d'impulsion à l'instant du claquage.  
D'autre part, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des  
20 échantillons numéro 13 et 18 présentant les couches haute résistance de  
face latérale formées employant plus de 30 % en poids de l'agent de  
remplissage se sont révélées médiocres en ce qui concerne la  
caractéristique de durée de vie dans la condition d'application de tension  
pour le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  supérieur ou égal à 1,0. En outre, dans ces  
25 résistances non linéaires à sensibilité en tension, le courant d'impulsion  
au moment du claquage a été aussi faible que 65 kA et ainsi tout indiquait  
une capacité à supporter une impulsion inférieure.

Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de  
l'exemple I que lorsque la couche haute résistance de face latérale  
30 formée en verre de bismuth contenant, en tant que composant principal,  
Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B,  
Si, Al et Ba en terme de leurs oxydes dont chacun tombe respectivement  
dans les plages suivantes :  $ZnO = 1,0-25$  % en poids ;  $B_2O_3 = 1,0-10$  %

en poids ;  $\text{SiO}_2 = 0,1-5$  % en poids ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,05-3$  % en poids ; et  $\text{BaO} = 0,05-3$  % en poids est prévue sur un corps fritté contenant de l'oxyde de zinc en tant que composant principal, il devrait être possible d'obtenir une résistance non linéaire à sensibilité en tension qui soit excellente du point de vue de la caractéristique courant-tension ainsi que la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée. En outre, puisque le coefficient de dilatation thermique de la couche haute résistance de face latérale est proche de celui du corps fritté, et dans le même temps, puisque la résistance mécanique d'adhérence de la couche haute résistance de face latérale par rapport au corps fritté est forte, il devrait être possible de réaliser une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant une capacité d'absorption d'énergie élevée.

On comprendra au vu de l'exemple I que lorsque la couche haute résistance de face latérale formée en un verre de bismuth contenant, en tant que composant principal, Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Si, Al et Ba en terme de leurs oxydes tombant dans les plages mentionnées ci-avant et contenant additionnellement 1 à 30 % en poids de cordiérite ( $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ ) pour l'agent de remplissage ou de mullite ( $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ ) pour l'agent de remplissage est formée sur la surface latérale du corps fritté, il devrait être possible de réaliser une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant une capacité à supporter une impulsion encore améliorée et une capacité d'absorption d'énergie encore améliorée.

#### Exemple II

Des résistances non linéaires à sensibilité en tension ont été fabriquées en suivant les mêmes procédures que pour l'exemple I excepté le fait que des composants utilisés pour préparer les couches haute résistance de face latérale ont été comme indiqué sur le tableau 2 qui suit.

Le courant d'impulsion à l'instant du claquage de chaque résistance a été mesuré comme pour l'exemple I et le rapport  $\text{IR}_{100\text{h}}/\text{IR}_{0\text{h}}$  pour chaque résistance été déterminé comme pour l'exemple I.

Les résultats sont comme représenté sur le tableau 2.

Tableau 2

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100H</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
1	0,1	0,1	0,03	0,03	Aucun	10	1,51
2	1	0,1	0,03	0,03	Aucun	55	1,62
3	1	1	0,05	0,03	Aucun	65	1,37
4	1	1	0,05	0,05	Aucun	80	0,89
5	1	5	1	1	Aucun	85	0,86
6	10	5	1	1	Aucun	85	0,85
7	10	5	1	1	Aucun	85	0,86
8	10	5	1	1	Cordiérîte (0,1%)	100	0,83
9	10	5	1	1	Cordiérîte (1%)	100	0,82
10	10	5	1	1	Cordiérîte (10%)	100	0,83
11	10	5	1	1	Cordiérîte (30%)	65	1,68
12	10	5	1	1	Cordiérîte (40%)	85	0,87
13	10	5	1	1	Mullite (0,1%)	100	0,85
14	10	5	1	1	Mullite (1%)	105	0,84
15	10	5	1	1	Mullite (10%)	105	0,86
16	10	5	1	1	Mullite (30%)	60	1,73
17	10	5	3	3	Mullite (40%)	80	0,89
18	10	10	3	3	Aucun	85	0,88
19	10	10	1	1	Aucun	85	0,86
20	10	10	0,05	0,05	Aucun	80	0,90
21	25	10	3	3	Aucun	80	0,89

(suite)

Tableau 2 (suite)

N° échantillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100H</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	BaO			
22	25	10	5	5	Aucun	65	1,24
23	25	20	5	5	Aucun	55	1,32
24	30	20	3	3	Aucun	60	1,37
25	30	10	3	3	Aucun	65	1,28
26	30	20	5	5	Aucun	40	1,58

Comme il apparaît dans le tableau 2, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons 4-6 et 17-21 selon la présente invention présentant les couches haute résistance de face latérale formées en un verre de bismuth contenant en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes dont chacun tombe dans les plages respectives suivantes : ZnO = 1,0-25 % en poids ; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,0-10 % en poids ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,05-3 % en poids ; et BaO = 0,05-3 % en poids se sont révélées excellentes du point de vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée pour le rapport IR<sub>100h</sub>/IR<sub>0h</sub> de 0,8 à 0,9. En outre, dans les cas des résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons 4-6 et 17-21, le courant d'impulsion au claquage était aussi élevé que 80 kA ou plus et ainsi tout indiquait une excellente capacité à supporter une impulsion.

D'autre part, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons 1-3 et 22-26 présentant les couches haute résistance de face latérale formées en un verre de bismuth en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes ne tombant pas dans les plages spécifiées par l'invention se sont révélées médiocres du point de vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée pour le rapport IR<sub>100h</sub>/IR<sub>0h</sub> supérieur ou égal à 1,0. En outre, dans les cas des résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons 1-3 et 22-26, le courant d'impulsion au claquage était aussi faible que 40-65 kA et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion inférieure.

En outre, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons 8-10 et 13-15 présentant les couches haute résistance de face latérale formées en un verre de bismuth contenant en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes tombant dans les plages spécifiées par l'invention et contenant additionnellement 1 à 30 % en poids de cordiérite (Mg<sub>2</sub>Al<sub>4</sub>Si<sub>5</sub>O<sub>18</sub>) en tant qu'agent de remplissage ou

de mullite ( $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ ) en tant qu'agent de remplissage se sont révélées excellentes du point de vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée pour le rapport  $\text{IR}_{100\text{h}}/\text{IR}_{0\text{h}}$  de 0,8-0,9. En outre, dans les cas des résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons 8-10 et 13-15, le courant d'impulsion au claquage était aussi élevé que 100 kA ou plus, ce qui était supérieur à ceux ne contenant pas les agents de remplissage et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion encore meilleure.

Cependant, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 7 et 12 présentant les couches haute résistance de face latérale étaient formées en utilisant moins de 1 % en poids de l'agent de remplissage et étaient presque pareilles que les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 4-6 et 17-21 dont chacun ne contenait aucun agent de remplissage, pour ce qui concerne le rapport  $\text{IR}_{100\text{h}}/\text{IR}_{0\text{h}}$  et le courant d'impulsion au claquage. Par ailleurs, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 11 et 16 présentant les couches haute résistance de face latérale formées en employant plus de 30 % en poids de l'agent de remplissage se sont révélées médiocres du point de vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée pour le rapport  $\text{IR}_{100\text{h}}/\text{IR}_{0\text{h}}$  supérieur ou égal à 1,0. En outre, dans ces résistances non linéaires à sensibilité en tension, le courant d'impulsion au claquage était aussi bas que 65 kA ou 60 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion inférieure.

Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de l'exemple II que puisque la couche haute résistance de face latérale qui est formée en un verre de bismuth contenant en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes dont chacun tombe dans les plages suivantes :  $\text{ZnO} = 1,0\text{-}25\%$  en poids ;  $\text{B}_2\text{O}_3 = 1,0\text{-}10\%$  en poids ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,05\text{-}3\%$  en poids ; et  $\text{BaO} = 0,05\text{-}3\%$  en poids peut être formée sur un corps fritté contenant de l'oxyde de zinc en tant que composant principal à une température de cuisson faible telle qu'elle ne

permet pas aux composants de la couche haute résistance de face latérale de passer par perméabilité dans le corps fritté ou une température de cuisson faible telle qu'elle ne provoque aucun changement dans la structure cristalline du corps fritté, il devrait être possible d'obtenir une résistance non linéaire à sensibilité en tension qui soit excellente du point de vue de la caractéristique courant-tension ainsi que de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée. En outre, puisque le coefficient de dilatation thermique de la couche haute résistance de face latérale est proche de celui du corps fritté et puisque dans le même temps la résistance mécanique d'adhérence de la couche haute résistance de face latérale sur le corps fritté est forte, il devrait être possible de réaliser une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant une capacité d'absorption d'énergie élevée.

On comprendra également à partir de l'exemple II que lorsque la couche haute résistance de face latérale formée en un verre de bismuth contenant en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes tombant dans les quantités mentionnées ci-avant et contenant additionnellement 1 à 30 % en poids de cordiérite ( $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ ) en tant qu'agent de remplissage ou de mullite ( $Al_6Si_2O_{13}$ ) en tant qu'agent de remplissage est prévue sur la surface latérale du corps fritté, il devrait être possible de réaliser une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant une capacité à supporter une impulsion encore améliorée et présentant une capacité d'absorption d'énergie encore améliorée.

#### Exemple III

Quatre boues pour former les couches haute résistance de face latérale ont été préparées comme décrit ci-après.

(1) Une composition de poudre de verre de bismuth contenant 10 % en poids de ZnO, 5 % en poids de  $B_2O_3$ , 1,0 % en poids de  $SiO_2$ , 1,0 % en poids de  $Al_2O_3$ , 1,0 % en poids de BaO et le complément en  $Bi_2O_3$  a été mélangée avec de l'eau et un liant organique afin de préparer une première boue.

(2) Une composition de poudre de verre de bismuth contenant 10 % en poids de ZnO, 5 % en poids de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0 % en poids de SiO<sub>2</sub>, 1,0 % en poids de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0 % en poids de BaO et le complément en Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a été mélangée avec 10 % en poids (sur la base du poids total de la composition de poudre de verre) d'un agent de remplissage en cordiérite (Mg<sub>2</sub>Al<sub>4</sub>Si<sub>5</sub>O<sub>18</sub>). Le mélange a été mélangé avec de l'eau et un liant organique afin de préparer une seconde boue.

(3) Une composition de poudre de verre de bismuth contenant 10 % en poids de ZnO, 5 % en poids de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0 % en poids de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0 % en poids de BaO et le complément en Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a été mélangée avec de l'eau et un liant organique afin de préparer une troisième boue.

(4) Une composition de poudre de verre de bismuth contenant 10 % en poids de ZnO, 5 % en poids de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0 % en poids de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0 % en poids de BaO et le complément en Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a été mélangée avec 10 % en poids (sur la base du poids total de la composition de poudre de verre) d'un agent de remplissage en cordiérite (Mg<sub>2</sub>Al<sub>4</sub>Si<sub>5</sub>O<sub>18</sub>). Le mélange a été mélangé avec de l'eau et un liant organique afin de préparer une seconde boue.

Puis chacune de ces boues a été appliquée en revêtement sur la face latérale d'un corps fritté en forme de disque préparé comme dans l'exemple I et a été cuite pour former une couche haute résistance de face latérale.

En outre, une première couche haute résistance de face latérale constituée par un mélange de silicate de zinc (Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) et de spinelle d'antimoine et de zinc (Zn<sub>7</sub>Sb<sub>2</sub>O<sub>12</sub>) a été formée sur la face latérale d'un corps fritté en forme de disque préparé comme dans l'exemple I, puis les première, seconde, troisième et quatrième boues préparées comme précédemment ont été appliquées en revêtement sur la première couche haute résistance de face latérale et ont été cuites pour former une seconde couche haute résistance de face latérale, d'où ainsi la formation d'une couche haute résistance de face latérale d'une structure à deux couches.

Pour finir, des électrodes en alumine ont été formées sur chaque

corps fritté comme dans l'exemple I en constituant 8 résistances non linéaires à sensibilité en tension comme représenté dans le tableau 3 qui suit.

5 Le courant d'impulsion au claquage a été mesuré pour chaque résistance comme dans l'exemple I. Les résultats sont représentés sur le tableau 3.

Tableau 3

N° échantillon	Première couche haute résistance de face latérale	Seconde couche haute résistance de face latérale	Courant d'impulsion au claquage (kA)
1	Bi-Zn(10)-B(5)-Si(1)-Al(1)-Ba(1)	Aucun	85
2	Bi-Zn(10)-B(5)-Si(1)-Al(1)-Ba(1) + Cordiérite (10)	Aucun	100
3	Bi-Zn(10)-B(5)-Al(1)-Ba(1)	Aucun	85
4	Bi-Zn(10)-B(5)-Al(1)-Ba(1) + Cordiérite (10)	Aucun	100
5	Silicate de zinc + spinelle d'antimoine et de zinc	Bi-Zn(10)-B(5)-Si(1)-Al(1)-Ba(1)	100
6	Silicate de zinc + spinelle d'antimoine et de zinc	Bi-Zn(10)-B(5)-Si(1)-Al(1)-Ba(1) + Cordiérite (10)	110
7	Silicate de zinc + spinelle d'antimoine et de zinc	Bi-Zn(10)-B(5)-Al(1)-Ba(1)	100
8	Silicate de zinc + spinelle d'antimoine et de zinc	Bi-Zn(10)-B(5)-Al(1)-Ba(1) + Cordiérite (10)	110

Nota : Le numéro entre parenthèses indique les teneurs (% en poids) dans le cas du verre et la quantité ajoutée (% en poids) dans le cas de la cordiérite.

Comme il apparaît dans le tableau 3, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 1-4 dont chacun comprend une couche haute résistance de face latérale unique correspondant aux exemples I et II présentaient un courant d'impulsion au claquage de 80 kA à 100 kA. D'autre part, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 5-8 de l'exemple III dont chacun comprend une couche haute résistance de face latérale d'une structure à deux couches présentaient un courant d'impulsion au claquage de 100 kA à 110 kA, et ainsi tout indiquait une excellente capacité à supporter une impulsion.

Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de l'exemple III que puisque la première couche haute résistance de face latérale constituée par un mélange comprenant du silicate de zinc ( $Zn_2SiO_4$ ) et du spinelle d'antimoine et de zinc ( $Zn_7Sb_2O_{12}$ ) était formée à l'avance sur la face latérale du corps fritté en forme de disque et qu'ensuite la seconde couche haute résistance de face latérale constituée par le verre de bismuth auquel était ajouté ou n'était pas ajouté l'agent de remplissage était formée sur la première couche haute résistance de face latérale afin de former une couche haute résistance de face latérale d'une structure à deux couches, il est possible d'obtenir une couche haute résistance de face latérale présentant une propriété d'isolation excellente ainsi qu'une remarquable amélioration de la capacité de protection d'une résistance non linéaire à sensibilité en tension contre les pointes de tension.

#### Exemple IV

Une composition de poudre de verre de bismuth contenant 10 % en poids de  $ZnO$ , 5 % en poids de  $B_2O_3$ , 1,0 % en poids de  $SiO_2$ , 1,0 % en poids de  $Al_2O_3$ , 1,0 % en poids de  $BaO$  et le complément en  $Bi_2O_3$  a été mélangée avec 10 % en poids (sur la base du poids total de la composition de poudre de verre) d'un agent de remplissage en cordiérite ( $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ ). Le mélange a été mélangé avec de l'eau et un liant organique afin de préparer une boue.

Puis la boue a été appliquée en revêtement sur la face latérale du

corps fritté en forme de disque préparé comme dans l'exemple I et a été cuite pour former ainsi une couche haute résistance de face latérale présentant une épaisseur de 1  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ , 700  $\mu\text{m}$  ou 1 mm.

5            Puis des électrodes d'alumine ont été formées comme dans l'exemple I pour ainsi former 6 résistances non linéaires à sensibilité en tension.

              Le courant d'impulsion au claquage de chaque résistance a été mesuré comme dans l'exemple I. Les résultats sont représentés sur la  
10 figure 2.

              Comme il apparaît sur la figure 2, les résistances non linéaires à sensibilité en tension produites avec une couche haute résistance de face latérale présentant une épaisseur de 10  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$  présentaient un courant d'impulsion au claquage de 95 kA à 105 kA, et  
15 ainsi tout indiquait une excellente capacité à supporter une impulsion. D'autre part, les résistances non linéaires à sensibilité en tension produites avec une couche haute résistance de face latérale présentant une épaisseur de 1  $\mu\text{m}$  ou 1 mm présentaient un courant d'impulsion au claquage aussi faible que 40 kA à 65 kA et ainsi tout indiquait une  
20 capacité à supporter une impulsion inférieure. Ceci peut être attribué au fait que lorsque l'épaisseur de la couche haute résistance de face latérale est trop mince, il devient impossible d'assurer une capacité de protection satisfaisante vis-à-vis du courant d'impulsion et au fait que lorsque l'épaisseur de la couche haute résistance de face latérale est trop  
25 épaisse, la résistance mécanique d'adhérence de la couche haute résistance de face latérale sur le corps fritté est amenée à se détériorer, ce qui rend impossible d'assurer une capacité de protection satisfaisante vis-à-vis du courant d'impulsion.

              Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de  
30 l'exemple IV que lorsque l'épaisseur de la couche haute résistance de face latérale est dans la plage de 10 à 500  $\mu\text{m}$ , il devient possible d'assurer à la fois une résistance mécanique d'adhérence excellente sur le corps fritté et une capacité à supporter la tension excellente, d'où ainsi

une amélioration remarquable de la capacité de protection de la résistance non linéaire à sensibilité en tension vis-à-vis d'un courant d'impulsion.

#### Exemple V

5 La résistance non linéaire à sensibilité en tension comprenant une couche haute résistance de face latérale présentant une épaisseur de 100  $\mu\text{m}$  a été fabriquée en suivant les mêmes procédures que dans l'exemple IV, excepté le fait que la distance L entre le bord périphérique externe 2a de l'électrode en aluminium 2 et la surface périphérique externe 3a de la couche haute résistance de face latérale 3 a été établie à 10 0  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 110  $\mu\text{m}$ , 120  $\mu\text{m}$  ou 150  $\mu\text{m}$  (voir la figure 1).

Le courant d'impulsion au claquage de chaque résistance a été mesuré comme dans l'exemple I. Les résultats sont représentés sur la 15 figure 3.

Comme il apparaît sur la figure 3, les résistances non linéaires à sensibilité en tension munies d'une couche haute résistance de face latérale dans lesquelles la distance L entre le bord périphérique externe 2a de l'électrode en aluminium 2 et la surface périphérique externe 3a de la couche haute résistance de face latérale 3 était établie à 0  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$ , 20 50  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$  ou 110  $\mu\text{m}$  présentaient un courant d'impulsion au claquage de 100 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion excellente. Par ailleurs, les résistances non linéaires à sensibilité en tension où la distance L était établie à 120  $\mu\text{m}$  ou 150  $\mu\text{m}$  25 présentaient un courant d'impulsion au claquage aussi faible que 60 kA à 75 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion inférieure. Ceci peut être attribué au fait que si la distance L entre le bord périphérique externe 2a de l'électrode en aluminium 2 et la surface périphérique externe 3a de la couche haute résistance de face latérale 3 30 est trop grande, il peut y avoir une génération, lorsqu'un courant d'impulsion est appliqué, d'une région chaude résultant de l'écoulement d'un courant électrique au travers de l'intérieur de la résistance non linéaire à sensibilité en tension où les électrodes sont formées, et une

région non chaude due à une non-existence d'un courant s'écoulant au travers de la région exempte d'électrodes sur la partie périphérique la plus externe de la résistance non linéaire à sensibilité en tension, d'où ainsi une contrainte thermique importante et des fissures générées dans la

5 résistance non linéaire à sensibilité en tension. En tant que résultat, il devrait devenir impossible d'assurer une capacité de protection satisfaisante vis-à-vis du courant d'impulsion.

Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de l'exemple V que lorsque la distance entre le bord périphérique externe

10 d'une paire d'électrodes attachées aux surfaces principales opposées du corps fritté contenant essentiellement de l'oxyde de zinc et le bord du corps fritté incluant la surface périphérique externe de la couche haute résistance de face latérale est ajustée pour tomber dans la plage allant de 0 jusqu'à l'épaisseur de la couche haute résistance de face latérale + 0,01

15 mm, il devient possible d'amener la génération de chaleur jusqu'à une valeur convenable de telle sorte que le courant d'impulsion soit absorbé, ce qui rend possible une amélioration remarquable de la capacité de protection de la résistance non linéaire à sensibilité en tension vis-à-vis d'un courant d'impulsion.

#### 20 Exemple VI

Des résistances non linéaires à sensibilité en tension ont été fabriquées en suivant les mêmes procédures que dans l'exemple I à l'exception du fait que les composants utilisés pour préparer les couches haute résistance de face latérale étaient comme indiqué dans les

25 tableaux 4 à 9 ci-après.

Le courant d'impulsion au claquage de chaque résistance était mesuré comme dans l'exemple I. En outre, le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  était déterminé comme dans l'exemple I. Les résultats sont représentés sur les tableaux 4 à 9.

Tableau 4

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )					Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100n</sub> /IR <sub>0n</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
1	10	5	1	1	1	Eucryptite β (0,1)	85	0,94
2	10	5	1	1	1	Eucryptite β (1)	100	0,95
3	10	5	1	1	1	Eucryptite β (10)	105	0,93
4	10	5	1	1	1	Eucryptite β (30)	100	0,91
5	10	5	1	1	1	Eucryptite β (40)	65	1,37
6	10	5	1	1	1	Spodumène β (0,1) □	85	0,96
7	10	5	1	1	1	Spodumène β (1)	100	0,91
8	10	5	1	1	1	Spodumène β (10)	105	0,93
9	10	5	1	1	1	Spodumène β (30)	105	0,95
10	10	5	1	1	1	Spodumène β (40)	60	1,28
11	10	5	1	1	1	Pétalite (0,1)	90	0,97
12	10	5	1	1	1	Pétalite (1)	100	0,96
13	10	5	1	1	1	Pétalite (10)	100	0,96
14	10	5	1	1	1	Pétalite (30)	100	0,94
15	10	5	1	1	1	Pétalite (40)	55	1,41

Tableau 5

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )					Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
16	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (0,1)	85	0,94
17	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (1)	100	0,93
18	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (10)	110	0,98
19	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (30)	105	0,97
20	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (40)	65	1,35
21	10	5	1	1	1	Alumine (0,1)	85	0,94
22	10	5	1	1	1	Alumine (1)	100	0,96
23	10	5	1	1	1	Alumine (10)	105	0,95
24	10	5	1	1	1	Alumine (30)	100	0,93
25	10	5	1	1	1	Alumine (40)	50	1,55

Tableau 6

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>	
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				BaO
26	10	5	1	1	1	Feldspath de potasse (0,1)	90	0,96
27	10	5	1	1	1	Feldspath de potasse (1)	105	0,95
28	10	5	1	1	1	Feldspath de potasse (10)	105	0,97
29	10	5	1	1	1	Feldspath de potasse (30)	110	0,98
30	10	5	1	1	1	Feldspath de potasse (40)	65	1,21
31	10	5	1	1	1	Feldspath de soude (0,1)	85	0,94
32	10	5	1	1	1	Feldspath de soude (1)	100	0,92
33	10	5	1	1	1	Feldspath de soude (10)	110	0,95
34	10	5	1	1	1	Feldspath de soude (30)	105	0,93
35	10	5	1	1	1	Feldspath de soude (40)	60	1,33

Tableau 7

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )					Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
36	10	5	1	1	1	Kaolin (0,1)	95	0,94
37	10	5	1	1	1	Kaolin (1)	110	0,96
38	10	5	1	1	1	Kaolin (10)	110	0,97
39	10	5	1	1	1	Kaolin (30)	105	0,95
40	10	5	1	1	1	Kaolin (40)	65	1,23
41	10	5	1	1	1	Séricite (0,1)	90	0,92
42	10	5	1	1	1	Séricite (1)	100	0,95
43	10	5	1	1	1	Séricite (10)	105	0,93
44	10	5	1	1	1	Séricite (30)	105	0,94
45	10	5	1	1	1	Séricite (40)	60	1,26
46	10	5	1	1	1	Silice (0,1)	95	0,94
47	10	5	1	1	1	Silice (1)	105	0,98
48	10	5	1	1	1	Silice (10)	110	0,97
49	10	5	1	1	1	Silice (30)	105	0,98
50	10	5	1	1	1	Silice (40)	65	1,39

Tableau 8

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )					Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100m</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
51	10	5	1	1	1	Alumine (0,05) + Silice (0,05)	85	0,93
52	10	5	1	1	1	Alumine (0,5) + Silice (0,5)	105	0,94
53	10	5	1	1	1	Alumine (5) + Silice (5)	100	0,95
54	10	5	1	1	1	Alumine (15) + Silice (15)	105	0,92
55	10	5	1	1	1	Alumine (20) + Silice (20)	55	1,33
56	10	5	1	1	1	Cordiérite (0,05) + Feldspath de potasse (0,05)	95	0,96
57	10	5	1	1	1	Cordiérite (0,5) + Feldspath de potasse (0,5)	105	0,94
58	10	5	1	1	1	Cordiérite (5) + Feldspath de potasse (5)	110	0,94
59	10	5	1	1	1	Cordiérite (15) + Feldspath de potasse (15)	110	0,95
60	10	5	1	1	1	Cordiérite (20) + Feldspath de potasse (20)	65	1,29

Tableau 9

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )					Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
61	10	5	1	1	1	Cordiérite (0,05) + Kaolin (0,05)	85	0,97
62	10	5	1	1	1	Cordiérite (0,5) + Kaolin (0,5)	110	0,96
63	10	5	1	1	1	Cordiérite (5) + Kaolin (5)	110	0,96
64	10	5	1	1	1	Cordiérite (15) + Kaolin (15)	110	0,98
65	10	5	1	1	1	Cordiérite (20) + Kaolin (20)	65	1,29
66	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (0,05) + Silice (0,05)	85	0,91
67	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (0,5) + Silice (0,5)	100	0,93
68	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (5) + Silice (5)	100	0,92
69	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (15) + Silice (15)	105	0,9
70	10	5	1	1	1	Phosphate de zirconyle (20) + Silice (20)	55	1,43

Comme il apparaît sur les tableaux 4 à 9, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 2-4, 7-9, 12-14, 17-19, 22-24, 27-29, 32-34, 37-39, 42-44, 47-49, 52-54, 57-59, 62-64 et 67-69 selon la présente invention dans lesquelles les couches haute

5 résistance de face latérale étaient formées en un verre de bismuth contenant en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes dont chacun tombe dans les plages suivantes : ZnO = 1,0-25 % en poids ; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,0-10 % en poids ; SiO<sub>2</sub> = 0,1-5 en poids ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> =

10 0,05-3 % en poids ; et BaO = 0,05-3 % en poids, ajoutés à 1 à 30 % en poids (sur la base du poids total du verre de bismuth) d'au moins un agent de remplissage sélectionné parmi le groupe constitué par eucryptite β, spodumène β, pétalite, phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice se sont révélées

15 excellentes du point de vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée pour le rapport IR<sub>100h</sub>/IR<sub>0h</sub> de 0,9 à 1,0. En outre, dans ces résistances non linéaires à sensibilité en tension, le courant d'impulsion au claquage était aussi élevé que 100 kA ou plus, ce qui était supérieur à celui de la résistance non linéaire à sensibilité en

20 tension présentant une couche haute résistance de face latérale exempte d'agent de remplissage de l'exemple I, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion davantage excellente.

Cependant, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36, 41, 46, 51, 56, 61 et

25 66 dans lesquelles les couches haute résistance de face latérale étaient formées en utilisant moins de 1 % en poids de l'agent de remplissage ont été trouvées comme étant presque les mêmes que la résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant la couche haute résistance de face latérale exempte d'agent de remplissage, pour ce qui concerne le

30 rapport IR<sub>100h</sub>/IR<sub>0h</sub> et le courant d'impulsion au claquage.

D'autre part, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 et 70 dans lesquelles les couches haute résistance de face latérale

étaient formées en utilisant 30 % en poids de l'agent de remplissage ont été trouvées comme étant médiocres du point de vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée pour ce qui concerne le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  supérieur ou égal à 1,0. En outre, dans ces 5 résistances non linéaires à sensibilité en tension, le courant d'impulsion au claquage était aussi faible que 55 kA à 65 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion inférieure.

Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de l'exemple VI que puisque la couche haute résistance de face latérale qui 10 était formée en un verre de bismuth contenant en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes dont chacun tombe dans les plages suivantes : ZnO = 1,0-25 % en poids ; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,0-10 % en poids ; SiO<sub>2</sub> = 0,1-5 en poids ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,05-3 % en poids ; et BaO = 15 0,05-3 % en poids, ajoutés à 1 à 30 % en poids (sur la base du poids total du verre de bismuth) d'au moins un agent de remplissage sélectionné parmi le groupe constitué par eucryptite β, spodumène β, pétalite, phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice était utilisée, il était possible d'obtenir une 20 résistance non linéaire à sensibilité en tension qui était excellente du point de vue de la caractéristique courant-tension ainsi que de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée. En outre, puisque le coefficient de dilatation thermique de la couche haute résistance de face latérale est proche de celui du corps fritté, et puisque 25 dans le même temps, la résistance mécanique d'adhérence de la couche haute résistance de face latérale sur le corps fritté est forte, il était possible de réaliser une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant une haute capacité d'absorption d'énergie.

En outre, puisque la couche haute résistance de face latérale peut 30 être formée sur un corps fritté à une température de cuisson faible telle qu'elle ne devrait pas permettre aux composants de la couche haute résistance de face latérale de s'imprégner dans le corps fritté ou qui ne devrait pas provoquer une quelconque modification de la structure

5 cristalline du corps fritté, il devrait être possible d'obtenir une résistance non linéaire à sensibilité en tension qui soit excellente du point de vue de la caractéristique courant-tension ainsi que de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée. En outre, puisque le coefficient de dilatation thermique de la couche haute résistance de face latérale est proche de celui du corps fritté, et puisque dans le même temps, la résistance mécanique d'adhérence de la couche haute résistance de face latérale sur le corps fritté est forte, il devrait être possible de réaliser une résistance non linéaire à sensibilité en tension  
10 présentant une capacité d'absorption d'énergie élevée.

#### Exemple VII

Des résistances non linéaires à sensibilité en tension ont été fabriquées en suivant les mêmes procédures que dans l'exemple I à l'exception du fait que les composants utilisés pour préparer les couches  
15 haute résistance de face latérale étaient comme indiqué dans les tableaux 10 à 15 ci-après.

Le courant d'impulsion au claquage de chaque résistance était mesuré comme dans l'exemple I. En outre, le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  était déterminé comme dans l'exemple I. Les résultats sont représentés sur les  
20 tableaux 10 à 15.

Tableau 10

N° échantillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
1	10	5	1	1	Eucryptite β (0,1)	85	0,89
2	10	5	1	1	Eucryptite β (1)	100	0,86
3	10	5	1	1	Eucryptite β (10)	105	0,84
4	10	5	1	1	Eucryptite β (30)	100	0,85
5	10	5	1	1	Eucryptite β (40)	60	1,39
6	10	5	1	1	Spodumène β (0,1)	85	0,88
7	10	5	1	1	Spodumène β (1)	105	0,86
8	10	5	1	1	Spodumène β (10)	105	0,85
9	10	5	1	1	Spodumène β (30)	100	0,86
10	10	5	1	1	Spodumène β (40)	65	1,36
11	10	5	1	1	Pétalite (0,1)	90	0,86
12	10	5	1	1	Pétalite (1)	100	0,84
13	10	5	1	1	Pétalite (10)	105	0,83
14	10	5	1	1	Pétalite (30)	100	0,85
15	10	5	1	1	Pétalite (40)	55	1,41

Tableau 11

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100M</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
16	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (0,1)	85	0,91
17	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (1)	105	0,88
18	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (10)	105	0,86
19	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (30)	105	0,89
20	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (40)	60	1,37
21	10	5	1	1	Alumine (0,1)	85	0,93
22	10	5	1	1	Alumine (1)	100	0,90
23	10	5	1	1	Alumine (10)	100	0,87
24	10	5	1	1	Alumine (30)	100	0,91
25	10	5	1	1	Alumine (40)	55	1,52

Tableau 12

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100m</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
26	10	5	1	1	Feldspath de potasse (0,1)	90	0,82
27	10	5	1	1	Feldspath de potasse (1)	105	0,81
28	10	5	1	1	Feldspath de potasse (10)	110	0,83
29	10	5	1	1	Feldspath de potasse (30)	110	0,82
30	10	5	1	1	Feldspath de potasse (40)	65	1,22
31	10	5	1	1	Feldspath de soude (0,1)	90	0,86
32	10	5	1	1	Feldspath de soude (1)	105	0,84
33	10	5	1	1	Feldspath de soude (10)	105	0,82
34	10	5	1	1	Feldspath de soude (30)	100	0,85
35	10	5	1	1	Feldspath de soude (40)	60	1,27

Tableau 13

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
36	10	5	1	1	Kaolin (0,1)	85	0,80
37	10	5	1	1	Kaolin (1)	110	0,81
38	10	5	1	1	Kaolin (10)	110	0,82
39	10	5	1	1	Kaolin (30)	110	0,82
40	10	5	1	1	Kaolin (40)	65	1,19
41	10	5	1	1	Séricite (0,1)	90	0,85
42	10	5	1	1	Séricite (1)	105	0,83
43	10	5	1	1	Séricite (10)	110	0,85
44	10	5	1	1	Séricite (30)	105	0,87
45	10	5	1	1	Séricite (40)	60	1,24
46	10	5	1	1	Silice (0,1)	90	0,85
47	10	5	1	1	Silice (1)	105	0,83
48	10	5	1	1	Silice (10)	110	0,81
49	10	5	1	1	Silice (30)	110	0,84
50	10	5	1	1	Silice (40)	65	1,19

Tableau 14

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
51	10	5	1	1	Alumine (0,05) + Silice (0,05)	85	0,89
52	10	5	1	1	Alumine (0,5) + Silice (0,5)	105	0,88
53	10	5	1	1	Alumine (5) + Silice (5)	100	0,91
54	10	5	1	1	Alumine (15) + Silice (15)	105	0,87
55	10	5	1	1	Alumine (20) + Silice (20)	60	1,22
56	10	5	1	1	Cordiérite (0,05) + Feldspath de potasse (0,05)	95	0,85
57	10	5	1	1	Cordiérite (0,5) + Feldspath de potasse (0,5)	110	0,83
58	10	5	1	1	Cordiérite (5) + Feldspath de potasse (5)	110	0,84
59	10	5	1	1	Cordiérite (15) + Feldspath de potasse (15)	105	0,86
60	10	5	1	1	Cordiérite (20) + Feldspath de potasse (20)	65	1,17

Tableau 15

N° échan- tillon	Composants de verre (% en poids) (le complément en Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )				Agent de remplissage	Courant d'impulsion au claquage (kA)	IR <sub>100h</sub> /IR <sub>0h</sub>
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO			
61	10	5	1	1	Cordiérite (0,05) + Kaolin (0,05)	95	0,81
62	10	5	1	1	Cordiérite (0,5) + Kaolin (0,5)	110	0,83
63	10	5	1	1	Cordiérite (5) + Kaolin (5)	110	0,82
64	10	5	1	1	Cordiérite (15) + Kaolin (15)	110	0,83
65	10	5	1	1	Cordiérite (20) + Kaolin (20)	65	1,15
66	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (0,05) + Silice (0,05)	85	0,93
67	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (0,5) + Silice (0,5)	100	0,94
68	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (5) + Silice (5)	100	0,93
69	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (15) + Silice (15)	105	0,91
70	10	5	1	1	Phosphate de zirconyle (20) + Silice (20)	60	1,28

Comme il apparaît sur les tableaux 10 à 15, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 2-4, 7-9, 12-14, 17-19, 22-24, 27-29, 32-34, 37-39, 42-44, 47-49, 52-54, 57-59, 62-64 et 67-69 selon la présente invention dans lesquelles les couches haute

5 résistance de face latérale étaient formées en un verre de bismuth contenant en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes dont chacun tombe dans les plages suivantes : ZnO = 1,0-25 % en poids ; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,0-10 % en poids ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,05-3 % en poids ; et BaO

10 = 0,05-3 % en poids, ajoutés à 1 à 30 % en poids (sur la base du poids total du verre de bismuth) d'au moins un agent de remplissage sélectionné parmi le groupe constitué par eucryptite β, spodumène β, pétalite, phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice se sont révélées excellentes du point de

15 vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée et du point de vue du rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  de 0,8 à 0,9. En outre, dans ces résistances non linéaires à sensibilité en tension, le courant d'impulsion au claquage était aussi élevé que 100 kA ou plus, ce qui était supérieur à celui de la résistance non linéaire à sensibilité en tension

20 présentant la couche haute résistance de face latérale exempte d'agent de remplissage de l'exemple I, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion davantage excellente.

Cependant, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36, 41, 46, 51, 56, 61 et

25 66 dans lesquelles les couches haute résistance de face latérale étaient formées en utilisant moins de 1 % en poids de l'agent de remplissage ont été trouvées comme étant presque les mêmes que la résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant la couche haute résistance de face latérale avec agent de remplissage, pour ce qui concerne le rapport

30  $IR_{100h}/IR_{0h}$  et le courant d'impulsion au claquage.

D'autre part, les résistances non linéaires à sensibilité en tension des échantillons numéros 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 et 70 dans lesquelles les couches haute résistance de face latérale

étaient formées en utilisant plus de 30 % en poids de l'agent de remplissage ont été trouvées comme étant médiocres du point de vue de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée avec le rapport  $IR_{100h}/IR_{0h}$  supérieur ou égal à 1,0. En outre, dans ces

5 résistances non linéaires à sensibilité en tension, le courant d'impulsion au claquage était aussi faible que 60 kA à 65 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion inférieure.

Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de l'exemple VI que puisque la couche haute résistance de face latérale qui

10 était formée en un verre de bismuth contenant en tant que composant principal Bi en terme de son oxyde et en tant que composants subsidiaires Zn, B, Al et Ba en terme de leurs oxydes dont chacun tombe dans les plages suivantes : ZnO = 1,0-25 % en poids ; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,0-10 % en poids ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,05-3 % en poids ; et BaO = 0,05-3 % en poids,

15 ajoutés à 1 à 30 % en poids (sur la base du poids total du verre de bismuth) d'au moins un agent de remplissage sélectionné parmi le groupe constitué par eucryptite , spodumène β, pétalite, phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice peut être formée sur un corps fritté contenant de l'oxyde de zinc en tant

20 que composant principal à une température de cuisson faible telle qu'elle ne devrait pas permettre aux composants de la couche haute résistance de face latérale de s'imprégner dans le corps fritté ou telle qu'elle ne devrait pas provoquer une quelconque modification de la structure cristalline du corps fritté, il devrait être possible d'obtenir une résistance

25 non linéaire à sensibilité en tension qui soit excellente du point de vue de la caractéristique courant-tension ainsi que de la caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée. En outre, puisque le coefficient de dilatation thermique de la couche haute résistance de face latérale est proche de celui du corps fritté mentionné ci-avant, et puisque

30 dans le même temps, la résistance mécanique d'adhérence de la couche haute résistance de face latérale sur le corps fritté est forte, il devrait être possible de réaliser une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant une capacité d'absorption d'énergie élevée.

### Exemple VIII

Des résistances non linéaires à sensibilité en tension ont été fabriquées en suivant les mêmes procédures que dans l'exemple I à l'exception du fait que la poudre de verre de bismuth utilisée pour  
5 préparer la couche haute résistance de face latérale présentait un diamètre de particule moyen de 0,1  $\mu\text{m}$ , 0,5  $\mu\text{m}$ , 1,0  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$ , 30  $\mu\text{m}$ , 60  $\mu\text{m}$  ou 100  $\mu\text{m}$  et comprenait 10 % en poids de Zn, 5 % en poids de  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 1,0 % en poids de  $\text{SiO}_2$ , 1,0 % en poids de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 1,0 % en poids de BaO et le complément en  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ . La couche haute résistance de face  
10 latérale était formée de façon à présenter une épaisseur de 100  $\mu\text{m}$ .

Le courant d'impulsion au claquage de chaque résistance était mesuré comme dans l'exemple I. Les résultats sont représentés sur la figure 4.

Comme il apparaît sur la figure 4, les résistances non linéaires à  
15 sensibilité en tension munies d'une couche haute résistance de face latérale formée en une boue contenant la poudre de verre de bismuth présentant un diamètre de particule moyen de 0,5  $\mu\text{m}$ , 1,0  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$  ou 30  $\mu\text{m}$  présentaient un courant d'impulsion au claquage de 80 kA à 85 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion excellente.  
20 Par ailleurs, les résistances non linéaires à sensibilité en tension munies d'une couche haute résistance de face latérale formée en une boue contenant la poudre de verre de bismuth présentant un diamètre de particule moyen de 60  $\mu\text{m}$  ou 100  $\mu\text{m}$  présentaient un courant d'impulsion au claquage de 45 kA à 55 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à  
25 supporter une impulsion inférieure.

Comme expliqué ci-avant, on comprendra à partir de l'exemple VIII que lorsque la poudre de verre de bismuth pour former la boue présente un diamètre de particule moyen de 0,5 à 30  $\mu\text{m}$ , il devient possible d'assurer à la fois une résistance mécanique d'adhérence excellente sur  
30 le corps fritté et une propriété à supporter la tension excellente, d'où ainsi une amélioration remarquable de la capacité de protection de la résistance non linéaire à sensibilité en tension vis-à-vis d'un courant d'impulsion.

### Exemple IX

Des résistances non linéaires à sensibilité en tension ont été fabriquées en suivant les mêmes procédures que dans l'exemple I à l'exception du fait que la poudre de verre de bismuth utilisée pour  
5 préparer la couche haute résistance de face latérale présentait un diamètre de particule moyen de  $1,0 \mu\text{m}$  et comprenait 10 % en poids de  $\text{ZnO}$ , 5 % en poids de  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 1,0 % en poids de  $\text{SiO}_2$ , 1,0 % en poids de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 1,0 % en poids de  $\text{BaO}$  et le complément en  $\text{B}_2\text{O}_3$  ajoutés à 10 % en poids (sur la base du poids total de la poudre de verre) d'un agent de  
10 remplissage en cordiérite ( $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ ) présentant un diamètre de particule moyen de  $0,1 \mu\text{m}$ ,  $0,8 \mu\text{m}$ ,  $1,0 \mu\text{m}$ ,  $10 \mu\text{m}$ ,  $30 \mu\text{m}$ ,  $60 \mu\text{m}$  ou  $100 \mu\text{m}$ . La couche haute résistance de face latérale a été formée de manière à présenter une épaisseur de  $100 \mu\text{m}$ .

Le courant d'impulsion au claquage de chaque résistance était  
15 mesuré comme dans l'exemple I. Les résultats sont représentés sur la figure 5.

Comme il apparaît sur la figure 5, les résistances non linéaires à sensibilité en tension munies d'une couche haute résistance de face latérale formée en une boue contenant la poudre de verre de bismuth qui  
20 a été mélangée avec un agent de remplissage en cordiérite ( $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ ) présentant un diamètre de particule moyen de  $0,8 \mu\text{m}$ ,  $1,0 \mu\text{m}$ ,  $10 \mu\text{m}$  ou  $30 \mu\text{m}$  présentaient un courant d'impulsion au claquage de  $90 \text{ kA}$  à  $100 \text{ kA}$ , et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion excellente. Par ailleurs, les résistances non linéaires à  
25 sensibilité en tension munies d'une couche haute résistance de face latérale formée en une boue contenant la poudre de verre de bismuth qui a été mélangée avec un agent de remplissage en cordiérite ( $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ ) présentant un diamètre de particule moyen de  $60 \mu\text{m}$  ou  $100 \mu\text{m}$  présentaient un courant d'impulsion au claquage aussi faible que  
30  $45 \text{ kA}$  à  $60 \text{ kA}$  et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion inférieure.

Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de l'exemple IX que lorsque l'agent de remplissage en cordiérite

( $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ ) pour former une boue présente un diamètre de particule moyen de 0,5 à 30  $\mu m$ , il devient possible d'assurer à la fois une résistance mécanique d'adhérence excellente sur le corps fritté et une propriété à supporter la tension excellente, d'où ainsi une amélioration remarquable de la capacité de protection de la résistance non linéaire à sensibilité en tension vis-à-vis d'un courant d'impulsion.

#### Exemple X

Une poudre de verre de bismuth comprenant 10 % en poids de ZnO, 5 % en poids de  $B_2O_3$ , 1,0 % en poids de  $SiO_2$ , 1,0 % en poids de  $Al_2O_3$ , 1,0 % en poids de BaO et le complément en  $B_2O_3$  a été mélangée à 10 % en poids (sur la base du poids total de la poudre de verre) d'un agent de remplissage en cordiérite ( $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ ). Le mélange a été ensuite mélangé avec une solution aqueuse d'un liant d'alcool polyvinylique, une solution aqueuse d'un liant cellulosique, une solution aqueuse d'un liant acrylique soluble dans l'eau ou une solution de cellulose éthyle dans du terpinéol, pour préparer cinq boues.

Puis ces boues ont été appliquées en revêtement respectivement sur la face latérale d'un corps fritté en forme de disque préparé comme dans l'exemple I et ont été cuites pour former des couches haute résistance de face latérale, chacune présentant une épaisseur de 100  $\mu m$ . Ensuite, des électrodes d'aluminium ont été formées comme dans l'exemple I, d'où ainsi la production de 5 résistances non linéaires à sensibilité en tension.

Le courant d'impulsion au claquage de chaque résistance a été mesuré comme dans l'exemple I. Les résultats sont représentés dans le tableau 16 qui suit.

N° échantillon	Solution pour la préparation de la boue	Courant d'impulsion au claquage (kA)
1	Solution aqueuse de liant d'alcool polyvinylique	80
2	Solution aqueuse de liant cellulosique	85
3	Solution aqueuse de liant acrylique soluble dans l'eau	85
4	Solution aqueuse de cellulose d'éthyle dans du terpinéol	80
5	Eau	20

Comme il apparaît dans le tableau 16, les résistances non linéaires à sensibilité en tension munies d'une couche haute résistance de face latérale formée en utilisant une boue contenant une solution aqueuse d'un liant d'alcool polyvinylique, une solution aqueuse d'un liant cellulosique, une solution aqueuse d'un liant acrylique soluble dans l'eau ou une solution de cellulose éthyle dans du terpinéol présentaient un courant d'impulsion au claquage de 80 kA à 85 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion excellente. D'autre part, les résistances non linéaires à sensibilité en tension munies d'une couche haute résistance de face latérale formée en utilisant une boue mélangée contenant de l'eau sans inclure le liant mentionné ci-avant présentaient un courant d'impulsion au claquage aussi faible que 20 kA, et ainsi tout indiquait une capacité à supporter une impulsion inférieure.

Comme expliqué précédemment, on comprendra à partir de l'exemple IX que lorsqu'une boue contenant une sorte spécifique d'une solution de liant est utilisée à l'occasion de la formation de la couche haute résistance de face latérale, il devient possible d'assurer à la fois une résistance mécanique d'adhérence excellente sur le corps fritté et une propriété à supporter la tension excellente, d'où ainsi une amélioration remarquable de la capacité de protection de la résistance non linéaire à sensibilité en tension vis-à-vis d'un courant d'impulsion.

Comme expliqué précédemment, la couche haute résistance de

face latérale de l'invention est formée avec une composition de verre de bismuth à laquelle peut être ajouté un agent de remplissage spécifié, laquelle peut couche peut être cuite pour être vitrifiée à une température faible telle qu'elle ne détériore pas les propriétés électriques et la

5 caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée de la résistance non linéaire à sensibilité en tension, laquelle couche pouvant présenter un coefficient de dilatation thermique qui est proche de celui du corps fritté de la résistance non linéaire à sensibilité en tension, laquelle

10 couche pouvant présenter une résistance mécanique d'adhérence excellente et/ou laquelle couche pouvant présenter une propriété à supporter une tension excellente. Ainsi, une résistance non linéaire à sensibilité en tension selon l'invention peut présenter une caractéristique de durée de vie dans la condition de tension appliquée excellente et/ou

15 une capacité de protection améliorée afin de résister à une pointe de tension ou une surintensité telle qu'une impulsion de la foudre ou qu'une surtension. En outre, la couche haute résistance de face latérale de l'invention est excellente en ce qui concerne sa résistance à l'eau de telle sorte que même si elle est appliquée à un dispositif de protection de surtension prévu avec un conteneur de polymère, sa propriété électrique

20 stabilisée peut être assurée. En outre, avec la résistance non linéaire à sensibilité en tension de la présente invention, il ne devrait pas y avoir de problèmes environnementaux lors de la fabrication de la résistance non linéaire à sensibilité en tension ou lors de l'abandon en déchet de la résistance non linéaire à sensibilité en tension après son utilisation.

25       Additionnellement, il est possible selon la présente invention de proposer un procédé de fabrication d'une résistance non linéaire à sensibilité en tension présentant les propriétés excellentes comme expliqué précédemment.

30       D'autres avantages et modifications apparaîtront aisément à l'homme de l'art. Par conséquent, l'invention dans ses aspects les plus larges n'est pas limitée aux détails spécifiques et aux modes de réalisation représentatifs présentés et décrits ici. Par conséquent, diverses modifications peuvent être apportées sans que l'on s'écarte de

l'esprit et du cadre du concept inventif général tel que défini dans les revendications annexées et leurs équivalents.

## REVENDEICATIONS

1. Résistance non linéaire à sensibilité en tension, caractérisée en ce qu'elle comprend :

un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension (1) comprenant de l'oxyde de zinc ; et

5 une couche haute résistance de face latérale (3) sur la face latérale du corps résistif (1), la couche haute résistance contenant du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), du silicium selon une quantité de 0,1 à 5 % en poids en terme de son oxyde (SiO<sub>2</sub>), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde (BaO), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde (Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

15 2. Résistance selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite couche haute résistance (3) présente une épaisseur de 10 µm à 500 µm.

20 3. Résistance selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des électrodes (2) formées respectivement sur des surfaces principales du corps résistif opposées l'une à l'autre et en ce que chaque électrode est formée de telle sorte qu'une distance entre un bord périphérique externe de l'électrode et une surface périphérique externe de la couche haute résistance de face latérale soit comprise entre 0 et une longueur égale à l'épaisseur de la couche haute résistance + 0,01 mm.

25 4. Résistance selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend une autre couche haute résistance de face latérale prévue dessous ladite couche haute résistance de face latérale définie dans la revendication 1, ladite autre couche haute résistance de face latérale comprenant du silicate de zinc et du spinelle d'antimoine et zinc.

30 5. Résistance non linéaire à sensibilité en tension, caractérisée

en ce qu'elle comprend :

un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension (1) comprenant de l'oxyde de zinc ; et

5 une couche haute résistance de face latérale (3) sur la face latérale du corps résistif, la couche haute résistance contenant du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3  
10 % en poids en terme de son oxyde (BaO), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ).

6. Résistance selon la revendication 5, caractérisée en ce que ladite couche haute résistance (3) présente une épaisseur de 10  $\mu m$  à 500  $\mu m$ .

15 7. Résistance selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des électrodes (2) formées respectivement sur des surfaces principales du corps résistif opposées l'une à l'autre et en ce que chaque électrode est formée de telle sorte qu'une distance entre un bord périphérique externe de l'électrode et une surface périphérique  
20 externe de la couche haute résistance de face latérale soit comprise entre 0 et une longueur égale à l'épaisseur de la couche haute résistance + 0,01 mm.

8. Résistance selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle comprend une autre couche haute résistance de face latérale  
25 prévue dessous ladite couche haute résistance de face latérale définie dans la revendication 5, ladite autre couche haute résistance de face latérale comprenant du silicate de zinc et du spinelle d'antimoine et zinc.

9. Résistance non linéaire à sensibilité en tension, caractérisée en ce qu'elle comprend :

30 un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension (1) comprenant de l'oxyde de zinc ; et

une couche haute résistance de face latérale (3) sur la face latérale du corps résistif, la couche haute résistance contenant du zinc

selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), du silicium selon une quantité de 0,1 à 5 % en poids en terme de son oxyde ( $SiO_2$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde (BaO), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ), et au moins un agent de remplissage choisi parmi le groupe comprenant cordiérite, mullite, eucryptite  $\beta$ , spodumène  $\beta$ , pétalite, phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice, selon une quantité de 1 à 30 % en poids sur la base du poids de la composition de verre.

10. Résistance selon la revendication 9, caractérisée en ce que ladite couche haute résistance (3) présente une épaisseur de 10  $\mu m$  à 500  $\mu m$ .

11. Résistance selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des électrodes (2) formées respectivement sur des surfaces principales du corps résistif opposées l'une à l'autre et en ce que chaque électrode est formée de telle sorte qu'une distance entre un bord périphérique externe de l'électrode et une surface périphérique externe de la couche haute résistance de face latérale soit comprise entre 0 et une longueur égale à l'épaisseur de la couche haute résistance + 0,01 mm.

12. Résistance selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comprend une autre couche haute résistance de face latérale prévue dessous ladite couche haute résistance de face latérale définie dans la revendication 9, ladite autre couche haute résistance de face latérale comprenant du silicate de zinc et du spinelle d'antimoine et zinc.

13. Résistance non linéaire à sensibilité en tension, caractérisée en ce qu'elle comprend :

un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension (1) comprenant de l'oxyde de zinc ; et

une couche haute résistance de face latérale (3) sur la face

latérale du corps résistif, la couche haute résistance contenant du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de son oxyde ( $B_2O_3$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en 5 terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde (BaO), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ), et au moins un agent de remplissage choisi parmi le groupe comprenant cordiérite, mullite, eucryptite  $\beta$ , spodumène  $\beta$ , pétalite, phosphate de zirconyle, 10 alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice, selon une quantité de 1 à 30 % en poids sur la base du poids de la composition de verre.

14. Résistance selon la revendication 13, caractérisée en ce que ladite couche haute résistance (3) présente une épaisseur de 10  $\mu m$  à 15 500  $\mu m$ .

15. Résistance selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des électrodes (2) formées respectivement sur des surfaces principales du corps résistif opposées l'une à l'autre et en ce que chaque électrode est formée de telle sorte qu'une distance entre un 20 bord périphérique externe de l'électrode et une surface périphérique externe de la couche haute résistance de face latérale soit comprise entre 0 et une longueur égale à l'épaisseur de la couche haute résistance + 0,01 mm.

16. Résistance selon la revendication 13, caractérisée en ce 25 qu'elle comprend une autre couche haute résistance de face latérale prévue dessous ladite couche haute résistance de face latérale définie dans la revendication 13, ladite autre couche haute résistance de face latérale comprenant du silicate de zinc et du spinelle d'antimoine et zinc.

17. Procédé de fabrication d'une résistance non linéaire à 30 sensibilité en tension, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

mélange, avec un milieu liquide, d'une composition contenant du zinc selon une quantité de 1,0 à 25 % en poids en terme de son oxyde (ZnO), du bore selon une quantité de 1,0 à 10 % en poids en terme de

son oxyde ( $B_2O_3$ ), de l'aluminium selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $Al_2O_3$ ) et du baryum selon une quantité de 0,05 à 3 % en poids en terme de son oxyde ( $BaO$ ), du bismuth constituant sensiblement le complément en terme de son oxyde ( $Bi_2O_3$ ) afin de

5 préparer une pâte ou boue ;

application de la pâte ou boue en revêtement sur la face latérale d'un corps résistif non linéaire à sensibilité en tension ; et

cuisson de la pâte ou boue en revêtement.

10 18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que ladite composition contient en outre du silicium selon une quantité de 0,1 à 5 % en poids en terme de son oxyde ( $SiO_2$ ).

15 19. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'à ladite composition est ajouté au moins un agent de remplissage choisi parmi le groupe comprenant cordiérite, mullite, eucryptite  $\beta$ , spodumène  $\beta$ , pétalite, phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice, selon une quantité de 1 à 30 % en poids sur la base du poids de ladite composition.

20 20. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'à ladite composition est ajouté au moins un agent de remplissage choisi parmi le groupe comprenant cordiérite, mullite, eucryptite  $\beta$ , spodumène  $\beta$ , pétalite, phosphate de zirconyle, alumine, feldspath de potasse, feldspath de soude, kaolin, séricite et silice, selon une quantité de 1 à 30 % en poids sur la base du poids de ladite composition.

25 21. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que ladite composition est sous la forme de poudre présentant un diamètre moyen de particule de 0,5 à 30  $\mu m$ .

30 22. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que ledit milieu liquide est obtenu par une solution aqueuse d'un liant d'alcool polyvinylique, solution aqueuse d'un liant cellulosique, une solution aqueuse d'un liant acrylique ou une solution de cellulose d'éthyle dans du terpinéol.

1/2

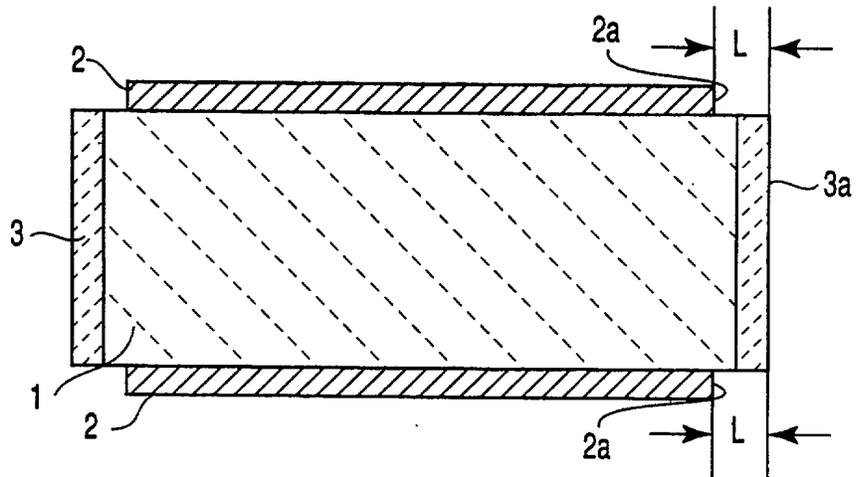


FIG.1

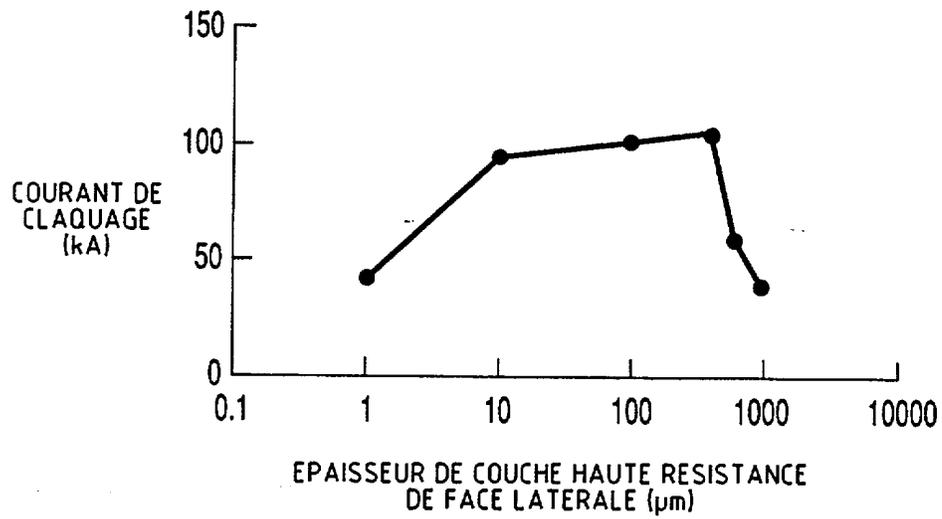


FIG.2

2/2

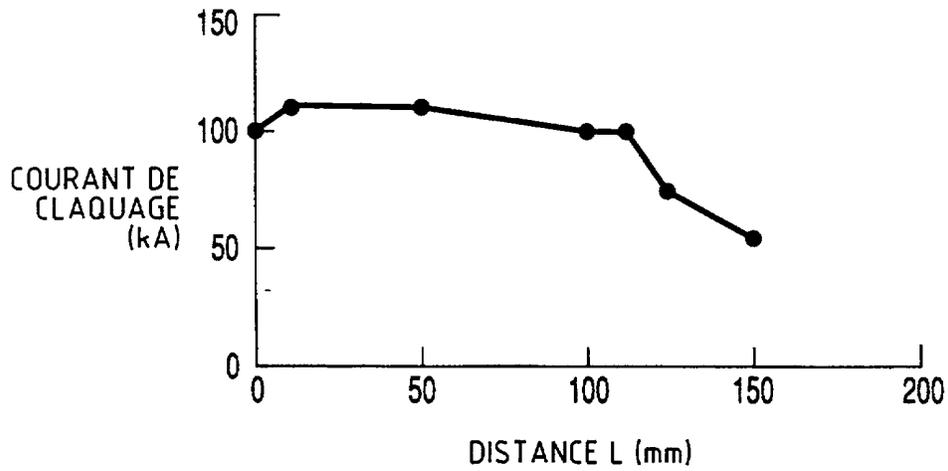


FIG.3

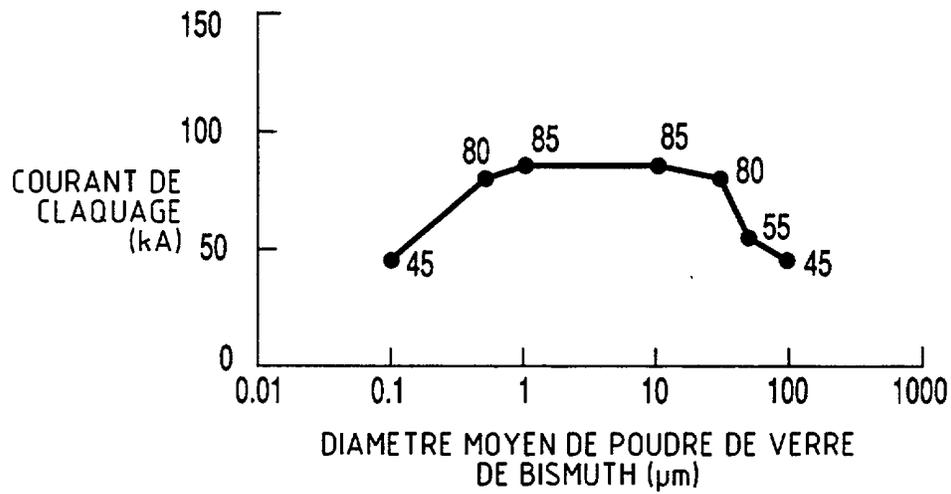


FIG.4

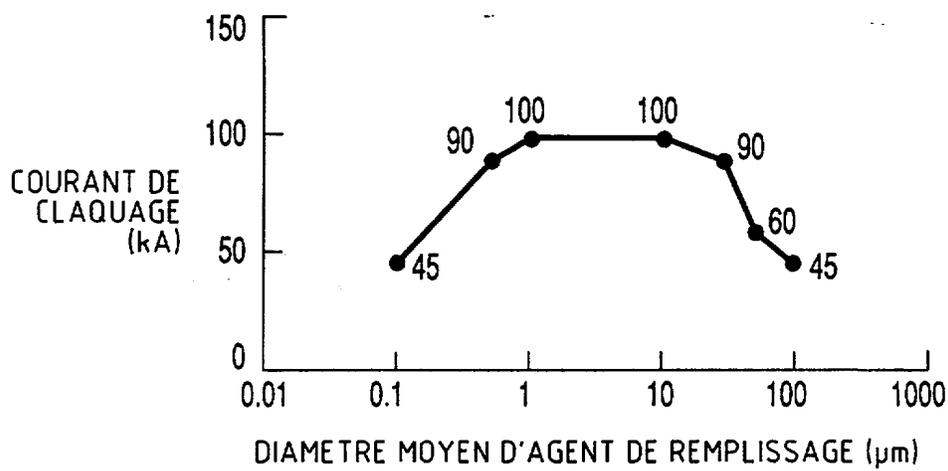


FIG.5