



SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE PUBLICATION : 1014254A3
NUMERO DE DEPOT : 2001/0419
Classif. Internat. : B21C B21D B64D
Date de délivrance le : 01 Juillet 2003

Le Ministre de l'Economie,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;
Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;
Vu le procès verbal dressé le 20 Juin 2001 à 15H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : SONACA S.A.
route Nationale 5, B-6041 GOSSELIES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN Joëlle, OFFICE VAN MALDEREN, Place Reine Fabiola 6/1 - B 1083 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : STRUCTURE TUBULAIRE MINCE CLOISONNEE ET SON PROCEDE DE FABRICATION.

INVENTEUR(S) : Debaisieux Stéphane, chaussée de Mons 33 bte 29, B-1400 Nivelles (BE);
Gueuning Dimitri, clos de la Mare aux Loups 36, B-1330 Rixensart (BE); Quets Sébastien, rue de Virginal 15, B-1460 Ittre (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

L. WUYTS
CONSEILLER

Bruxelles, le 01 Juillet 2003
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
CONSEILLER

STRUCTURE TUBULAIRE MINCE CLOISONNEE ET SON PROCEDE DE FABRICATION

DESCRIPTION

5

Domaine technique

L'invention concerne une structure tubulaire mince cloisonnée destinée à assurer l'écoulement d'un fluide entre une partie tubulaire d'entrée et au moins
10 une partie tubulaire de sortie orientées selon des directions différentes, généralement bien que non nécessairement perpendiculaires l'une à l'autre.

Dans l'expression "structure tubulaire mince cloisonnée", le terme "mince" signifie que la structure
15 est formée uniquement de tôles d'épaisseur inférieure à 2 mm.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une telle structure tubulaire mince cloisonnée.

20 L'invention trouve une application privilégiée dans l'industrie aéronautique, et notamment dans la réalisation de dispositifs de dégivrage par air chaud des surfaces extérieures des aéronefs, telles que les volets de bord d'attaque des voilures d'avion. Elle
25 peut toutefois être utilisée dans tout autre domaine technique nécessitant un changement de direction d'un fluide en écoulement dans une canalisation.

Etat de la technique

30 Sur les aéronefs, on utilise généralement de l'air chaud prélevé sur les moteurs de l'appareil pour dégivrer ou éviter l'apparition de givre sur les

surfaces aérodynamiques les plus exposées, comme le bord d'attaque des ailes, les empennages et dérives, ainsi que les entrées d'air des réacteurs. L'air chaud est acheminé vers les surfaces à dégivrer par des
5 canalisations connectées entre elles.

Le document US-A-4 752 049 montre une aile d'avion équipée de volets de bord d'attaque à l'intérieur desquels un circuit de dégivrage est déployé. Ce circuit comprend notamment une canalisation
10 tubulaire qui suit le bord d'attaque des volets, un tronçon de canalisation télescopique qui reçoit l'air en provenance du réacteur et un coude qui relie ce tronçon à la canalisation tubulaire. L'air acheminé dans la canalisation tubulaire sort par des orifices
15 ménagés à sa périphérie, afin d'être diffusé dans une chambre de dégivrage située à l'intérieur du bord d'attaque du volet.

Le document US-A-5 807 454 décrit un dispositif similaire, utilisé pour dégivrer le bord
20 d'attaque d'une aile.

Le document US-A-4 603 824 montre un dispositif de dégivrage d'un volet de bord d'attaque, dans lequel une canalisation d'alimentation en air est reliée à une première extrémité d'une canalisation
25 télescopique par un premier té de raccordement, la deuxième extrémité de la canalisation télescopique étant reliée à une canalisation de bord d'attaque par un deuxième té de raccordement. Dans ce dispositif, la canalisation télescopique permet tous les déplacements
30 du volet sans interruption de l'alimentation en air. Chaque té est supporté par deux nervures qui permettent une liaison rigide avec la canalisation de bord

d'attaque tout en assurant une rotation du conduit télescopique autour de la canalisation d'alimentation recevant l'air chaud du réacteur.

Lors de la réalisation de tels circuits de
5 dégivrage pour volets et voilures d'aéronefs, on utilise de préférence des canalisations légères et d'encombrement limité, afin de limiter le poids. Toutefois, des déformations permanentes ou des fissures peuvent se produire dans les canalisations dégivrant
10 les bords d'attaque. Plus précisément, ces détériorations apparaissent dans les jonctions des différents tronçons de ces canalisations. Ces problèmes peuvent être résolus en augmentant les épaisseurs afin d'accroître la rigidité. Toutefois, cela conduit à
15 augmenter le poids, ce qui est contraire à l'objectif visé en aéronautique.

Des essais ont permis de montrer que les détériorations des canalisations de dégivrage sont essentiellement dues à des vibrations provoquées par
20 l'écoulement de l'air chaud dans celles-ci. Ainsi, on a constaté que l'air chaud sort des coudes ou des tés avec un écoulement tourbillonnaire, dont le profil des vitesses est aléatoire. Cet écoulement tourbillonnaire produit des contraintes alternées dans la paroi de la
25 canalisation de dégivrage, ce qui peut conduire à des criques de fatigue extrêmement préjudiciables à la sécurité et à la durée de vie des éléments composant le circuit de dégivrage.

Pour remédier aux effets de l'écoulement
30 tourbillonnaire sans trop pénaliser le poids ou la résistance de la structure tubulaire, il est connu de placer, à l'intérieur des parties de sortie des coudes

ou des tés, des plaques simples ou croisées, disposées selon le diamètre de sortie du coude ou du té et formant entre elles des angles de préférence droits. Ces plaques ont pour fonction d'uniformiser
5 l'écoulement et de réduire l'intensité des tourbillons à l'entrée de la canalisation de dégivrage. Elles assurent la création d'un écoulement plus stable dans le sens longitudinal de la canalisation.

L'utilisation de telles plaques présente
10 toutefois un inconvénient du point de vue de la fabrication. En effet, les plaques sont fixées sur les contours circulaires du coude ou du té par des points de soudure. Une telle opération exige l'utilisation d'un outillage pour positionner et assembler les
15 différentes pièces, afin d'éviter les déformations inhérentes au soudage de pièces minces. Des reprises sont souvent nécessaires pour remettre les pièces aux dimensions désirées, ce qui est particulièrement pénalisant pour les temps de fabrication.

20 Un autre inconvénient concerne la fabrication des structures minces coudées ou en forme de té, qui fait appel à des techniques connues de l'homme du métier, dont la mise en œuvre est longue et onéreuse.

Ainsi, il est connu de former, par
25 emboutissage ou déformation superplastique, deux demi-coquilles que l'on assemble ensuite par une opération de soudage par fusion. Cependant, cette technique demande autant d'outillages qu'il existe de pièces à réaliser et un outillage pour détourer les pièces et
30 les assembler.

Il est également connu de réaliser une structure en té par piquage d'un tube sur l'autre et

soudage desdits tubes selon leur ligne d'intersection. Cette technique présente les mêmes inconvénients que la précédente. De plus, elle impose l'utilisation d'un outillage élaboré pour positionner les tubes avant leur
5 assemblage et pour les maintenir durant la phase de soudage.

Le document US-A-5 988 225 décrit une autre technique de fabrication d'une structure tubulaire en forme de té, par déformation superplastique d'un tube.
10 Selon cette technique, on ferme de façon étanche les extrémités d'une ébauche tubulaire au moyen de disques présentant un coefficient de dilatation supérieur à celui de la pièce à réaliser, puis on place l'ébauche dans un moule. Après chauffage et injection d'un gaz à
15 l'une des extrémités de l'ébauche, le tube se déforme pour venir épouser le contour intérieur du moule et donner ainsi naissance à une structure tubulaire en forme de té.

Par rapport aux autres procédés de fabrication
20 connus, cette dernière technique présente l'avantage de diminuer le temps de fabrication. Toutefois, celui-ci reste tributaire des contraintes liées à la mise en place des plaques ou cloisons canalisant l'écoulement dans les parties de sortie du té. Elle ne résout donc
25 pas de manière satisfaisante le problème découlant de la création d'un écoulement turbulent aux sorties du coude ou du té.

Exposé de l'invention

30 L'invention a précisément pour objet une structure tubulaire mince cloisonnée dont la conception originale lui permet de réduire fortement les

écoulements turbulents, sans accroître le poids et tout en autorisant un temps de fabrication sensiblement plus faible que lorsqu'on utilise les techniques de fabrication existantes.

5 Conformément à l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'une structure tubulaire mince cloisonnée apte à assurer l'écoulement d'un fluide entre une partie tubulaire d'entrée et au moins une partie tubulaire de sortie orientées selon des
10 directions différentes, ladite structure comportant une paroi extérieure et étant caractérisée en ce qu'elle comprend de plus des cloisons intérieures continues réalisées d'un seul tenant avec la paroi extérieure, de façon à délimiter entre la partie tubulaire d'entrée et
15 chaque partie tubulaire de sortie au moins un passage continu indépendant de guidage du fluide.

La présence d'un passage continu pour guider le fluide entre l'entrée et la sortie permet de réduire très fortement les turbulences à la sortie de ladite
20 structure. On supprime ainsi les risques de détérioration de la canalisation de dégivrage.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, chaque cloison intérieure continue comprend deux portions terminales planes, placées dans
25 les parties tubulaires d'entrée et de sortie, et une portion intérieure courbe, en forme de tronc de cône, reliant sans discontinuité les deux portions terminales planes.

De préférence, la structure tubulaire est
30 formée de tôles présentant une épaisseur au plus égale à environ 2 mm. La portion intérieure courbe de chaque cloison intérieure continue coupe alors un plan médian.

de la structure tubulaire selon un premier arc de cercle de rayon R et la paroi extérieure selon un deuxième arc de cercle de rayon r , de telle sorte que le rayon R du premier arc de cercle est sensiblement
5 égal à trois fois le rayon r du deuxième arc de cercle.

Dans ce cas, le rayon r du deuxième arc de cercle est, de préférence, sensiblement égal à 15 fois l'épaisseur desdites tôles.

Avantageusement, lorsque la structure est en
10 forme de té et comprend deux parties tubulaires de sortie alignées et orientées sensiblement à angle droit par rapport à la partie tubulaire d'entrée, le passage continu indépendant reliant la partie tubulaire d'entrée à chaque partie tubulaire de sortie est
15 délimité entre la paroi extérieure et deux cloisons intérieures continues.

Dans ce cas, de préférence, une cloison intérieure supplémentaire est placée à l'intérieur de la structure, selon un plan médian de celle-ci, entre
20 la paroi extérieure de la structure et des zones de jonction desdites cloisons intérieures continues.

Chacun des passages continus indépendants présente alors, entre la partie tubulaire d'entrée et chaque partie tubulaire de sortie, soit une section de
25 passage sensiblement constante, soit une section de passage qui diminue ou augmente progressivement de façon à accélérer ou à décélérer le fluide, selon le cas.

L'invention a aussi pour objet un procédé de
30 fabrication d'une structure tubulaire mince cloisonnée telle que définie ci-dessus, dans lequel la paroi extérieure et les cloisons intérieures continues sont

obtenues en une seule opération par soudage par diffusion et par formage superplastique, à partir de tôles en alliage de titane.

5 **Brève description des dessins**

On décrira à présent, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation préféré de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

10 -la figure 1 est une vue en perspective éclatée qui représente une structure tubulaire mince cloisonnée, en forme de té, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

15 -la figure 2 est une vue en perspective comparable à la figure 1, illustrant une variante de réalisation ;

-la figure 3 est une vue en perspective illustrant schématiquement une première étape de fabrication de la structure tubulaire mince cloisonnée
20 de la figure 1 ; et

-la figure 4 est une vue en perspective illustrant schématiquement une deuxième étape de fabrication de la structure tubulaire mince cloisonnée de la figure 1.

25

Description détaillée d'un mode de réalisation préféré de l'invention

Dans le mode de réalisation illustré sur les figures, la structure tubulaire mince cloisonnée
30 conforme à l'invention est une structure en forme de té qui comprend une paroi extérieure 14. La paroi

extérieure 14 de la structure tubulaire mince cloisonnée selon l'invention est formée d'une tôle mince, de préférence en alliage de titane.

La structure tubulaire mince cloisonnée
5 comporte une partie tubulaire d'entrée 10 et deux parties tubulaires de sortie 12. Plus précisément, dans les parties tubulaires d'entrée 10 et de sortie 12, la paroi extérieure 14 présente une section circulaire et sensiblement de même diamètre. En outre, les parties
10 tubulaires de sortie 12 sont centrées sur un axe 18 commun, orienté selon une direction sensiblement normale à l'axe 20 de la partie tubulaire d'entrée 10.

Il est important d'observer que ces caractéristiques ne doivent en aucun cas être
15 considérées comme limitant la portée de l'invention. En particulier, celle-ci concerne également une structure tubulaire mince cloisonnée en forme de coude ne comportant qu'une seule partie tubulaire de sortie, une structure tubulaire cloisonnée dans laquelle les parois
20 extérieures des parties tubulaires d'entrée et de sortie ont des sections non circulaires (par exemple, ovales) et/ou différentes, et une structure tubulaire mince cloisonnée dans laquelle les axes des parties tubulaires d'entrée et de sortie sont orientés selon
25 des directions différentes, mais non orthogonales l'une à l'autre.

Conformément à l'invention, la structure tubulaire mince cloisonnée comprend, de plus, des cloisons intérieures continues 22, réalisées d'un seul
30 tenant avec la paroi extérieure 14. Les cloisons intérieures continues 22 s'étendent sans interruption de la partie tubulaire d'entrée 10 jusqu'à chaque

partie tubulaire de sortie 12, en délimitant un passage continu indépendant 24 entre la partie tubulaire d'entrée 10 et chaque partie tubulaire de sortie 12.

Ainsi, dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1 où la structure tubulaire est en forme de té, les cloisons intérieures continues 22 délimitent deux passages continus indépendants 24 reliant respectivement la partie tubulaire d'entrée 10 à chacune des parties tubulaires de sortie 12. Comme la paroi extérieure 14, les cloisons intérieures continues 22 sont réalisées en tôles minces, de préférence en alliage de titane.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, chaque cloison intérieure continue 22 comprend deux portions terminales planes 22a et une portion intermédiaire courbe 22b, en forme de tronc de cône, reliant sans discontinuité, c'est-à-dire de façon tangentielle, les deux portions terminales planes 22a.

Les deux portions terminales planes 22a de chacune des cloisons 22 sont orientées sensiblement radialement à l'intérieur des parties tubulaires d'entrée 10 et de sortie 12, de façon symétrique par rapport à un plan médian de la structure tubulaire, ledit plan médian passant par les axes 18 et 20.

La portion intermédiaire courbe 22b coupe le plan médian précité selon un arc de cercle de rayon R et la paroi extérieure 14 selon un arc de cercle de rayon r. Les valeurs qui sont données préférentiellement à ces rayons R et r seront précisées ultérieurement.

Plus précisément, chacun des passages continus indépendants 24 est délimité, d'une part, par deux

cloisons intérieures continues 22 et, d'autre part, par une portion, de section en arc de cercle, de la paroi extérieure de la structure tubulaire. Chacun des passages 24 présente ainsi une section en forme de

5 secteur circulaire.

Les deux cloisons intérieures continues 22 délimitant chacun des passages 24 sont disposées symétriquement de part et d'autre du plan médian de la structure tubulaire, de façon à former entre elles un

10 angle donné. Cet angle peut être sensiblement constant d'une extrémité à l'autre du passage 24 ou, au contraire, évolutif, de même que la position de la ligne de jonction des cloisons 22 par rapport à l'axe 18, à la sortie de la structure tubulaire.

15 Ainsi, l'angle formé entre les cloisons intérieures continues 22 peut diminuer ou augmenter en allant de la partie tubulaire d'entrée 10 vers la partie tubulaire de sortie 12. Parallèlement, la ligne de jonction des cloisons 22 peut aussi s'éloigner de

20 l'axe 18 des parties tubulaires de sortie 12. De cette manière, on donne à la section des passages 24 une valeur qui va en diminuant ou, au contraire, en augmentant de l'extrémité d'entrée vers l'extrémité de sortie. On imprime ainsi une accélération ou une

25 décélération au fluide qui s'écoule à l'intérieur du passage 24. Dans le mode de réalisation illustré schématiquement sur la figure 1, l'angle formé entre les cloisons intérieures continues 22 délimitant chaque passage 24 est, par exemple, d'environ 90° .

30 L'air chaud admis à l'entrée de chacun des passages 24 voit sa trajectoire progressivement modifiée jusqu'à la sortie dudit passage par des

portions intermédiaires courbes, en forme de tronc de cône, des cloisons 22. Le caractère continu et progressif du changement de direction ainsi imposé à l'air qui circule dans les passages 24 a pour
5 conséquence d'éviter la formation de turbulences à la sortie de la structure. On évite ainsi l'apparition de vibrations importantes susceptibles de provoquer des criques.

Dans le mode de réalisation représenté sur la
10 figure 1, la structure tubulaire mince cloisonnée comprend de plus une cloison intérieure supplémentaire 26. Cette cloison supplémentaire 26 est disposée dans le plan médian de la structure, de façon à relier sans discontinuité la paroi extérieure de ladite structure à
15 la zone de jonction des cloisons intérieures continues 22, à l'extérieur des passages 24. On délimite ainsi, de part et d'autre de la cloison supplémentaire 26, deux autres passages 28 par lesquels la partie tubulaire d'entrée 10 communique simultanément avec
20 chacune des parties tubulaires de sortie 12.

L'air chaud admis à l'entrée de chacun des passages 28 se divise donc en deux en entrant en contact avec la paroi extérieure de la structure, en face de la partie tubulaire d'entrée 10. Toutefois, du
25 fait de la présence des passages continus 22, seule environ la moitié du fluide vient heurter ladite paroi extérieure. Le coup de bélier qui en résulte, générateur de vibrations, est donc très réduit par rapport aux structures existantes, dans lesquelles la
30 totalité du fluide heurte ladite paroi. De plus, le fluide sortant des passages 28 est entraîné et régulé par le fluide sortant des passages continus 24, de

sorte que le fluide s'écoule pratiquement sans turbulence à la sortie de la structure.

Cet effet peut être amplifié, si nécessaire, en donnant aux passages continus 24 des sections d'entrée supérieures à celles des passages 28. Dans ce cas, il est avantageux d'augmenter également la section des passages continus 24 en aval de leur entrée, afin d'acheminer jusqu'à la sortie une quantité de fluide guidé plus importante.

Il est à noter que l'effet de stabilisation de l'écoulement issu des passages 28 par l'écoulement issu des passages continus 24 est encore augmenté lorsque l'on donne à ces derniers une section qui diminue progressivement de l'entrée vers la sortie. En effet, cet agencement a pour effet d'augmenter la vitesse du fluide à la sortie des passages 24 et, par conséquent, l'énergie cinétique qui permet d'entraîner et de réguler les écoulements turbulents issus des passages 28.

Toutefois, il est souhaitable de limiter les différences de vitesse entre les sorties des passages 24 et 28, pour ne pas générer de turbulences. A cet effet, on ajuste les rapports des sections d'entrée et de sortie des passages 24 et 28 de façon à équilibrer au mieux les vitesses à la sortie de la structure tubulaire.

Les cloisons intérieures continues 22 forment en section, dans la partie tubulaire d'entrée 10, un X ou une croix à quatre branches. On divise ainsi en quatre parties le débit de l'air admis à l'entrée de la structure. Dans chacune des parties tubulaires de sortie, les deux cloisons 22 délimitant le passage 24

qui y débouche forment en section, avec la cloison supplémentaire 26, un Y ou une croix à trois branches.

Dans une variante de réalisation de l'invention illustrée sur la figure 2, la cloison supplémentaire 26 est remplacée par deux paires de cloisons intérieures continues 26' qui relient les zones de jonction des cloisons intérieures continues 22 à la paroi extérieure 14 de la structure, de façon à re-canaliser, à chacune des sorties de la structure tubulaire, le fluide admis à l'entrée de chacun des passages 28. Les cloisons 26' sont disposées symétriquement par rapport au plan médian de la structure. Elles forment un X en section avec les cloisons 22, dans les parties tubulaires de sortie 12 de la structure.

Cet agencement permet de guider jusqu'à la sortie la totalité du fluide admis dans la structure. On assure ainsi une stabilité encore accrue de l'écoulement.

Dans cette dernière variante comme dans le mode de réalisation décrit auparavant, les angles formés entre les différentes cloisons 22 et 26' peuvent être constant ou évolutifs entre l'entrée et la sortie de la structure, de façon à donner à celles-ci les propriétés désirées.

Pour des raisons liées au procédé de fabrication de la structure tubulaire cloisonnée selon l'invention, la cloison supplémentaire 26 ainsi que les portions de la paroi extérieure 14 délimitant les passages 24 présentent une épaisseur sensiblement double de celle des cloisons intérieures continues 22

et des autres portions de la paroi extérieure 14 de la structure.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention illustré sur les figures 3 et 4, la
5 structure tubulaire cloisonnée est fabriquée par la technique du soudage par diffusion et du formage superplastique.

Selon ce procédé et comme l'illustre la figure 3, on réalise tout d'abord un empilement de quatre
10 tôles rectangulaires t1, t2, t3, et t4 en alliage de titane.

De façon plus précise, les tôles t1 et t4 placées à l'extérieur de l'empilement sont destinées à former la paroi extérieure 14 de la structure à
15 fabriquer, alors que les tôles t2 et t3 placées à l'intérieur de l'empilement sont destinées à former les cloisons 22 et 26. Ainsi, chacune des tôles t2 et t3 forme l'une des cloisons 22 délimitant chacun des passages 24 et les deux tôles t2 et t3 sont soudées
20 entre elles pour former la cloison supplémentaire 26. De plus, la tôle t2 est soudée localement à la tôle t1 et la tôle t3 est soudée localement à la tôle t4, de façon à former les parties de la paroi extérieure 14 de la structure qui délimitent les passages 24.

25 Préalablement à la mise en œuvre du procédé de fabrication, les tôles t1 à t4 subissent un certain nombre d'opérations préparatoires, connues de l'homme du métier. Ces opérations comportent notamment le détournage des tôles, un dégraissage alcalin suivi d'un
30 décapage fluo-nitrique et la délimitation des zones de soudage. Cette délimitation est réalisée en déposant des masques sur les faces en regard des tôles t1 à t4,

en gravant ces masques dans les zones à ne pas souder et en revêtant les zones ainsi démasquées d'un matériau anti-diffusant tel que du nitrure de bore. Sur la figure 3, les zones revêtues d'agent anti-diffusant
5 sont illustrées par des hachures.

Une caractéristique importante du procédé est la mise en place de l'agent anti-diffusant sur les tôles t2 et t3 qui assurent la formation des cloisons internes 22 et 26 de la structure. La formation des
10 portions intermédiaires en forme de tronc de cône de chacune des cloisons 22 impose une déformation de la tôle t2 ou t3 correspondante selon trois directions de l'espace. Cette déformation est obtenue sans formation de crique ni déchirure des tôles, en déposant l'agent
15 anti-diffusant sur une zone délimitée vers l'intérieur des tôles t2 et t3 par un arc de cercle de rayon R optimisé, servant de ligne de départ au déploiement de la cloison 22.

Pour des tôles t2 et t3 présentant une
20 épaisseur initiale constante e, au plus égale à environ 1 mm, le rayon R est sensiblement égal à trois fois le rayon r de l'arc de cercle qui délimite la zone d'agent anti-diffusant vers l'extérieur des tôles t2 et t3.

Dans un mode de réalisation préféré, le rayon
25 r est sensiblement égal à 15 fois l'épaisseur e, afin d'obtenir une structure tubulaire cloisonnée dont le diamètre extérieur est égal à 60 fois l'épaisseur e. Cette valeur est particulièrement adaptée au cas des canalisations qui équipent les aéronefs.

30 Les tôles t1 à t4 ainsi préparées et empilées sont ensuite placées dans un moule. On applique alors sur l'empilement une pression de 12 bars pendant 5

heures, de façon à assurer le soudage des tôles par diffusion, en dehors des zones revêtues d'agent anti-diffusant.

Le cycle de formage superplastique est ensuite
5 mis en œuvre de façon classique, pour assurer le
"gonflage" de la structure par injection d'un gaz sous
pression entre les tôles. La pression appliquée sur les
faces internes des tôles doit atteindre au moins 30
bars pour la phase de conformage. Cette étape est
10 illustrée schématiquement sur la figure 4.

Enfin, les parties des tôles situées dans le
plan médian à l'extérieur de la structure sont
découpées et le bord correspondant est meulé pour
donner à la structure sa forme définitive.

15 On réalise ainsi en une seule opération et
sans formation de crique une structure tubulaire
cloisonnée permettant de dévier la trajectoire d'un
fluide en écoulement sans créer de turbulences en
sortie.

REVENDICATIONS

1. Structure tubulaire mince cloisonnée
5 apte à assurer l'écoulement d'un fluide entre une
partie tubulaire d'entrée (10) et au moins une partie
tubulaire de sortie (12) orientées selon des directions
différentes, ladite structure comportant une paroi
extérieure (14) et étant caractérisée en ce qu'elle
10 comprend de plus des cloisons intérieures continues
(22) réalisées d'un seul tenant avec la paroi
extérieure, de façon à délimiter entre la partie
tubulaire d'entrée (10) et chaque partie tubulaire de
sortie (12) au moins un passage continu indépendant
15 (24) de guidage du fluide.

2. Structure tubulaire mince cloisonnée
selon la revendication 1, dans laquelle chaque cloison
intérieure continue (22) comprend deux portions
20 terminales planes (22a), placées dans les parties
tubulaires d'entrée (10) et de sortie (12), et une
portion intérieure courbe (22b), en forme de tronc de
cône, reliant sans discontinuité les deux portions
terminales planes (22a).

25

3. Structure tubulaire mince cloisonnée
selon la revendication 2, formée de tôles (t1 à t4)
présentant une épaisseur au plus égale à environ 2 mm,
dans lequel la portion intérieure courbe (22b) de
30 chaque cloison intérieure continue (22) coupe un plan
médian de la structure tubulaire selon un premier arc
de cercle de rayon R et la paroi extérieure (14) selon

un deuxième arc de cercle de rayon r , de telle sorte que le rayon R du premier arc de cercle est sensiblement égal à trois fois le rayon r du deuxième arc de cercle.

5

4. Structure tubulaire mince cloisonnée selon la revendication 3, dans laquelle le rayon r du deuxième arc de cercle est sensiblement égal à 15 fois l'épaisseur desdites tôles (t_1 à t_4).

10

5. Structure tubulaire mince cloisonnée selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, comprenant deux parties tubulaires de sortie (12) alignées et orientées sensiblement à angle droit par rapport à la partie tubulaire d'entrée (10), dans laquelle le passage continu indépendant (24) reliant la partie tubulaire d'entrée (10) à chaque partie tubulaire de sortie (12) est délimité entre la paroi extérieure (14) et deux cloisons intérieures continues (22).

20

6. Structure tubulaire mince cloisonnée selon la revendication 5, dans laquelle une cloison intérieure supplémentaire (26) est placée à l'intérieur de la structure, selon un plan médian de celle-ci, entre la paroi extérieure (14) de la structure et des zones de jonction desdites cloisons intérieures continues (22).

25

7. Structure tubulaire mince cloisonnée selon la revendication 5, dans laquelle deux autres paires de cloisons intérieures (26') relient des zones de jonction des cloisons intérieures continues (22) à

30

la paroi extérieure de la structure, de façon à re-canaliser en sortie le fluide entré par d'autres passages (28) à l'intérieur de ladite paroi extérieure.

5 8. Structure tubulaire mince cloisonnée selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle chacun des passages continus indépendants (24) présente une section de passage sensiblement constante entre la partie tubulaire d'entrée (10) et
10 chaque partie tubulaire de sortie (12).

 9. Structure tubulaire mince cloisonnée selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans laquelle chacun des passages continus indépendants (24)
15 présente une section de passage qui diminue progressivement entre la partie tubulaire d'entrée (10) et chaque partie tubulaire de sortie (12).

 10. Structure tubulaire mince cloisonnée
20 selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans laquelle chacun des passages continus indépendants (24) présente une section de passage qui augmente progressivement entre la partie tubulaire d'entrée (10) et chaque partie tubulaire de sortie (12).

25 11. Procédé de fabrication d'une structure tubulaire mince cloisonnée selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la paroi extérieure (14) et les cloisons intérieures continues
30 (22) sont obtenues en une seule opération par soudage par diffusion et par formage superplastique, à partir de tôles (t1 à t4) en alliage de titane.

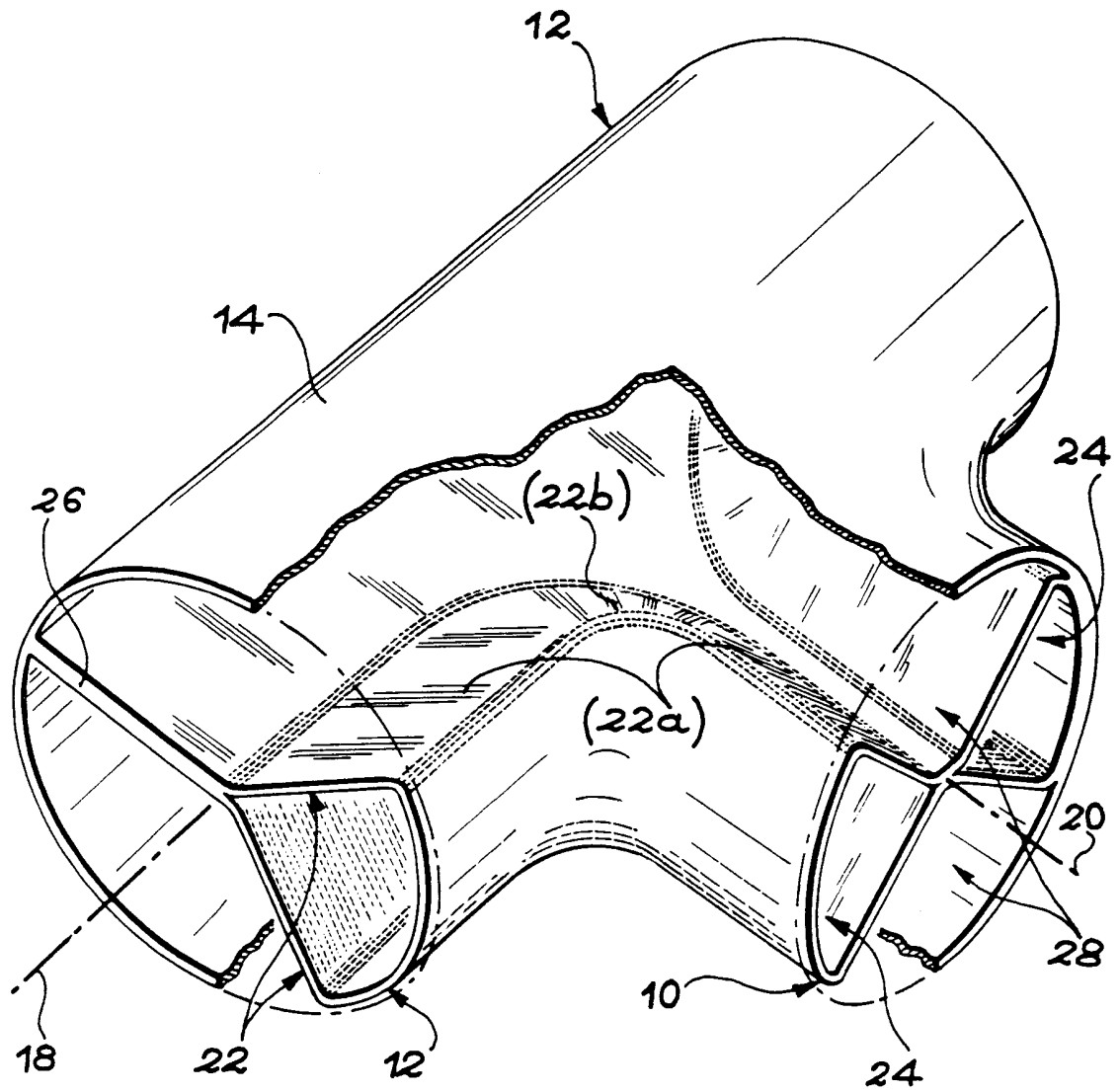


FIG. 1

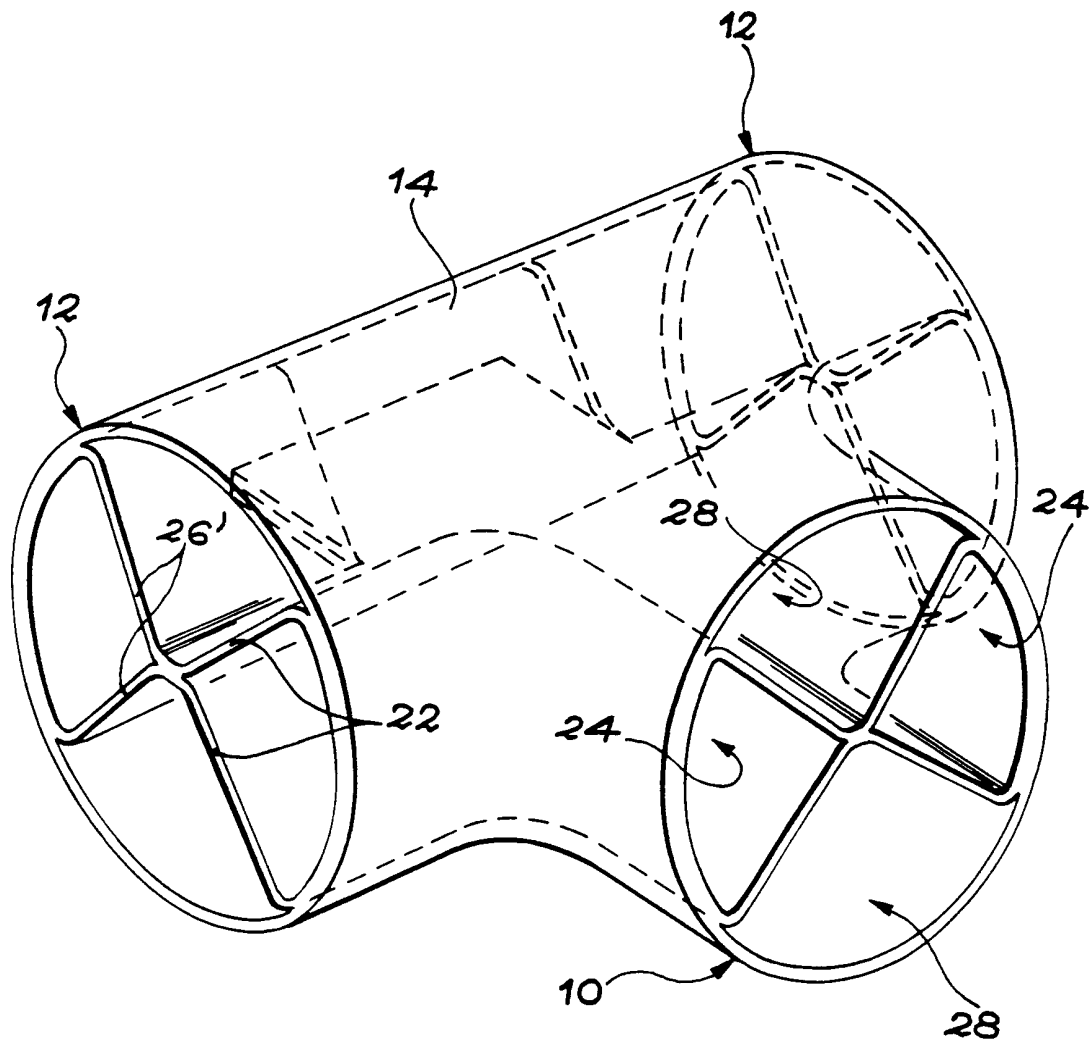


FIG. 2

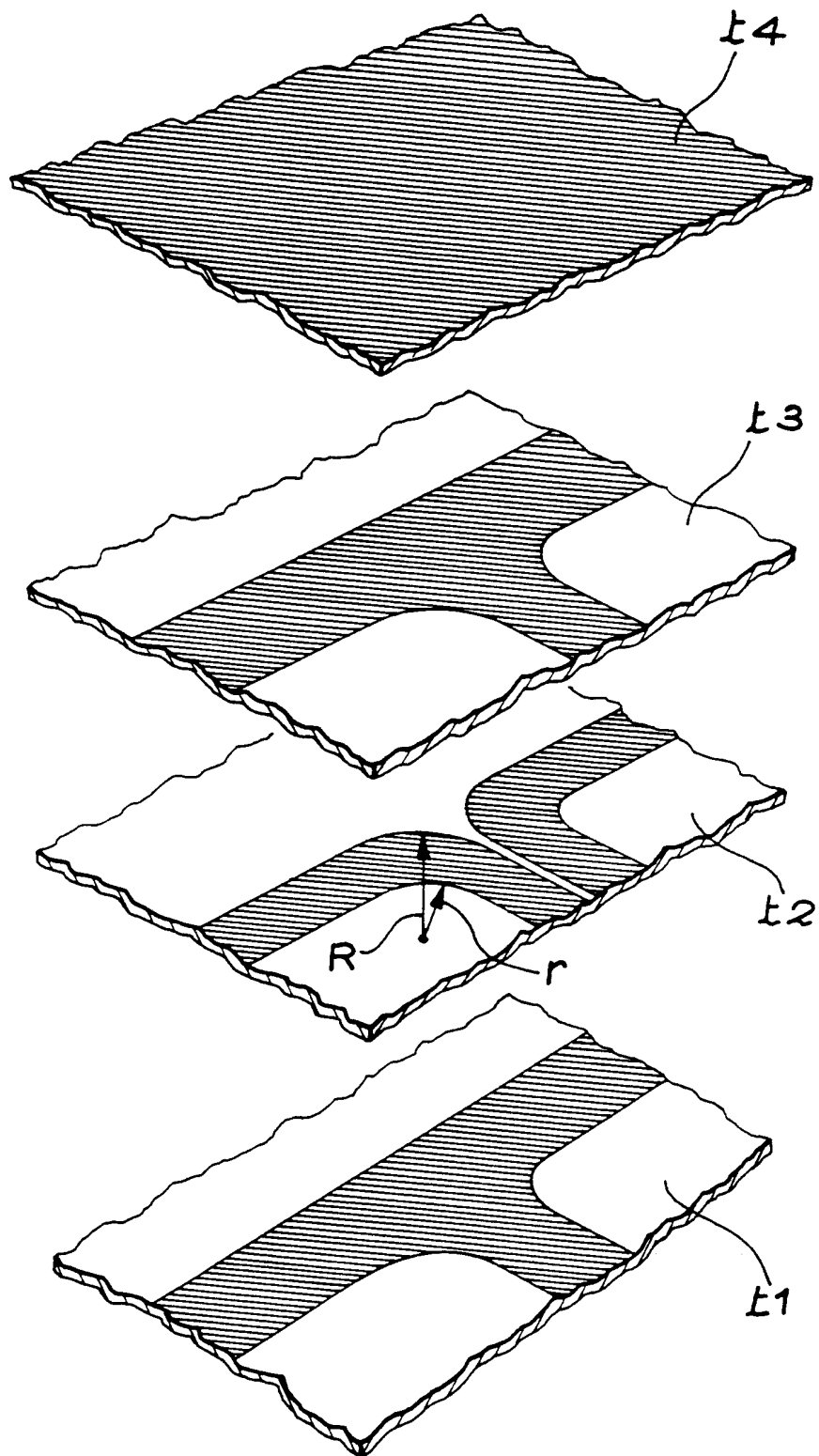
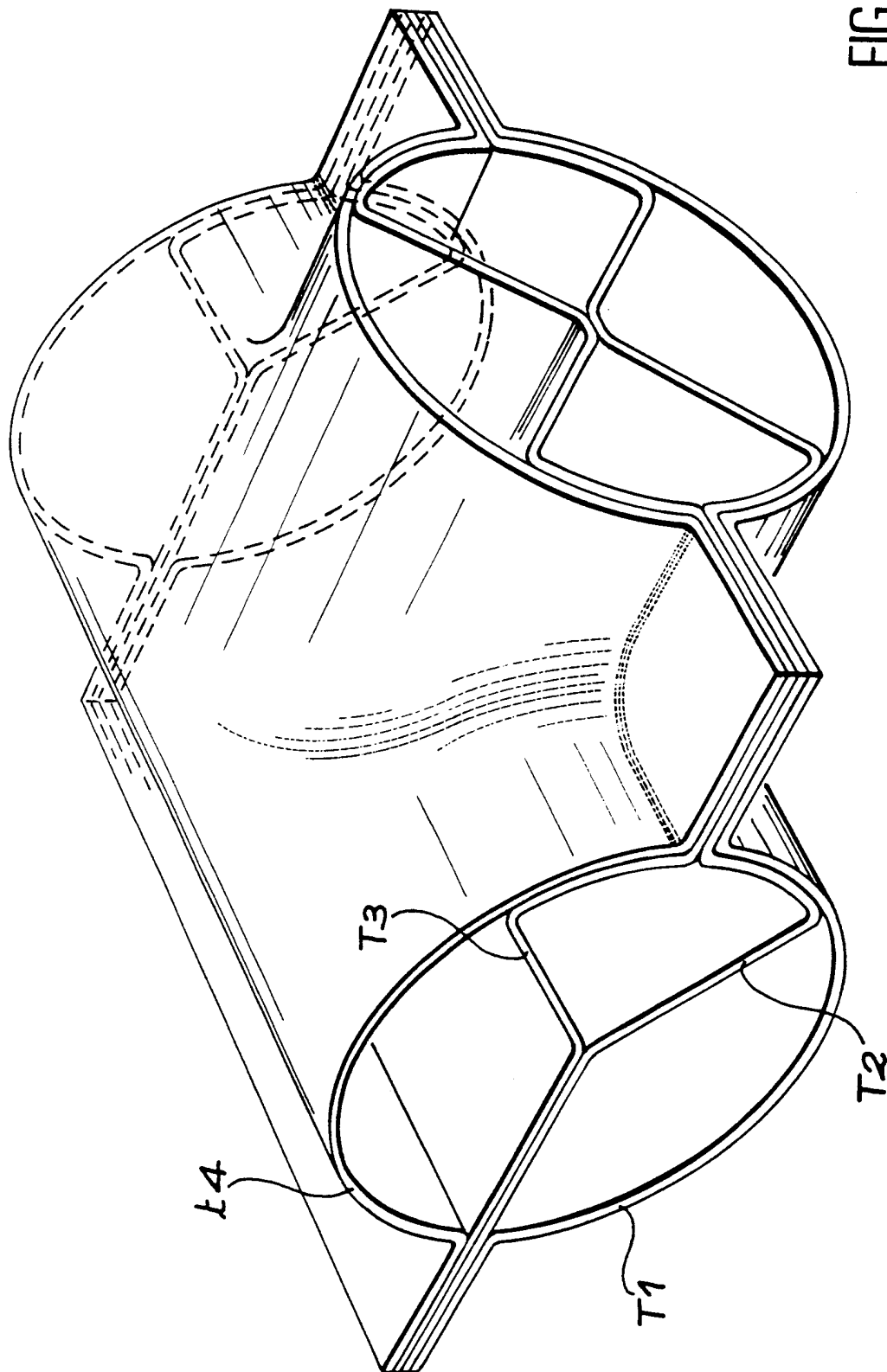


FIG. 3

FIG. 4



STRUCTURE TUBULAIRE MINCE CLOISONNEE ET SON PROCEDE DE
FABRICATION

ABREGE DESCRIPTIF

Structure tubulaire mince cloisonnée et son procédé de fabrication.

5 La structure, en forme de coude ou de té, comprend une paroi extérieure (14) et des cloisons intérieures continues (22) réalisées d'un seul tenant. On délimite ainsi, entre l'entrée (10) et chaque sortie (12) de la structure, au moins un passage continu de
10 guidage d'un fluide appelé à circuler à l'intérieur de celle-ci. La structure selon l'invention est fabriquée par soudage par diffusion et par formage superplastique, à partir de tôles en alliage de titane. Une application concerne les circuits de dégivrage des
15 aéronefs.

Fig.1



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

B0 8282
BE 200100419

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.7)
D,A	US 5 988 225 A (SCHULZ DAVID W) 23 novembre 1999 (1999-11-23) * le document en entier * ---	1	B21C37/29 B21D26/02 B64D15/04
A	US 5 300 367 A (BODART ET AL) 5 avril 1994 (1994-04-05) * le document en entier * ---	1	
A	GB 2 109 711 A (GRUMMAN AEROSPACE CORP) 8 juin 1983 (1983-06-08) * le document en entier * ---	1	
A	US 4 292 375 A (KO WILLIAM L) 29 septembre 1981 (1981-09-29) * le document en entier * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			B21C B21D B64D F16L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 février 2002		Hauglustaine, H	
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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 8282
BE 200100419

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-02-2002

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5988225 A	23-11-1999	US 5649439 A US 6081982 A	22-07-1997 04-07-2000
US 5300367 A	05-04-1994	AUCUN	
GB 2109711 A	08-06-1983	DE 3239680 A1 FR 2516861 A1	01-06-1983 27-05-1983
US 4292375 A	29-09-1981	AUCUN	