

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 16915**

(54) Dispositif d'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures de la virole d'un composant traversant la dalle supérieure d'un réacteur nucléaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 21 D 1/02; F 28 D 49/00.

(22) Date de dépôt..... 29 juin 1979, à 15 h 20 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 23-1-1981.

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, résidant en France.

(72) Invention de : Michel Aubert, Antoine Bret, Guy Lemerancier, Jean-Denis Montmayeur, Michel Sauvage et André Teytu.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Brevatome,
25, rue de Ponthieu, 75008 Paris.

La présente invention a pour objet un dispositif d'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures de la virole d'un composant traversant la dalle supérieure d'un réacteur nucléaire.

5 De façon plus précise, la présente invention concerne un dispositif de ce type appliqué au cas des composants (pompes de circulation, échangeurs intermédiaires) montés dans un réacteur rapide refroidi par un métal liquide, ce réacteur étant du type intégré.

10 Afin de mieux comprendre le problème que permet de résoudre la présente invention, on se reportera avantageusement aux figures 1 et 2 annexées qui représentent respectivement un réacteur nucléaire à neutrons rapides du type intégré en coupe verticale et une vue de détail montrant comment se fait la tra-
15 versée de la dalle par une pompe ou un échangeur intermédiaire.

Sur la figure 1 on trouve, représenté de façon simplifiée, la cuve principale 2 du réacteur suspendue à la dalle supérieure 4 en béton munie de son système de bouchons tournants 6. A l'intérieur de la cuve principale 2 on trouve la cuve interne 8 qui contient le coeur 10 et le métal liquide chaud
20 (sodium liquide par exemple) sortant du coeur, le niveau de métal liquide étant référencé en N. Au-dessus du niveau N et en-dessous de la dalle 4 on trouve un matelas 11 d'un gaz inerte de couverture (par exemple de l'argon). Le métal liquide
25 chaud entre dans des échangeurs intermédiaires tels que 12 qui sont suspendus à la dalle 4 et qui traversent celle-ci par des passages cylindriques non représentés. De façon similaire, des pompes de circulation telles que 14 sont suspendues à la dalle 4 et traversent celle-ci par des passages cylindriques 16. L'invention concerne les problèmes liés à cette tra-
30 versée de la dalle.

Sur la figure 2, on a représenté plus en détail la traversée de la dalle 4 par une pompe 14. La pompe 14 est entourée par une virole de pompe 14a et la dalle 4, au niveau
35 du passage 16 en particulier, est revêtue par une tôle 18, la

dalle elle-même étant refroidie par des conduites d'eau 20. Entre la virole 14a de la pompe et la tôle de revêtement 18, on trouve une virole intermédiaire 22 qui définit un espace annulaire externe 24 et un espace annulaire interne 26 (il en est bien sûr de même pour la traversée d'un échangeur intermédiaire). L'espace externe 24 est isolé de la couverture gazeuse 11 par un système de joint hydraulique (sodium liquide) à godet 28. Il ne se pose donc pas de problème pour l'espace externe 24 qui est isolé du reste de la masse gazeuse. Au contraire, l'espace interne 26 communique avec la couverture gazeuse 11.

Dans l'espace interne 26, il apparaît des thermosiphons "ouverts" qui sont alimentés par le gaz inerte contenu dans la région 11. Ces thermosiphons sont caractérisés par un écoulement montant de gaz chaud et par un écoulement descendant de gaz refroidi. Leurs caractéristiques dépendent de paramètres qui sont mal connus actuellement.

Ces thermosiphons engendrent dans la virole du composant (échangeur intermédiaire ou pompe) des empreintes thermiques qui peuvent se déplacer circulairement (dans un plan horizontal) et qui créent ainsi des cyclages thermiques préjudiciables à la bonne tenue mécanique des viroles correspondantes.

Il faut donc éliminer ou au moins diminuer ces gradients thermiques circonférentiels. A titre d'exemple, dans le cas du réacteur français Super Phenix ce gradient circonférentiel sur la virole de pompe est estimé par des calculs à 200°C.

Une solution consisterait à choisir pour ces viroles un matériau possédant une conductibilité thermique élevée. Une telle solution est inacceptable. D'une part parce que le choix d'un tel matériau est très limité pour des raisons de coût et de tenue mécanique, et d'autre part, et surtout, du fait qu'il est nécessaire de maintenir un gradient thermique vertical important entre l'espace 11 ou ciel de pile et le haut de la dalle 4. En effet, l'extrémité supérieure de la dalle doit être maintenue à une température maximale de l'ordre de 50°C.

La présente invention a précisément pour objet un

dispositif qui permet d'homogénéiser les températures circon-
férentielles de la virole du composant, c'est-à-dire de dimi-
nuer le gradient thermique horizontal dans cette virole, tout
en maintenant le gradient thermique vertical nécessaire et
5 tout en utilisant des matériaux nucléaires classiques pour ré-
aliser les viroles.

Le dispositif consiste essentiellement en au moins
un ensemble formant caloduc horizontal ou sensiblement hori-
zontal disposé à l'intérieur de la virole et en contact ther-
mique avec celle-ci. De préférence on trouve plusieurs caloducs
10 espacés sur la hauteur de la virole.

On peut utiliser soit un même caloduc disposé sur
sensiblement toute la circonférence de la virole, soit plusieurs
caloducs mis bout à bout, chaque caloduc couvrant une fraction
15 de la circonférence.

Dans le cas où les caloducs sont horizontaux, chaque
ensemble formant caloduc constitue un anneau et définit ainsi
un niveau d'homogénéisation de la température de la virole.

Dans le cas où les caloducs sont légèrement inclinés,
20 (par exemple de l'ordre de 2 degrés) les ensembles de caloducs
forment un hélice à plusieurs filets, chaque filet étant formé
par plusieurs caloducs mis bout à bout.

Si chaque ensemble formant caloduc est constitué par
plusieurs caloducs mis bout à bout et dans le cas où chaque
25 caloduc ne couvre qu'une portion de la circonférence, il peut
être intéressant de superposer deux couronnes de caloducs, de
telle façon que les extrémités des caloducs d'une couronne
soient décalées par rapport aux extrémités des caloducs de
l'autre couronne.

30 De toutes façons, l'invention sera mieux comprise à
la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de
réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limi-
tatifs. La description se réfère aux figures annexées sur
lesquelles on a représenté :

35 - sur la figure 1, déjà décrite, une vue en coupe

verticale d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides du type intégré,

- sur la figure 2, déjà décrite, une vue partielle du réacteur de la figure 1, montrant un mode de réalisation de la traversée de la dalle par une pompe,

- sur la figure 3, une vue en coupe longitudinale d'un caloduc de type connu,

- sur la figure 4a, une demi-vue en coupe verticale d'une traversée de la dalle par la virole d'un composant munie du dispositif d'homogénéisation selon l'invention,

- sur les figures 4b et 4c des vues partielles montrant des variantes de fixation des caloducs,

- sur les figures 5a et 5b deux vues en coupe horizontale correspondant respectivement au cas où on utilise un seul caloduc ou plusieurs,

- sur la figure 5c, une vue développée illustrant le cas où on superpose deux ensembles de caloducs, et

- sur les figures 6a et 6b, des demi-vues en coupe verticale montrant deux variantes d'implantation des caloducs dans la virole d'une pompe.

Le dispositif selon l'invention faisant intervenir des caloducs, et quoique ceux-ci soient bien connus, il peut être utile d'en expliquer le fonctionnement, avant de décrire plus en détail le dispositif de l'invention.

Sur la figure 3, on a représenté un tel caloduc. Il a la forme d'un cylindre étanche défini par une enveloppe A. Le cylindre comporte une extrémité A_1 formant évaporateur et une extrémité A_2 formant condenseur. La paroi interne de l'enveloppe A est revêtue par une structure capillaire B.

L'enveloppe contient un fluide caloporteur. Le transport de chaleur entre les deux extrémités A_1 et A_2 se fait par déplacement du fluide caloporteur avec changement d'état. Le fluide se vaporise dans la zone A_1 et la vapeur s'écoule vers la zone A_2 . Le retour du fluide après condensation se fait dans la structure capillaire.

On obtient ainsi une uniformisation de la température au voisinage immédiat de l'enveloppe du caloduc. L'isothermicité de l'appareil provient du fait que sur toute sa longueur le liquide contenu et sa vapeur sont à l'équilibre à tout instant, à la température de saturation.

Sur la figure 4a, on a représenté un mode préféré de mise en place des caloducs sur la virole pour réaliser le dispositif objet de l'invention.

Les caloducs tels que 50 formant des anneaux sont fixés sur la face interne de la virole 14a du composant, les caloducs étant disposés dans des plans horizontaux. Ils sont fixés, selon le mode de réalisation représenté sur la figure 4a, par des pontets 52 soudés sur la virole 14a. Deux caloducs consécutifs 50_1 , 50_2 sont séparés par un pas p convenable. En fonction de la valeur des écarts de température aux différents niveaux, on peut avoir intérêt à faire varier ce pas sur la hauteur de la virole.

Selon le mode de réalisation de la figure 4b, le caloduc 50 est supporté par un godet annulaire 54 soudé sur la virole 14a. Il peut être intéressant de prévoir un matériau conducteur de la chaleur 56 dans ce godet.

Selon le mode de réalisation de la figure 4c, l'enveloppe A du caloduc 50 comporte une semelle 50" soudée sur la virole 14a. On assure ainsi un meilleur contact thermique entre la virole et le caloduc.

En se référant à la figure 5a, on voit que le caloduc annulaire peut consister en un seul caloduc cylindrique 50 dont les extrémités A_1 et A_2 sont proches. Il peut être plus simple comme représenté sur la figure 5b, de réaliser le caloduc annulaire à l'aide de trois caloducs (par exemple) 50a, 50b, 50c, qui correspondent chacun à un angle au centre de l'ordre de 120° .

Dans le cas de cette variante de réalisation, il est intéressant de réaliser chaque niveau d'homogénéisation à l'aide de deux rangées de trois caloducs superposés (calo-

ducs 50a, 50b, 50c et caloducs 50'a, 50'b 50'c). Bien entendu, les deux rangées de caloducs appartenant à un même niveau d'homogénéisation sont décalées l'une par rapport à l'autre comme on le voit sur la figure 5c.

5 Sur la figure 6a, on a représenté plus en détail un autre mode d'implantation du dispositif d'homogénéisation des températures dans la virole 14a de la pompe.

10 Selon ce mode de réalisation, chaque ensemble comporte deux caloducs superposés 50 et 50'. Ces caloducs sont logés dans un espace annulaire 60 interne à la virole 14a et limité par une virole d'étanchéité 62 qui est soudée à ses deux extrémités sur des rebords horizontaux 64 et 66. L'espace 60 est ainsi étanche. Les caloducs sont maintenus en place contre la virole 14a par des cornières verticales 68 en forme de U, qui sont percées d'oeillets 70 pour maintenir les calo-

15 ducs. Une tuyauterie 72 permet de remplir l'espace 60 avec un matériau métallique à bas point de fusion pour assurer un meilleur contact thermique entre les caloducs et la virole 14a.

20 Pour réduire la masse de liquide à bas point de fusion et pour diminuer la conduction axiale, on peut utiliser un isolant céramique préformé placé entre les caloducs et la virole d'étanchéité 62. Le volume de liquide est alors réduit. On peut également utiliser un isolant en vrac qui est placé entre la virole d'étanchéité 62 et une grille de maintien 63 placée coaxialement à ladite virole dans ledit espace 60.

25

Selon la variante représentée sur la figure 6b, la virole d'étanchéité 62' présente des renflements 62'a au droit des groupes de caloducs. Chaque groupe de deux caloducs est logé dans un guide 74 soudé sur la virole 62'. En outre,

30 l'espace annulaire 60' défini par la virole 14a et la virole 62' a un volume limité. Le volume nécessaire de matériau à bas point de fusion est donc réduit et la conduction thermique verticale limitée.

35 Il faut encore préciser que, compte-tenu des températures mises en jeu dans le dispositif objet de l'invention,

il paraît préférable d'utiliser comme fluide caloporteur dans les caloducs de l'eau ou du mercure. L'eau présente une plage d'utilisation qui va de 60 à 320°C. Le mercure présente une gamme d'utilisation de 180 à 650°C. L'enveloppe et le capillaire des caloducs sont réalisés en acier inoxydable par exemple de la nuance AISI304 L , AISI316 L, ou AISI347 L.

Il est important de noter que, du fait que les caloducs sont disposés à l'intérieur de la virole des composants, des fuites survenant éventuellement dans ces caloducs ne risqueraient pas de provoquer l'introduction du fluide caloporteur dans le métal liquide de refroidissement du réacteur.

Il découle de la description précédente que, grâce aux caractéristiques de l'invention, on obtient une uniformisation sûre et efficace des températures circonférentielles des viroles des composants au niveau de la traversée de la dalle supérieure du réacteur nucléaire.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'homogénéisation des températures circonférentielles de la virole à axe vertical d'un composant traversant la dalle supérieure d'un réacteur nucléaire, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble formant caloduc décrivant la totalité de la circonférence de ladite virole pour assurer l'homogénéisation des températures de ladite virole au niveau dudit ensemble, des moyens pour fixer le ou lesdits ensembles formant caloduc sur la face interne de ladite virole et des moyens pour assurer un contact thermique entre le ou lesdits ensembles formant caloduc et ladite virole.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité d'ensembles formant caloducs, chaque ensemble étant horizontal et ayant la forme générale d'un anneau, lesdits ensembles étant répartis sur la hauteur de ladite virole.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque ensemble formant caloduc est constitué par un caloduc faisant sensiblement la circonférence de ladite virole.

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque ensemble formant caloduc est constitué par une pluralité de caloducs placés bout à bout dont l'ensemble recouvre la totalité de la circonférence de ladite virole.

5. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque ensemble formant caloduc est constitué par deux anneaux de caloducs disposés l'un au-dessus de l'autre, chaque anneau consistant en une pluralité de caloducs mis bout à bout, les caloducs d'un anneau étant décalés angulairement par rapport à ceux de l'autre anneau.

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est constitué par une pluralité de caloducs disposés bout à bout, chaque caloduc présentant une pente par rapport à l'horizontale, les ensembles des caloducs formant

ainsi une hélice à plusieurs filets.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que lesdits caloducs contiennent du mercure ou de l'eau.

5 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que lesdits caloducs qui sont de forme cylindrique incurvée sont fixés sur la face interne de ladite virole par des pontets afin d'assurer le contact thermique entre les caloducs et la virole.

10 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que lesdits caloducs sont logés dans des pièces formant godets fixés sur ladite virole, lesdits godets étant remplis par un matériau bon conducteur de la chaleur.

15 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que lesdits caloducs comportent une semelle disposée selon leur longueur, ladite semelle étant soudée sur ladite virole.

20 11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que lesdits caloducs sont logés dans un espace annulaire étanche limité par ladite virole et par une deuxième virole interne à la première, et en ce que ledit dispositif comprend des moyens pour introduire dans ledit espace un matériau à bas point de fusion et bon
25 conducteur thermique.

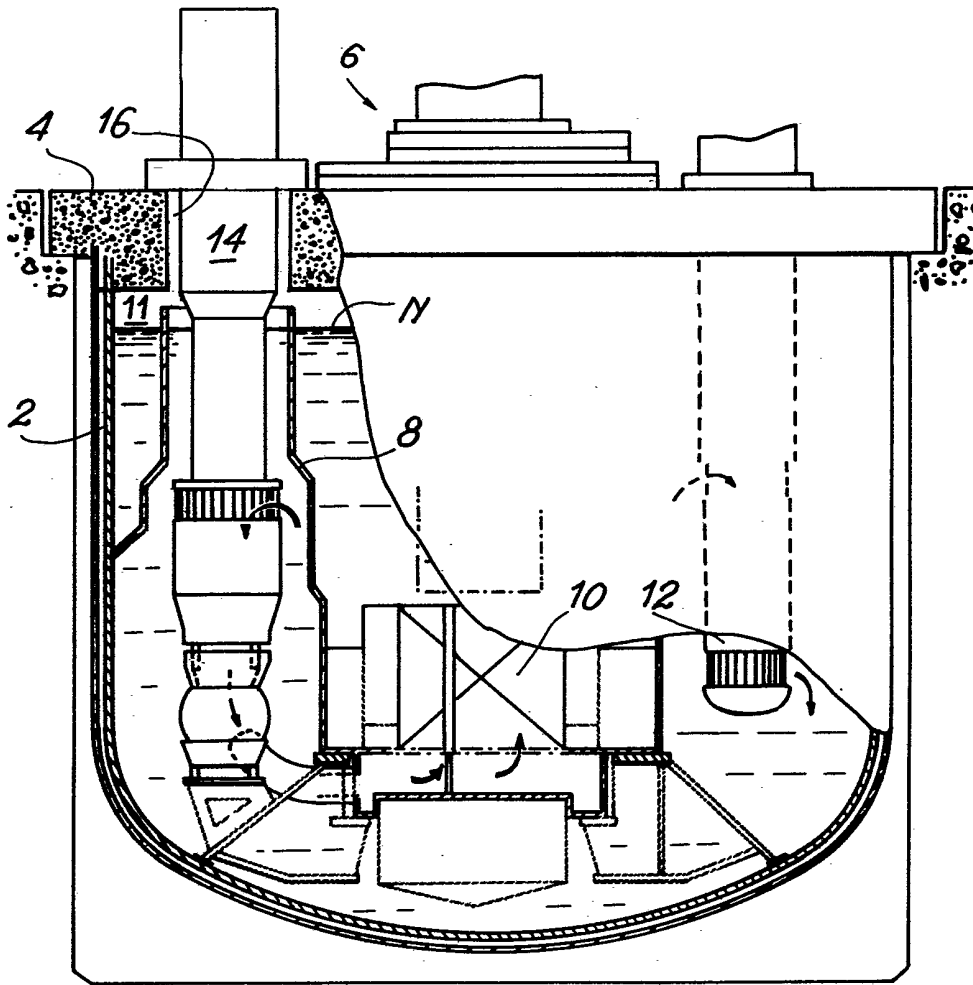


FIG.1

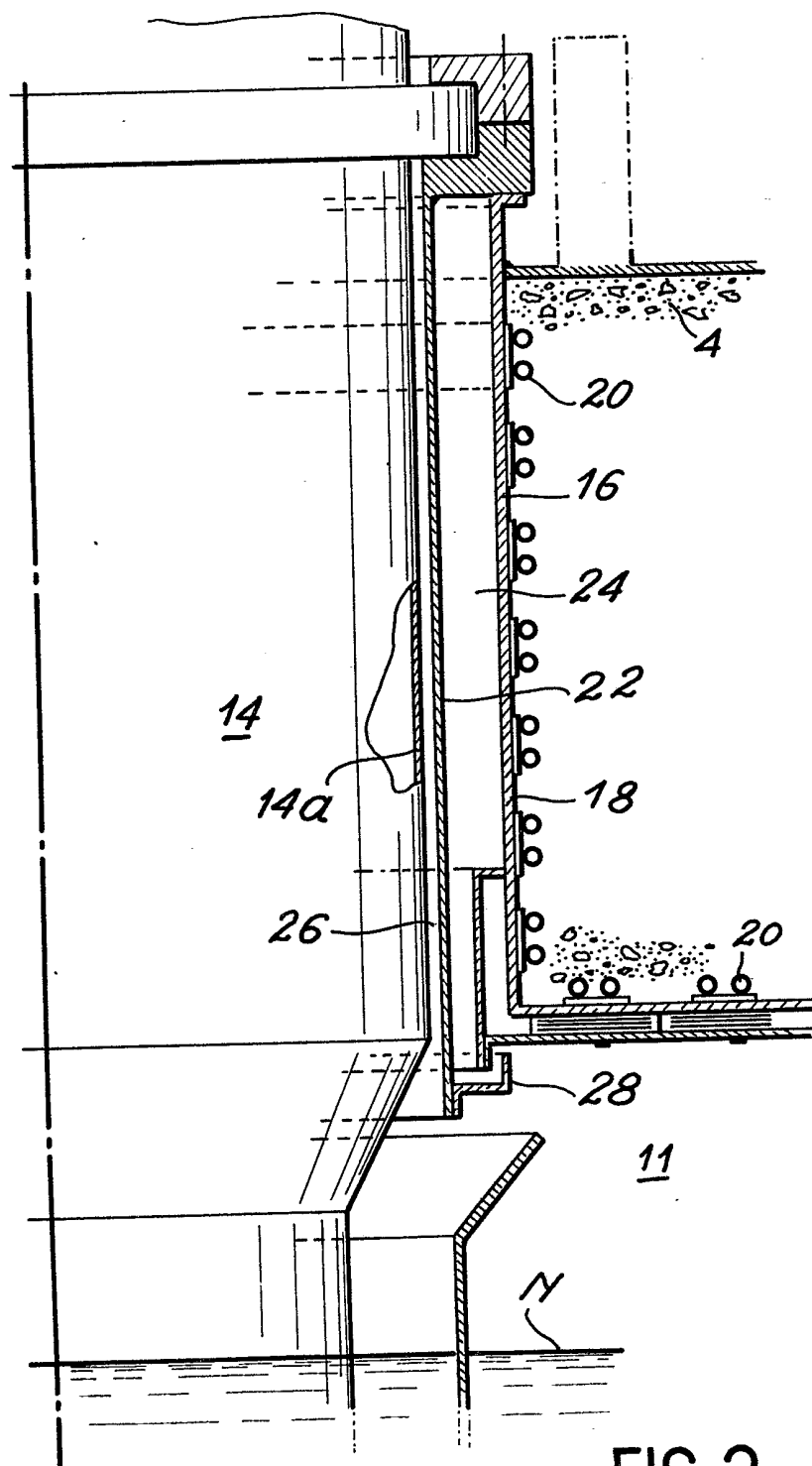


FIG. 2

FIG. 3

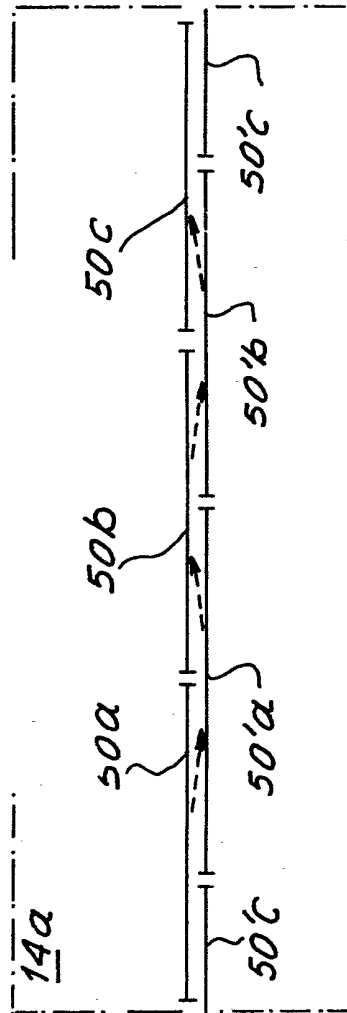
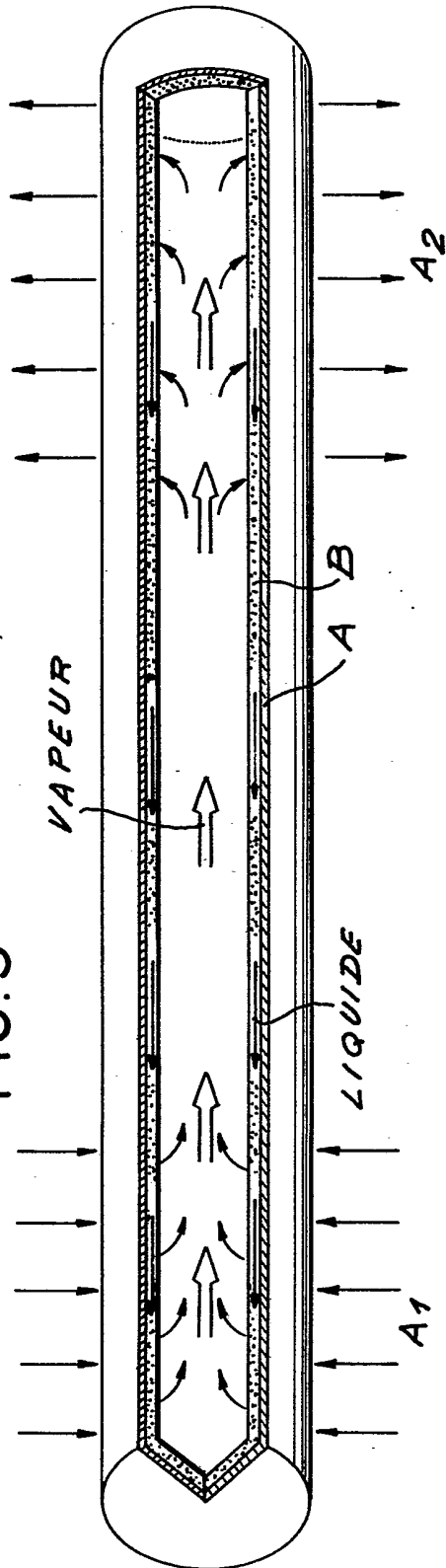


FIG. 5c

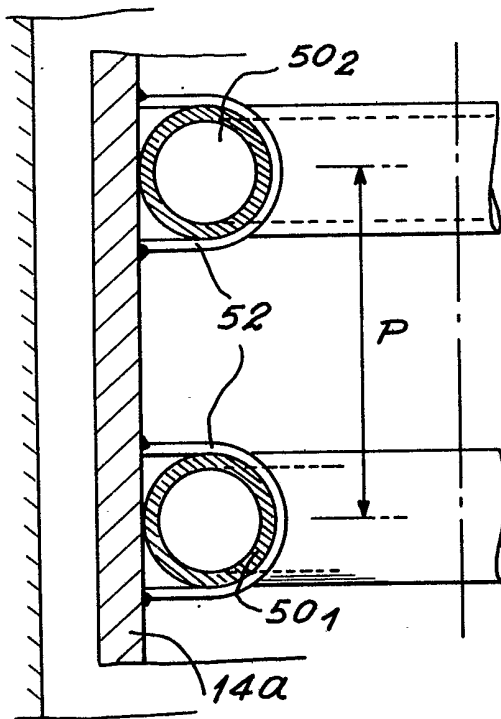


FIG. 4a

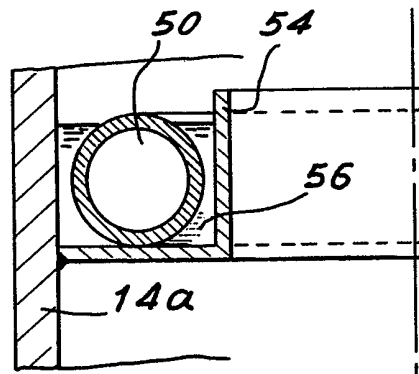


FIG. 4b

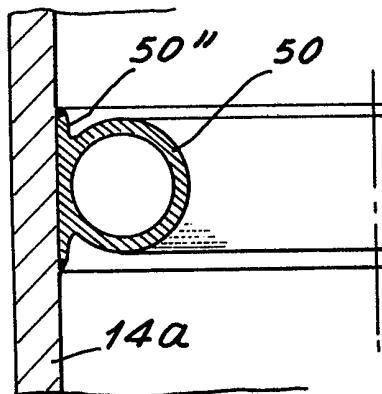


FIG. 4c

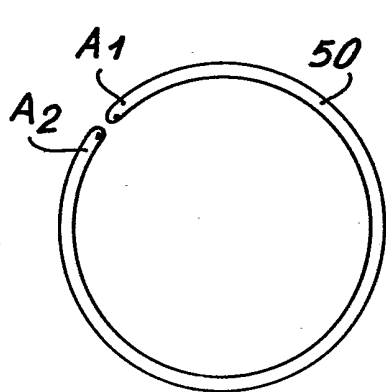
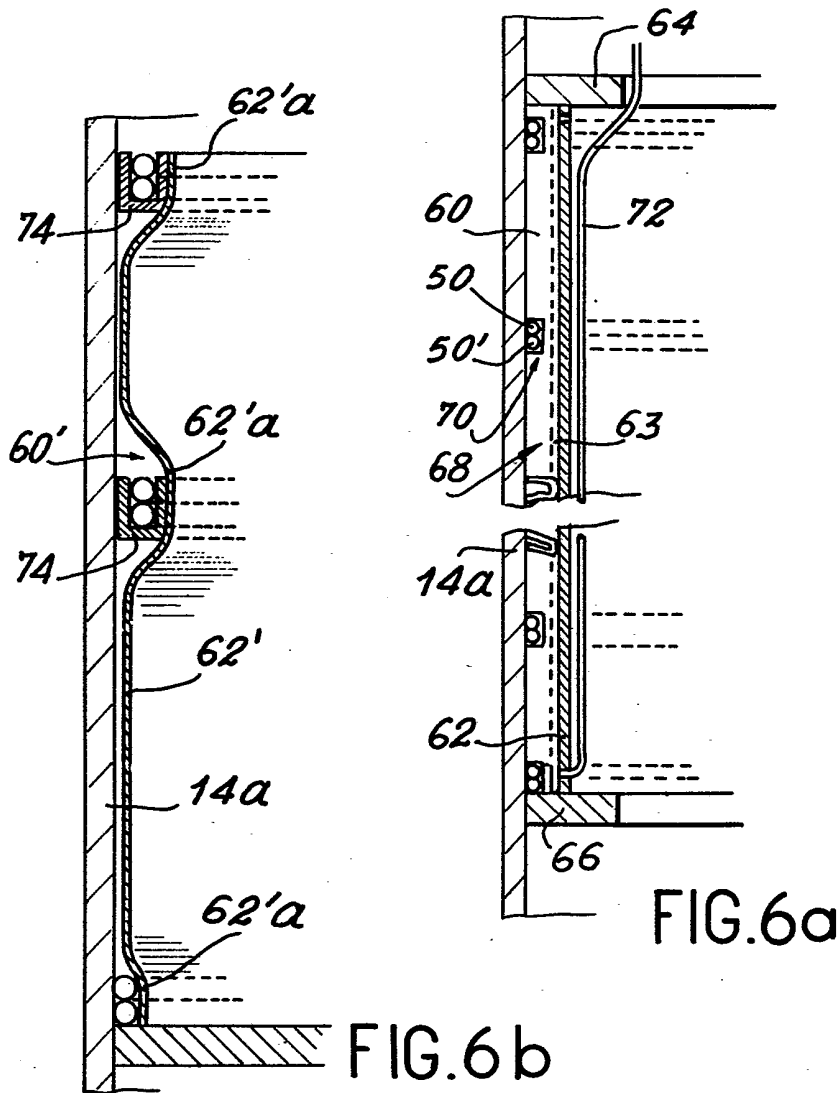


FIG. 5a

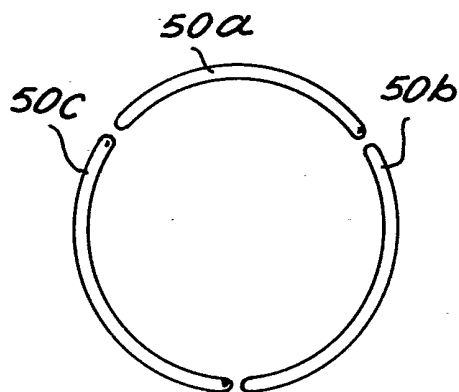


FIG. 5b