

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 82 01482**

---

⑤④ Supraconducteur à multifilaments stabilisés formé de filaments en Nb<sub>3</sub>Sn cassants, préalablement traités dans une matrice en bronze.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). H 01 B 12/00.

②② Date de dépôt..... 29 janvier 1982.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : RFA, 28 mars 1981, n° P 31 12 372.4.

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 39 du 1-10-1982.

---

⑦① Déposant : Société dite : KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH, résidant en  
RFA.

⑦② Invention de : Peter Turowski.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Bert, de Keravenant et Herrburger,  
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

L'invention concerne les capacités électriques, dans des conditions de supraconduction, de supraconducteurs à multifilaments, stabilisés, constitués de filaments  $Nb_3Sn$  cassants, pré-traités, contenus dans une matrice en bronze. Elle s'étend  
5 à un procédé pour la fabrication d'un supraconducteur à multifilaments de ce type.

L'utilisation de supraconducteurs à multifilaments en  $Nb_3Sn$ /bronze pré-traités dans la structure de champs magnétiques forts, comporte une insécurité due à ce que, en raison  
10 de la fragilité connue des conducteurs  $Nb_3Sn$ /bronze, il peut apparaître dans les conducteurs des défauts imprévisibles, déjà lors de leur fabrication et également lors de la constitution de l'aimant. Ces défauts entraînent alors une capacité réduite du conducteur de transport du courant, et en conséquence,  
15 une capacité réduite de l'aimant constitué. Sans aborder le problème particulier des lieux de défauts possibles dans les conducteurs, il est connu, aujourd'hui, d'intégrer, à des fins de stabilisation, exclusivement du cuivre avec des proportions de surface de section du supraconducteur allant jusqu'à 60 % .  
20 Dans des modes de réalisation particuliers de conducteurs, on obtient aussi des proportions de surface plus élevées de cuivre, par soudage de profilés de cuivre (H.Kuskuk, E.Springer and G.Ziegler, Cryogenics, Juin 1976, pages 350 à 354).

En raison de la résistance magnétique élevée du cuivre,  
25 vre, la proportion de surface de cuivre nécessaire est élevée. Ce qui entraîne une réduction de la densité de courant. De ce fait, il devient presque impossible de loger une armature d'acier dans le conducteur, de sorte que le cuivre en tant qu'élément porteur de forces, doit rester à l'état semi-dur.

L'invention a pour but de réaliser un supraconducteur composite avec des multifilaments en  $Nb_3Sn$  pré-traités qui permette, malgré les défauts connus des conducteurs du type bronze, en particulier l'apparition d'endroits defectueux dans les multifilaments en  $Nb_3Sn$ , une sécurité de fonctionnement  
35 d'aimants à champ fort dans une zone prédéterminée.

Un supraconducteur de ce type devra présenter une stabilisation électrique telle qu'il ne se présente pas, dans le conducteur, de dégradation qui puisse entraîner une transition normale prématurée et donc une réduction de la capacité  
40 de l'aimant.

A cet effet, l'invention propose un supraconducteur à multifilament stabilisé, formé de filaments en  $Nb_3Sn$  préalablement traités, cassants, dans une matrice en bronze, qui est caractérisé par une bande en aluminium pur soudée en parallèle  
5 sur le supraconducteur, avec ou sans armature métallique également soudée sur le supraconducteur.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'armature est constituée par de l'acier inoxydable, et en ce qu'au moins une partie de la surface restant libre après le  
10 soudage de la bande en aluminium pur, permet l'arrivée d'un agent de refroidissement.

Un autre développement avantageux de l'invention consiste en ce que le supraconducteur à multifilaments stabilisés contient, entre le conducteur de  $Nb_3Sn$  et la bande en aluminium  
15 pur, une mince couche d'un dixième de millimètres d'un métal à résistance élevée, de préférence du laiton, du Cu-Zr, Cu-Be ou acier inoxydable.

Le procédé selon l'invention pour la fabrication d'un supraconducteur à multifilaments stabilisés de ce type, est  
20 caractérisé en ce que, au moins une face du conducteur en  $Nb_3Sn$  est soudée une bande en aluminium pur.

Selon un autre mode de réalisation du procédé selon l'invention, le conducteur de  $Nb_3Sn$  porte aussi bien une bande en aluminium pur, qu'une armature métallique fixées par soudage.

25 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, il est utilisé comme armature métallique de l'acier inoxydable, et l'armature est soudée au conducteur en  $Nb_3Sn$  en laissant au moins une partie de la surface restant accessible après le soudage de la bande en aluminium pur, pour l'action  
30 d'un agent de refroidissement.

Afin d'éviter les turbulences de courant, il est prévu, selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, de souder entre le conducteur en  $Nb_3Sn$  et la bande en aluminium pur, comme barrière de résistance, une couche de quelques dixièmes  
35 de millimètres d'épaisseur, en métal à résistance élevée. Comme métal à résistance élevée, on utilise de préférence un des métaux du groupe laiton, Cu-Zr, Cu-Be, acier inoxydable. Pour le soudage, on utilise un alliage ayant un point de fusion compris entre 200°C et 250°C, par exemple une soudure étain-plomb.

40 Par le soudage parallèle d'aluminium ultra-pur sur le

multifilaments, les endroits défectueux du conducteur sont si bien shuntés, qu'il n'apparaît plus de dégradation dans le supraconducteur. La capacité électrique des aimants peut être stabilisée ainsi dans des conditions de supraconduction.

- 5 Un détérioration à 80 % du supraconducteur en un endroit, doit être shuntée sans influence sur la capacité de transport du courant, au moyen d'un aluminium de qualité RRR 1800 et une proportion de surface de section Al/Nb<sub>3</sub>Sn - bronze = 1,33.

- Une autre structure composite formée d'une barrière  
10 de résistance en laiton de 0,1 mm d'épaisseur, entre le bronze-Nb<sub>3</sub>Sn et le Al, donne également de bons résultats. La barrière de résistance présente de l'importance lorsque les courants de turbulence entre le supraconducteur et l'aluminium doivent être réduits. A cet sujet, une solution peut être constituée par  
15 l'incorporation de l'aluminium dans un profilé en un matériau à résistance très élevée, de dimensions appropriées.

- Pour le soudage de la bande en aluminium, de l'armature ou des couches intermédiaires mentionnées ci-dessus, on utilise un fondant disponible dans le commerce. L'expression  
20 ci-dessus "une détérioration à 80 % du supraconducteur" signifie la présence d'un endroit défectueux pour lequel, sur la courbe représentant le courant en fonction de la tension, il n'y a plus de supraconduction déjà pour 20 % de la valeur critique I<sub>c</sub> du courant (du conducteur intact). La qualité RRR 1800 de  
25 l'aluminium signifie un aluminium pur ayant une résistance de  $\frac{\rho_{300\text{ K}}}{\rho_{4,2\text{ K}}} = 1\ 800$ .

- Par le soudage de l'aluminium (avec refroidissement approprié) la totalité du courant de fonctionnement peut être  
30 obtenue même en cas de défaut du supraconducteur, ce qui n'est pas le cas sans aluminium.

- Lors de la fabrication des supraconducteurs déjà connus du type bronze-Nb<sub>3</sub>Sn, des fils de cuivre sont souvent incorporés dans le supraconducteur. L'effet produit par l'in-  
35 vention apparaît également par soudage d'aluminium pur sur un supraconducteur fabriqué de cette façon.

L'invention est expliquée ci-après à l'aide d'un exemple de réalisation du supraconducteur à multifilaments stabilisés, avec références aux dessins annexés, dans lesquels :

- 40 - la figure 1 représente un supraconducteur 1 consti-

tué par un fil de bronze-Nb<sub>3</sub>Sn 4 et un fil de cuivre 5, sur lequel est soudée une bande 2 en aluminium pur, à l'aide d'une soudure 3 en SnPb.

5 - la figure 2 représente un autre mode de réalisation de l'invention, où le supraconducteur est conçu comme sur la figure 1, sauf que sur la face opposée à la bande en aluminium, se trouve également soudée une bande 6 en acier inoxydable.

10 - la figure 3 représente un mode de réalisation où le noyau du supraconducteur 1 est constitué exclusivement de fils en bronze-Nb<sub>3</sub>Sn, sur lesquels une bande 4 d'aluminium pur est soudée au moyen d'une soudure étain-plomb 3. Le coeur du supraconducteur 1 est soudé à la bande d'aluminium 2 dans ce cas dans un profilé 6a en acier inoxydable de telle façon qu'une partie de la surface de la bande en aluminium pur reste découverte, et  
15 de ce fait un refroidissement est réalisable.

- la figure 4 représente un mode de réalisation qui se différencie de celui selon la figure 3, uniquement en ce qu'entre le coeur du supraconducteur 1 et la bande en aluminium 2, se trouve soudée une couche en métal 7 de résistance élevée,  
20 dans ce cas du laiton.

- la figure 5 représente un supraconducteur dans lequel non seulement la partie 6c en acier inoxydable, mais aussi le métal résistant 7a, présentent une forme de profilé. De ce fait, il est nécessaire que la bande 2a en aluminium soit soudée  
25 dans le profilé en métal résistant 7a.

R E V E N D I C A T I O N S

- 1°) Supraconducteur à multifilaments stabilisés concernant leur capacité électrique, dans des conditions de supraconduction, constitués de filaments en  $Nb_3Sn$  cassants (4) 5 pré-traités, insérés avec des fils de cuivre (5) dans une matrice de bronze, caractérisé par une bande en aluminium pur (2) fixée par une soudure (3) sur le supraconducteur (1), avec ou sans armature métallique soudée également sur le supraconducteur.
- 10 2°) Supraconducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'armature est constituée par de l'acier inoxydable et laisse au moins une partie de la surface de la bande en aluminium pur libre après le soudage, pour la rendre accessible à un agent de refroidissement.
- 15 3°) Supraconducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte, entre le conducteur en  $Nb_3Sn$  et la bande en aluminium pur, une mince couche de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur d'un métal de résistance élevée.
- 20 4°) Supraconducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le métal à résistance élevée est du laiton, Cu-Zr, Cu-Be, ou de l'acier inoxydable.
- 5°) Procédé pour la fabrication d'un supraconducteur à multifilaments stabilisés concernant ses capacités électriques dans des conditions de supraconduction, formé de filaments en 25  $Nb_3Sn$  cassants, pré-traités, dans une matrice en bronze, procédé caractérisé en ce que sur le conducteur en  $Nb_3Sn$ , se trouve soudée sur au moins une face, une bande d'aluminium pur.
- 30 6°) Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce que, sur le conducteur en  $Nb_3Sn$ , sont soudées, non seulement une bande en aluminium pur, mais aussi une armature métallique.
- 7°) Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que, comme armature métallique, on utilise de l'acier inoxydable, l'armature étant soudée sur le conducteur en  $Nb_3Sn$  en 35 laissant libre, après soudage, au moins une partie de la surface de la bande en aluminium pur, afin de la laisser accessible à un agent de refroidissement.
- 8°) Procédé selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que pour éviter les courants de turbulence, 40 il est disposé par soudure, entre le conducteur en  $Nb_3Sn$  et

l'aluminium pur, comme barrière de résistance, une couche de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur, en métal de résistance élevée.

9°) Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, comme métal de résistance élevée, on utilise au moins l'un des composés métalliques laiton, Cu-Zr, Cu-Be ou acier inoxydable.

10°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que, comme soudure, on utilise un alliage métallique ayant un point de fusion compris entre 200 et 250°C.

11°) Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que, comme soudure, on met en oeuvre de l'étain-plomb.

Fig. 1

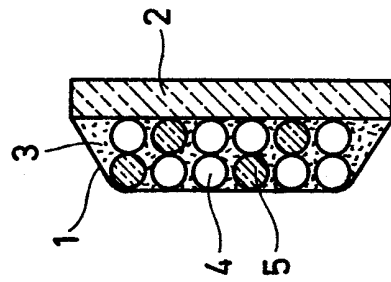


Fig. 2

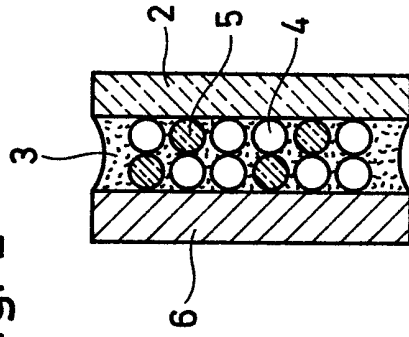


Fig. 3

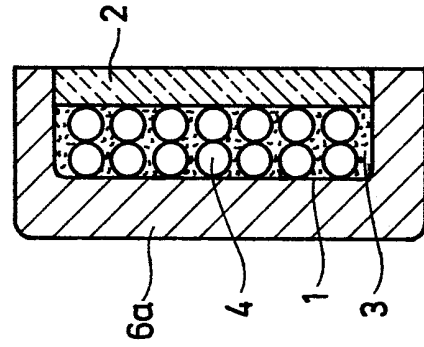


Fig. 4

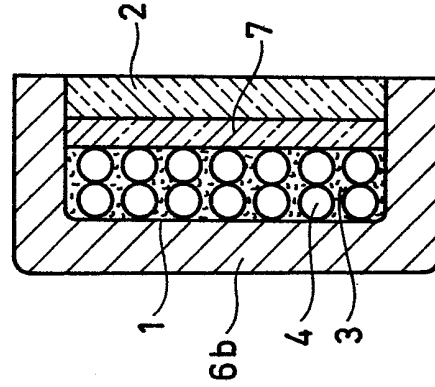


Fig. 5

