

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt: 86870111.1

⑸ Int. Cl. 4: **F 28 D 15/02**

⑱ Date de dépôt: 11.08.86

⑳ Priorité: 05.09.85 BE 215549

④③ Date de publication de la demande:  
08.04.87 Bulletin 87/15

④④ Etats contractants désignés:  
AT CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur: **SOCIETE ANONYME BELGE DE CONSTRUCTIONS AERONAUTIQUES S.A.B.C.A.**  
Chaussée de Haecht 1470  
B-1130 Bruxelles (BE)

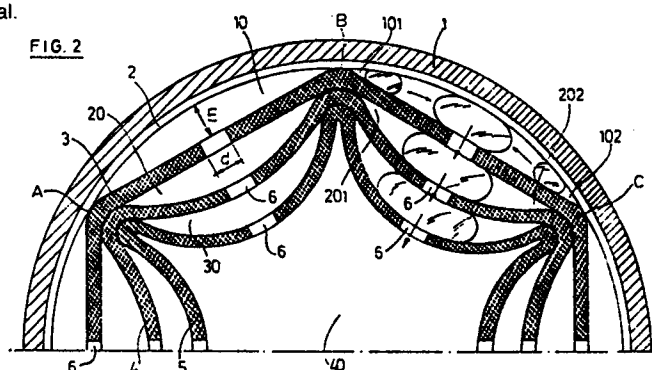
⑦② Inventeur: **Bhatti, Ranbir Singh**  
Muinklaan 5  
B-9000 Gent (BE)

**Van Oost, Stéphane**  
Waalsebaan 53  
B-1980 Tervueren (BE)

⑦④ Mandataire: **Vanderperre, Robert et al**  
Bureau VANDER HAEGHEN 63 Avenue de la Toison d'Or  
B-1060 Bruxelles (BE)

④⑤ **Caloduc capillaire.**

④⑦ Caloduc comprenant au moins une cloison perméable (3, 4 ...) se développant suivant une nappe mise en contact à intervalles réguliers (A, B, C ...) avec la surface d'échange thermique (1) de manière à former avec celle-ci des canaux capillaires (10, 20, 30 ...) ayant les jointures (A, B, C ...) comme bords latéraux et de manière que lesdits canaux capillaires présentent des coins à angle aigu (101, 102, 201, ...) le long de leurs bords latéraux. Chaque cloison (3, 4 ...) présente des ouvertures (6) ayant un diamètre ou une largeur (d) au moins approximativement égale à la hauteur maximale (E) d'un canal.



## Description

## Caloduc capillaire

Un caloduc se présente sous la forme générale d'un tube, de section quelconque, hermétiquement scellé, dont la paroi interne est tapissée d'un tissu capillaire imbibé d'un liquide adéquat. Lorsque l'on chauffe ce tube, le liquide s'évapore du côté chauffé tandis que la vapeur se condense du côté refroidi. Enfin, le condensat est ramené à son point de départ par succion capillaire du tissu.

Lorsque le caloduc est incliné, évaporateur en-dessous, la gravité favorise fortement le retour du liquide tandis que la succion capillaire assure le mouillage efficace de toutes les surfaces d'évaporation et de condensation.

La phase vapeur dans le caloduc est quasi-isotherme, les seuls gradients se produisent par conduction de l'évaporateur et du condenseur. Le caloduc est donc un système quasi-isotherme quelle que soit sa longueur. La capacité de transport de chaleur maximum du caloduc est régie par l'équilibre des pressions motrices (gravité, succion capillaire) et des pressions résistantes (pertes de charge).

Une structure capillaire interne usuelle dans un caloduc utilise des cloisons perméables sous forme de treillis cylindriques concentriques. Cette structure a pour inconvénient de voir sa puissance calorifique transportable limitée par deux phénomènes :

a) formation de bouchons de vapeur ou de gaz dans les canaux prévus pour la circulation du liquide dans les zones de chauffage.

b) formation d'un film de vapeur isolant qui engendre des gradients de température importants, préjudiciables à la supraconductivité recherchée dans le domaine de la transmission de chaleur.

De plus, ces caloducs connus subissent une très forte dégradation de leurs performances après cintrage, ce qui les rend impropres à leur utilisation dans certaines applications telles que le domaine des satellites artificiels, par exemple.

L'invention a pour objet une structure interne de caloducs perfectionnée qui pallie les inconvénients des structures capillaires à treillis usuelles.

Cet objectif est atteint, selon l'invention, par un caloduc caractérisé par au moins une cloison perméable se développant en une nappe mise en contact à intervalles réguliers avec la surface d'échange thermique de manière à former avec celle-ci des canaux capillaires ayant comme bords latéraux les jointures précitées et de manière que lesdits canaux capillaires présentent des coins à angle aigu le long de leurs bords latéraux, chaque cloison présentant des ouvertures ayant un diamètre ou une largeur au moins approximativement égale à la hauteur maximale d'un canal.

D'autres particularités de l'invention ressortiront de l'exposé de l'invention.

L'invention est exposée dans ce qui suit en s'appuyant sur les dessins ci-annexés dans lesquels :

la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un mode d'exécution exemplaire d'un caloduc selon l'invention;

la figure 2 montre schématiquement l'effet cinétique créé avec la disposition selon l'invention;

les figures 3 et 4 illustrent deux autres exemples d'exécution typiques de la disposition selon l'invention.

Se reportant aux dessins, la figure 1 montre une coupe transversale d'un caloduc cylindrique selon l'invention. Le tube extérieur 1 du caloduc constitue la surface d'échange thermique de la zone évaporateur. La surface intérieure du tube 1 est avantageusement formée avec des rainures 2 dont on verra le rôle plus loin. A l'intérieur du tube 1 est fixée une première cloison **capillaire** 3 se développant suivant une surface parallépipédique hexagonale, les arêtes A, B... de la surface parallépipédique étant par exemple soudées au tube 1. Entre la surface 3 et le tube 1 sont ainsi formés plusieurs canaux capillaires longitudinaux 10 pour la circulation d'un liquide.

A l'intérieur de la cloison 3 est fixée une deuxième cloison capillaire 4 formant avec la cloison 3 plusieurs canaux capillaires 20 parallèles aux canaux 10. Et à l'intérieur de la cloison 4 est fixée une troisième cloison 5 formant avec la cloison 4 des canaux capillaires longitudinaux 30. Des cloisons supplémentaires pourraient encore être prévues d'une façon similaire.

Une particularité caractéristique de la structure selon l'invention est que les canaux capillaires 10, 20, 30 formés par les cloisons à l'intérieur du tube 1 présentent des coins à angle aigu, tels que 101, 102, 202, 301, 302 par exemple. Une seconde particularité caractéristique de l'invention est la formation d'une pluralité d'ouvertures 6 dans les cloisons 3, 4, 5.

Grâce à ces deux particularités combinées, les bulles de vapeur qui se forment dans les canaux de liquide 10, 20, 30 et qui auraient tendance à y stagner, se trouvent animées par une poussée capillaire développée dans un coin, qui les expulsent des coins 101, 102, 201..... et les amènent vers les ouvertures 6 qui les évacuent immédiatement vers le canal adjacent intérieur et finalement dans le canal de vapeur central 40 (voir figure 1). On évite ainsi la formation de bouchons de vapeur et de film de vapeur isolant qui limitent la puissance transportable dans les caloducs classiques. Les rainures 2 formées avantageusement dans la face interne du tube 1 et que l'on a mentionnées précédemment, réalise la distribution du liquide, logé préférentiellement dans les coins précités, sur l'entièreté de la surface interne du tube soumise au flux de chaleur.

Il est à noter que les ouvertures 6 précitées n'ont rien à voir avec les mailles d'un treillis habituellement utilisé pour constituer les cloisons perméables. Les ouvertures 6 sont réalisées dans la cloison avec des dimensions et un pas choisis en fonction de la largeur radiale maximale des canaux. Désignant par E la hauteur maximale d'un canal de liquide, la valeur optimale du diamètre ou de la largeur  $d$  des ouvertures est égale à environ E. Quant au pas  $e$ , il

est avantageux de le choisir le plus petit possible, à la limite même de valeur nulle. c'est-à-dire que les ouvertures seraient des fentes continues. En pratique, cependant, il s'est avéré intéressant et suffisant de choisir le pas égal à 4d.

L'invention n'est nullement limitée au mode d'exécution exemplaire illustré à la figure 1. Deux autres exemples d'exécution typiques sont illustrés aux figures 3 et 4. Le mode d'exécution illustré à la figure 3 montre un caloduc à surface d'échange cylindrique avec une cloison perméable se développant suivant une surface polyédrique quelconque. Des cloisons additionnelles peuvent bien sûr être prévues comme décrit précédemment. La figure 4 illustre un mode d'exécution dans lequel la surface d'échange thermique 1 est plane.

En plus des avantages que procure la disposition selon l'invention sur le plan de la puissance calorifique transportable, cette disposition a encore un avantage mécanique appréciable: celui de permettre le cintrage du caloduc sans dégradation de la capacité de transport de chaleur, la forme géométrique des canaux de liquide restant conforme à sa disposition initiale grâce au support mécanique des cloisons pliées, maintenues en contact avec la surface du tube.

## Revendications

1. Caloduc comprenant une surface d'échange thermique et au moins une cloison perméable formant avec la surface d'échange thermique plusieurs canaux, caractérisé en ce que la ou chaque cloison (3, 4 ...) se développe suivant une nappe mise en contact à intervalles réguliers (A, B, C ...) avec la surface d'échange thermique (1) de manière à former avec celle-ci des canaux capillaires (10, 20, 30 ...) ayant comme bords latéraux les jointures (A, B, C ...) précitées et de manière que lesdits canaux capillaires présentent des coins à angle aigu (101, 102, 201, ...) le long de leurs bords latéraux, et en ce que la ou chaque cloison (3, 4 ...) présente des ouvertures (6) ayant un diamètre ou une largeur (d) au moins approximativement égale à la hauteur maximale (E) d'un canal.

2. Caloduc selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs cloisons (3, 4, 5 ...) mises en contact à intervalles réguliers entre elles et avec la surface d'échange thermique.

3. Caloduc selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la ou les cloisons (3, 4 ...) se développent suivant une surface parallélogrammique polygonale inscrite dans une surface d'échange thermique cylindrique.

4. Caloduc selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la ou les cloisons (3, 4 ...) se développent suivant une surface polyédrique quelconque.

5. Caloduc selon la revendication 1, caractérisé en ce que la face interne de la surface

d'échange thermique (1) présente des rainures (2) perpendiculaires à la direction longitudinale des canaux précités.

6. Caloduc selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la face interne de la surface d'échange thermique (1) est plane.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

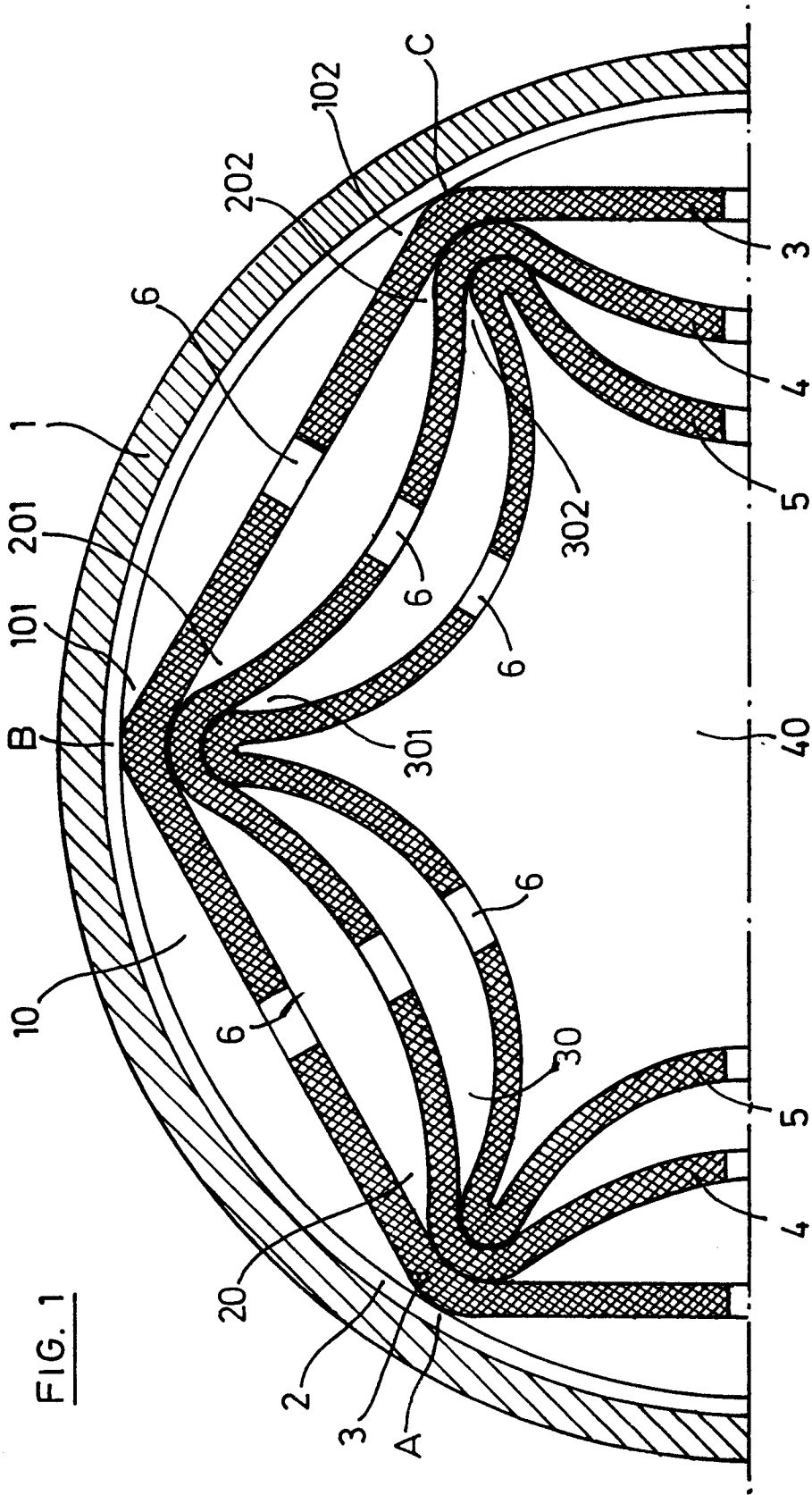


FIG. 1

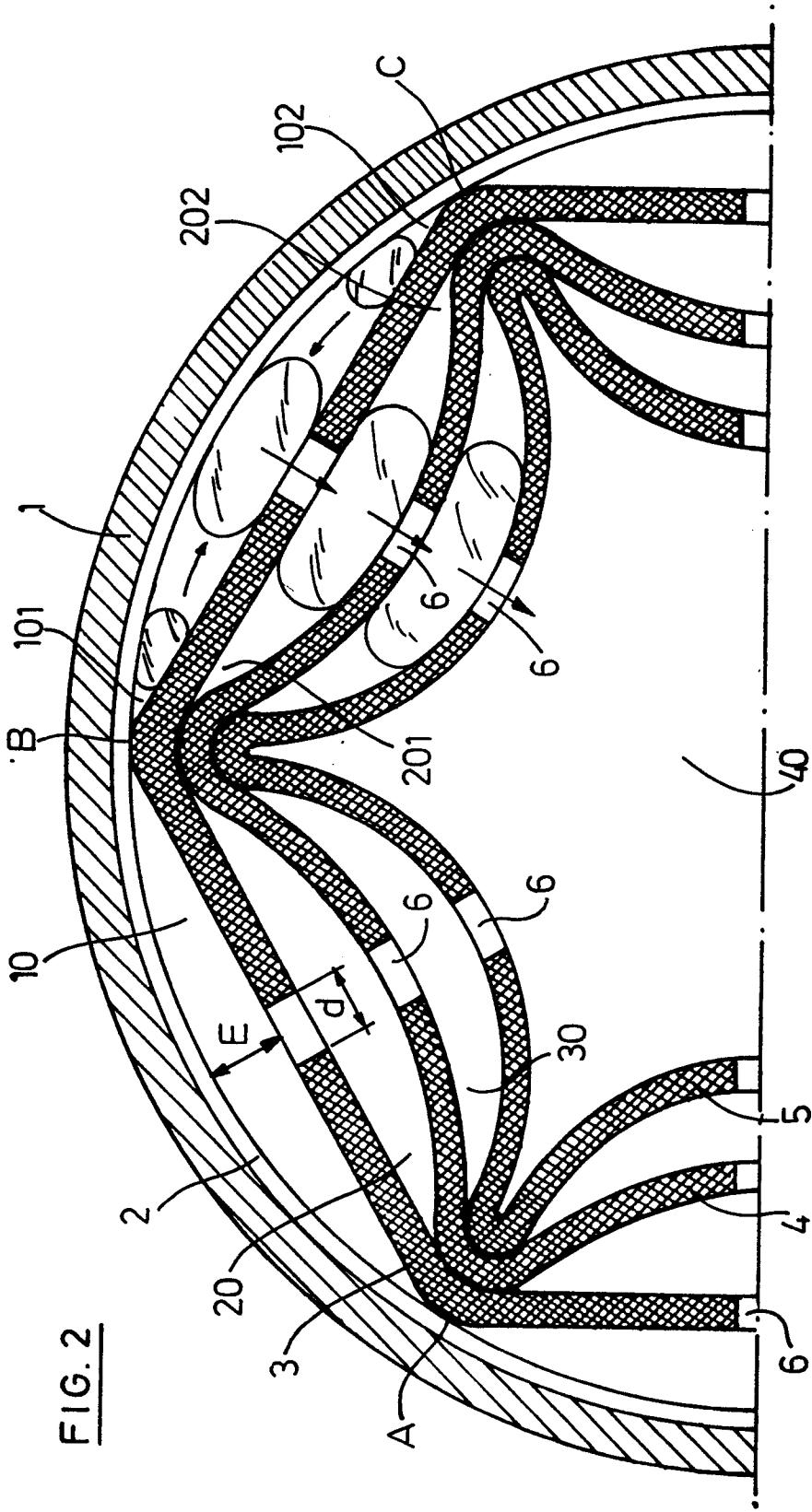
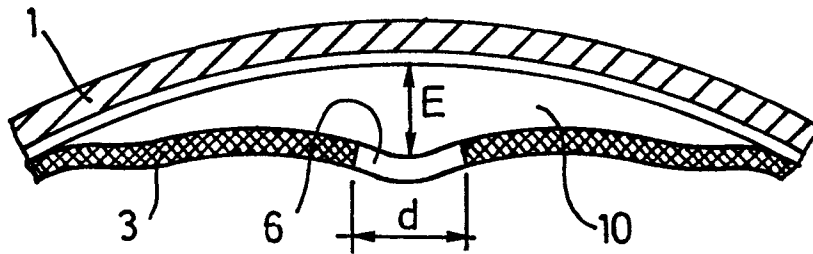
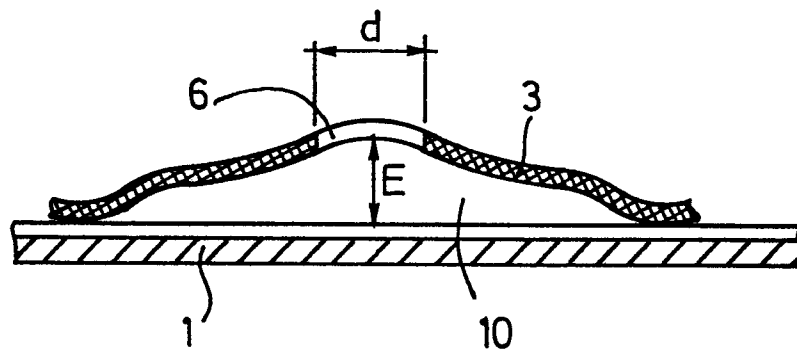


FIG. 2

FIG. 3FIG. 4



<b>DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	US-A-3 598 177 (WEBSTER) * En entier *	1	F 28 D 15/02
A	--- US-A-3 892 273 (NELSON) * En entier *	1	
A	--- US-A-4 019 571 (KOSSON) * En entier *	1	
	-----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			F 28 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date de l'invention	SMETS & Cie
Lieu de la recherche		Date de l'invention	SMETS & Cie
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>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</p> <p>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</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			