(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 059 272**
A1

(12) # DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **81200646.8**

(22) Date de dépôt: **12.06.81**

(51) Int. Cl.³: **F 25 D 3/10**
F 25 J 1/00

(30) Priorité: **26.02.81 FR 8104070**

(43) Date de publication de la demande:
08.09.82 Bulletin 82/36

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT NL SE

(71) Demandeur: **ABG SEMCA S.A.**
408, avenue des Etats-Unis
F-31016 Toulouse Cedex(FR)

(72) Inventeur: **Jaecques, Gérard**
5, rue des Alouettes
F-31140 St-Alban(FR)

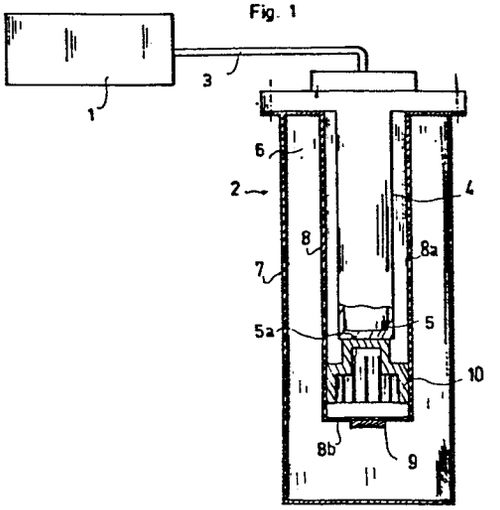
(74) Mandataire: **Barre, Philippe**
Cabinet Barre-Gatti-Laforgue 93-95 rue des Amidonniers
F-31069 Toulouse Cédex(FR)

(54) **Refroidisseur cryogénique à liaison thermique perfectionnée.**

(57) Un refroidisseur cryogénique qui comprend une sonde (4) pourvue d'une extrémité (5) refroidie par détente de gaz et disposée dans un cryostat (6) à double enveloppe (7, 8) sous vide.

Une pièce de liaison thermique (10) est disposée entre le fond de la sonde (5) et l'enveloppe interne (8) du cryostat. Cette pièce présente une élasticité radiale qui lui est notamment conférée par une pluralité de fentes longitudinales, afin de venir en appui contre la paroi cylindrique de l'enveloppe interne (8).

Fig. 1



EP 0 059 272 A1

REFROIDISSEUR CRYOGENIQUE A LIAISON THERMIQUE PERFECTIONNEE

L'invention concerne un refroidisseur cryogénique perfectionné, du type comprenant une sonde pourvue d'une extrémité refroidie par détente d'un gaz ; elle vise particulièrement les refroidisseurs fonctionnant en circuit fermé suivant les cycles thermodynamiques de Stirling, de Gifford, de Vuilleumier, de Brayton ou de Joule-Thomson.

Ces refroidisseurs sont maintenant bien connus et sont constitués de deux parties :

. un groupe moto-compresseur ou un moto-oscillateur "chaud" ayant pour fonction de générer un débit de gaz sous pression ou une oscillation de pression,

. une sonde de forme cylindrique, ayant une extrémité dans laquelle est réalisée une détente de gaz engendrant une production de froid, cette extrémité dite froide ou refroidie étant disposée dans un cryostat appelé à assurer une isolation thermique de celle-ci.

Ces refroidisseurs servent à refroidir un échantillon, notamment un ou plusieurs détecteurs infra-rouges, et à maintenir celui-ci à très basse température, par exemple de l'ordre de 70° à 80° K (degré Kelvin). On utilise de préférence un cryostat à double enveloppe sous-vide dans lequel est fixé l'échantillon, de façon que cet échantillon et le cryostat forment un ensemble indépendant par rapport à la sonde, qui puisse être séparé de celle-ci sans avoir à refaire le vide à chaque mise en place.

L'invention s'applique à ce type de refroidisseurs dont les avantages sont bien connus de l'homme du métier.

L'échantillon étant situé dans la double enveloppe du cryostat, il est nécessaire dans ce type de dispositif d'assurer une liaison thermique entre l'extrémité refroidie de la sonde et l'enveloppe intérieure du cryostat sur laquelle est fixé l'échantillon.

Plusieurs solutions sont connues et utilisées depuis de nombreuses années pour assurer cette liaison thermique. L'enveloppe intérieure du cryostat est formée par

une paroi cylindrique fermée par un fond circulaire au-dessous duquel est fixé l'échantillon, et toutes les solutions utilisées ont consisté à réaliser une liaison thermique entre l'extrémité refroidie de la sonde et le fond circulaire de l'enveloppe interne ; toutefois, aucune de ces solutions n'est entièrement satisfaisante, chacune possédant des défauts qui lui sont spécifiques et qui sont résumés ci-après.

Une première solution consiste à disposer un ressort métallique entre l'extrémité refroidie de la sonde et le fond de l'enveloppe ; toutefois, la transmission thermique obtenue est très médiocre en raison de la faible section de conduction thermique et des contacts de surface réduite entre le ressort et les deux éléments qu'il relie.

Une autre solution consiste à bourrer l'espace compris entre l'extrémité refroidie de la sonde et le fond de l'enveloppe au moyen de paillettes métalliques, éponges métalliques ou matériau équivalent. Cette solution est peu pratique et la mise en place du matériau est une opération délicate ; de plus, à chaque démontage de la sonde (par rapport au cryostat), ces éléments doivent être soigneusement nettoyés, le matériau assurant la liaison thermique étant à changer chaque fois.

Une autre solution consiste à disposer entr l'extrémité refroidie de la sonde et le fond de l'enveloppe une pastille de métal mou, qui est écrasée entre ces deux éléments ; toutefois, ce type de dispositif est inapte à autoriser des dilatations longitudinales notables de la sonde et ne peut fonctionner que dans une plage étroite de température ; en outre, les pièces formant la sonde et l'enveloppe interne de cryostat doivent être usinées avec de très faibles tolérances pour que le montage puisse s'effectuer correctement. De plus, les vibrations longitudinales de la sonde sont directement transmises à l'enveloppe du cryostat et donc à l'échantillon, ce qui constitue un très grave défaut dans le cas où l'échantillon est formé par des détecteurs infra-rouges. Par ailleurs, la pastille de métal mou écrasé entraîne la formation d'incrustations dans la sonde et l'enveloppe, et le nettoyage de ces éléments est difficile à réaliser à chaque démontage, la pastille de métal mou étant généralement à changer.

Une autre solution consiste à fixer la sonde dans le cryostat par l'intermédiaire d'un dispositif à ressort qui maintient l'extrémité de la sonde directement en appui contre le fond de l'enveloppe interne (avec éventuellement présence d'une graisse ou d'un vernis). Cette solution présente l'inconvénient de conduire à une complexité mécanique plus grande ; de plus, elle ne supprime pas le défaut de la solution précédente, relatif à la transmission des vibrations longitudinales de la sonde à l'échantillon.

La présente invention se propose de fournir une solution au problème de liaison thermique des refroidisseurs cryogéniques, qui soit exempte des défauts des solutions traditionnelles et donne entière satisfaction.

Un objectif de l'invention est en particulier de fournir un refroidisseur cryogénique bénéficiant d'une liaison thermique de bonne qualité entre l'extrémité refroidie de la sonde et l'enveloppe du cryostat sur laquelle est fixé l'échantillon.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un refroidisseur cryogénique, dont la sonde puisse être aisément montée dans le cryostat ou démontée par rapport à celui-ci, sans avoir à changer un quelconque élément ou à effectuer un quelconque nettoyage.

Un autre objectif essentiel de l'invention est d'éviter toute transmission de vibrations longitudinales entre la sonde et l'échantillon.

Un autre objectif est de permettre un fonctionnement du refroidisseur dans une large plage de température.

Un autre objectif est de fournir un refroidisseur cryogénique qui atteigne les objectifs précédents, tout en étant de structure simple et en autorisant de larges tolérances de fabrication pour la sonde et le cryostat.

Dans la description qui suit, le terme "longitudinal" désigne la direction s'étendant le long de la sonde ou du cryostat, parallèlement à l'axe de ces éléments, et le terme "radial" désigne une direction perpendiculaire allant de l'axe de la sonde vers la périphérie ou inversement.

Le refroidisseur cryogénique visé par l'in-

vention est du type comprenant une sonde pourvue d'une extrémité refroidie par détente de gaz, un cryostat à double enveloppe sous vide dont l'enveloppe intérieure formée par une paroi cylindrique fermée par un fond est adaptée pour contenir l'extrémité refroidie de la sonde, et un échantillon à refroidir, notamment un ou des détecteurs infra-rouges, fixé dans la double enveloppe du cryostat sur le fond de l'enveloppe intérieure ; selon la présente invention, ce refroidisseur comprend au moins une pièce de liaison thermique présentant une élasticité radiale et s'étendant entre l'extrémité refroidie de la sonde et la paroi cylindrique de l'enveloppe interne du cryostat, cette pièce étant fixée sur ladite extrémité refroidie de sonde et venant en contact contre la paroi cylindrique de l'enveloppe interne sous l'effet de son élasticité radiale.

Il est possible de prévoir plusieurs pièces de liaison thermique réparties autour de l'axe longitudinal de la sonde ; toutefois, dans un but de simplification et de facilité de mise en place, on prévoit de préférence une seule pièce de liaison thermique, présentant une forme de révolution autour de l'axe longitudinal de la sonde, cette pièce comportant des moyens lui conférant une élasticité radiale constitués, de préférence, par une pluralité de fentes longitudinales réparties sur son pourtour.

Ainsi, l'invention réalise une liaison thermique entre l'extrémité refroidie de la sonde et la paroi cylindrique du cryostat, la ou les pièces de liaison étant en appui contre cette paroi cylindrique et fixée sur la sonde. Le contact de la ou des pièces de liaison thermique avec le cryostat et la sonde s'effectue par une pluralité de surfaces de contact ou par une surface de contact étendue, cependant que la section de conduction s'étendant selon un cylindre peut être de dimension importante, de sorte que l'invention permet d'atteindre d'excellentes performances thermiques et d'obtenir un écart de température de valeur très faible entre l'extrémité refroidie de la sonde et l'échantillon.

De plus, la sonde et la ou les pièces /de liaison/ thermique fixées sur celle-ci sont libres longitudinalement puisque ces pièces viennent simplement en appui contre la paroi cylindrique du cryostat ; la sonde est donc libre de se déformer longitu-

dinalement, ce qui autorise un fonctionnement du refroidisseur dans une large gamme de température ; en outre, les tolérances de fabrication sont très larges, tant dans le sens longitudinal que radial (puisque l'appui de la ou des pièces /de liaison/ thermique est produit par l'élasticité radiale de ces dernières sans contact avec le fond interne du cryostat) ; par ailleurs, les vibrations longitudinales de la sonde ne sont pas transmises à l'échantillon en raison notamment de cette absence de contact entre la sonde et le fond de l'enveloppe interne du cryostat.

L'invention ayant été exposée dans sa forme générale, d'autres caractéristiques et avantages se dégageront de la description qui suit en référence des dessins annexés, lesquels en présentent à titre d'exemples non limitatifs des modes de réalisation ; sur ces dessins qui font partie intégrante de la description :

. la figure 1 est une vue d'ensemble d'un refroidisseur cryogénique conforme à l'invention, les moyens connus de ce refroidisseur ayant simplement été schématisés sur cette figure,

. la figure 2 est une vue en perspective de détail de la pièce de liaison thermique équipant ledit refroidisseur,

. les figures 3, 4 et 5 sont des vues partielles, illustrant d'autres modes de réalisation de l'invention.

Le refroidisseur cryogénique représenté schématiquement à titre d'exemple à la figure 1 comprend deux ensembles séparés 1 et 2 reliés par un tube de liaison 3. L'ensemble 1 peut être un groupe moto-compresseur ou un groupe moto-oscillateur, adapté pour générer un débit de gaz sous pression ou une oscillation de pression dans le tube 3.

L'ensemble 2 comprend une sonde schématisée en 4 (en soi bien connue), comportant une extrémité refroidie 5 dans laquelle s'effectue une détente de gaz productrice de froid. Cette sonde est fixée par des moyens de fixation classiques (non représentés) sur un cryostat 6 formé par une enveloppe externe 7 et une enveloppe interne 8 entre lesquelles est réalisé un vide poussé.

L'enveloppe interne 8 est constituée par une

paroi cylindrique 8a et par un fond circulaire 8b ; l'extrémité refroidie 5 de la sonde est logée dans l'enveloppe 8 au voisinage du fond 8b. Un échantillon à refroidir par exemple un ou plusieurs détecteurs infra-rouges 9, est collé sous le fond 8b entre les deux enveloppes du cryostat.

Les divers organes décrits jusqu'à présent sont classiques et ne seront pas davantage détaillés.

Selon l'invention une pièce de liaison thermique 10 qui a été représentée en perspective à échelle dilatée à la figure 2, est fixée sur l'extrémité refroidie 5 de la sonde.

Cette pièce réalisée en métal bon conducteur de la chaleur tel que cuivre, laiton, aluminium... comprend un talon de fixation 11 qui permet de la fixer sur l'extrémité refroidie 5 et des languettes d'appui telles que 12 séparées par des fentes longitudinales telles que 13, qui présentent une élasticité radiale.

Le talon d'appui 11 est adapté pour se fixer sur l'extrémité 5 de la sonde avec un contact surfacique étendu. En l'exemple de la figure 1 où la sonde 4 possède une extrémité refroidie 5 fermée par un fond plat circulaire 5a, le talon 11 présente la forme d'un disque plat appliqué et collé contre le fond plat 5a.

Chaque languette d'appui 12 possède une surface d'appui en forme de portion de cylindre et se trouve radialement en saillie par rapport au talon 11 de façon à venir en appui contre la paroi cylindrique 8a de l'enveloppe 8, sans contact avec le fond 8b. La pièce 10 réalise ainsi une liaison thermique avec l'enveloppe interne 8 par une pluralité de contacts répartis sur son pourtour. On peut, le cas échéant, augmenter la qualité de ces contacts en recouvrant les surfaces de contact des languettes au moyen d'un produit visqueux (graisse bonne conductrice...).

Lors du montage ou du démontage de la sonde, la pièce de liaison thermique 10 glisse par l'effet de son élasticité radiale le long de la paroi cylindrique 8a du cryostat sans aucune difficulté de mise en place.

La figure 3 montre une variante de pièce de liaison 14 dans laquelle le talon 15 présente le même diamètre

que le fond plat circulaire de la sonde et est collé sur toute la surface de celui-ci pour augmenter le contact surfacique entre ces éléments. Dans cette variante, les languettes 16 viennent radialement en saillie en appui contre la paroi cylindrique grâce à une surépaisseur externe qu'elles présentent.

La figure 4 montre une autre variante dans laquelle l'extrémité refroidie de la sonde comporte une tête 5b de diamètre réduit ; la pièce de liaison 17 présente un talon ajouré 18 qui est adapté pour s'engager autour de cette tête. Dans cette variante, la tête est lisse et le talon 18 est collé autour de celle-ci.

Dans la variante représentée à la figure 5, la tête 5c est pleine et filetée sur son pourtour, et le talon 19 de la pièce de liaison est taraudé et vissé sur cette tête.

L'invention permet d'écarter tous les inconvénients des solutions traditionnelles et confère à la liaison thermique du refroidisseur tous les avantages souhaitables :

- excellentes performances thermiques,
- faculté de fonctionnement dans une large plage de température,
- absence de transmission des vibrations longitudinales de la sonde,
- absence de résidu lors des démontages et, donc, pas d'opération de nettoyage à exécuter,
- simplicité et larges tolérances de fabrication.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux termes de la description précédente mais en comprend toutes les variantes.

REVENDICATIONS

1/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné, du type comprenant une sonde (4) pourvue d'une extrémité (5) refroidie par détente de gaz, un cryostat (6) à double enveloppe sous vide dont l'enveloppe intérieure (8) formée par une paroi cylindrique (8a) fermée par un fond (8b) est adaptée pour contenir l'extrémité refroidie (5) de la sonde, et un échantillon à refroidir (9), notamment un ou des détecteurs infra-rouges, fixé dans la double enveloppe du cryostat sur le fond (8b) de l'enveloppe intérieure, ledit refroidisseur cryogénique étant caractérisé en ce qu'il comprend au moins une pièce de liaison thermique (10, 14, 17) présentant une élasticité radiale et s'étendant entre l'extrémité refroidie (5) de la sonde (4) et la paroi cylindrique (8a) de l'enveloppe interne (8) du cryostat, cette pièce (10) étant fixée sur ladite extrémité refroidie (5) de sonde et venant en contact contre la paroi cylindrique (8a) de l'enveloppe interne sous l'effet de son élasticité radiale.

2/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une pièce de liaison thermique (10, 14, 17) présentant une forme de révolution autour de l'axe longitudinal de la sonde (4), cette pièce comprenant une pluralité de fentes longitudinales (13) réparties sur son pourtour en vue de lui conférer l'élasticité radiale précitée.

3/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon la revendication 2, caractérisé en ce que la pièce de liaison thermique (10, 14, 17) comprend un talon de fixation (11, 15, 18, 19) adapté pour se fixer sur l'extrémité refroidie (5) de la sonde et pour venir en contact surfacique avec cette extrémité, et des languettes d'appui (12) séparées par les fentes (13) et adaptées pour venir chacune en appui avec la paroi cylindrique (8a) de l'enveloppe interne du cryostat.

4/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque languette d'appui (12) présente une surface d'appui en forme de portion de cylindre.

5/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que

les languettes d'appui (12) sont disposées radialement en saillie par rapport au talon de fixation (11) de la pièce.

6/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon l'une des revendications 3, 4 ou 5, dans laquelle la sonde (4) possède une extrémité refroidie (5) fermée par un fond plat circulaire (5a), caractérisé en ce que la pièce de liaison thermique (10, 14) est fixée sur ce fond plat (5a) par son talon (11, 15) en forme de disque plat, appliqué contre ledit fond plat.

7/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon la revendication 6, caractérisé en ce que le talon (11, 15) en forme de disque plat est collé contre le fond plat (5a) de l'extrémité refroidie (5) de sonde.

8/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon l'une des revendications 3, 4 ou 5, caractérisé en ce que la sonde (4) comporte une extrémité refroidie (5) ayant une tête (5b, 5c) de diamètre réduit, la pièce de liaison thermique ayant un talon ajouré (18, 19) adapté à ladite tête et engagé autour de celle-ci.

9/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon la revendication 8, caractérisé en ce que la tête (5c) de l'extrémité refroidie (5) est filetée, le talon (19) de la pièce de liaison étant taraudé et vissé sur celle-ci.

10/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon la revendication 8, caractérisé en ce que le talon (18) de la pièce est collé autour de la tête (5b) de l'extrémité refroidie (5).

11/ - Refroidisseur cryogénique perfectionné selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la ou les pièces de liaison thermique sont réalisées en métal bon conducteur de la chaleur.

1/1

Fig. 1

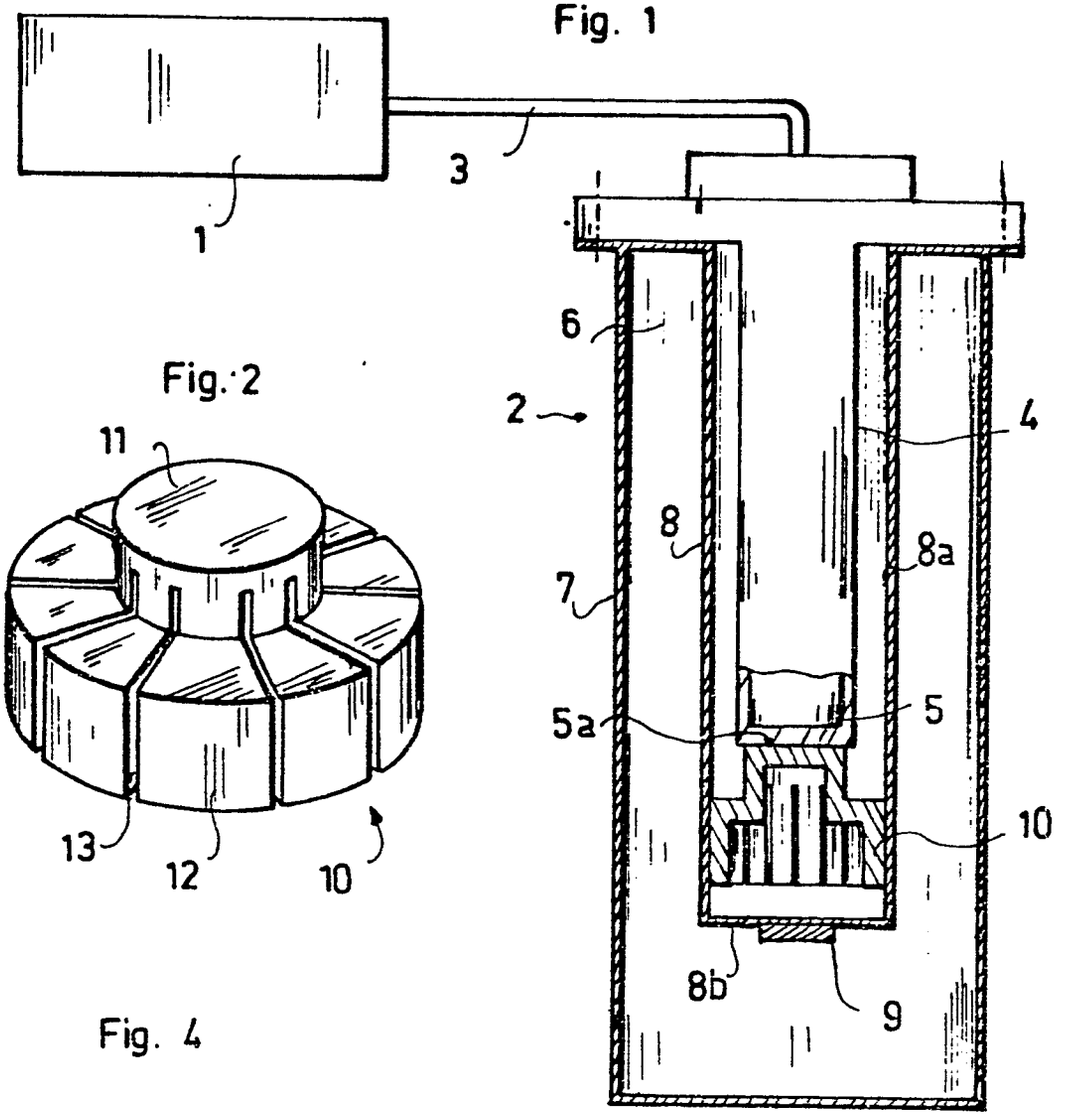


Fig. 2

Fig. 4

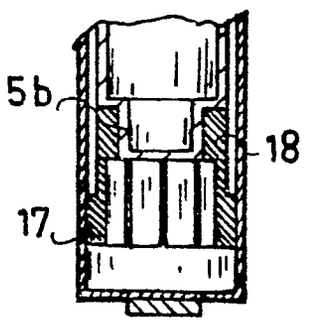


Fig. 5

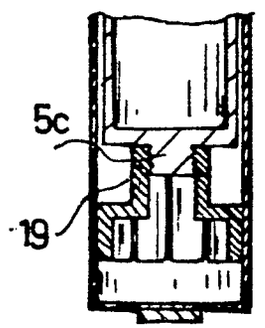
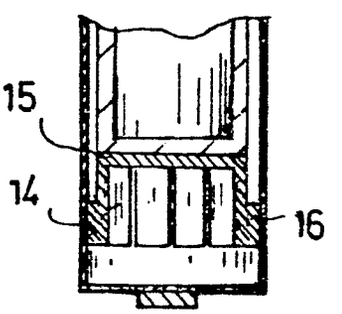


Fig. 3



Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0059272
Numero de la demande

EP 81 20 0646

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée
	US - A - 3 306 075 (COWANS) * colonne 2, ligne 50 à colonne 3, ligne 28; figures 1-4 *	1,2,4, 5,11
	US - A - 3 807 188 (LAGODMOS) * colonne 1, ligne 57 à colonne 3, ligne 3; figure 2 *	1,3,11
	US - A - 3 693 374 (JUVONEN) * colonne 3, ligne 23 à colonne 4, ligne 47; figures 1 et 2 *	1
A	FR - A - 1 468 862 (CLAUDE)	1
A	US - A - 4 194 119 (MACKENZIE)	1
A	US - A - 3 435 137 (ALTSHULER)	1

CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.³)

F 25 D 3/10
F 25 J 1/00

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.³)

F 25 D
F 25 B
F 25 J
G 01 K
H 01 L

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X: particulièrement pertinent
A: arrière-plan technologique
O: divulgation non-écrite
P: document intercalaire
T: théorie ou principe à la base de l'invention
E: demande faisant interférence
D: document cité dans la demande
L: document cité pour d'autres raisons

&: membre de la même famille, document correspondant

X Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	9-11-1981	JOHANSSON