(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 882 202**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **05 01648**

(51) Int Cl[8] : **H 02 K 9/20** (2006.01)

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 17.02.05.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 18.08.06 Bulletin 06/33.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *RENAULT SAS Société par actions simplifiée* — FR.

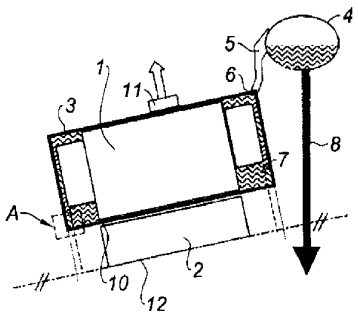
(72) **Inventeur(s) :** PUGSLEY GARETH, CHILLET CHRISTIAN et FONSECA ARMANDO.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** CABINET JP COLAS.

(54) DISPOSITIF POUR REFROIDIR UNE MACHINE TOURNANTE ELECTRIQUE ET MACHINE COMPORTANT UN TEL DISPOSITIF.

(57) Ce dispositif pour refroidir une machine électrique tournante comprenant un stator (1) et un rotor (2) est remarquable en ce qu'il comprend un espace clos formant un caloduc comprenant une enveloppe rigide (3) entourant hermétiquement le stator (1) et qui contient un liquide (7) dont le point d'ébullition est inférieur à la température maximale admissible pour la machine, un réservoir condenseur (4) situé au-dessus du stator (1) et des moyens de communication (5, 8) permettant un échange entre ladite enveloppe (3) et ledit réservoir condenseur (4) pour transférer vers le réservoir condenseur (4) la vapeur produite par l'échauffement du liquide (7) et, par gravité, le liquide condensé dans ce réservoir condenseur (4) vers l'enveloppe (3).



FR 2 882 202 - A1

Dispositif pour refroidir une machine tournante électrique et machine comportant un tel dispositif

La présente invention concerne un dispositif de refroidissement d'une machine tournante électrique comprenant un stator et un rotor, telle qu'un alternateur, un alternateur-démarreur ou un moteur électrique.

L'augmentation progressive de la demande en puissance électrique dans les véhicules automobiles implique de plus en plus des alternateurs performants. Les véhicules hybrides et les véhicules électriques sont également concernés par cette demande accrue de puissance. Dans un environnement confiné, l'évacuation des calories devient alors une priorité pour assurer le bon fonctionnement et éviter le vieillissement prématuré des alternateurs.

Les alternateurs actuels sont souvent refroidis à air, mais cette technologie est limitée et des systèmes de refroidissement à eau sont de plus en plus proposés.

Les dispositifs de refroidissement des machines électriques actuels sont efficaces mais nécessitent souvent un circuit d'eau ou d'huile fermé comportant une pompe pour évacuer la chaleur.

On connaît également des dispositifs de refroidissement comportant un ventilateur fixé sur le rotor. Mais ceux-ci ne sont pas d'une efficacité réputée à haute vitesse et peuvent perturber les systèmes magnétiques environnants.

Par ailleurs, le FR 2 182 028 décrit un dispositif de refroidissement du rotor d'une machine électrique au moyen d'un tube thermoconducteur et d'un ventilateur.

Le but de la présente invention est de créer un dispositif de refroidissement d'une machine tournante qui soit efficace, peu encombrant et ne nécessitant aucune pompe, ni ventilateur pour assurer le refroidissement.

Ce but de l'invention est atteint au moyen d'un dispositif pour refroidir une machine électrique tournante comprenant un stator et un rotor, remarquable en ce qu'il comprend un espace clos formant un caloduc comprenant une enveloppe rigide entourant hermétiquement le stator et qui contient un liquide dont le point d'ébullition est inférieur à la température maximale admissible pour la machine, un

réservoir condenseur situé au-dessus du stator et des moyens de communication permettant un échange entre ladite enveloppe et ledit réservoir condenseur pour transférer vers le réservoir condenseur la vapeur produite par l'échauffement du liquide et, par gravité, le liquide condensé dans ce réservoir condenseur vers l'enveloppe.

Ainsi, avantageusement, la chaleur est évacuée de l'enveloppe par évaporation du liquide, transférée dans le réservoir condenseur par convection de la vapeur et dégagée dans le réservoir condenseur par condensation de la vapeur. Aucune pompe n'est nécessaire, puisque le gaz, chaud, monte vers le réservoir condenseur par convection et que le liquide descend, par gravité, dans l'enveloppe. Par ailleurs, le dispositif est à peine plus encombrant que la machine électrique tournante à refroidir.

De préférence, lesdits moyen de communication comportent au moins une première conduite de transfert vers ledit réservoir condenseur de la dite vapeur et au moins une deuxième conduite de transfert dudit liquide condensé vers ladite enveloppe.

Le gaz est ainsi évacué de l'enveloppe par la première conduite et le liquide retourne dans l'enveloppe par la deuxième conduite de telle sorte qu'il n'y a pas d'échanges thermiques entre le liquide et le gaz dans les conduites, assurant ainsi un meilleur fonctionnement du dispositif.

De préférence, ladite au moins une première conduite débouche au point le plus haut de ladite enveloppe.

De la sorte, on évite avantageusement les accumulations de gaz chaud dans l'enveloppe et on assure l'évacuation des gaz les plus chauds qui se trouvent le plus haut dans l'enveloppe.

De manière préférée, ladite au moins une deuxième conduite débouche en un point bas de ladite enveloppe.

Ainsi, de manière avantageuse, la circulation automatique est facilitée, le risque de bulles remontant par cette conduite étant plus faible.

De préférence, l'enveloppe comporte une paroi qui s'étend dans l'entrefer compris entre le stator et le rotor.

De la sorte, l'étanchéité du dispositif est améliorée de manière avantageuse.

De manière préférée, ladite paroi présente une épaisseur inférieure à celle du reste de l'enveloppe.

Ainsi, avantageusement, l'entrefer de la machine électrique tournante est réduit.

De préférence, l'axe de rotation de la machine électrique est incliné par rapport à une direction horizontale.

L'évacuation des bulles de gaz hors des encoches du stator est ainsi avantageusement facilitée.

L'invention se rapporte également à un procédé de réglage de la température d'une machine électrique comportant un stator et un rotor au moyen d'un dispositif selon l'invention, remarquable en ce que l'on règle ladite température en régulant la pression dudit liquide.

Ainsi, on peut régler de manière relativement aisée la température de fonctionnement de la machine électrique.

L'invention se rapporte également à une machine électrique, remarquable en ce qu'elle est équipée d'un dispositif de refroidissement selon l'invention.

La machine électrique peut être constituée par une machine à stator extérieur ou intérieur.

Selon une variante, elle est constituée par une machine à aimants, à flux axial et à stator intérieur.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est un schéma en demi-coupe dans un plan radial d'une machine électrique à stator extérieur équipé d'un dispositif de refroidissement selon l'invention,
- la figure 2 est un schéma analogue à la figure 1 montrant une machine électrique à stator extérieur et à axe vertical équipé d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 3 est une vue en coupe à échelle agrandie du détail A de la figure 1,
- la figure 4 est un schéma analogue à la figure 1 concernant une machine électrique à stator intérieur équipé du dispositif selon l'invention,

- la figure 5 est un schéma d'une machine électrique à aimants, à flux axial et à stator intérieur équipé d'un dispositif selon l'invention.

Les figures 1 à 5 montrent schématiquement un dispositif pour refroidir une machine électrique tournante par exemple un alternateur comprenant un stator 1 et un rotor 2.

Dans tous les exemples représentés, le dispositif comprend un espace entièrement clos formant un caloduc comprenant une enveloppe rigide 3 entourant hermétiquement le stator 1 qui contient un liquide 7 dont le point d'ébullition est inférieur à la température maximale admissible pour la machine et un réservoir condenseur 4 situé au-dessus du stator 1. De préférence, la quantité de liquide 7 est suffisante pour que le stator 1 baigne entièrement dans le liquide 7. Ainsi, il est possible de mieux refroidir le stator et la formation des bulles est sensiblement identique autour du stator 1.

Le réservoir condenseur 4 est relié par une première conduite 5 au point le plus haut 6 de l'enveloppe 3 pour transférer vers le réservoir condenseur 4 la vapeur produite par l'échauffement du liquide 7.

Cependant, la première conduite 5 peut déboucher en un point quelconque de l'enveloppe 3, pourvu que ce point soit localisé au dessus du niveau du liquide 7.

Par ailleurs, le réservoir condenseur 4 est relié à une seconde conduite 8 pour transférer par gravité le liquide condensé dans ce réservoir condenseur 4 vers le point le plus bas 9 de l'enveloppe 3 (voir notamment la figure 2).

Cependant, la deuxième conduite 8 peut déboucher en un point quelconque de l'enveloppe 3. De préférence, la deuxième conduite 8 débouche en un point de l'enveloppe 3 localisé au dessous du niveau du liquide 7.

On peut également envisager qu'il n'y ait qu'un conduit permettant la communication entre l'enveloppe 3 et le réservoir condenseur 4.

Dans l'exemple des figures 1 et 2, le stator 1 est situé à l'extérieur et l'enveloppe 3 présente une forme torique qui suit à distance le contour extérieur du stator 1. Cette enveloppe 3 comporte une paroi 10 qui s'étend dans l'entrefer compris entre le stator 1 et le rotor 2.

Comme indiqué sur la figure 3, la paroi 10 peut présenter une épaisseur inférieure à celle du reste de l'enveloppe 3 pour pouvoir passer dans un entrefer

relativement étroit. La paroi plus épaisse du reste de l'enveloppe 3 confère à celle-ci la rigidité nécessaire.

Par ailleurs, l'enveloppe 3 comporte un passage étanche 11 pour les conducteurs électriques d'alimentation de la machine électrique.

Dans le cas de la figure 1, l'axe de rotation 12 de la machine électrique est incliné par rapport à une direction horizontale pour définir pour l'enveloppe 3 un point haut 6 et un point bas, de façon à faciliter la montée des bulles de vapeur vers la conduite 5 reliée au réservoir condenseur 4. Cette inclinaison de la machine permet, en particulier, de faciliter l'évacuation, et donc la remontée, des bulles de vapeur hors des encoches du stator 1. L'axe de rotation de la machine peut également être vertical comme montré par la figure 2.

L'enveloppe 3 peut être en matière plastique ou en métal moulé d'une seule pièce ou être réalisée en plusieurs parties assemblées hermétiquement l'une à l'autre.

Cette matière devra supporter en continu la température engendrée lors du fonctionnement de la machine.

Le liquide 7 peut être de l'eau pure ou additionnée d'un produit antigel tel que du glycol dont la proportion déterminera la température d'ébullition du liquide.

Le liquide 7 peut également être une huile minérale ou synthétique ayant un point d'ébullition approprié ou un hydrocarbure fluoré. Dans tous les cas, le point d'ébullition du liquide peut être ajusté en modifiant la pression à l'intérieur de l'enveloppe. Notamment, une dépression du liquide permet d'abaisser sa température d'ébullition.

Dans le cas d'un liquide diélectrique, celui-ci est compatible avec un contact direct avec les tôles et les bobinages du stator 1.

Dans le cas d'un liquide électriquement conducteur, le stator 1 devra être éventuellement protégé par un revêtement approprié.

La figure 4 montre que le dispositif de refroidissement selon l'invention peut également s'appliquer à une machine électrique tournante dont le stator 1 est disposé à l'intérieur d'un rotor 2. Dans cet exemple, l'axe de rotation 12 de la machine est avantageusement incliné pour les raisons évoquées plus haut.

Dans l'exemple de la figure 5, la machine électrique comprend un stator torique 1 et un rotor, dont l'axe de rotation est vertical, présente deux disques 2

présentant chacun en regard du stator 1 un aimant 13 de façon à créer un flux magnétique axial.

Comme dans les exemples précédents, le stator 1 est entouré par une enveloppe 3 renfermant un liquide 7.

Dans tous les exemples représentés, le dispositif de refroidissement fonctionne comme suit.

Du fait de l'échauffement de la machine, lors de son fonctionnement, le liquide 7 contenu dans l'enveloppe 3 est porté à ébullition. La vapeur créée monte au point haut 6 de l'enveloppe 3, en absorbant de la chaleur et pénètre dans le réservoir condenseur 4 dans lequel cette vapeur se condense. Le liquide condensé retourne ensuite par gravité en passant par la conduite 8 vers le point bas de l'enveloppe 3 où il retourne à l'intérieur de cette enveloppe 3.

Le stator 1 est ainsi maintenu durant le fonctionnement de la machine à une température qui ne dépasse pas celle du point d'ébullition du liquide 7.

Bien entendu, l'efficacité du réservoir condenseur 4 peut être améliorée en le munissant d'ailettes extérieures afin d'augmenter sa surface d'échange thermique avec l'atmosphère ambiante.

Les principaux avantages du dispositif de refroidissement selon l'invention sont les suivants :

- il est de conception simple, en raison de l'absence d'une pompe ou d'un ventilateur,
- la température du liquide de refroidissement reste constante : elle reste égale à la température d'ébullition du liquide et peut être ajustée pour correspondre à la température idéale de fonctionnement de la machine,
- le refroidissement est réparti de manière uniforme tout autour du stator,
- l'évacuation de l'énergie est réglée automatiquement.

Bien évidemment, l'invention ne se réduit pas aux modes de réalisation et aux mises en œuvre présentés ci-avant. En particulier, le dispositif selon l'invention peut être utilisé pour refroidir toute machine tournante comprenant un stator et un rotor telle qu'un aternateur-démarreur ou un moteur électrique.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour refroidir une machine électrique tournante comprenant un stator (1) et un rotor (2), caractérisé en ce qu'il comprend un espace clos formant un caloduc comprenant une enveloppe rigide (3) entourant hermétiquement le stator (1) qui contient un liquide (7) dont le point d'ébullition est inférieur à la température maximale admissible pour la machine, un réservoir condenseur (4) situé au-dessus du stator (1) et des moyens de communication (5, 8) permettant un échange entre ladite enveloppe (3) et ledit réservoir condenseur (4) pour transférer vers le réservoir condenseur (4) la vapeur produite par l'échauffement du liquide (7) et, par gravité, le liquide condensé dans ce réservoir condenseur (4) vers l'enveloppe (3).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyen de communication (5, 8) comportent au moins une première conduite (5) de transfert vers ledit réservoir condenseur (4) de ladite vapeur et au moins une deuxième conduite (8) de transfert dudit liquide (7) condensé vers ladite enveloppe (3).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite au moins une première conduite (5) débouche au point le plus haut de ladite enveloppe (3).

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que ladite au moins une deuxième conduite (8) débouche en point bas de ladite enveloppe (3).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe (3) comporte une paroi (10) qui s'étend dans l'entrefer compris entre le stator (1) et le rotor (2).

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite paroi (10) présente une épaisseur inférieure à celle du reste de l'enveloppe (3).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'axe de rotation (12) de la machine électrique est incliné par rapport à une direction horizontale.

8. Procédé de réglage de la température d'une machine électrique comportant un stator (1) et un rotor (2) au moyen d'un dispositif selon l'une quelconque des revendication précédents, caractérisé en ce que l'on règle ladite température en régulant la pression dudit liquide (7).

9. Machine électrique, caractérisée en ce qu'elle est équipée d'un dispositif de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 7.

10. Machine électrique selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle est constituée par une machine à stator extérieur ou intérieur.

11. Machine électrique selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle est constituée par une machine à aimants (13), à flux axial et à stator intérieur.

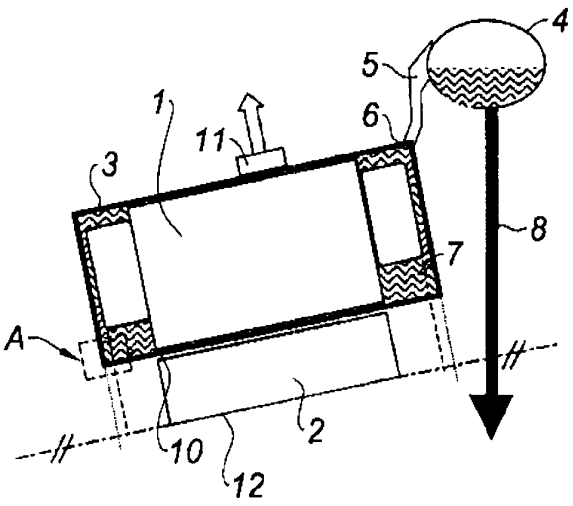


Fig. 1

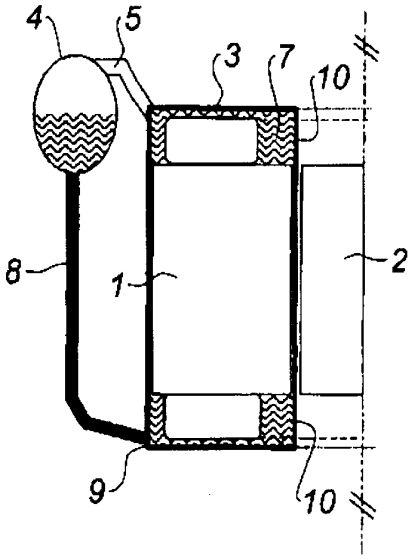


Fig. 2

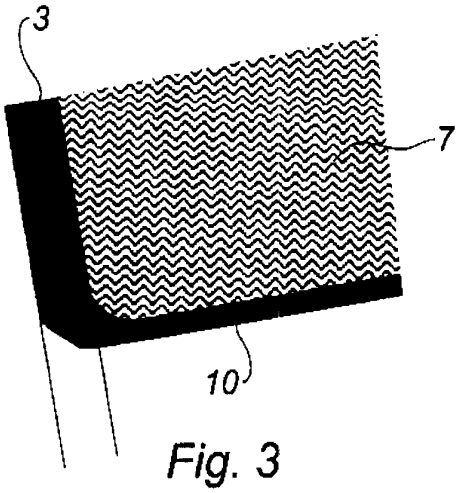


Fig. 3

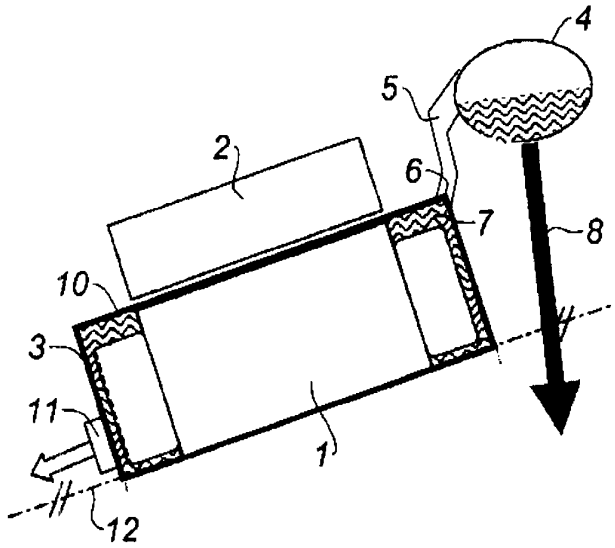


Fig. 4

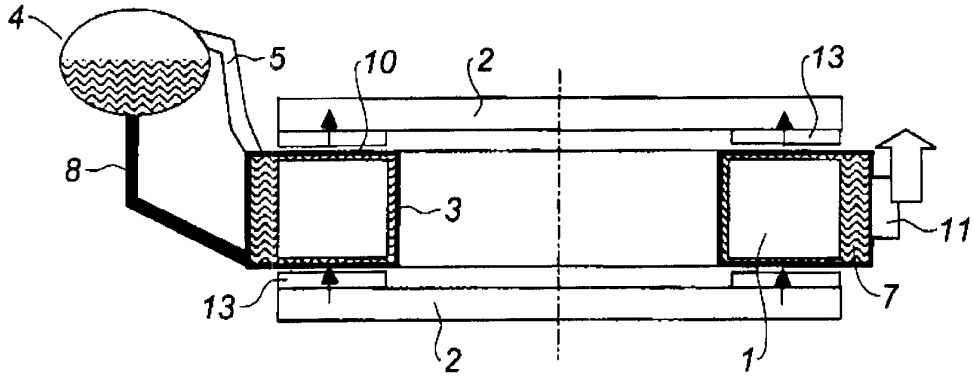


Fig. 5

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

2882202

INPI
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 661083
FR 0501648

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X Y Y Y	GB 989 698 A (THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED) 22 avril 1965 (1965-04-22) * page 2, ligne 3 - page 2, ligne 79; figure 1 * -----	1-3,7, 9-11 4 5,6 8	H02K9/20
Y	GB 2 339 084 A (* ROBERT BOSCH GMBH) 12 janvier 2000 (2000-01-12) * page 3, ligne 2 - page 3, ligne 11; figure 1 * -----	4	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 209 (E-421), 22 juillet 1986 (1986-07-22) & JP 61 049631 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 11 mars 1986 (1986-03-11) * abrégé; figure 1 * -----	5,6	
Y	EP 1 184 634 A (CARRIER CORPORATION) 6 mars 2002 (2002-03-06) * abrégé * -----	8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H02K
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 125 (E-402), 10 mai 1986 (1986-05-10) -& JP 60 257739 A (TOSHIBA KK), 19 décembre 1985 (1985-12-19) * abrégé; figure 1 * -----	1-11	
A	US 3 838 947 A (LAING N,DT) 1 octobre 1974 (1974-10-01) * colonne 2, ligne 63 - colonne 3, ligne 49 * -----	1-11	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
27 septembre 2005	Kugler, D

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

.....

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0501648 FA 661083

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 27-09-2005
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 989698 A	22-04-1965	BE 646228 A	31-07-1964
		NL 6403815 A	12-10-1964
GB 2339084 A	12-01-2000	DE 29811436 U1	28-10-1999
		FR 2780576 A1	31-12-1999
		IT MI991275 A1	11-12-2000
JP 61049631 A	11-03-1986	AUCUN	
EP 1184634 A	06-03-2002	AT 266181 T	15-05-2004
		AU 766665 B2	23-10-2003
		AU 6555701 A	07-03-2002
		BR 0103840 A	04-06-2002
		CA 2354811 A1	28-02-2002
		CN 1340686 A	20-03-2002
		DE 60103107 D1	09-06-2004
		DE 60103107 T2	28-04-2005
		DK 1184634 T3	30-08-2004
		ES 2215858 T3	16-10-2004
		JP 2002107046 A	10-04-2002
JP 60257739 A	19-12-1985	AUCUN	
US 3838947 A	01-10-1974	AU 5089473 A	15-08-1974

EPO FORM P0465