

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **88420094.0**

51 Int. Cl. 4: **H 01 H 85/18**
H 01 H 69/02

22 Date de dépôt: **21.03.88**

30 Priorité: **20.03.87 CA 532649**

43 Date de publication de la demande:
21.09.88 Bulletin 88/38

84 Etats contractants désignés: **DE FR GB IT**

71 Demandeur: **Hydro-Québec**
75, West Dorchester Boulevard
Montreal, Québec (CA)

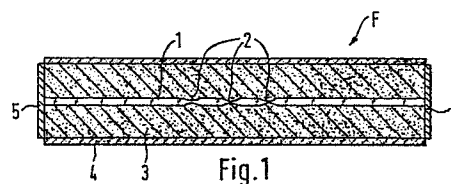
72 Inventeur: **Narancic, Vojislav**
6200, Bois de Coulonges
Ville d'Anjou (Québec) H1K 3Z7 (CA)

Fecteau, Gilles
811, De Châteauguay
Boucherville (Québec) J4B 5H6 (CA)

74 Mandataire: **Maureau, Pierre et al**
Cabinet GERMAIN & MAUREAU Le Britannia - Tour C 20,
Boulevard E. Déruelle
F-69003 Lyon (FR)

54 **Fusible à enveloppe de céramique rigide haute densité et méthode de fabrication de ce fusible.**

57 Ce fusible limiteur de courant (F) haute puissance comporte une enveloppe cylindrique (3) qui entoure de façon serrée un élément fusible métallique (1) sous forme de fil ou de ruban. L'enveloppe cylindrique (3) est fabriquée en une céramique rigide haute densité telle que l'alumine Al_2O_3 et l'oxyde de Beryllium, BeO . Les deux extrémités de l'enveloppe (3) sont métallisées pour former deux terminaux (5,6) reliés respectivement aux extrémités de l'élément fusible (1), de manière à permettre la connexion du fusible limiteur de courant (F) à un circuit électrique à protéger. Une gaine (1) de fibre de verre ou encore de céramique peut être disposée autour de l'enveloppe cylindrique (3) pour ainsi augmenter la rigidité mécanique du fusible (F) limiteur de courant.



Description

"Fusible à enveloppe de céramique rigide haute densité et méthode de fabrication de ce fusible"

La présente invention concerne un fusible limiteur de courant haute puissance comprenant un élément fusible conducteur d'électricité entouré de façon serrée par une enveloppe en un matériau rigide haute densité (non poreux), notamment en céramique. L'invention concerne également une méthode de fabrication d'un tel fusible.

De façon générale, un fusible est un dispositif électrique qui conduit un courant et qui interrompt ce même courant lorsqu'il dépasse une valeur prédéterminée, pour ainsi protéger un circuit électrique contre un courant de trop grande intensité. Les courants de défaut de très grande intensité sont donc interrompus bien avant qu'ils n'atteignent leur amplitude maximale. Un fusible limite par conséquent l'énergie qui pourrait se développer dans un circuit électrique défectueux et l'endommager.

Les fusibles limiteurs de courant haute puissance conventionnels se composent habituellement d'un tube isolant de fibre de verre ou de céramique fermé à chaque extrémité par des couvercles métalliques. Ces couvercles constituent des terminaux qui permettent la connexion du fusible dans un circuit électrique à protéger. Ces fusibles conventionnels renferment aussi un ou plusieurs éléments fusibles conducteurs d'électricité qui se présentent sous forme de fils ou de rubans et qui sont respectivement reliés à leurs deux extrémités aux deux couvercles. Les éléments fusibles sont métalliques et contiennent par exemple de l'argent, du cuivre, de l'aluminium, etc. Ils sont en outre entourés d'un agent extincteur d'arc, généralement du sable de quartz ayant subi un compactage et remplissant le tube isolant.

Au passage d'un courant de défaut à travers un élément fusible, le métal qui le compose atteint son point de fusion en des endroits déterminés par sa géométrie. Il se produit alors un arc électrique de coupure de courant dont la résistance augmente jusqu'à une valeur suffisante pour développer une tension plus élevée que celle de la source. Comme cette tension d'arc est de polarité opposée à celle de la source, le courant de défaut diminue alors jusqu'à une valeur nulle. Les caractéristiques de cette réduction de courant sont intimement liées à la nature de l'agent extincteur d'arc.

A cause de la faible conductivité thermique du sable de quartz, et du remplissage partiel (environ 70%) par le sable de quartz de l'espace intérieur du tube isolant, il résulte une faible dissipation de chaleur lors de la production de l'arc électrique, ce qui augmente le temps de coupure du courant par le fusible et l'énergie développée à l'intérieur de celui-ci. Lors de la production de l'arc, le métal formant l'élément fusible est vaporisé et crée une pression, laquelle forme un canal d'arc dans le sable de quartz plus grand que les dimensions initiales de l'élément fusible. La tension d'arc augmente alors plus lentement, ce qui a pour effet d'augmenter le temps de coupure du courant.

Afin d'améliorer la conductivité thermique et la

rigidité mécanique du sable de quartz, les brevets des Etats-Unis nos. 3.838.375 (FRIND et AL) délivré le 24 septembre 1974, et 4.003.129 (KOCH et AL) délivré le 18 janvier 1977, proposent d'introduire un liant inorganique dans le sable de quartz tout en conservant une certaine porosité. Les résultats obtenus par ce moyen sont supérieurs à ceux des fusibles conventionnels ayant subi un compactage de sable classique.

Un but de la présente invention est d'encore améliorer les caractéristiques de fonctionnement d'un fusible limiteur de courant haute puissance en remplaçant le sable de quartz incluant ou non un liant inorganique par une enveloppe en matériau rigide haute densité, en particulier en céramique, qui entoure de façon serrée l'élément fusible et qui présente une grande résistivité diélectrique à la température élevée de l'arc électrique et une grande résistance aux chocs de pression et de température élevée causés par l'arc.

Plus spécifiquement, la présente invention a pour objet un fusible limiteur de courant comprenant un élément fusible apte à conduire un courant électrique et conçu pour fondre et ainsi interrompre ce courant lorsque ce dernier atteint une valeur prédéterminée, une enveloppe constituée d'un matériau rigide haute densité qui entoure de façon serrée l'élément fusible, et une paire de terminaux montés sur l'enveloppe, reliés entre eux par l'intermédiaire de l'élément fusible, et permettant la connexion de cet élément fusible dans un circuit électrique susceptible de subir une surintensité de courant. Tel que déjà mentionné, le matériau rigide haute densité constituant l'enveloppe présente une grande résistivité diélectrique à la température élevée d'un arc électrique survenant à l'intérieur de l'enveloppe lors de la fusion de l'élément fusible, ainsi qu'une grande résistance à des chocs de pression et de température élevée causés par l'arc électrique.

De préférence, le matériau rigide haute densité constituant l'enveloppe est une céramique telle que l'alumine, Al_2O_3 , et l'oxyde de Beryllium, BeO , qui présente en outre une grande conductivité thermique et une grande chaleur spécifique qui lui permettent d'absorber rapidement la chaleur produite à l'intérieur de l'enveloppe par l'arc électrique.

Tel qu'il sera explicité plus en détail ci-après, les céramiques possédant une grande résistance mécanique ainsi qu'une grande résistance à la température élevée de l'arc électrique favorisent une montée plus rapide de la tension d'arc en comparaison avec les fusibles de l'art antérieur, ce qui cause une interruption beaucoup plus rapide du courant de défaut.

Selon la présente invention, il est également prévu une méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant, caractérisée en ce qu'elle comporte des étapes de production d'un élément fusible apte à conduire un courant électrique et conçu pour fondre et ainsi interrompre ce courant lorsque celui-ci

atteint une valeur donnée, de production d'une enveloppe constituée d'un matériau rigide haute densité et qui définit une cavité de même forme et dimensions que l'élément fusible, d'insertion de l'élément fusible à l'intérieur de la cavité définie par ladite enveloppe de manière à ce que ledit matériau rigide haute densité entoure de façon serrée l'élément fusible, et de montage sur l'enveloppe d'une paire de terminaux reliés entre eux par l'intermédiaire de l'élément fusible et permettant donc la connexion de cet élément fusible dans un circuit électrique susceptible de subir une surintensité de courant. Encore une fois, le matériau rigide haute densité constituant l'enveloppe présente une grande résistivité diélectrique à la température élevée d'un arc électrique survenant à l'intérieur de l'enveloppe lors de la fusion de l'élément fusible, ainsi qu'une grande résistance à des chocs de pression et de température élevée causés par cet arc.

De préférence, l'étape de montage de la paire de terminaux sur l'enveloppe comporte la métallisation de cette enveloppe aux deux extrémités.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'étape de production de l'enveloppe comporte la production de deux pièces complémentaires constituées du matériau rigide haute densité et ayant chacune une surface de contact avec l'autre desdites deux pièces, la surface de contact de l'une de ces deux pièces complémentaires comprenant une rainure de même forme et dimensions que l'élément fusible qui est de forme allongée, et l'étape d'insertion de l'élément fusible consiste à insérer cet élément à l'intérieur de la rainure et à assembler les deux pièces complémentaires en joignant leurs surfaces de contact.

Selon un autre aspect de la présente invention, une méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant comprend une étape de production d'une enveloppe constituée d'un matériau rigide haute densité qui définit une cavité, ce matériau présentant une grande résistivité diélectrique à température élevée ainsi qu'une grande résistance à des chocs de pression interne et de température élevée. Cette méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant comporte en outre des étapes d'injection d'un métal en fusion à l'intérieur de ladite cavité de l'enveloppe pour former un élément fusible apte à conduire un courant électrique et conçu pour fondre et ainsi interrompre ledit courant électrique lorsque ce dernier atteint une valeur donnée, et de montage sur l'enveloppe d'une paire de terminaux reliés entre eux par l'intermédiaire de l'élément fusible, et permettant donc la connexion de cet élément dans un circuit électrique susceptible de subir une surintensité de courant.

Selon un mode de réalisation préféré de cette dernière méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant, l'étape de production de l'enveloppe comporte l'utilisation de pièces de métal à haut point de fusion pour former la cavité de l'enveloppe.

Une gaine de fibre de verre ou encore de céramique peut entourer l'enveloppe du fusible selon l'invention pour ainsi augmenter la rigidité du fusible résultant.

Les avantages et autres caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description non limitative qui suit de modes de réalisation préférés de celle-ci, donnés à titre non limitatif seulement avec référence aux dessins annexés dans lesquels:

La Figure 1 représente une coupe longitudinale d'un fusible selon l'invention, comportant une enveloppe en céramique rigide haute densité qui entoure de façon serrée un élément fusible;

La Figure 2 a) représente l'état physique du fusible de la Figure 1, avant fusion de l'élément fusible;

La Figure 2 b) représente l'état physique du fusible de la Figure 1, après fusion de l'élément fusible;

La Figure 3 présente un oscillogramme typique du fonctionnement du fusible selon l'invention lors d'une interruption de courant;

Les Figures 4, 5 a) et 5 b) sont des courbes qui démontrent les avantages du fusible selon l'invention par rapport aux fusibles de l'art antérieur;

La Figure 6 illustre un premier mode de fabrication de l'enveloppe de céramique du fusible selon l'invention;

La Figure 7 illustre un second mode de fabrication de l'enveloppe de céramique du fusible selon l'invention;

Les Figures 8 a) et 8 b) illustrent un troisième mode de fabrication de l'enveloppe de céramique du fusible selon la présente invention; et

Les Figures 9 et 10 illustrent des modes de fabrication du fusible selon l'invention, dans lesquels l'élément fusible est obtenu par injection de métal en fusion dans une cavité formée à l'intérieur de l'enveloppe de céramique.

Le fusible limiteur de courant haute puissance F selon la présente invention, tel qu'illustré en coupe longitudinale à la Figure 1 des dessins, comporte un élément fusible métallique 1 sous forme de ruban. L'élément fusible 1 comporte au moins une réduction de largeur 2 (trois de ces réductions de largeur étant illustrées sur la Figure 1 pour fins d'exemple) où se produit un arc électrique lors de la fusion de l'élément fusible à cet endroit. Evidemment, les parties de l'élément 1 réduites en largeur sont les premières susceptibles de fusion. A cause de leur section transversale réduite, elles chauffent plus rapidement lorsque soumises à un courant électrique.

Le nombre de réductions de largeur du ruban formant l'élément 1, où se produisent des arcs électriques lors de la fusion de l'élément 1 à ces endroits, peut varier et est sélectionné de façon conventionnelle selon les besoins de l'application prévue. Il est aussi bien connu de remplacer ces réductions de largeur par des perforations pratiquées à travers le ruban métallique constituant l'élément 1.

Les explications ci-dessous se rapportent à un seul arc électrique de coupure de courant. Il est cependant évident que celles-ci s'appliquent à chaque arc électrique lorsque l'élément fusible sous forme de ruban comporte plusieurs réductions de

largeur ou encore plusieurs perforations.

L'élément fusible 1 est entouré de façon serrée par une enveloppe de céramique rigide haute densité (non poreuse) 3. La céramique rigide haute densité utilisée dans la fabrication de l'enveloppe 3 peut être de diverses compositions. Toutefois, les céramiques telles que l'alumine de formule chimique Al_2O_3 , ou l'oxyde de Beryllium de formule chimique BeO , donnent d'excellents résultats. Ces céramiques possèdent en particulier les qualités suivantes:

- a) une très grande résistance aux chocs de pression interne;
- b) une très grande résistance aux chocs de température élevée;
- c) une grande résistivité diélectrique aux températures élevées; et
- d) une conductivité thermique élevée et une grande chaleur spécifique

L'enveloppe de céramique 3 doit avoir des dimensions suffisantes pour lui permettre de résister aux chocs de pression interne et de température élevée causés par la création de l'arc électrique à la coupure du courant, sans craquement ni explosion pour ainsi assurer une grande étanchéité. Elle peut toutefois être de dimension réduite et renforcée par une gaine cylindrique 4 de céramique ou encore de fibre de verre.

Les deux extrémités de l'enveloppe 3 du fusible F sont métallisées tel qu'indiqué par les références 5 et 6. Ces métallisations sont effectuées de façon conventionnelle directement sur la céramique. Il en résulte deux terminaux électriques 5 et 6 qui permettent de connecter le fusible F, plus particulièrement son élément fusible 1, dans un circuit électrique à protéger susceptible de subir une surintensité de courant. Evidemment, lors des métallisations, le métal appliqué entre en contact avec les extrémités de l'élément fusible 1 pour ainsi relier celui-ci entre les terminaux 5 et 6.

La Figure 2 a) illustre l'état physique du fusible F, avant la fusion de l'élément fusible 1, c'est-à-dire en conduction. L'élément fusible 1 est alors entouré de façon serrée par l'enveloppe de céramique 3.

Lors de la fusion de l'élément fusible 1, la très grande température de l'arc électrique de coupure de courant vaporise très rapidement l'élément 1 et forme à l'endroit où se produit l'arc (réduction de largeur du ruban métallique) une pression qui doit être maintenue par la grande étanchéité de l'enveloppe de céramique 3. Cette pression favorise une montée très rapide de la tension d'arc, et lorsque celle-ci atteint une valeur plus élevée que la tension de la source, un courant opposé ramène le courant de défaut très rapidement à une valeur nulle. La condensation des vapeurs métalliques en forme de gouttelettes sur les parois de la céramique assure une bonne isolation électrique entre les terminaux 5 et 6 du fusible, c'est-à-dire entre les bornes créées par les extrémités de l'élément fusible 1 de chaque côté de sa partie fondue et vaporisée.

L'alumine, Al_2O_3 , et l'oxyde de Beryllium, BeO , sont des céramiques qui sont particulièrement bien adaptées pour entrer dans la fabrication du fusible F selon l'invention. En effet, celles-ci sont capables de maintenir la pression produite par l'arc électrique

pour une durée de moins de 200 microsecondes, ce qui permet d'atteindre la valeur crête de la tension d'arc. Dans les quelques millisecondes qui suivent, les surfaces de ces céramiques en contact avec l'arc électrique sont soumises à une température élevée ainsi qu'à une pression encore élevée et une légère partie de celles-ci est portée au point de fusion. Une cavité légèrement plus grande que les dimensions de l'élément fusible est ainsi formée sous l'effet combiné de pression et de température, ce qui favorise la décomposition des gaz produits et offre une distance diélectrique plus grande entre les bornes du fusible créées par la fusion de l'élément 1. La condensation des vapeurs métalliques sur les parois de ces céramiques se fait, tel que déjà mentionné, en multiples gouttelettes de métal séparées les unes des autres d'une distance qui permet une excellente résistance diélectrique lorsque l'arc s'éteint. La grande résistivité diélectrique de ces céramiques à la température élevée de l'arc contribue également au rétablissement diélectrique rapide du fusible F. En outre, leur grande conductivité thermique et leur grande chaleur spécifique permettent à ces céramiques d'absorber rapidement la chaleur produite par l'arc électrique pour ainsi diminuer la température interne du fusible et contribuer à diminuer le temps de coupure du courant.

La Figure 2 b) montre l'état physique du fusible F après la fusion de l'élément 1. La cavité formée à l'emplacement de la partie fondue de l'élément 1 est relativement restreinte, ce qui a permis de maintenir la pression à l'endroit de fusion de l'élément 1.

La Figure 3 présente un oscillogramme typique du fonctionnement d'un fusible F selon l'invention. Cet oscillogramme illustre la montée très rapide de la tension d'arc V suite à la fusion de l'élément fusible 1. L'instant auquel se produit cette fusion est indiqué par la ligne B sur la Figure 3. L'oscillogramme illustre en outre la coupure très rapide du courant de défaut I, dont la valeur maximale est représentée par la ligne A, qui cesse de croître quand la tension d'arc V est au moins égale à la tension de source S. L'oscillogramme de la Figure 3 démontre donc que la capacité de la céramique rigide haute densité à supporter les chocs de pression et de température élevée, qui permet à l'enveloppe 3 de maintenir la pression au point de création de l'arc à la coupure du courant, assure une montée très rapide de la tension d'arc V comparativement aux fusibles de l'art antérieur, d'où provient l'efficacité d'interruption du courant de défaut I et, tel qu'il sera explicité plus en détail ci-après, une réduction substantielle de l'intégrale de joule (intégrale en fonction du temps du terme I^2t) du fusible F.

Tel qu'également illustré par la Figure 3, l'écart entre la valeur maximale du courant représentée par la ligne A et celle du courant coupé à l'instant du début de l'arc représenté par la ligne B est inférieur à 10%. Lorsque le courant de défaut cesse d'augmenter et se renverse, la tension d'arc V cesse également d'augmenter. En conséquence, en ce qui concerne le fusible F selon l'invention, la montée rapide de la tension d'arc V ne signifie pas seulement une limitation très rapide du courant de

défaut I, mais aussi une limitation de la valeur crête de la tension d'arc développée. Des essais ont démontré que cette surtension est grandement réduite comparativement aux fusibles rapides de l'art antérieur utilisant par exemple le sable de quartz avec ou sans liant inorganique.

La Figure 4 est une série comparative de courbes qui illustrent le fonctionnement du fusible selon l'invention par rapport à ceux de l'art antérieur qui utilisent comme agent extincteur d'arc du sable de quartz aggloméré ou non. Il est à noter que les trois fusibles comportent des éléments fusibles sensiblement identiques.

Dans la Figure 4, la courbe C illustre la pente d'un courant de défaut présumé, appliqué à l'instant t_0 aux différents fusibles. La courbe C représente en fait un courant de court-circuit et son évolution en fonction du temps, s'il n'était pas interrompu. L'élément fusible de chaque fusible fond à un même instant t_1 .

La courbe D de la Figure 4 illustre l'évolution du courant dans un fusible traditionnel utilisant comme agent extincteur d'arc du sable de quartz ayant subi un compactage, mais non aggloméré. Cette courbe D démontre qu'avec de tels fusibles, le courant de défaut augmente progressivement après la fusion de l'élément fusible, puis diminue lentement pour atteindre une valeur nulle à l'instant t_2 . Ce phénomène est dû, tel que démontré par la courbe E, à l'augmentation plutôt lente de la tension d'arc dans un tel fusible et aussi à la valeur crête relativement faible de cette tension d'arc.

La courbe R illustre l'évolution du courant de défaut en fonction du temps obtenu avec le fusible décrit dans le brevet des Etats-Unis no. 3.838.375 (FRIND et AL). Cette courbe R démontre bien qu'un fusible qui utilise comme agent extincteur d'arc un sable de quartz aggloméré à l'aide d'un liant inorganique assure une meilleure protection contre les surintensités de courant qu'un fusible utilisant du sable de quartz non aggloméré. Puisque l'énergie transmise au circuit protégé correspond à l'intégrale en fonction du temps de t_0 à t_2 du terme I^2t (intégrale de joule), I représentant tel que déjà mentionné le courant de défaut, il est donc évident que le fusible du brevet no. 3.838.375 (FRIND et AL) réduit de façon considérable l'énergie transmise au circuit protégé, en comparaison avec ceux utilisant comme agent extincteur d'arc du sable de quartz non aggloméré. Ceci résulte de l'augmentation beaucoup plus rapide de la tension d'arc du fusible selon le brevet américain no. 3.838.375 et de la valeur crête plus élevée de cette tension (voir courbe G de la Figure 4). Il se produit donc une réduction immédiate et progressive du courant à travers l'élément fusible, et ce jusqu'à ce que le courant soit interrompu au temps t_2 .

L'évolution du courant de défaut en fonction du temps dans un fusible selon l'invention est représentée par la courbe S de la Figure 4. La courbe S démontre de façon évidente la supériorité fondamentale du fusible F selon la présente invention. Cette amélioration est apportée par l'enveloppe de céramique rigide haute densité pour les différentes raisons explicitées ci-dessus, et ce sans augmenta-

tion excessive de la tension d'arc V (voir Figure 3). Donc, la réduction appréciable de l'intégrale de joule et la faible augmentation de tension d'arc présentent des avantages indéniables du fusible F.

Aux Figures 5 a) et 5 b), on compare deux fusibles, l'un utilisant comme agent extincteur d'arc du sable de quartz non aggloméré (correspondant à la courbe de gauche) et l'autre utilisant une enveloppe de céramique rigide haute densité en accord avec la présente invention (correspondant à la courbe de droite).

Dans la Figure 5 a) des dessins, les courbes H et I représentent l'évolution du courant dans un fusible avec sable de quartz non aggloméré, et dans un fusible selon l'invention, respectivement, les deux fusibles possédant des éléments fusibles sensiblement identiques et les lignes verticales 9 et 10 indiquent l'instant de fusion de l'élément fusible pour les deux modèles de fusibles. La partie hachurée de la courbe I montre la réduction de l'intégrale de joule totale dans le fusible F selon l'invention.

Dans le cas où la réduction de l'intégrale de joule est d'importance secondaire, la masse de l'élément fusible métallique 1 peut être augmentée pour retarder la fusion. Cette façon de procéder augmente la valeur maximale du courant coupé et augmente ainsi l'intégrale de joule. Dans la Figure 5 b), on présente l'évolution du courant en fonction du temps dans deux types de fusibles, celui selon l'invention (courbe K) et un fusible classique avec sable de quartz non aggloméré (courbe J). La masse de l'élément fusible 1 du fusible F selon l'invention (courbe K) a été augmentée par rapport à celle de l'élément fusible du fusible conventionnel de sorte que les deux fusibles possèdent des intégrales de joule totales identiques. Le fusible F selon l'invention, (courbe K) offre alors une intégrale de joule préarc de deux à trois fois plus grande que celle du fusible conventionnel (courbe J), ce qui présente un avantage important puisque l'augmentation de l'intégrale de joule totale est nulle. A noter que dans la Figure 5 b), les lignes verticales 11 et 12 indiquent l'instant de fusion des éléments fusibles des fusibles conventionnels et selon l'invention, respectivement.

Il convient ici de mentionner que lors de la détermination de la masse de l'élément fusible pour obtenir une certaine intégrale de joule totale, il faut tenir compte de la grande conductivité thermique et de la grande chaleur spécifique de la céramique rigide haute densité utilisée. En effet, l'élément fusible 1 étant placé en contact avec la céramique, celle-ci assure une température plus faible de l'élément fusible 1 en service continu (conduction). Lorsque survient un courant de défaut, la fusion de l'élément 1 est retardée grâce à la grande masse céramique de l'enveloppe 3 qui absorbe et diffuse la chaleur.

L'obtention d'une intégrale de joule préarc plus grande tout en conservant une intégrale de joule postarc faible (Figure 5 b)), est recherchée pour certaines applications et présente donc un avantage certain. Une telle augmentation de l'intégrale de joule préarc permet en particulier de protéger plus efficacement les circuits de moteurs et de transformateurs sans fonctionnement intempestif du fusible

lors de l'enclenchement.

Le fusible F selon l'invention présente une autre propriété intéressante, à savoir de pouvoir protéger des circuits à courant continu. En effet, des essais ont confirmé que l'efficacité de coupure d'un courant continu du fusible F est plus élevée que celle des fusibles de l'art antérieur. Une application du fusible selon l'invention pour la protection de batteries de condensateurs de grande puissance serait donc possible. Une autre application du fusible F serait la protection de circuits à semi-conducteurs, grâce à sa faible intégrale de joule et sa faible surtension d'arc.

Un autre avantage du fusible F selon l'invention est sa grande résistance aux chocs mécaniques. Il est bien connu que la résistance aux chocs mécaniques des fusibles haute puissance classiques dépend de la compactisation du sable de quartz ou autre matériau granulaire non aggloméré entourant l'élément fusible. Des chocs mécaniques répétés peuvent en effet endommager le ou les éléments fusibles, surtout dans les fusibles classiques de faibles calibres. Comme dans le fusible F selon l'invention, toutes les parties forment une masse rigide et compacte, la rupture des minces éléments fusibles est donc évitée.

La fabrication d'enveloppes en céramique haute densité telle que l'alumine, Al_2O_3 , et l'oxyde de Beryllium, BeO , exige une pression et une température élevée, soit plus de $1100^\circ C$. Il est impossible, par conséquent, d'insérer directement l'élément fusible métallique 1 lors de cette fabrication, à cause de sa température de fusion relativement faible.

Par conséquent, des pièces de céramique sont plutôt formées préalablement avec un espace prévu pour recevoir l'élément fusible 1, ces pièces étant ensuite cimentées ensemble puis soumises à une cuisson à température réduite pour former l'enveloppe 3.

Un premier mode de fabrication de l'enveloppe 3 est illustré à la Figure 6 des dessins. Deux pièces complémentaires allongées 13 et 14 en céramique rigide haute densité et de section transversale en forme de demi-lune sont tout d'abord produites. Une rainure longitudinale 14' est formée dans la surface plane de la pièce 14, cette rainure épousant la forme de l'élément fusible 1. Lorsque l'élément 1 a été inséré dans la rainure 14', les surfaces planes des pièces 13 et 14 sont jointes à l'aide d'un ciment céramique inorganique. Les pièces 13 et 14 ainsi réunies sont par la suite soumises à une pression mécanique pour bien les serrer l'une contre l'autre, puis cuites dans un four à une température plus faible que le point de fusion de l'élément métallique 1. Il en résulte une enveloppe cylindrique rigide et étanche.

La Figure 7 illustre un second mode de fabrication de l'enveloppe de céramique 3. Une tige cylindrique 15 ainsi qu'un tube 16, tous deux en céramique rigide haute densité telle que l'alumine, Al_2O_3 , et l'oxyde de Beryllium, BeO , sont préalablement produites, la tige 15 comprenant une rainure longitudinale 15'. La rainure 15' épouse encore une fois la forme de l'élément 1. Lorsque l'élément métallique 1 a été inséré dans la rainure 15', l'ensemble tige

15 - élément 1 est alors glissé à l'intérieur du tube 16, tel qu'indiqué par la flèche 49. La différence entre le diamètre interne du tube 16 et le diamètre externe de la tige 15 ne laisse qu'un espace entre ces tige et tube destiné à être rempli avec un ciment inorganique pour céramique approprié. L'ensemble est par la suite placé dans un four pour cuisson à une température plus faible que le point de fusion de l'élément fusible, afin de former une enveloppe cylindrique de céramique étanche et très rigide.

Une autre méthode de fabrication de l'enveloppe 3 du fusible F selon l'invention est illustrée aux Figures 8 a) et 8 b) des dessins. Dans ce cas, on produit préalablement un tube 17 et plusieurs éléments cylindriques 18 de faible longueur en une céramique rigide haute densité. Une rainure ayant une portion longitudinale et une portion transversale est formée sur le côté et à une extrémité de chaque élément cylindrique 18. Encore une fois, la rainure de chaque élément cylindrique 18 épouse la forme de l'élément fusible 1. L'enveloppe de céramique de la Figure 8 présente l'avantage de pouvoir séparer deux réductions de section transversale successives 2 de l'élément fusible 1 par au moins un élément cylindrique 18 lorsque ces réductions de section sont positionnées dans l'axe géométrique de l'enveloppe cylindrique tel qu'illustré à la Figure 8 b). De cette façon, les arcs électriques se produisant dans le fusible F lors de la fusion de l'élément 1 aux emplacements de ces réductions de section sont séparés l'un de l'autre par au moins un des éléments cylindriques 18. Les éléments cylindriques 18 sont insérés bout à bout dans le tube 17 avec l'élément fusible 1 et reliés ensemble et au tube 17 à l'aide d'un ciment inorganique approprié. L'ensemble est alors soumis à une cuisson à une température plus faible que le point de fusion de l'élément métallique 1 pour former une enveloppe cylindrique rigide et étanche.

La Figure 9 illustre deux pièces complémentaires 19 et 20 qui, lorsqu'assemblées, forment une tige cylindrique de céramique rigide haute densité. Cette tige est ensuite insérée à l'intérieur d'un cylindre 22 formé à l'intérieur d'une pièce cylindrique 21 également de céramique rigide haute densité.

Lorsqu'assemblées, les pièces 19 et 20 définissent une cavité 28. Du métal en fusion 23 peut être injecté dans la cavité 28 pour former l'élément fusible. Une force centrifuge peut être utilisée pour s'assurer que le métal en fusion remplisse complètement la cavité, sans laisser aucun vide. Dans la Figure 9, l'élément fusible a la forme d'un ruban comprenant plusieurs perforations circulaires.

Les pièces 19, 20 et 21 sont réunies à l'aide d'un ciment inorganique, puis traitées thermiquement pour former une enveloppe étanche et rigide. Les pièces 19 et 20 sont réunies à l'aide du ciment inorganique avant l'injection de métal. L'assemblage des pièces 19 et 20 ainsi réunies avec la pièce 21 et tout traitement thermique de ces pièces peut avoir lieu soit avant, soit après l'injection de métal. Si le traitement thermique a lieu après l'injection de métal, on doit se rappeler que celui-ci doit être réalisé à une température inférieure au point de fusion du métal de l'élément fusible.

La pièce cylindrique 21 comporte trois cylindres tels que 22 pour recevoir trois tiges telles que 19, 20, pour ainsi former un fusible avec trois éléments fusibles identiques.

Des métaux à haut point de fusion tel que le tungstène peuvent être utilisés dans la fabrication de l'enveloppe 3 rigide haute densité pour former la cavité nécessaire à l'insertion de l'élément fusible 1. Un ruban ou fil de tungstène de même forme que l'élément fusible est inséré dans la céramique lors de sa fabrication. Après le formage et le frittage de la céramique à température et pression élevées, le ruban ou fil de tungstène est retiré et du métal en fusion est injecté dans la cavité ainsi formée pour constituer un élément fusible.

La Figure 10 illustre l'utilisation de plusieurs fils de tungstène pour former plusieurs cavités filiformes parallèles de section uniforme telles que 29 à l'intérieur d'une tige de céramique rigide haute densité 25. Après que les fils de tungstène aient été retirés, du métal en fusion 24 est injecté dans chaque cavité 29, pour former un élément fusible. Bien entendu, le diamètre de chaque cavité 29 est choisi selon les caractéristiques requises du fusible. Encore une fois, une force centrifuge peut être utilisée pour éviter la formation de tout vide dans la cavité lors de l'injection du métal en fusion. La tige 25 peut éventuellement être insérée dans un cylindre 27 formé dans une pièce cylindrique de céramique rigide haute densité 26, et reliée à celui-ci à l'aide d'un ciment inorganique soit avant soit après l'injection de métal. Encore une fois, la tige 25 et la pièce cylindrique 26 ainsi réunies sont soumises à un traitement thermique pour former une enveloppe rigide et étanche, avant ou après l'injection de métal en fusion.

Tout comme dans le cas de la Figure 9, la pièce cylindrique 26 est munie de trois cylindres tels que 27 pour recevoir trois tiges telles que 25 contenant chacune plusieurs éléments fusibles.

Selon l'enseignement ci-dessus, il devient facile de concevoir que l'élément fusible 1 des modes de réalisation présentés par les Figures 6 et 7 peut être manufacturé par injection de métal en fusion.

Une fois la fabrication de l'enveloppe de céramique rigide haute densité complétée, celle-ci entourant de façon serrée le ou les éléments fusibles, les deux extrémités de cette enveloppe sont métallisées pour former deux terminaux (par exemple les terminaux 5 et 6 de la Figure 1) respectivement reliés aux deux extrémités de l'élément ou des éléments fusibles.

Par la suite, une gaine cylindrique telle que 4 (Figure 1) peut être disposée sur l'enveloppe de céramique. Cette gaine est constituée de céramique ou de fibre de verre et a pour fonction d'augmenter la rigidité mécanique du fusible F.

Bien que la présente invention ait été décrite à l'aide de modes de réalisation préférés de celle-ci, toute modification de ces modes de réalisation peut être réalisée, à condition de respecter l'étendue des revendications ci-jointes, sans altérer ou changer la nature de la présente invention.

Revendications

1.- Fusible limiteur de courant (F) comprenant un élément fusible (1) apte à conduire un courant électrique (I) et conçu pour fondre et ainsi interrompre ledit courant électrique (I) lorsque ce dernier atteint une valeur prédéterminée, caractérisé en ce qu'il comporte une enveloppe (3) constituée d'un matériau rigide haute densité qui entoure de façon serrée l'élément fusible (1), ledit matériau présentant une grande résistivité diélectrique à la température élevée d'un arc électrique survenant à l'intérieur de l'enveloppe lors de la fusion dudit élément (1), ainsi qu'une grande résistance à des chocs de pression et de température élevée causés par ledit arc électrique et une paire de terminaux (5,6) montés sur ladite enveloppe (3) et reliés entre eux par l'intermédiaire de l'élément fusible (1), lesdits terminaux (5,6) permettant la connexion de l'élément fusible (1) dans un circuit électrique susceptible de subir une surintensité de courant.

2.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit matériau rigide haute densité constituant l'enveloppe (3) est une céramique.

3.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit matériau présente en outre une grande conductivité thermique et une grande chaleur spécifique pour absorber rapidement la chaleur produite à l'intérieur de ladite enveloppe (3) par l'arc électrique.

4.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit matériau rigide haute densité constituant l'enveloppe (3) est une céramique.

5.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite céramique est de l'alumine de formule chimique Al_2O_3 .

6.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite céramique est de l'oxyde de Béryllium de formule chimique BeO .

7.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit élément fusible (1) est de forme allongée et en ce que ladite enveloppe (3) est formée de deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) ayant chacune une surface de contact avec l'autre desdites deux pièces, une rainure (14' ; 15') de même forme et dimensions que l'élément fusible (1) étant pratiquée dans la surface de contact de l'une (14 ; 15) des deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16).

8.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites surfaces de contact des deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) sont jointes ensemble

après que l'élément fusible (1) ait été inséré dans ladite rainure (14' ; 15').

9.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites surfaces de contact des deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) sont jointes ensemble à l'aide d'un ciment inorganique et lesdites deux pièces complémentaires (13,14 ; 15, 16) sont par la suite soumises à un traitement thermique pour former une enveloppe (3) rigide et étanche.

10.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit élément fusible (1) est de forme allongée et en ce que ladite enveloppe (3) comporte une partie tubulaire (16) et une tige (15), ladite tige (15) ayant deux extrémités et comportant une rainure (15') reliant les deux extrémités de la tige (15), ladite rainure (15') étant de même forme et dimensions que l'élément fusible (1), ladite tige (5) étant montée à l'intérieur de ladite partie tubulaire (16) après que ledit élément fusible (1) ait été inséré dans ladite rainure (15').

11.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 10, caractérisé en ce que ladite tige (15) est fixée à l'intérieur de ladite partie tubulaire (16) à l'aide d'un ciment inorganique, ladite (15) et ladite partie tubulaire (16) étant alors soumises à un traitement thermique pour former une enveloppe (3) rigide et étanche.

12.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit élément fusible (1) est de forme allongée et en ce que ladite enveloppe (3) comporte une partie tubulaire (17) et une pluralité d'éléments cylindriques (18) de faible longueur, lesdits éléments cylindriques (18) comprenant des rainures qui épousent la forme de l'élément fusible (1) et qui sont positionnées sur lesdits éléments cylindriques (18) de sorte que l'élément fusible (1) suive un trajet non linéaire lorsqu'inséré dans les rainures desdits éléments cylindriques (18) montés bout à bout à l'intérieur de la partie tubulaire (17) de l'enveloppe (3).

13.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 12, caractérisé en ce que ladite partie tubulaire (17) et lesdits éléments cylindriques (18) sont joints ensemble à l'aide d'un ciment inorganique, puis soumis à un traitement thermique pour former une enveloppe (3) à la fois rigide et étanche.

14.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit élément fusible (1) comporte plusieurs réductions (2) de section transversale et en ce que chaque paire de réductions (2) de section transversale successives sont séparées l'une de l'autre par au moins un desdits éléments cylindriques (18) de faible longueur.

15.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 12, caractérisé en ce que chaque élément cylindrique (18) de faible longueur comporte deux surfaces planes d'extrémités substantiellement parallèles et une surface substantiellement cylindrique reliant entre elles

lesdites deux surfaces planes et en ce que chaque élément cylindrique (18) comporte une rainure longitudinale pratiquée dans sa surface cylindrique et une rainure transversale pratiquée dans l'une de ses surfaces planes, lesdites rainures longitudinale et transversale communiquant l'une avec l'autre.

16.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une gaine (4) recouvrant l'enveloppe (3) pour ainsi augmenter la rigidité mécanique de ladite enveloppe (3).

17.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 16, caractérisé en ce que ladite gaine (4) est en fibre de verre.

18.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 16, caractérisé en ce que ladite gaine (4) est en céramique.

19.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite enveloppe (3) est métallisée en deux endroits différents pour former ladite paire de terminaux (5,6).

20.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite enveloppe (3) comprend une tige (19,20 ; 25) entourant de façon serrée au moins un élément fusible et une partie externe (21 ; 26) définissant une cavité (22 ; 27) pour recevoir ladite tige (19,20 ; 25).

21.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite enveloppe (3) comprend plusieurs tiges (19,20 ; 25) entourant chacune de façon serrée au moins un élément fusible et une partie externe (21 ; 26) définissant des cavités (22 ; 27) pour recevoir lesdites tiges (19,20 ; 25).

22.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites deux pièces complémentaires (13, 14) sont de forme allongée et ont une section transversale en forme de demi-lune.

23.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites surfaces de contact des deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) sont jointes pour définir une cavité de même forme et dimensions que l'élément fusible (1), ledit élément fusible (1) étant formé par injection de métal en fusion dans ladite cavité.

24.- Fusible limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite enveloppe (3) définit une cavité (28,29) de même forme et dimensions que l'élément fusible (1), ledit élément fusible (1) étant formé par injection d'un métal en fusion (23 ; 24) dans ladite cavité (28 ; 29).

25.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F), caractérisée en ce qu'elle comporte les étapes suivantes :

produire un élément fusible (1) apte à conduire un courant électrique (I) et conçu pour fondre et ainsi interrompre ledit courant électrique (I) lorsque ce dernier atteint une valeur donnée,

produire une enveloppe (3) constituée d'un matériau rigide haute densité et qui définit une cavité de même forme et dimensions que l'élément fusible (1), ledit matériau présentant une grande résistivité diélectrique à la température élevée d'un arc électrique survenant à l'intérieur de l'enveloppe (3) lors de la fusion dudit élément (1), ainsi qu'une grande résistance à des chocs de pression et de température élevée causés par ledit arc électrique,

insérer ledit élément fusible (1) à l'intérieur de la cavité définie par ladite enveloppe (3) de manière à ce que ledit matériau rigide haute densité entoure de façon serrée ledit élément fusible (1) et

monter sur ladite enveloppe (3) une paire de terminaux (5,6) reliés entre eux par l'intermédiaire de l'élément fusible (1), lesdits terminaux (5,6) permettant la connexion de l'élément fusible (1) dans un circuit électrique susceptible de subir une surintensité de courant.

26.- Méthode de fabrication selon la revendication 25, caractérisée en ce que ledit matériau rigide haute densité est une céramique.

27.- Méthode de fabrication selon la revendication 26, caractérisée en ce que ladite céramique comporte de l'alumine de formule chimique Al_2O_3 .

28.- Méthode de fabrication selon la revendication 26, caractérisée en ce que ladite céramique comporte de l'oxyde de Béryllium de formule chimique BeO .

29.- Méthode de fabrication selon la revendication 25, caractérisée en ce que ladite étape de montage de la paire de terminaux (5,6) sur l'enveloppe (3) comporte la métallisation de ladite enveloppe (3) en deux endroits différents.

30.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F) selon la revendication 25, caractérisée en ce que

ledit élément fusible (1) est de forme allongée,

ladite étape de production de l'enveloppe (3) comporte la production de deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) constituées dudit matériau rigide haute densité et ayant chacune une surface de contact avec l'autre desdites deux pièces, la surface de contact de l'une desdites deux pièces complémentaires (14 ; 15) comprenant une rainure (14' ; 15') de même forme et dimensions que l'élément fusible (1), et

ladite étape d'insertion de l'élément fusible (1) consiste à insérer ledit élément fusible à l'intérieur de ladite rainure (14' ; 15') et à assembler les deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) en joignant leurs surfaces de contact.

31.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F) selon la revendication 26, caractérisée en ce que

ledit élément fusible (1) est de forme allongée,

ladite étape de production de l'enveloppe (3) comporte la production de deux pièces

complémentaires (13,14 ; 15,16) constituées de ladite céramique et ayant chacune une surface de contact avec l'autre desdites deux pièces, la surface de contact de l'une desdites deux pièces complémentaires (14,15) comprenant une rainure (14',15') de même forme et dimensions que l'élément fusible (1), et

ladite étape d'insertion de l'élément fusible (1) consiste à insérer ledit élément fusible à l'intérieur de ladite rainure (14' ; 15') et à assembler les deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16), cet assemblage consistant à (a) joindre lesdites deux surfaces de contact des deux pièces complémentaires (14,14 ; 15,16) à l'aide d'un ciment inorganique et (b) soumettre lesdites deux pièces complémentaires (14,14 ; 15,16) ainsi jointes à une pression pour bien appuyer l'une contre l'autre lesdites deux surfaces de contact et à un traitement thermique à une température plus faible que le point de fusion de l'élément fusible (1) pour ainsi former une enveloppe (3) rigide et étanche.

32.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F) selon la revendication 26, caractérisée en ce que

ledit élément fusible (1) est de forme allongée,

ladite étape de production de l'enveloppe (3) comporte la production de deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) constituées de ladite céramique et ayant chacune une surface de contact avec l'autre desdites deux pièces, la surface de contact de l'une desdites deux pièces complémentaires (14 ; 15) comprenant une rainure (14' ; 15') de même forme et dimensions que l'élément fusible (1) et

ladite étape d'insertion de l'élément fusible consiste à insérer ledit élément fusible à l'intérieur de ladite rainure (14' ; 15') et à assembler les deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16), cet assemblage consistant à (a) joindre lesdites deux surfaces de contact des deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) à l'aide d'un ciment inorganique et (b) soumettre lesdites deux pièces complémentaires (14,14 ; 15,16) ainsi jointes à un traitement thermique à une température plus faible que le point de fusion de l'élément fusible (1) pour ainsi former une enveloppe (3) rigide et étanche.

33.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F) selon la revendication 26, caractérisée en ce que

ledit élément fusible (1) est de forme allongée,

ladite étape de production de l'enveloppe de céramique comporte la production d'une partie tubulaire (17) et d'une pluralité d'éléments cylindriques (18) de faible longueur, lesdits éléments cylindriques (18) comprenant des rainures qui épousent la forme de l'élément fusible (1) et qui sont positionnées sur lesdits éléments cylindriques (18) de sorte que l'élément fusible (1) suive un trajet non linéaire lorsqu'inséré dans les rainures desdits éléments cylindriques (18) montés bout à bout à

l'intérieur de ladite partie tubulaire (17), et

ladite étape d'insertion de l'élément fusible (1) consiste à (a) insérer l'élément fusible dans les rainures desdits éléments cylindriques (18) et positionner bout à bout lesdits éléments cylindriques accompagnés de l'élément fusible (1) à l'intérieur de la partie tubulaire (17), (b) joindre lesdits éléments cylindriques (18) et la partie tubulaire (17) à l'aide d'un ciment inorganique et (c) soumettre lesdits éléments cylindriques (18) et la partie tubulaire (17) ainsi joints à un traitement thermique à une température plus faible que le point de fusion de l'élément fusible (1) pour ainsi former une enveloppe rigide (3) et étanche.

34.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F), caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes suivantes :

produire une enveloppe (3) constituée d'un matériau rigide haute densité qui définit une cavité (28 ; 29), ledit matériau présentant une grande résistivité diélectrique à température élevée, ainsi qu'une grande résistance à des chocs de pression interne et de température élevée,

injecter un métal en fusion (23 ; 24) à l'intérieur de ladite cavité (28 ; 29) de l'enveloppe pour former un élément fusible (1) apte à conduire un courant électrique (I) et conçu pour fondre et ainsi interrompre ledit courant électrique (I) lorsque ce dernier atteint une valeur donnée et

monter sur ladite enveloppe une paire de terminaux (5,6) reliés entre eux par l'intermédiaire de l'élément fusible (1), lesdits terminaux (5,6) permettant la connexion de l'élément fusible (1) dans un circuit électrique susceptible de subir une surintensité de courant.

35.- Méthode de fabrication selon la revendication 34, caractérisée en ce que ledit matériau rigide haute densité est une céramique.

36.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F) selon la revendication (35), caractérisée en ce que ladite étape de production de l'enveloppe (3) comporte l'utilisation d'au moins une pièce de métal à haut point de fusion pour former ladite cavité (29) de l'enveloppe (3).

37.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F) selon la revendication 34, caractérisée en ce que

ledit élément fusible (1) est de forme allongée,

ladite étape de production de l'enveloppe (3) comporte la production de deux pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) constituées dudit matériau rigide haute densité et ayant chacune une surface de contact avec l'autre desdites deux pièces, la surface de contact de l'une desdites deux pièces complémentaires (14 ; 15) comprenant une rainure (14' ; 15') de même forme et dimensions que l'élément fusible (1) et

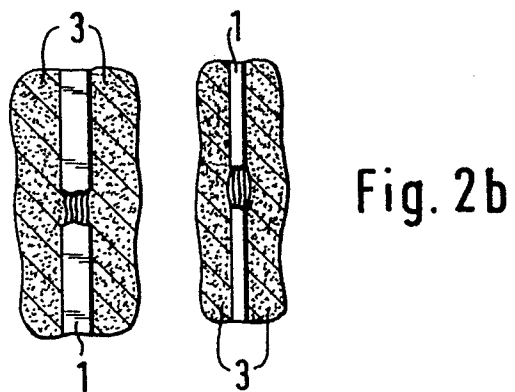
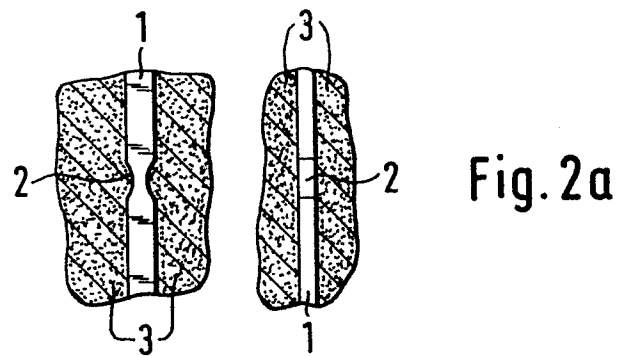
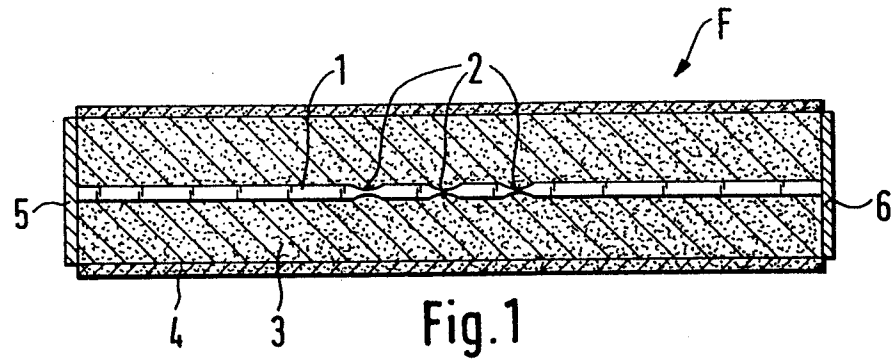
ladite étape de production de l'enveloppe comporte en outre l'assemblage des deux

pièces complémentaires (13,14 ; 15,16) qui consiste à joindre leurs surfaces de contact.

38.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F) selon la revendication 25, caractérisée en ce que ledit matériau rigide haute densité présente en outre une grande conductivité thermique et une grande chaleur spécifique pour absorber rapidement la chaleur produite à l'intérieur de ladite enveloppe (3) par l'arc électrique.

39.- Méthode de fabrication d'un fusible limiteur de courant (F) selon la revendication 34, caractérisée en ce que ledit matériau rigide haute densité présente en outre une grande conductivité thermique et une grande chaleur spécifique.

0283414



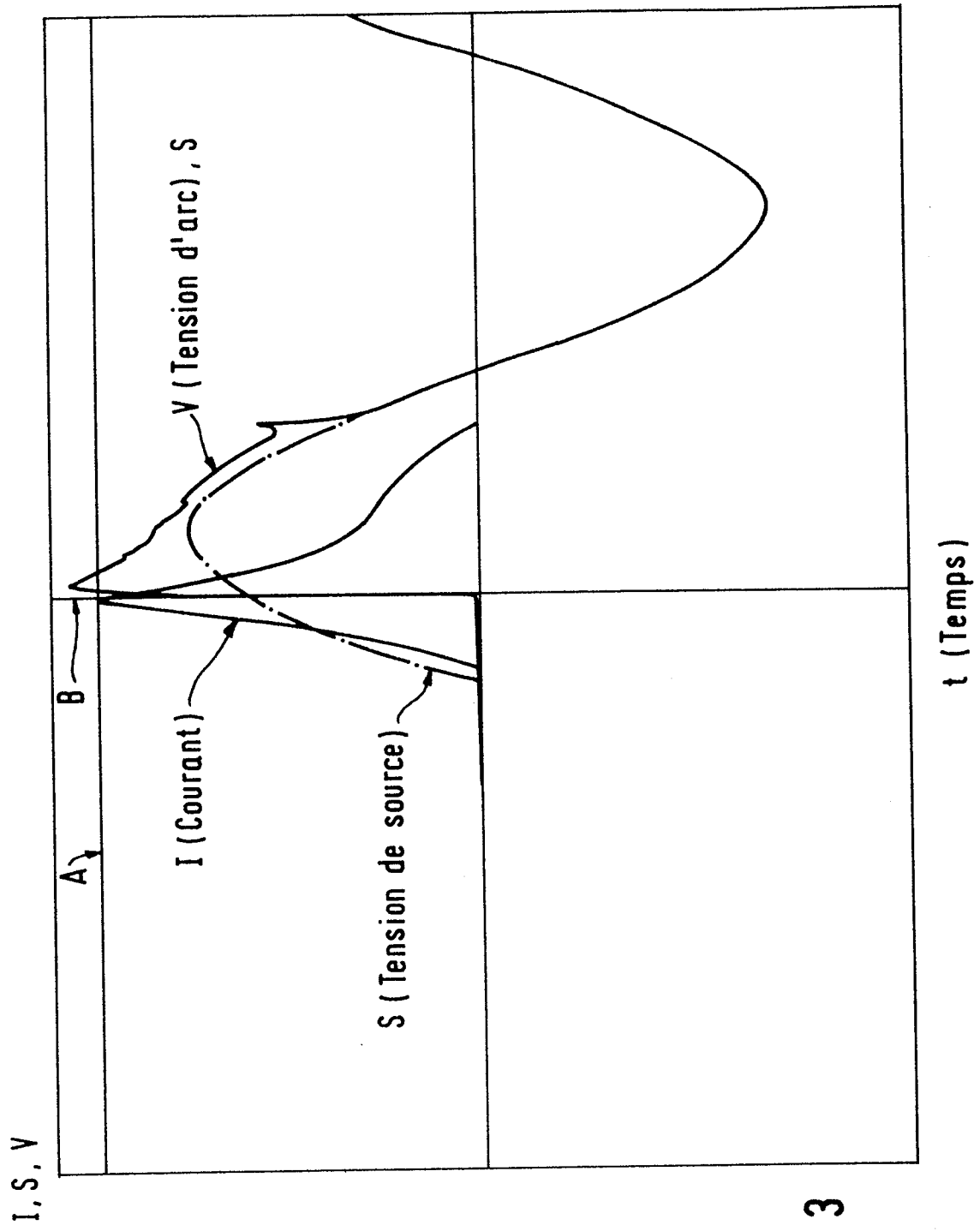
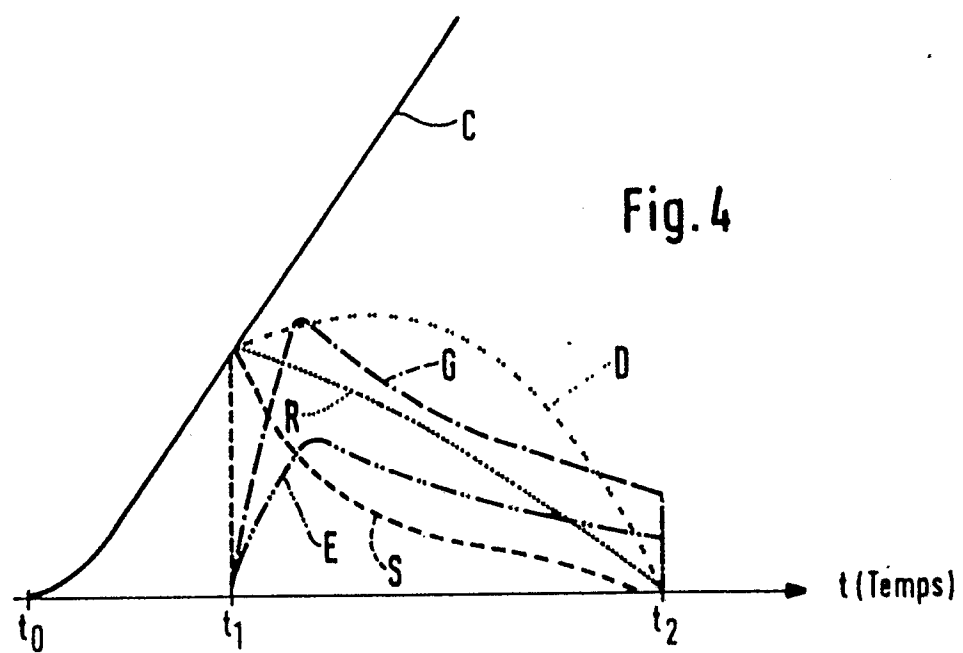


FIG. 3



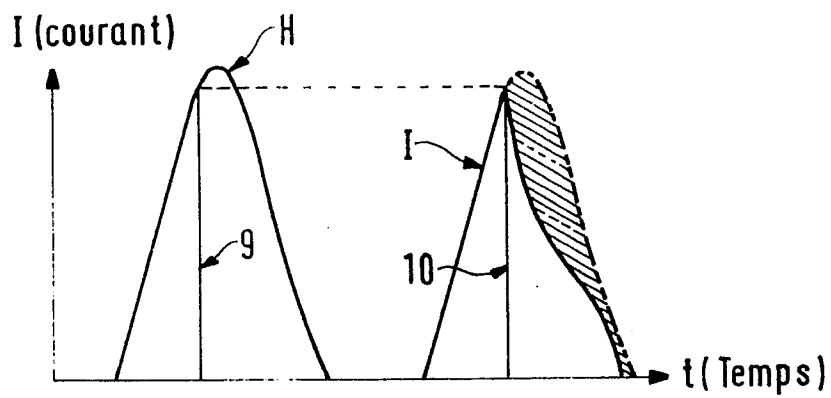


Fig. 5a

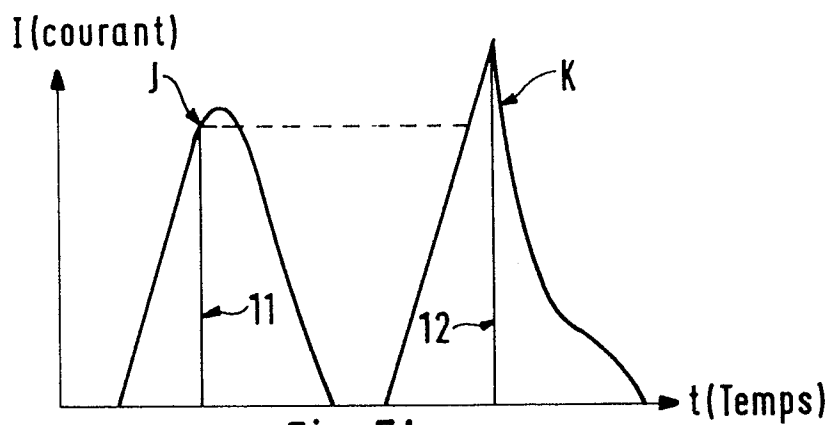


Fig. 5b

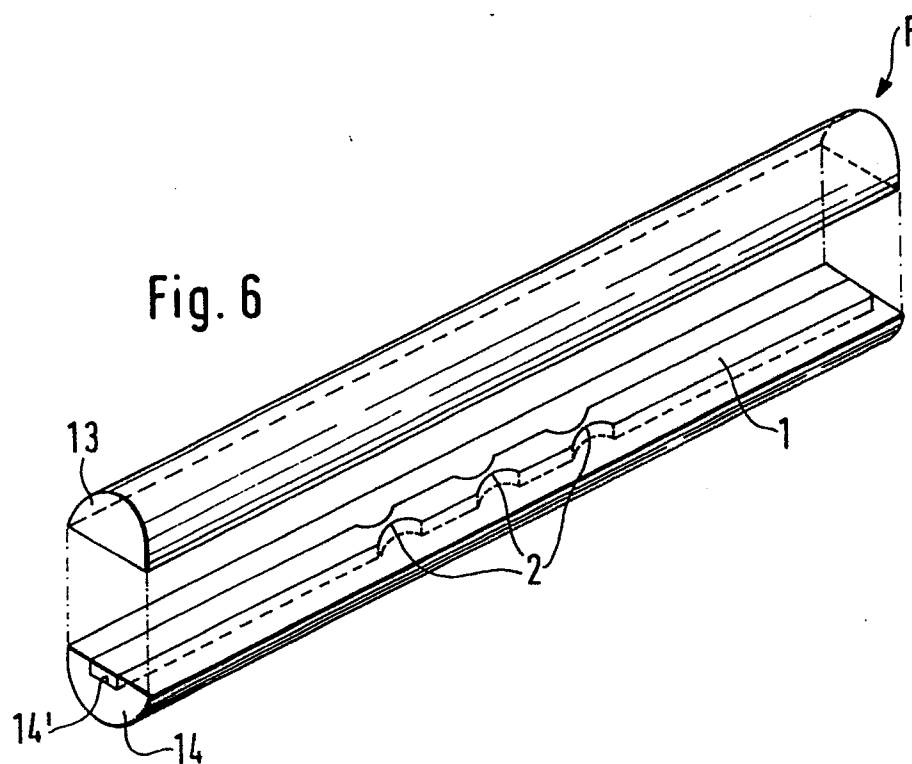


Fig. 6

0283414

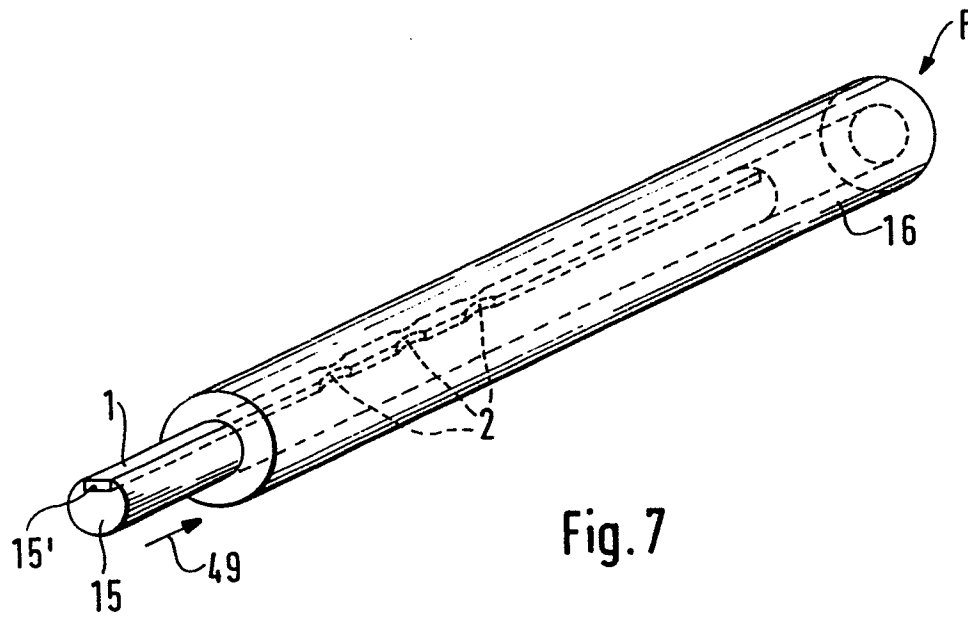


Fig. 7

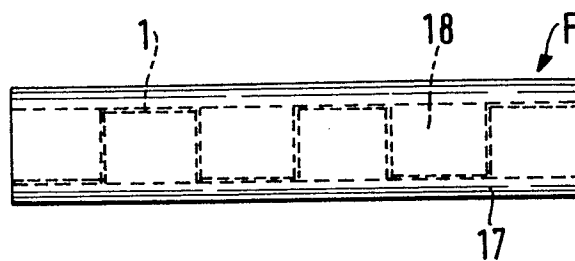


Fig. 8a

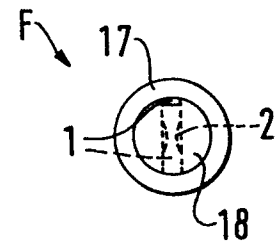


Fig. 8b

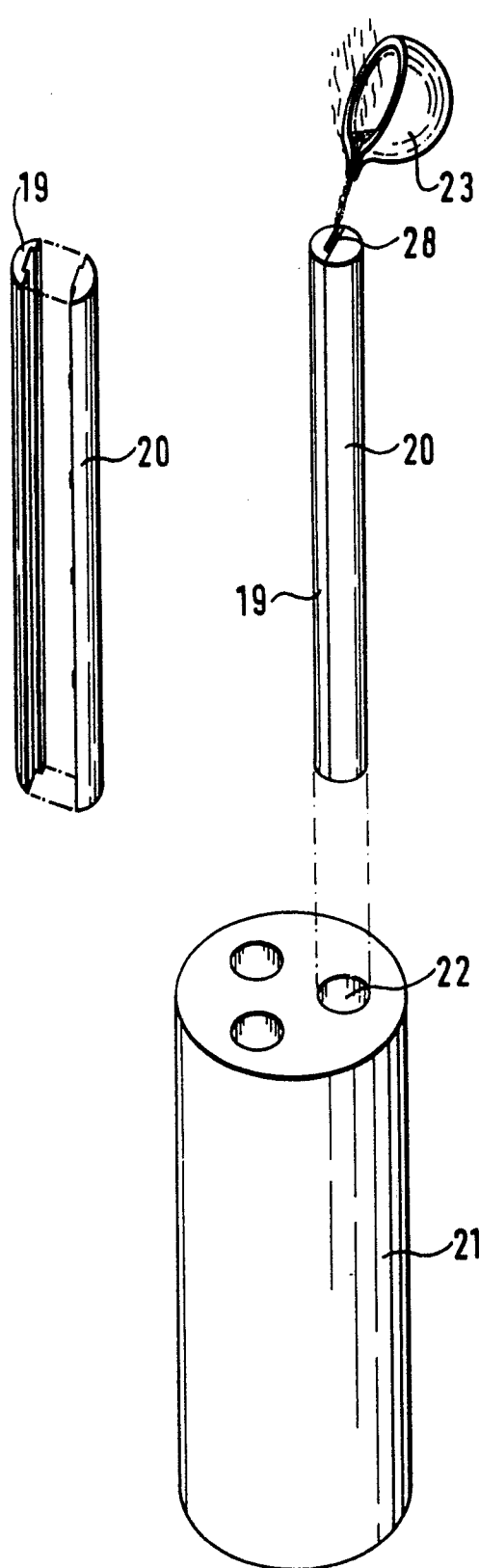


Fig. 9

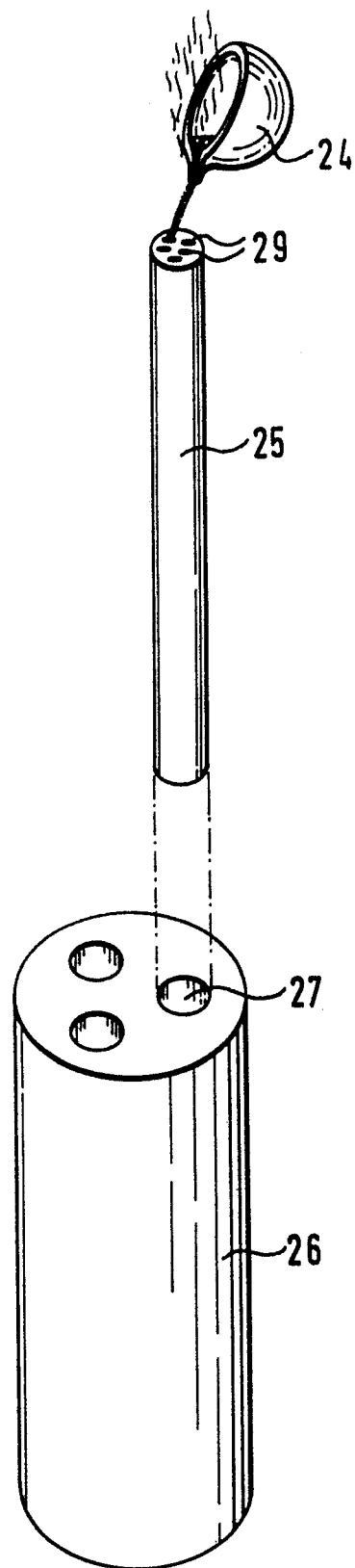


Fig. 10