



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt : **94400211.2**

⑤① Int. Cl.⁵ : **H01F 7/22, H01F 5/08**

⑳ Date de dépôt : **01.02.94**

③① Priorité : **04.02.93 FR 9301213**

④③ Date de publication de la demande :
10.08.94 Bulletin 94/32

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES FR GB IE IT LI LU NL SE

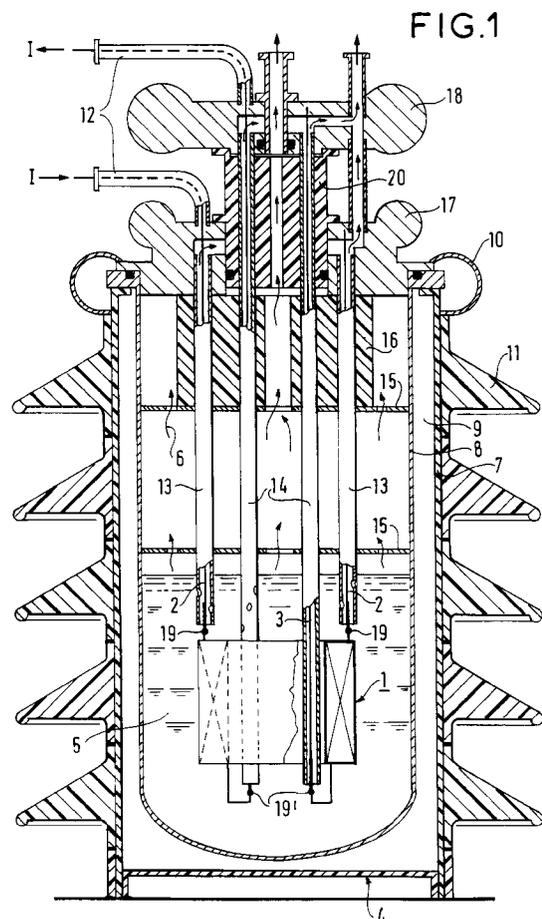
⑦① Demandeur : **GEC ALSTHOM
ELECTROMECHANIQUE SA
38, Avenue Kléber
F-75016 Paris (FR)**

⑦② Inventeur : **Cotteville, Christian
31, Avenue Ernest Renan
F-93100 Montreuil sous Bois (FR)**
Inventeur : **Bottini, Gerard
16, Rue du Champ Chevron
F-91510 Lardy (FR)**

⑦④ Mandataire : **Fournier, Michel et al
SOSPI
14-16, rue de la Baume
F-75008 Paris (FR)**

⑤④ **Liaison d'alimentation pour bobine supraconductrice.**

⑤⑦ La présente invention a pour objet une liaison pour l'alimentation électrique d'une bobine supraconductrice transposée, ladite bobine étant placée dans un cryostat et comprenant une pluralité de conducteurs supraconducteurs identiques entre eux dont les extrémités accessibles sont uniformément réparties selon une symétrie cylindrique, ladite liaison étant constituée par deux amenées de courant composées d'une pluralité de conducteurs identiques entre eux comprenant une première extrémité et une seconde extrémité, et étant caractérisée en ce que le nombre desdits conducteurs est identique pour les deux amenées et égal au nombre desdits conducteurs supraconducteurs de ladite bobine, en ce que lesdits conducteurs desdites amenées sont disposés régulièrement et parallèlement selon ladite symétrie cylindrique par rapport à l'axe de ladite bobine, en ce que lesdites amenées sont disposées de manière coaxiale, et en ce que ladite première extrémité desdits conducteurs desdites amenées est reliée auxdits conducteurs supraconducteurs.



La présente invention concerne une liaison destinée à l'alimentation électrique d'une bobine supraconductrice haute tension, avec un courant nominal élevé, de plusieurs centaines d'ampères. Il peut s'agir par exemple d'un limiteur de courant de 63 kV et 1200 Ampères; celui-ci doit être capable de supporter 2,2 fois sa tension nominale soit 139kV (recommandation CEI71). La liaison permet de relier électriquement la bobine supraconductrice disposée dans un cryostat au sein d'un fluide cryogénique à très basse température, à un conducteur disposé à l'extérieur et se trouvant à température ambiante (300K).

Lorsque le courant nominal de la bobine est élevé, on utilise plusieurs conducteurs supraconducteurs. Il se pose alors le problème de réaliser une distribution équilibrée des courants dans les différents conducteurs supraconducteurs. Une solution attrayante est l'utilisation d'une bobine supraconductrice transposée dans laquelle chaque conducteur est placé dans un environnement électromagnétique identique à celui de ses voisins. Dans une telle bobine, les conducteurs sont répartis avec une symétrie cylindrique parfaite. Ceci permet à chaque conducteur de transporter son courant critique, ce courant étant identique pour chacun, ainsi se trouve réalisé l'équilibrage des courants dans la bobine.

L'alimentation classique se fait par deux amenées de courant espacées munies de gaines isolantes en polycarbonate, qui sont mal adaptées à l'alimentation d'une bobine composée de plusieurs conducteurs supraconducteurs. De plus, ce type d'alimentation est pénalisant au point de vue diélectrique. Cette technologie, décrite dans le brevet français n°2 637 728, ne permet pas de dépasser, même temporairement, des tensions de 100kV. Au-delà, il devient difficile de trouver des isolants électriques massifs utilisables à des températures aussi basses, et dont les dimensions permettent de tenir en continu le niveau de tension.

L'évolution vers les courants élevés et les hautes tensions des bobines supraconductrices, notamment les limiteurs de courants, impose la réalisation de liaisons d'alimentation répondant à ces exigences.

La présente invention a pour but de procurer une liaison permettant d'alimenter en courant élevé de manière équilibrée des bobines supraconductrices à haute tension.

L'objet de la présente invention est une liaison pour l'alimentation électrique d'une bobine supraconductrice transposée. La bobine est placée dans un cryostat et comprend une pluralité de conducteurs supraconducteurs identiques entre eux dont les extrémités accessibles sont uniformément réparties selon une symétrie cylindrique. La liaison est constituée par deux amenées de courant composées d'une pluralité de conducteurs identiques entre eux comprenant une première extrémité et une seconde extrémité. La liaison est caractérisée en ce que le

nombre des conducteurs est identique pour les deux amenées et égal au nombre des conducteurs supraconducteurs de la bobine; elle est aussi caractérisée en ce que les conducteurs des amenées sont disposés régulièrement et parallèlement selon une symétrie cylindrique par rapport à l'axe de la bobine; elle est encore caractérisée en ce que les amenées sont disposées de manière coaxiale; et elle est enfin caractérisée en ce que la première extrémité des conducteurs des amenées est reliée aux conducteurs supraconducteurs.

Ainsi la liaison selon l'invention qui vient d'être définie ne rompt pas la symétrie cylindrique de la bobine et elle est garante de l'équilibre des courants. La présente invention a comme avantage de permettre une alimentation équilibrée de la bobine, ainsi chaque conducteur supraconducteur peut transporter son courant critique et être utilisé dans des conditions optimales. La section totale de l'ensemble des conducteurs des amenées d'entrée d'une part et de sortie d'autre part est fixée en fonction du courant à transporter.

La connexion entre un conducteur d'une amenée et un conducteur supraconducteur de la bobine se fait en plaçant leurs extrémités côte à côte sur une longueur d'environ 10cm. Ensuite, les conducteurs de chaque amenée de courant sont reliés aux conducteurs supraconducteurs de la bobine par soudage de type plomb-étain, ou par magnétoformage.

De préférence, la seconde extrémité des conducteurs de chaque amenée de courant est solidarisée à une pièce conductrice cylindrique. Cette pièce est choisie de forme et de dimension adaptées au niveau de tension et au courant transporté. De préférence, la pièce conductrice cylindrique est en cuivre.

Selon une première forme d'exécution, chacun des conducteurs des amenées de courant est placé individuellement à l'intérieur d'un tube isolant électrique. Ces tubes isolants peuvent être en verre époxy ou dans une matière analogue. Les tubes contenant individuellement chaque conducteur sont disposés suivant une symétrie cylindrique. Une circulation de vapeur du fluide cryogénique assurant le refroidissement des conducteurs des amenées de courant est réalisée à l'intérieur du tube isolant. Dans leur partie inférieure, ces tubes sont remplis par le fluide cryogénique qui est surmonté de ses vapeurs. Ces tubes assurent une perte de charge permettant d'obtenir le refroidissement optimum des conducteurs.

Selon une seconde forme d'exécution, les conducteurs de chacune des amenées sont placés à l'intérieur de la double paroi d'un tube isolant électrique, les deux tubes étant disposées de manière coaxiale.

Dans ce dernier cas, une circulation de vapeur du fluide cryogénique assurant le refroidissement des conducteurs est réalisée à l'intérieur de la double paroi des tubes isolants.

La présente invention a comme avantage que la structure globale de l'installation permet d'éviter la mise en oeuvre de tubes en polycarbonate dont les dimensions sont trop pénalisantes.

Selon une variante de réalisation, les conducteurs des amenées de courant sont de type assemblé comprenant plusieurs brins, constitués de filaments de cuivre dans une matrice de cupronickel pour diminuer les pertes par courant induit, dont les pertes optimisées sont de 1,2W/kA au courant nominal.

Selon une autre variante de réalisation, les conducteurs des amenées de courant sont de type mixte comportant, dans leur partie à basse température, un élément supraconducteur à haute température critique, tel que décrit dans le brevet français n°91 07967.

La liaison selon l'invention est destinée à être appliquée à un dispositif comportant une bobine supraconductrice placée dans un cryostat. Le cryostat comporte une paroi extérieure et une paroi intérieure métallique portée à la haute tension séparées par du vide.

Selon un premier mode de réalisation, la paroi extérieure du cryostat est constituée d'un matériau isolant électrique, comme un composite. De préférence, la paroi extérieure du cryostat porte des ailettes en matériau isolant, par exemple un élastomère chargé ou non de verre ou de céramique, destinées à augmenter la ligne de fuite.

Selon un second mode de réalisation, la paroi extérieure du cryostat est métallique et mise à la terre. Dans ce cas, les parois sont en outre isolées l'une de l'autre par une pièce en matériau isolant comportant des anticoronas, c'est à dire des profils toriques à surface conductrice destinés à éviter l'effet "couronne". Ce matériau isolant est par exemple une céramique, un composite, ou un matériau analogue.

Selon une variante de réalisation, la pièce en matériau isolant comporte des ailettes en matériau isolant qui peut être identique ou différent de celui de la pièce.

Selon un perfectionnement, un isolant électrique massif est ajouté entre les conducteurs dans la zone chaude du cryostat. Cet isolant peut être du polycarbonate, du polyéthylène, de la résine époxy, ou toute matière analogue, ou bien encore cet isolant peut être constitué d'une enceinte contenant un isolant liquide du type huile de transformateur ou huile silicone, ou un isolant gazeux comme de l'azote, de l'hexafluorure de soufre, ou un autre gaz ayant une meilleure rigidité diélectrique que l'hélium. Dans ce dernier cas, l'enceinte pourra avantageusement être isolée thermiquement des vapeurs du fluide cryogénique par un isolant thermique approprié comme le vide ou le polystyrène expansé.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre illustra-

tif et non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels:

- la figure 1 représente une liaison selon l'invention entre une bobine supraconductrice, placée dans un cryostat, et un circuit d'alimentation électrique situé à l'extérieur du cryostat, dans le cas où chacun des conducteurs est placé dans un tube isolant électrique,
- la figure 2 est une vue agrandie de la bobine supraconductrice de la figure 1,
- la figure 3 est un détail de la connexion conducteur supraconducteur/conducteur des amenées de courant de la figure 1,
- la figure 4, analogue à la figure 1, montre une variante où l'enceinte externe du cryostat est constituée d'un matériau métallique,
- la figure 5, analogue à la figure 1, montre une variante de la liaison selon l'invention où les conducteurs sont disposés dans la double paroi d'un tube isolant électrique,
- la figure 6 est un détail de la connexion conducteur supraconducteur/conducteur des amenées de courant de la figure 5,
- la figure 7 est une coupe de la liaison selon la ligne VII-VII de la figure 5
- la figure 8, analogue à la figure 1, représente une liaison selon l'invention entre un élément supraconducteur placé dans un cryostat et un circuit d'alimentation électrique situé à l'extérieur du cryostat dans le cas où chacun des conducteurs est du type mixte décrit dans le brevet français n°91 07967.

Sur la figure 1 est représentée une bobine supraconductrice 1 et ses deux amenées de courant placées dans un cryostat 4 au sein d'un fluide cryogénique 5, qui est de l'hélium liquide (4,2K), surmonté de ses vapeurs 6. Chaque amenée de courant est composée de quatre conducteurs, dont deux seulement sont visibles et deux sont cachés, notés 2 et 3 respectivement pour l'entrée et la sortie du courant,

La bobine supraconductrice 1 est représentée en vue agrandie sur la figure 2. Quatre conducteurs supraconducteurs 101 à 104 s'enroulent côte à côte pour constituer un bobinage supraconducteur. Les extrémités des conducteurs supraconducteurs sont disposées de part et d'autre de la bobine selon une symétrie cylindrique suivant l'axe 105 de la bobine. Une première extrémité 101' à 104' des conducteurs supraconducteurs 101 à 104 est reliée aux conducteurs 2 de l'amenée d'entrée du courant, et une seconde extrémité 101" à 104" des conducteurs supraconducteurs 101 à 104 est reliée aux conducteurs 3 de l'amenée de sortie du courant.

Sur la figure 1, on peut voir qu'un circuit d'alimentation électrique 12, situé à l'extérieur (300K) du cryostat 4, est raccordé à la bobine 1 par les deux amenées d'entrée et de sortie du courant. Les conducteurs, d'entrée 2 d'une part et de sortie 3 d'au-

tre part, sont régulièrement disposés parallèlement suivant la génératrice d'un cylindre coaxial avec l'axe 105 de la bobine.

A une première extrémité, les conducteurs 2 de l'amenée d'entrée de courant sont solidarisés avec une pièce conductrice 17 de préférence en cuivre; de même les conducteurs 3 de l'amenée de sortie de courant sont solidarisés avec une pièce conductrice 18, de préférence également en cuivre. Ces deux pièces 17 et 18 sont reliées, et isolées électriquement l'une de l'autre, par une pièce 20 correctement dimensionnée en matériau isolant, comme un composite ou tout autre matériau analogue.

Comme le montre de manière plus détaillée la figure 3, à une seconde extrémité, les conducteurs 2 de l'amenée d'entrée de courant sont connectés aux extrémités 101' à 104' des conducteurs supraconducteurs de la bobine 1. Cette connexion 19 est réalisée en plaçant l'extrémité d'un conducteur 2 et l'extrémité 103' d'un conducteur supraconducteur côte à côte sur une longueur d'environ 10cm et en les solidarissant par soudage, par exemple de type plomb-étain, ou par magnétoformage. De même à une seconde extrémité, les conducteurs 3 de l'amenée de sortie de courant sont connectés aux extrémités 101" à 104" des conducteurs supraconducteurs de la bobine 1. Cette connexion 19' est réalisée de la même manière que précédemment entre l'extrémité d'un conducteur 3 et l'extrémité 101" d'un conducteur supraconducteur de la bobine 1.

Dans le cas représenté par la figure 1, les conducteurs 2 et 3 des amenées d'entrée et de sortie du courant sont placés individuellement dans un tube isolant électrique, respectivement 13 et 14, perforé dans sa partie basse et plongeant dans le liquide cryogénique 5. A l'intérieur de ces tubes circulent les vapeurs 6 du fluide cryogénique 5 assurant le refroidissement des conducteurs 2 et 3. Des passages sont ménagés dans les pièces en cuivre 17 et 18, et dans la pièce isolante 20 pour permettre l'échappement des vapeurs 6.

L'isolement électrique entre les conducteurs 2 et 3 des amenées d'entrée et de sortie du courant, lorsque le bobinage transite, est assuré dans la zone chaude par de l'hélium gazeux. Des écrans thermiques 15 régularisent l'échange thermique entre le fluide cryogénique 5 et la zone chaude du cryostat 4. De plus, l'isolement électrique entre les conducteurs 2 et 3 des amenées d'entrée et de sortie du courant est amélioré par la présence d'un isolant électrique 16 massif qui peut être constitué d'un matériau massif ou d'une enceinte contenant un fluide isolant (liquide ou gazeux).

Le cryostat 4 est constitué d'une paroi externe 7 en matériau isolant, comme par exemple un composite ou tout autre matériau analogue, et d'une paroi interne métallique 8 portée à la haute tension. Les deux parois sont séparées par le vide 9. Le cryostat est mu-

nis à sa partie supérieure de profils toriques à surface conductrice 10 destinés à éviter l'effet "couronne", et notés par la suite "anticoronas". Des ailettes 11 en matériau isolant, comme par exemple un élastomère, destinées à augmenter la ligne de fuite peuvent être disposées sur la paroi extérieure, couvrant une partie ou la totalité de sa hauteur.

Sur la figure 4, on a représenté une variante de la figure 1 dans laquelle la paroi extérieure 301 du cryostat 302 est métallique et mise à la terre. Dans ce cas, la paroi externe 301 et la paroi interne métallique 8 portée à haute tension sont électriquement isolées d'une part par le vide 9, et d'autre part par une pièce 303 en matériau isolant comme une céramique ou un composite. La pièce 303 doit être équipée d'anticoronas 304 adaptés au niveau de tension. La pièce 303 peut en outre être équipée d'ailettes en matériau isolant, par exemple un élastomère, destinées à augmenter la ligne de fuite et de forme similaire à celles précédemment décrites et représentées sur la figure 1.

La figure 5 montre une variante de la liaison selon l'invention dans laquelle la paroi externe 7 du cryostat 401 est isolante et munie d'ailettes 11. Une bride métallique 402 portant des anticoronas 10 relie électriquement la paroi interne 8 du cryostat 401 à une pièce de cuivre cylindrique 403. Chaque amenée de courant se compose de douze conducteurs. Les conducteurs 2 de l'amenée d'entrée d'une part et 3 de l'amenée de sortie du courant d'autre part sont régulièrement disposés parallèlement suivant la génératrice d'un cylindre coaxial à l'axe 404 de la bobine 405. A une première extrémité, les conducteurs 2 et 3 sont respectivement solidarisés avec une pièce conductrice 403 et 18, de préférence en cuivre. Les pièces 403 et 18 sont isolées électriquement par une pièce 409 correctement dimensionnée en matériau isolant, tel qu'un composite ou un matériau analogue.

La seconde extrémité des conducteurs 2 et 3 est connectée aux douze conducteurs supraconducteurs de la bobine 405 suivant la technique décrite ci-dessus. Le détail de ces connexions 19 et 19' est donné par la figure 6, où on voit les conducteurs 2 et 3 reliés aux extrémités 216' et 216" du conducteur supraconducteur 216 de la bobine 405.

Les conducteurs 2 de l'amenée d'entrée du courant sont placés dans la double paroi d'un tube isolant électrique 406, à la partie inférieure de laquelle se trouve du fluide cryogénique 5 surmonté de ses vapeurs 6. Les conducteurs 3 de l'amenée de sortie du courant sont de la même façon disposés dans la double paroi d'un tube isolant électrique 407. Les deux tubes 406 et 407 sont placés de manière coaxiale. Les parois de chacun des tubes sont perforées à leur partie inférieure pour permettre au fluide cryogénique 5 de s'introduire dans la double paroi. Le refroidissement des conducteurs 2 et 3 est assuré par les vapeurs 6 du fluide cryogénique 5 qui remontent le

long des conducteurs. A l'extérieur et dans l'intervalle existant entre les tubes circulent également les vapeurs 6 du fluide cryogénique 5 qui traversent la double paroi de chaque tube par les passages 408. Les vapeurs 6 s'échappent par des passages ménagés dans les pièces en cuivre 403 et 18, et la pièce isolante 409.

Une coupe du cryostat 401 contenant les tubes 406 et 407 est présentée sur la figure 7. On y voit la paroi extérieure isolante 7 et la paroi intérieure 8 du cryostat séparées par le vide 9. La double paroi des tubes 406 et 407 entourent respectivement les conducteurs 2 et 3. Les vapeurs 6 du fluide cryogénique sont présentes dans la double paroi des tubes 406 et 407, et également autour et entre les deux tubes.

Enfin la figure 8 montre une liaison selon l'invention entre une bobine supraconductrice 1 placée dans un cryostat 4 (4,2K) et un circuit d'alimentation électrique 12 situé à l'extérieur (300K), dans le cas où les conducteurs 510 et 511 de chacune des deux amenées de courant sont du type mixte décrit dans le brevet français n°91 07967. Chaque conducteur métallique 510 ou 511 est plongé dans un bain d'azote liquide 501 surmonté de ses vapeurs. Il est connecté à un élément supraconducteur 502 à haute température critique, par exemple la phase 2212 d'un alliage à base de bismuth, strontium, calcium et oxyde de cuivre, qui assure la jonction entre 4,2K et la température intermédiaire 77K. Cet élément 502 est lui-même connecté à l'extrémité 101' de l'un des conducteurs supraconducteurs 101 à 104 de la bobine 1 qui se trouve dans le bain d'hélium liquide 5 à 4,2K. Un vide d'isolation 503 entourant le bain d'azote 501 et le supraconducteur 502 est séparé des vapeurs d'hélium 6 par une paroi métallique 504 de faibles conductivité électrique et thermique, comme l'acier inoxydable 304L. Le bain d'azote liquide 501 est contenu dans un récipient métallique 505, en matière similaire à la paroi métallique 504, qui est prolongé dans sa partie haute par un tube isolant électrique 509 en verre époxy ou dans une matière analogue. Le contact entre les deux extrémités de l'élément supraconducteur 502 et les bornes 506 et 507 est réalisé par la méthode décrite par GRIVON et al. dans "YBa-CuO current lead for liquid helium temperature applications" 1990 Applied Superconductivity Conference. La borne supérieure 506 est isolée thermiquement du réservoir d'azote liquide par une céramique isolante 508. Cette technologie permet de diminuer les pertes thermiques d'un facteur compris entre trois et cinq suivant la nature des conducteurs métalliques. En outre l'isolation électrique entre les conducteurs 510 et 511, lorsque le bobinage transite, est assurée dans la zone chaude par les vapeurs d'azote qui possèdent à cette température une rigidité diélectrique dix fois supérieure à celle de l'hélium; ceci est avantageux en vue d'une évolution vers les hautes ten-

sions.

Bien entendu la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention. En particulier, on pourra sans sortir du cadre de l'invention remplacer tout moyen par un moyen équivalent.

Revendications

1./ Liaison pour l'alimentation électrique d'une bobine supraconductrice transposée, ladite bobine étant placée dans un cryostat et comprenant une pluralité de conducteurs supraconducteurs identiques entre eux dont les extrémités accessibles sont uniformément réparties selon une symétrie cylindrique, ladite liaison étant constituée par deux amenées de courant composées d'une pluralité de conducteurs identiques entre eux comprenant une première extrémité et une seconde extrémité, et étant caractérisée en ce que le nombre desdits conducteurs est identique pour les deux amenées et égal au nombre desdits conducteurs supraconducteurs de ladite bobine, en ce que lesdits conducteurs desdites amenées sont disposés régulièrement et parallèlement selon ladite symétrie cylindrique par rapport à l'axe de ladite bobine, en ce que lesdites amenées sont disposées de manière coaxiale, et en ce que ladite première extrémité desdits conducteurs desdites amenées est reliée auxdits conducteurs supraconducteurs.

2./ Liaison selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que lesdits conducteurs de chaque amenée de courant sont reliés auxdits conducteurs supraconducteurs de ladite bobine par soudage ou par magnétoformage.

3./ Liaison selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que ladite seconde extrémité desdits conducteurs de chaque amenée de courant est solidarisée à une pièce conductrice cylindrique.

4./ Liaison selon la revendication 3, caractérisée par le fait que ladite pièce conductrice cylindrique est en cuivre.

5./ Liaison selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que chacun desdits conducteurs desdites amenées de courant est placé individuellement à l'intérieur d'un tube isolant électrique.

6./ Liaison selon la revendication 5, caractérisée par le fait qu'une circulation de vapeur du fluide cryogénique assurant le refroidissement desdits conducteurs desdites amenées de courant est réalisée à l'intérieur dudit tube isolant.

7./ Liaison selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée par le fait que lesdits conducteurs composant chacune desdites amenées sont placés à

l'intérieur de la double paroi d'un tube isolant électrique, les deux tubes étant disposées de manière coaxiale.

8./ Liaison selon la revendication 7, caractérisée par le fait qu'une circulation de vapeur du fluide cryogénique assurant le refroidissement desdits conducteurs desdites amenées de courant est réalisée à l'intérieur de la double paroi desdits tubes isolants. 5

9./ Liaison selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que lesdits conducteurs desdites amenées de courant sont de type assemblé comprenant plusieurs brins constitués de filaments de cuivre dans une matrice de cupronickel. 10

10./ Liaison selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisée par le fait que lesdits conducteurs sont de type mixte comportant, dans leur partie à basse température, un élément supraconducteur à haute température critique. 15

11./ Application de la liaison selon l'une des revendications précédentes à un dispositif comportant une bobine supraconductrice placée dans un cryostat, caractérisée par le fait que ledit cryostat comporte une paroi extérieure et une paroi intérieure métallique portée à la haute tension, lesdites parois étant séparées par du vide. 20 25

12./ Application selon la revendication 11, caractérisée par le fait que ladite paroi extérieure dudit cryostat est constituée d'un matériau isolant électrique.

13./ Application selon la revendication 12, caractérisée par le fait que ladite paroi extérieure porte des ailettes en matériau isolant. 30

14./ Application selon la revendication 11, caractérisée par le fait que ladite paroi extérieure dudit cryostat est métallique. 35

15./ Application selon la revendication 14, caractérisée par le fait que lesdites parois dudit cryostat sont en outre isolées l'une de l'autre par une pièce en matériau isolant comportant des anticoronas.

16./ Application selon la revendication 15, caractérisée par le fait que ladite pièce en matériau isolant comporte en outre des ailettes en matériau isolant. 40

17./ Application selon la revendication 11, caractérisée par le fait qu'un isolant électrique massif est ajouté entre les conducteurs dans la zone chaude dudit cryostat. 45

50

55

6

FIG.1

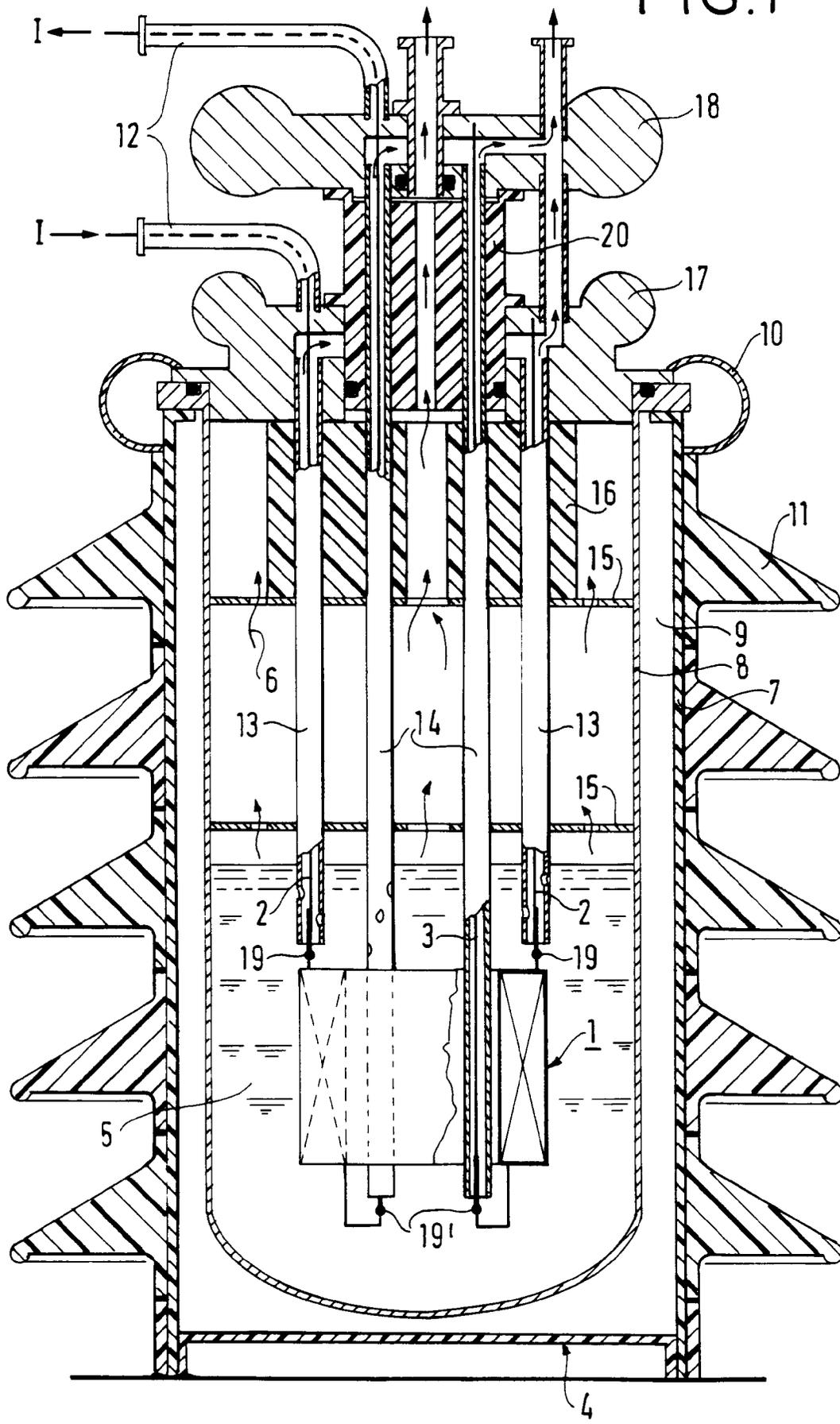


FIG. 2

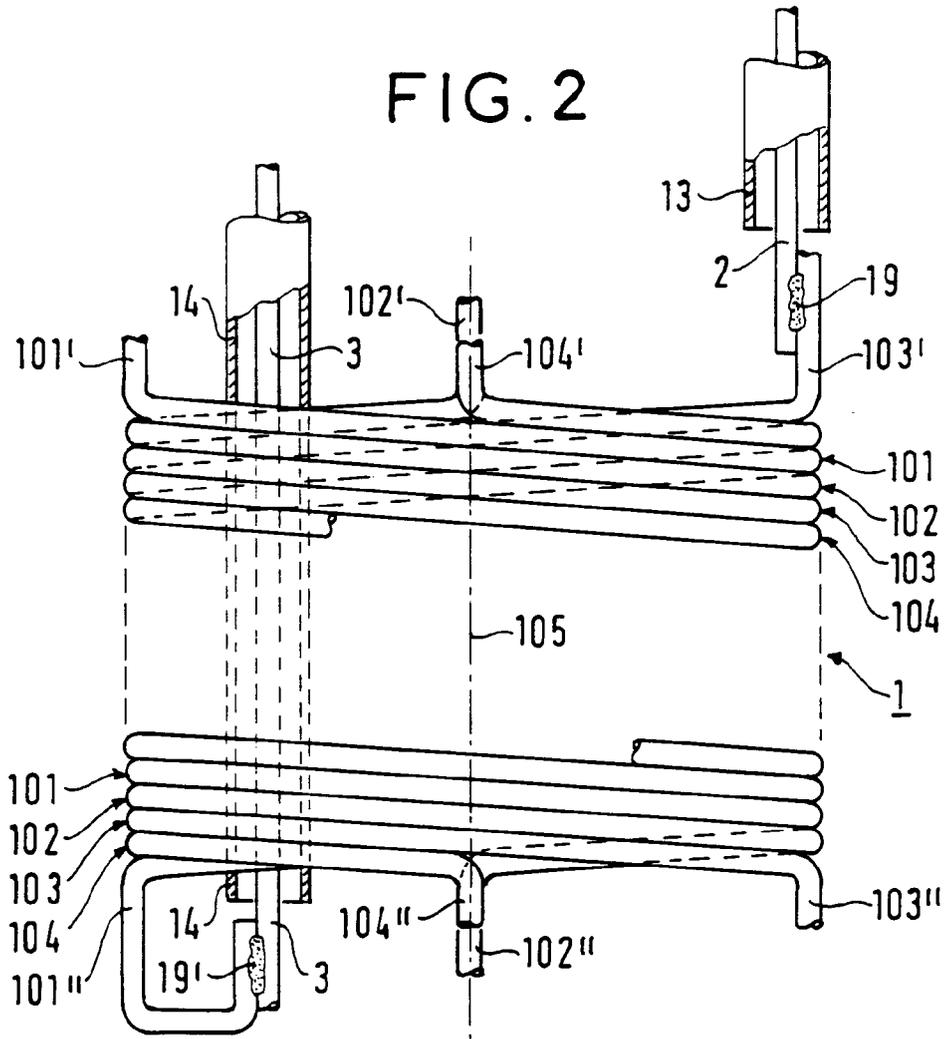


FIG. 3

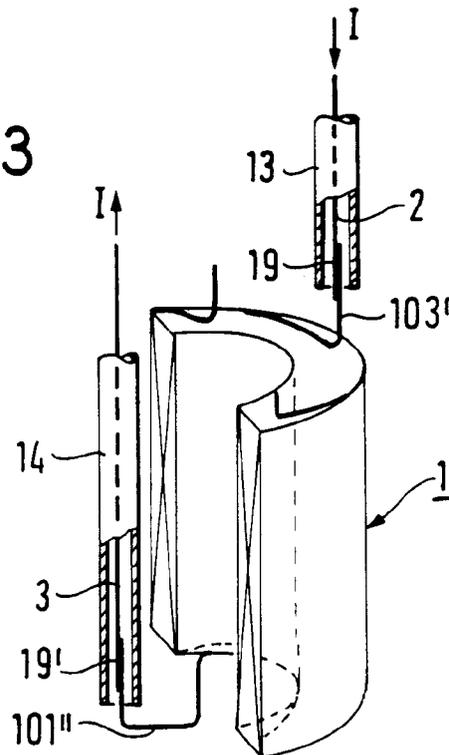


FIG. 4

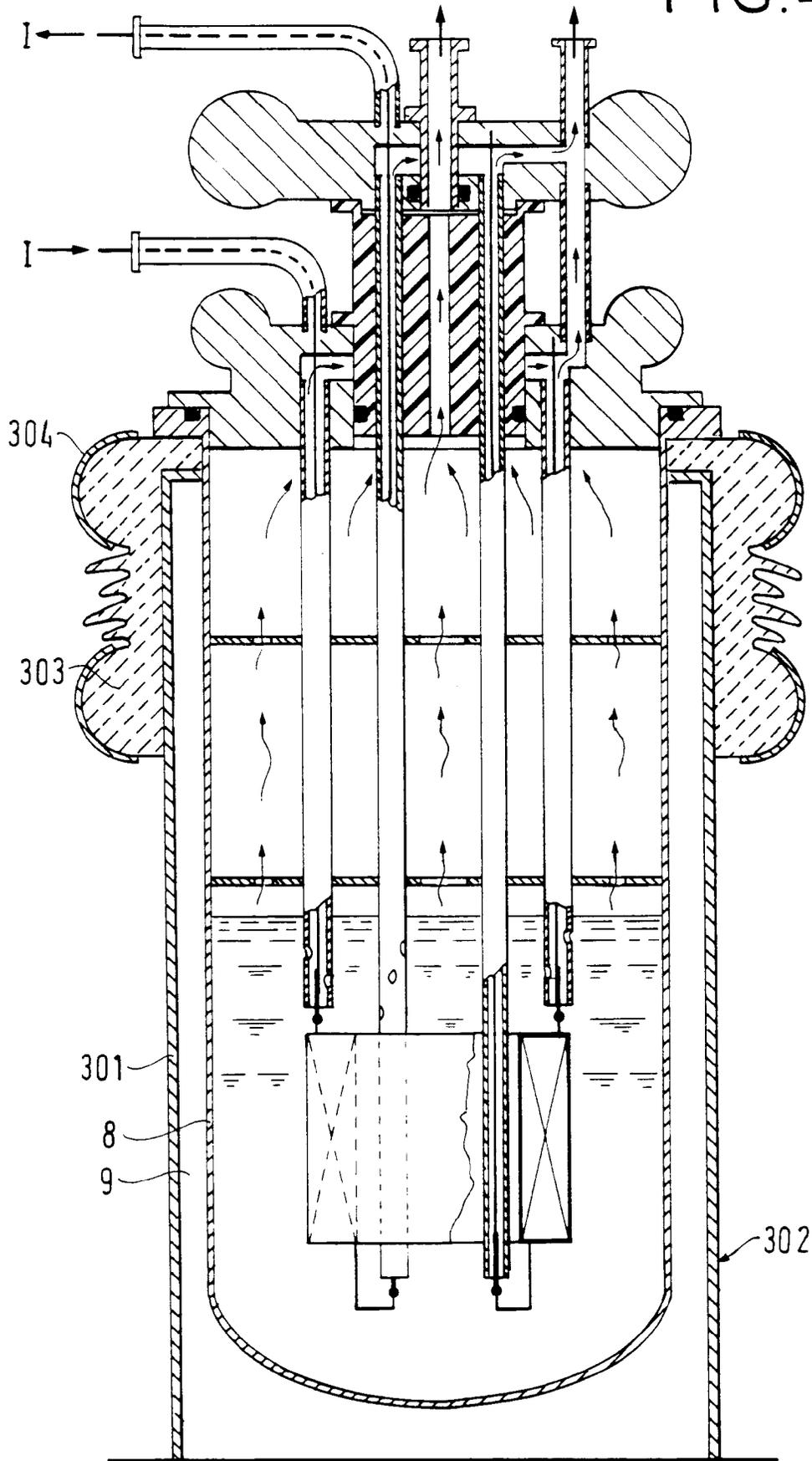


FIG. 5

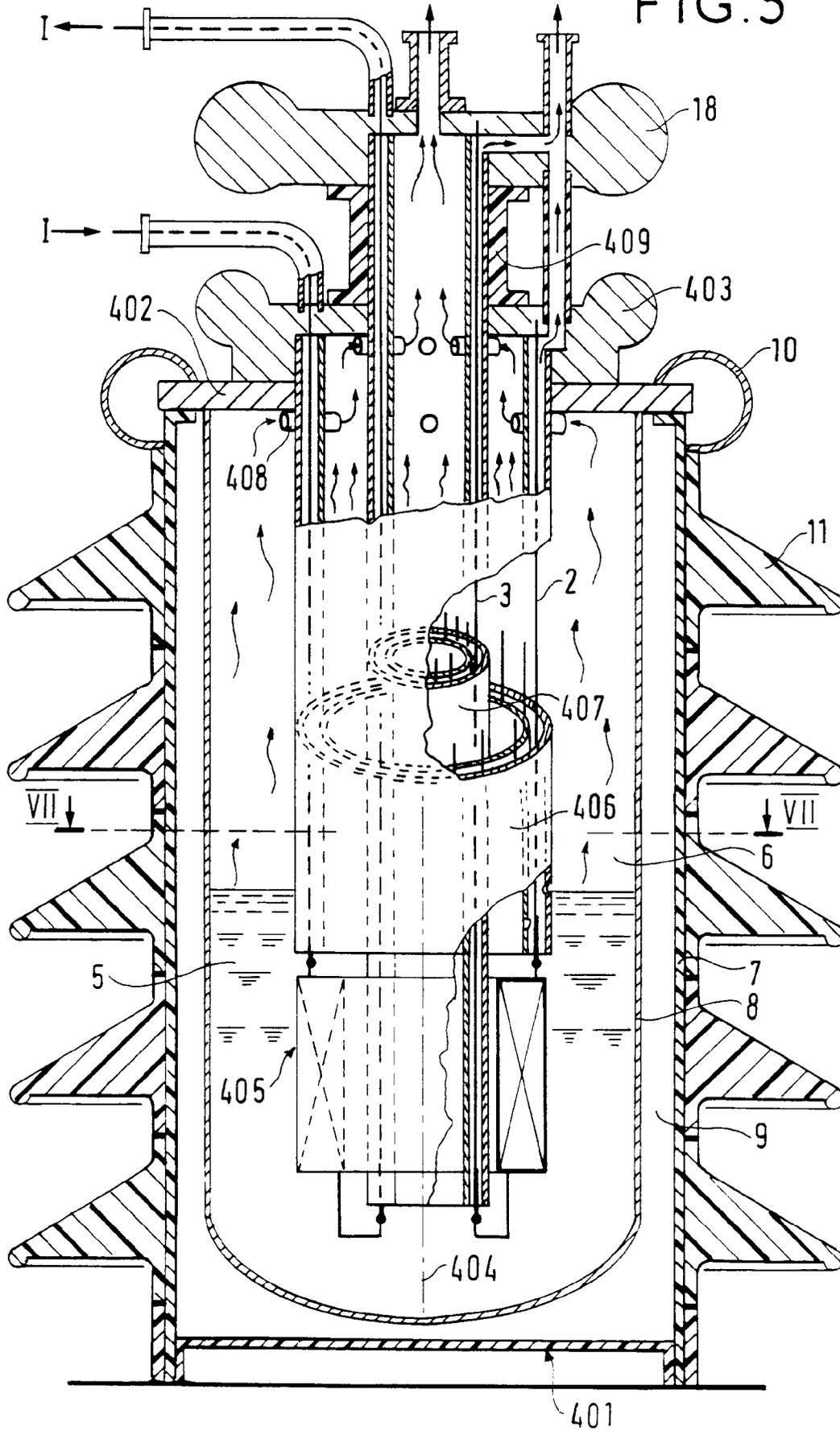


FIG. 6

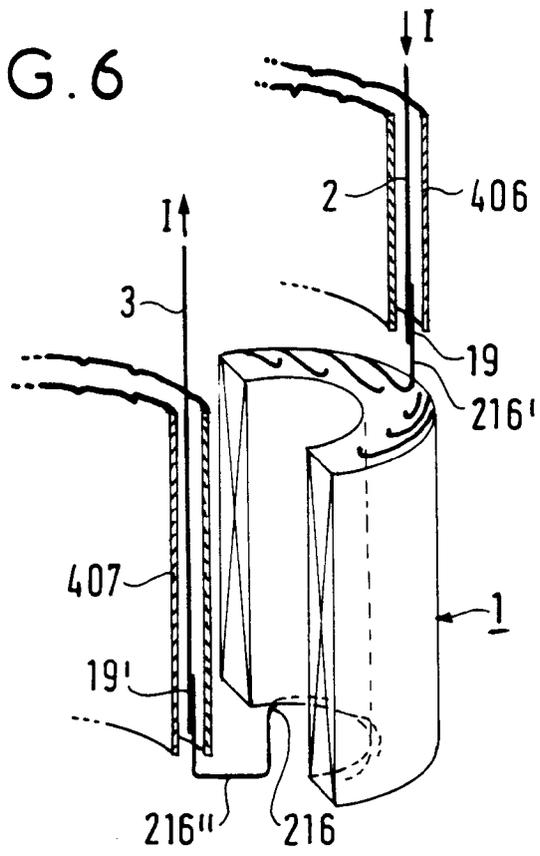


FIG. 7

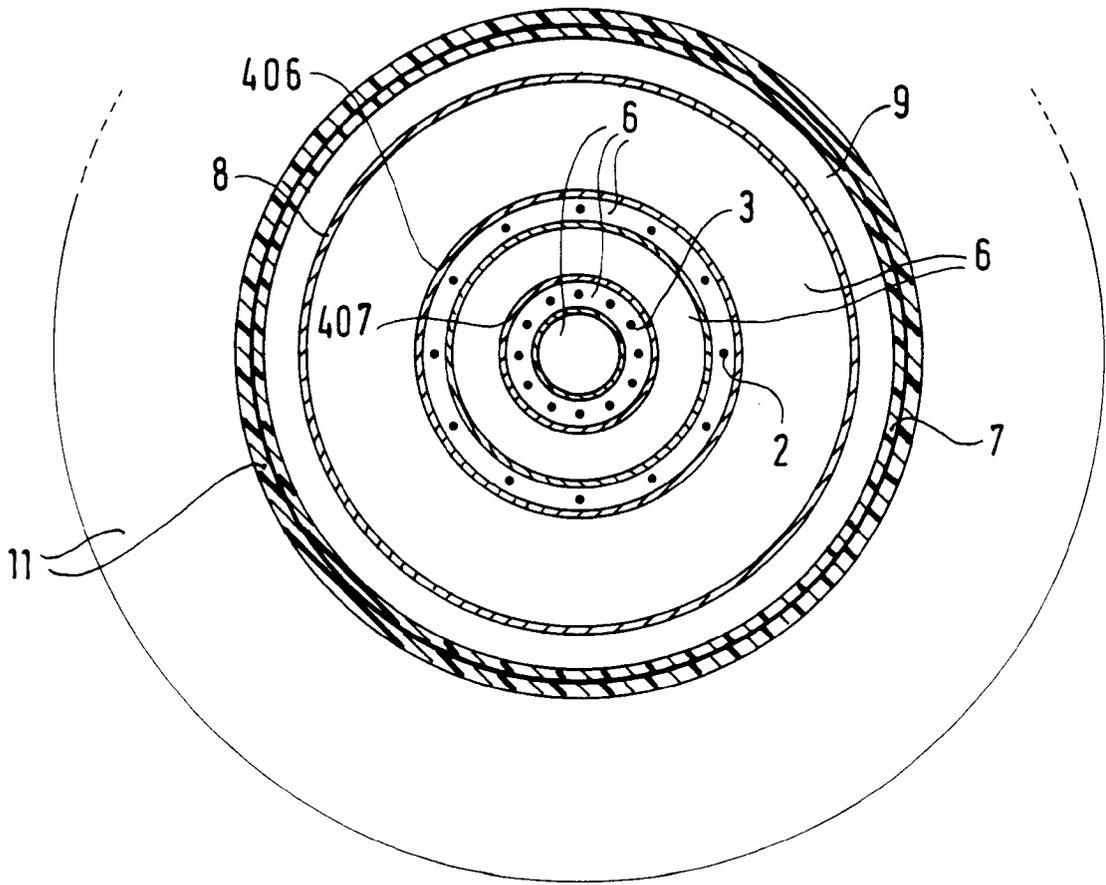
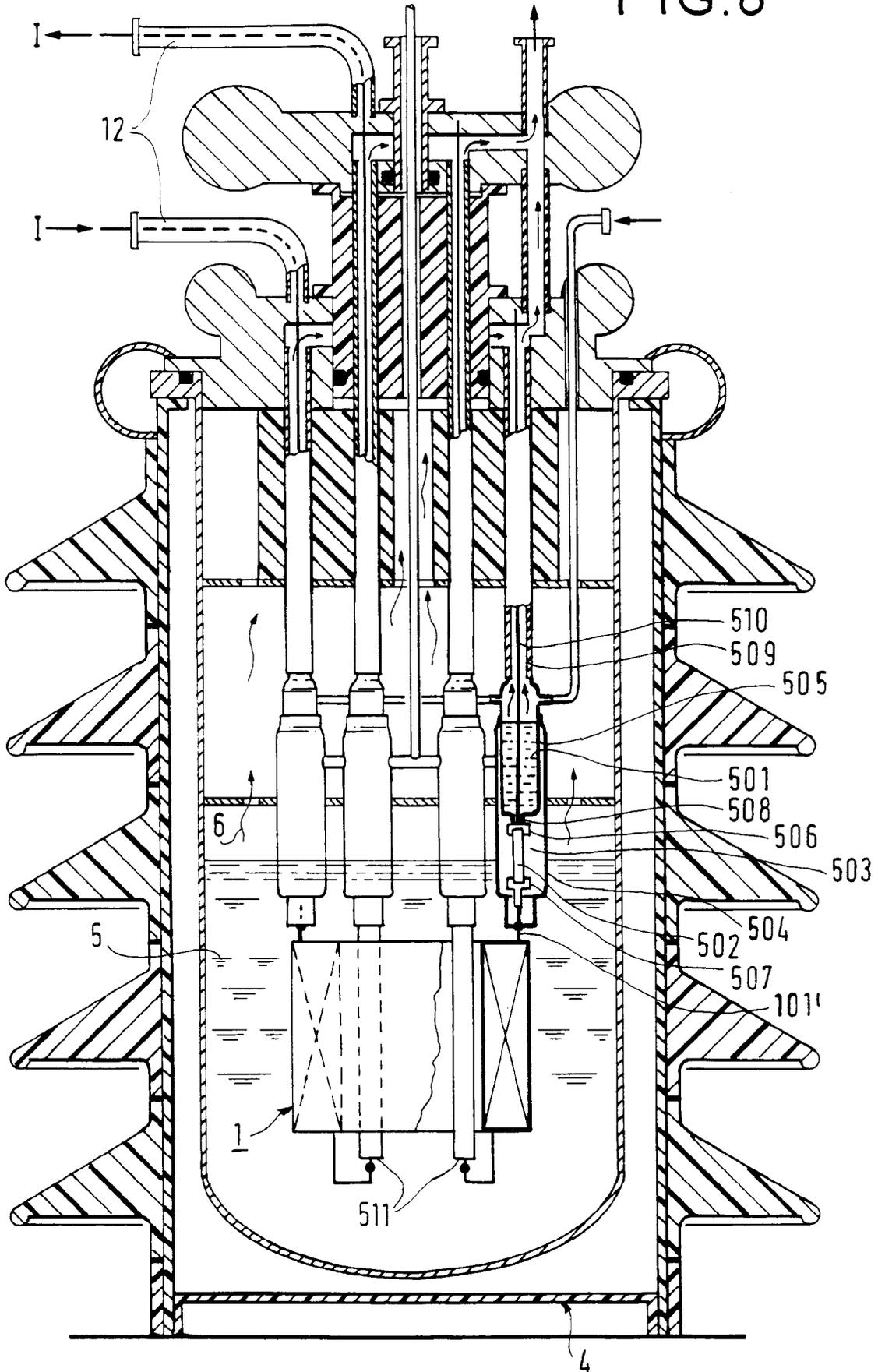


FIG. 8





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 0211

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
D,A	FR-A-2 637 728 (ALSTHOM) * revendications; figures * ---	1-17	H01F7/22 H01F5/08
A	US-A-4 509 030 (VERMILYEA) * colonne 5, ligne 10 - ligne 12; figure 2 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			H01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 2 Mai 1994	Examineur Marti Almeda, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	