(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
31 mars 2005 (31.03.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/029679 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : H02K 3/28

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/002214

(22) Date de dépôt international :
3 septembre 2004 (03.09.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0310545 5 septembre 2003 (05.09.2003) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR** [FR/FR]; 2, rue André-Boulle, F-94017 Créteil Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

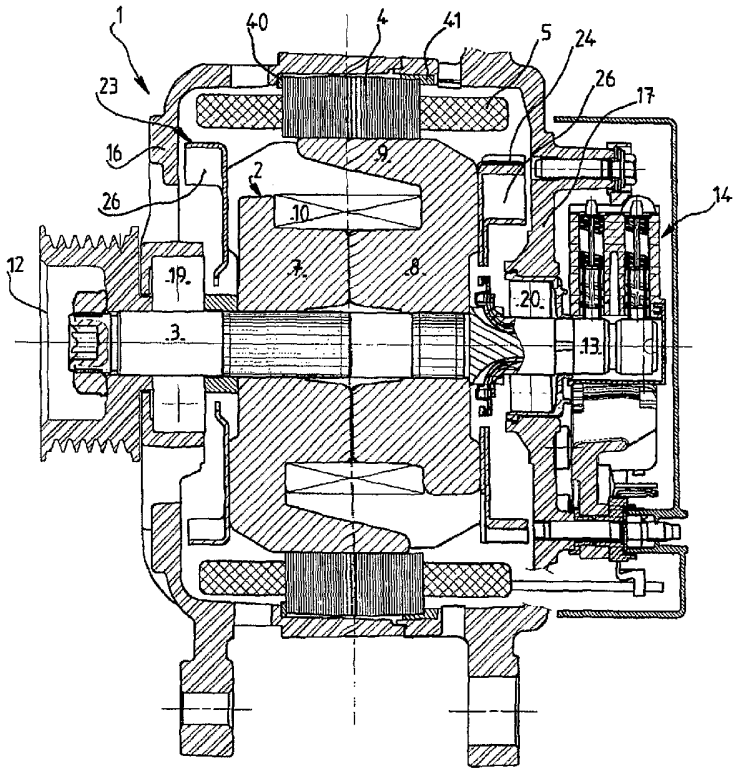
(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **TAUVRON, Fabrice** [FR/FR]; 9, rue Emile Lécrivain, F-91200 Athis-Mons (FR). **GAS, Olivier** [FR/FR]; 7 Route de la Plaine, F-78110 Le Vesinet (FR).

(74) Mandataire : **GAMONAL, Didier**; Valéo Equipements Electriques Moteur, 2, rue André Boulle, F-94017 Créteil Cedex (FR).

*[Suite sur la page suivante]*

(54) Title: POLYPHASE ELECTRIC TURNING MACHINE SUCH AS AN ALTERNATOR OR AN ALTERNO-STARTER, PARTICULARLY FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Titre : "MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE POLYPHASÉE TELLE QU'UN ALTERNATEUR OU ALTERNO-DÉMARREUR, NOTAMMENT POUR VÉHICULE AUTOMOBILE".




(57) Abstract: The invention relates to a polyphase electric turning machine such as an alternator or an alterno-starter, particularly for a motor vehicle. The machine comprises a stator surrounding a rotor inside a case; the stator comprises a three-phase star-shaped winding and a triangular three-phase winding whose outputs are connected to rectifier bridges which are parallel mounted between the ground and a common output terminal. The two windings are received together in the recesses of the stator. The number of star-shaped winding spires and triangular winding spires in said machine is selected in such a way that the number of spires of each winding is respectively 3 and 5. The invention can be used for alternators and alterno-starters.

*[Suite sur la page suivante]*

WO 2005/029679 A1

**(81) États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**(57) Abrégé :** L'invention concerne une machine électrique tournante polyphasée telle qu'un alternateur ou alterno-démarreur, notamment pour véhicule automobile. Cette machine est du type comprenant à l'intérieur d'un carter un stator entourant un rotor, le stator comportant un enroulement triphasé en étoile et un enroulement triphasé en triangle dont les sorties sont reliées à des ponts redresseurs montés en parallèle entre la masse et une borne de sortie commune, les deux enroulements étant reçus ensemble dans des encoches du stator, dans cette machine le rapport des nombres des spires des enroulements en étoile et en triangle est choisi de façon que le nombre des spires de chaque enroulement soit respectivement de 3 et 5. L'invention est utilisable pour des alternateurs et des alterno-démarreurs.

"Machine électrique tournante polyphasée telle qu'un alternateur ou alterno-démarreur, notamment pour véhicule automobile".

## Domaine de l'invention

L'invention concerne une machine électrique tournante polyphasée telle qu'un alternateur ou alterno-démarreur, notamment pour véhicule automobile, du type comprenant, à l'intérieur d'un carter, un stator entourant un rotor, le stator comportant un enroulement triphasé en étoile et un enroulement triphasé en triangle dont les sorties sont reliées à des ponts redresseurs montés en parallèle entre la masse et la borne de sortie de la machine électrique tournante, les deux enroulements étant reçus ensemble dans des encoches du stator.

Ces deux enroulements triphasés, l'un connecté en étoile, l'autre connecté en triangle, forment un dispositif d'enroulements composites de stator.

## Etat de la technique

Une machine électrique tournante de ce type est connue par le brevet français N° 2 737 063 auquel on se reportera pour plus de détails. Pour que les tensions produites par les deux enroulements triphasés, l'un connecté en étoile et l'autre connecté en triangle, soient identiques, il est indiqué que les spires de l'enroulement en triangle doit être $\sqrt{3}$ fois le nombre des spires de l'enroulement en étoile. Il est également précisé que le rapport des sections des spires des deux enroulements doit être la valeur $1/\sqrt{3}$.

## Objet de l'invention

L'état de la technique se limite ainsi à faire état de quelques effets positifs spécifiques que procure le dispositif d'enroulements composites de stator.

L'invention a pour but d'aller plus loin en proposant des possibilités d'optimiser les performances d'une machine électrique tournante telle que définie plus haut, grâce au dispositif d'enroulements composites de stator.

Pour atteindre ce but, la machine électrique tournante selon l'invention dans laquelle le rapport des nombres des spires des enroulements en étoile et en triangle est choisi de façon que le nombre des spires de chaque enroulement soient des nombres entiers, tout en maintenant le rapport de ces nombres le plus proche possible de la valeur $\sqrt{3}$, est caractérisée en ce que le nombre de spires de l'enroulement étoile et le nombre de spires de l'enroulement triangle sont respectivement de 3 et 5.

Selon encore une autre caractéristique, le diamètre du fil de l'enroulement en étoile est différent du diamètre du fil de l'enroulement en triangle et le rapport des diamètres est choisi de façon à être proche du rapport optimal de $\sqrt{3}$ des résistances des enroulements, et les diamètres des enroulements de stator en étoile et en triangle sont choisis pour obtenir un coefficient de remplissage des encoches supérieur à 50%.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'enroulement en étoile est formé par deux fils en parallèle, avantageusement bobinés en réparti.

Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les spires de l'enroulement en étoile d'une encoche de stator sont disposées au niveau de l'ouverture d'encoche, en réparti, tandis que les spires de l'enroulement en triangle se trouvent dans le fond de l'encoche.

Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, dans un rotor comportant des paires de pôles et des aimants permanents, le nombre des aimants est inférieur au nombre de pôles et les aimants sont disposés symétriquement au centre du rotor.

Bien entendu ces caractéristiques avantageuses peuvent être considérées isolément ou en combinaison.

## Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant un mode de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'une machine électrique tournante de l'état de la technique ;
- la figure 2 illustre le schéma électrique d'une machine électrique tournante dont l'enroulement de stator comporte un enroulement triphasé en étoile et un enroulement triphasé en triangle, selon l'état de la technique ;
- la figure 3 est une vue en coupe, avec arrachement, du stator d'une machine électrique tournante selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue en perspective d'un rotor d'une machine électrique tournante selon l'invention ; et
- la figure 5 est une courbe représentant l'état thermique T de la machine en fonction du rapport R des nombres des spires des enroulements en étoile et en triangle.

## Description de modes de réalisation de l'invention

En se reportant à la figure 1, on décrit ci-après brièvement une machine électrique tournante, dans le cas présent un alternateur ici du type triphasé notamment pour véhicule automobile à moteur thermique, de l'état de la technique, auquel l'invention est applicable. Bien entendu l'alternateur peut être réversible et consister en alterno-démarreur notamment pour démarrer le moteur thermique du véhicule. Lorsque la machine fonctionne en mode alternateur elle transforme de l'énergie mécanique en énergie électrique comme tout alternateur. Lorsque la machine fonctionne en mode moteur électrique, notamment en mode démarreur pour démarrer le moteur thermique du véhicule automobile, elle transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique.

Cette machine comporte essentiellement un carter 1 et, à l'intérieur de celui-ci, un rotor 2 solidaire en rotation d'un arbre 3 et un stator 4 qui entoure le rotor et comporte un corps en forme d'un paquet de tôles doté d'encoches, ici du type semi-fermé, pour le montage des enroulements de stator formant de part et d'autre de celui-ci un chignon indiqué en 5. Ces enroulements comportent ici un enroulement triphasé en étoile et un enroulement triphasé en triangle agencés de manière décrite ci-après pour former un dispositif d'enroulements composites de stator.

Le rotor est réalisé dans l'exemple représenté sous forme d'un rotor à griffes, comme décrit par exemple dans les documents US 2002/0175589 A1 et EP 0 454 039 A1, comprenant deux roues polaires 7, 8 axialement juxtaposées et présentant chacune un flasque transversal pourvu à sa périphérie externe de dents 9 de forme trapézoïdale dirigées axialement vers le flasque de l'autre roue polaire, la dent d'une roue polaire pénétrant dans l'espace existant entre deux dents 9 adjacentes de l'autre roue polaire, de sorte que les dents des roues polaires soient imbriquées. Un bobinage d'excitation 10 est implanté axialement entre les

flasques et les roues polaires 7, 8. Il est porté par une partie de rotor en forme d'un noyau cylindrique, qui pourrait être distinct des flasques ou être en deux parties appartenant chacune à l'un des flasques comme représenté à la figure 1. Lorsque le bobinage d'excitation 10 est activé, c'est-à-dire alimenté électriquement, le rotor en matériau ferromagnétique est magnétisé et devient un rotor inducteur avec formation de pôles magnétiques au niveau des dents des roues polaires.

Ce rotor inducteur crée un courant induit alternatif dans le stator induit lorsque l'arbre 3 tourne.

En variante, le rotor peut être à pôles saillants, comme décrit par exemple dans le document WO 02/054566, et comporte alors plusieurs bobinages d'excitation enroulés chacun autour d'un tel pôle.

L'arbre 3 du rotor 2 porte à son extrémité avant une poulie 12 appartenant à un dispositif de transmission de mouvements à au mois une courroie entre l'alternateur et le moteur thermique du véhicule automobile, et à son extrémité arrière 13 des bagues collectrices reliées par des liaisons filaires aux extrémités du ou des bobinages d'excitation du rotor. Des balais appartiennent à un porte-balais représenté de façon générale en 14 et sont disposés de façon à frotter sur les bagues collectrices. Le porte-balais est relié à un régulateur de tension.

Le carter 1 est en deux parties, à savoir un palier avant 16 adjacent à la poulie 12 et un palier arrière 17 portant le porte-balais, le régulateur de tension et des ponts redresseurs décrits ci-après. Les paliers sont de forme creuse et comportent chacun centralement un roulement à billes respectivement 19 et 20 pour le montage à rotation de l'arbre 2 du rotor 3. Les paliers sont, dans la machine représentée, ajourés pour permettre le refroidissement de l'alternateur par circulation d'air. A cette fin, le rotor porte au moins à l'une de ses extrémités axiales un ventilateur destiné à assurer

cette circulation de l'air. Dans l'exemple représenté, un ventilateur noté 23 est prévu sur la face frontale avant du rotor et un autre ventilateur 24, plus puissant, à la face arrière, chaque ventilateur étant pourvu d'une pluralité de pâles indiquées en 25 et 26. En variante, l'alternateur peut aussi être refroidi par eau, le carter étant alors configuré pour comporter un canal de circulation d'eau approprié.

Une machine électrique tournante du type représenté à la figure 2 et à laquelle l'invention est applicable comporte un dispositif d'enroulements composites de stator, qui comprend, comme cela est représenté sur la figure 2, un enroulement triphasé en étoile 28 et un enroulement triphasé en triangle 29 dont les sorties sont reliées à des ponts redresseurs respectivement 30 et 31 comportant des éléments redresseurs tels que des diodes 32 ou des transistors du type MOSFET, notamment lorsque la machine est du type réversible et consiste en un alterno-démarreur comme décrit par exemple dans le document FR A 2 745 445 (US A 6 002 219).

Ainsi (figure 2) chaque enroulement triphasé comporte trois bras constitués chacun par un enroulement d'une phase.

L'enroulement triphasé en étoile comporte trois bras connectés en étoile et donc une entrée commune et trois sorties reliées électriquement au pont 30.

L'enroulement triphasé en triangle comporte trois bras connectés en triangle c'est-à-dire reliés électriquement deux à deux à chacun des sommets du triangle, chaque sommet constituant une entrée. Les sorties de cet enroulement triphasé sont reliées électriquement au pont 31.

Les ponts redresseurs sont montés en parallèle entre la masse et la borne de sortie continue 33.

Ces ponts sont portés par le palier arrière 17 de l'alternateur comme visible par exemple à la figure 3 du document FR A 2 737 063

Les ponts sont des ponts double alternance du type Graetz. Ces ponts permettent notamment de redresser le courant alternatif produit dans les enroulements du stator en un courant continu notamment pour charger la batterie du véhicule automobile.

Pour que les tensions délivrées par les deux enroulements soient sensiblement identiques, le nombre de spires de l'enroulement triangle 29 est $\sqrt{3}$ fois plus important que le nombre de spires de l'enroulement étoile 28. Le rapport entre les sections des spires de l'enroulement triangle et les spires de l'enroulement étoile est de $1/\sqrt{3}$.

Etant donné que le schéma de la figure 2 est connu, par exemple par le brevet français N° 2 737 063, il ne sera pas décrit ci-après plus en détails.

Comme on le voit sur la figure 3, les spires des enroulements étoile 28 et triangle 29 sont disposées dans les mêmes encoches notées 35, les spires de l'enroulement triangle étant placées à proximité de l'ouverture 36 des encoches, tandis que les spires de l'enroulement étoile 28 se trouvent placées dans le fond.

Il est à noter que dans l'exemple de réalisation décrit le rotor 2 (figure 4) comporte huit dents 9 par roue polaire et donc huit paires de pôles. Il est donc prévu 48 encoches dans le corps du stator soit deux fois moins d'encoches que dans les solutions décrites dans les documents US 2002/0175589 A1 et EP 0 454 039 A1 précités. Bien entendu le rotor peut, selon les applications, comporter 6, 7 ,10 ou 12 paires de pôles et le stator 36, 42, 60 ou 72 paires de pôles.

De manière connue, s'agissant d'un enroulement triphasé entre deux encoches successives de réception d'un premier bras de l'enroulement il est prévu deux

encoches de réception respectivement du deuxième et du troisième bras de l'enroulement.

On notera également que chaque encoche 35 comporte de manière connue un isolant d'encoche non référencé pour isoler les fils des enroulements par rapport au corps du stator et que l'ouverture 36 de chaque encoche 35 est suffisamment large pour laisser passer les fils des enroulements. Cette entrée est de manière connue fermée par une cale d'encoche non référencée. Cette cale est avantageusement élastique pour exercer une action de serrage sur les fils des enroulements.

L'invention a pour but de perfectionner des machines électriques tournante du type représenté sur les figures 1 et 2 en optimisant leurs performances, notamment grâce à une configuration appropriée du dispositif d'enroulements composites de stator, et de mesures constructives supplémentaires, comme cela sera décrit ci-après.

L'invention est essentiellement fondée sur la découverte que le choix du nombre des spires reçues dans chaque encoche du stator, des enroulements en étoile 28 et en triangle 29 a un impact considérable sur les performances de la machine.

Dans le cadre de l'invention, on a constaté que pour obtenir des conditions thermiques optimales, le nombre de spires doit être le plus petit possible mais que le rapport du nombre de spires de l'enroulement en triangle par rapport au nombre de spires de l'enroulement en étoile doit être le plus proche possible de la valeur optimale égale à $\sqrt{3}$.

Des mesures ont permis d'établir la courbe caractéristique représentée sur la figure 5 qui indique sur l'ordonnée l'état thermique de la machine, à savoir la température mesurée sur le fer du corps du stator, c'est-à-dire sur le paquet de tôles constituant le corps du stator, ou au niveau des diodes des ponts redresseurs

et sur l'abscisse le rapport R des nombres de spires des deux enroulements. L'abscisse porte ainsi différents rapports ou couples de spires envisageables en fonction des deux conditions et en prenant en compte que chaque nombre de spires doit être un nombre entier. Ainsi l'abscisse porte les rapports envisageables pour des nombres de spires de l'enroulement en étoile 2, 3, 4. On constate que la courbe présente la forme d'une cloche s'ouvrant vers le haut, avec une valeur minimum entre les rapports 5/3 et 7/4, là où le rapport a la valeur optimale est de $\sqrt{3}$. La dégradation thermique à droite de la valeur $\sqrt{3}$ lors de l'augmentation du nombre de spires de l'enroulement en étoile s'explique par le fait que le chignon devenu alors important ne laisse pas passer l'air de refroidissement, ce qui a pu être mesuré sous forme d'une augmentation de la température du fer du stator. A gauche de la valeur $\sqrt{3}$ la thermique se dégrade parce que pour un nombre de spires d'enroulement en étoile égal à 2, il faut associer quatre spires d'enroulement en triangle, ce qui entraîne un rapport égal à 2 au lieu du rapport optimal $\sqrt{3}$. Ce rapport éloigné de la valeur optimale provoque un déséquilibre dans le système électrique, ce qui se manifeste sous forme d'une augmentation des températures au niveau des diodes des ponts redresseurs.

Par conséquent, il s'est avéré qu'une configuration d'enroulements comportant dans chaque encoche trois spires d'enroulement en étoile et cinq spires d'enroulement en triangle est particulièrement avantageuse.

Il a été indiqué plus haut, que le dispositif d'enroulements composites de stator, c'est-à-dire en partie en étoile et en partie en triangle, doit encore respecter la condition que le rapport de la résistance de l'enroulement triangle doit être égal à la résistance de l'enroulement étoile multiplié par $1/\sqrt{3}$. Pour se rapprocher de ce rapport optimum de $1/\sqrt{3}$, l'invention

propose d'utiliser des fils d'enroulement triangle et d'enroulement étoile de diamètres différents. On obtient une optimisation des conditions thermiques dans laquelle la machine peut fonctionner, si l'on fait en sorte que le coefficient de remplissage des encoches soit supérieur ou égal à 50%, et que le diamètre des fils soit le plus gros possible pour assurer une bonne aération des chignons. Mais étant donné que la mise en place des spires dans les encoches est plus facile pour des fils d'un diamètre moins important, il est prévu de réaliser les spires de l'enroulement étoile par des fils en parallèle. Cependant, le nombre de fils en parallèle doit être le plus faible possible pour assurer la bonne aération des chignons.

Il s'est avéré dans le cadre de l'invention comme particulièrement avantageux de réaliser l'enroulement triphasé en triangle, c'est-à-dire chaque bras de cet enroulement, avec un fil d'un premier diamètre et l'enroulement triphasé en étoile, c'est-à-dire chaque bras de cet enroulement, avec deux fils en parallèle d'un second diamètre bobiné en réparti. Pour mémoire on rappellera qu'un bobinage en réparti consiste à bobiner le fil dans les encoches du corps du stator dans un sens circonférentiel, puis après un tour de corps de stator à bobiner le fil dans les encoches du corps du stator dans l'autre sens circonférentiel.

Ici avec l'enroulement en étoile on réalise pour chaque bras de celui-ci trois tours de corps de stator dans les encoches de celui-ci avec deux fils en parallèle, c'est-à-dire deux fils en main, et avec l'enroulement en triangle on réalise cinq tour de corps de stator dans les encoches de celui-ci.

Chaque bras comporte donc respectivement trois et cinq spires.

En appliquant cette disposition au couple particulièrement avantageux de cinq spires d'enroulement triphasé en triangle et de trois spires d'enroulement

triphasé en étoile dans chaque encoche du stator, on obtient la configuration représentée sur la figure 3 avec six fils d'un bras d'enroulement en étoile, à raison de deux fils par spire, au fond de l'encoche sous les cinq spires, c'est-à-dire les cinq fils, d'un bras d'enroulement en triangle.

A titre d'exemple, dans un dispositif d'enroulements composites de stator sans dispositions en parallèle de fils, l'enroulement en triangle pourrait être réalisé avec un fil de 1,6 mm et l'enroulement en étoile avec un fil de 2,24 mm. La réalisation en parallèle des spires de l'enroulement étoile pourrait permettre l'emploi pour les fils d'enroulement en étoile et les fils d'enroulement en triangle des fils de diamètres respectivement de 1,6 mm et de 1,7 mm.

Il est à noter que la disposition des fils d'enroulement en triangle près de l'ouverture 36 des encoches 35 et des fils d'enroulement en étoile dans le fond des encoches assure un bon équilibre en débit électrique. Cependant, pour améliorer les conditions thermiques et pour réduire le bruit de la machine, il est avantageux de placer les fils d'enroulement en étoile en ouverture des encoches, en réparti, et des fils d'enroulement en triangle au fond des encoches.

Les performances, à savoir la puissance et le rendement, d'une machine selon l'invention peuvent encore être augmentées en utilisant un rotor présentant la configuration selon la figure 4. Ce rotor comporte, de façon connue en soi et par exemple décrite dans le brevet français N° 2 784 248, interposé entre deux dents 9 adjacentes à la périphérie du stator tel que le stator 2 selon la figure 1, un certain nombre d'aimants permanents 38, en choisissant le nombre de ces aimants de façon qu'il soit inférieur au nombre de pôles du rotor et que leur disposition soit symétrique par rapport à l'axe du rotor. Cette disposition de l'invention est également applicable à des rotors du type à pôles saillants.

A la figure 4 il est prévu quatre paires d'aimants 38 pour huit paires de pôles.

Il est à noter qu'il est encore avantageux dans le cadre de l'invention de prévoir à la périphérie externe du corps du stator, en forme de paquet de tôle, un système élastique pour filtrer les vibrations, avec à l'avant un joint plat 40 et à l'arrière des tampons 41, de la résine souple et thermoconductrice étant intercalée entre le palier avant et le corps du stator pour évacuer la chaleur, comme on le voit sur la figure 1.

Il ressort de la description qui précède, que l'invention procure, par rapport à l'état de la technique, de multiples avantages, tels qu'une amélioration de la puissance massique, d'une diminution du bruit magnétique et du taux d'ondulation. Ces avantages sont obtenus grâce au décalage de 30 degrés électriques des deux enroulements étoile et triangle dans le stator en respectant un rapport du nombre de spires de $\sqrt{3}$ et un rapport de résistance des enroulements de $1/\sqrt{3}$. La machine est à la figure 1 être refroidie à air par un ventilateur avant et un ventilateur arrière plus puissant. La puissance de la machine peut encore être augmentée en utilisant des ventilateurs plus performants tels que des ventilateurs obtenue par superposition de deux ventilateurs élémentaires chacun comportant une série de pales comme décrit par exemple dans le document FR A 2 741 912 et comme visible à la figure 1 (ventilateur arrière). Le diamètre du fil de l'enroulement étoile est différent du diamètre du fil de l'enroulement triangle. L'enroulement étoile pourrait être bobiné avec deux fils en main et l'enroulement triangle avec un fil en main. L'enroulement étoile est bobiné en ondulé réparti et les fils utilisés sont des fils ronds pour améliorer le refroidissement des chignons du stator. La section du fil est supérieure ou égale à 1,5 mm. On pourrait alterner la position des phases dans le chignon.

Pour améliorer encore le refroidissement des chignons, on prévoit des enroulements de hauteur axiale différente au niveau des chignons. Ainsi, l'un des enroulements, de préférence celui situé au voisinage des fonds des encoches, s'étend en saillie axiale par rapport à l'autre enroulement au niveau de chaque chignon. Dans ce cas, on place l'enroulement étoile dans le fond des encoches.

# REVENDICATIONS

1. Machine électrique tournante polyphasée, du type comprenant des ponts redresseurs et, à l'intérieur d'un carter, un stator doté d'un corps de stator à encoches et d'enroulements reçus dans les encoches du corps du stator, un rotor entouré par le stator, le stator comportant un enroulement triphasé en étoile et un enroulement triphasé en triangle dont les sorties sont reliées aux ponts redresseurs montés en parallèle entre la masse et une borne de sortie commune, les deux enroulements étant reçus ensemble dans des encoches du stator, dans laquelle le rapport (R) des nombres des spires des enroulements en étoile (28) et en triangle (29) est choisi de façon que le nombre des spires de chaque enroulement (28 , 29) soit un nombre entier tout en maintenant le rapport de ces nombres de spires le plus proche possible de la valeur $\sqrt{3}$ et le plus petit possible, caractérisée en ce que le nombre de spires de l'enroulement étoile (28) et le nombre de spires de l'enroulement triangle (29) sont respectivement de 3 et 5.

2. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que le diamètre du fil de l'enroulement en étoile (28) est différent du diamètre du fil de l'enroulement en triangle (29), en ce que les diamètres sont choisis de façon que le rapport des sections transversales des deux enroulements soit proche de la valeur $\sqrt{3}$ et en ce que les diamètres des enroulements de stator en étoile (28) et en triangle (29) sont choisis pour obtenir un coefficient de remplissage des encoches (35) du stator (4), qui est supérieur à 50%.

3. Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'enroulement en étoile (28) est formé par deux fils en parallèle, avantageusement bobinés en réparti.

4. Machine selon la revendications 1, caractérisée en ce que les spires de l'enroulement en étoile (28) dans

une encoche de stator (35) sont disposées au niveau de l'ouverture (36) de l'encoche (35), en réparti, tandis que les spires de l'enroulement en triangle (29) se trouvent dans le fond de l'encoche

5. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que, dans un rotor (2) comportant des paires de pôles (9) et des aimants permanents (38) disposés à la périphérie du rotor entre deux pôles (9) adjacents, le nombre des aimants (38) est inférieur au nombre de pôles, les aimants étant disposés symétriquement par rapport au centre du rotor.

6. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que le corps du stator (4) est fixé au carter (1) à l'aide d'un système de suspension élastique (40, 41).

7. Machine selon la revendication 6, caractérisée en ce que le système élastique comprend à l'avant du corps du stator un joint plat (40) et à l'arrière des tampons (41).

8. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que le rotor (2) porte un ventilateur double obtenu par superposition de deux ventilateurs.

9. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle consiste en un alternateur pour véhicule automobile.

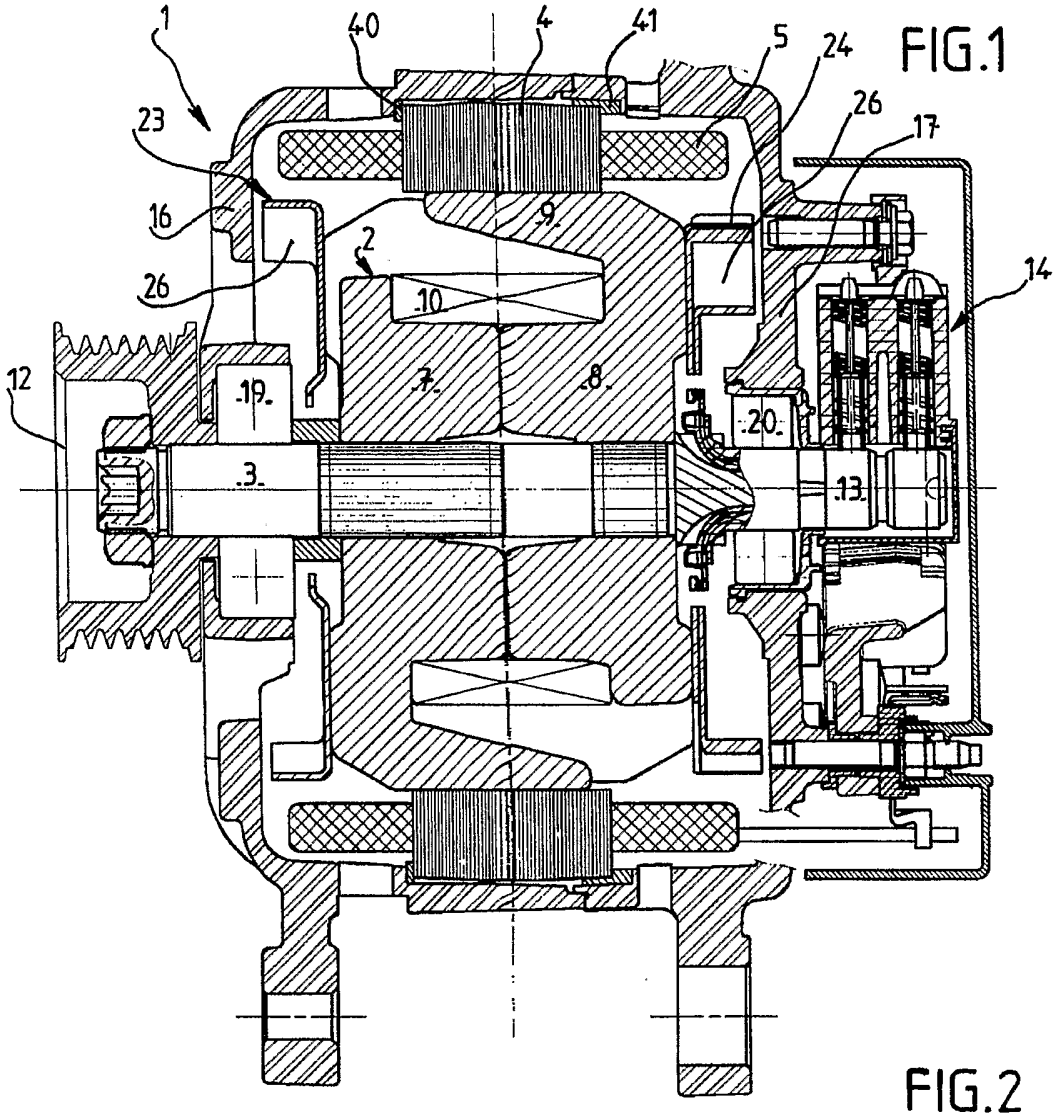



FIG.1

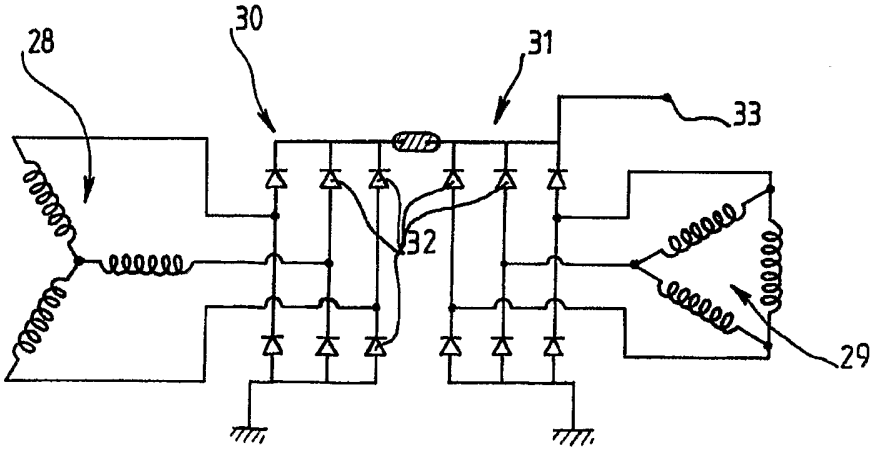



FIG.2

FIG.3

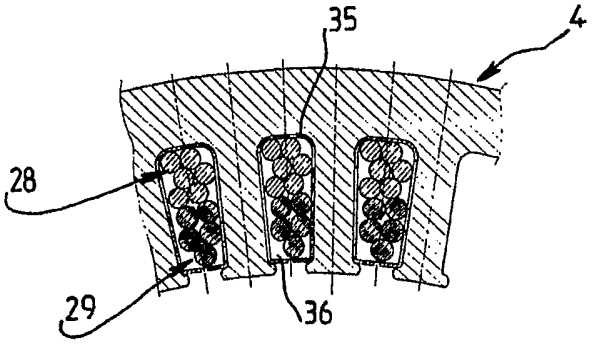



FIG.4

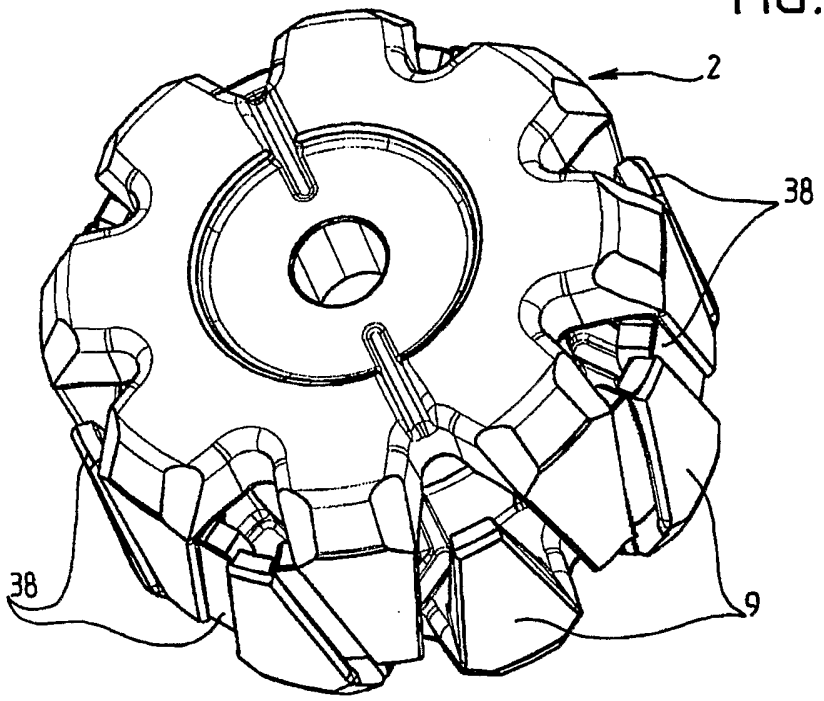
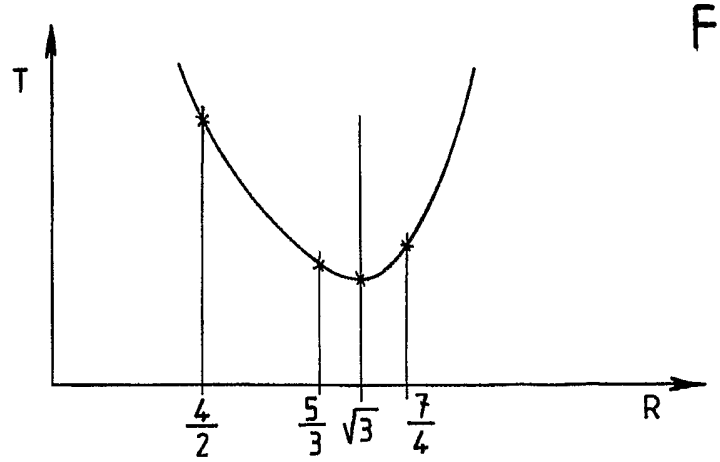



FIG.5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/002214

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02K3/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | FR 2 737 063 A (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR)<br>24 January 1997 (1997-01-24)<br>cited in the application | 1,2,9 |
| Y | abstract; claims; figures | 5-8 |
| X | US 5 274 322 A (HAYASHI SEIJI ET AL)<br>28 December 1993 (1993-12-28)<br>abstract; figures<br>column 1, line 47 - column 2, line 7<br>column 5, line 47 - column 5, line 50 | 1,2,9 |
| Y | US 6 034 464 A (ASAO ET AL)<br>7 March 2000 (2000-03-07)<br>figures 2,3 | 5 |

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 16 February 2005 | 24/02/2005 |

| Name and mailing address of the ISA | Authorized officer |
|---|---|
| European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL – 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31–70) 340–3016 | Ramos, H |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/002214

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | EP 0 240 644 A (DUCELLIER ET CIE; VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR)<br>14 October 1987 (1987-10-14)<br>abstract; figures | 6,7 |
| Y | FR 2 741 912 A (VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR)<br>6 June 1997 (1997-06-06)<br>cited in the application<br>abstract; figures | 8 |
| A | EP 0 454 039 A (NIPPON DENSO CO)<br>30 October 1991 (1991-10-30)<br>cited in the application<br>page 8, line 32 - page 8, line 46<br>page 9, line 42 - page 9, line 46<br>page 10, line 29 - page 10, line 33<br>page 11, line 32 - page 11, line 54<br>page 7, line 21 - page 7, line 25 | 1-3 |
| A | US 2002/175589 A1 (ASAO YOSHIHITO ET AL)<br>28 November 2002 (2002-11-28)<br>cited in the application<br>paragraph '0092!; figure 4 | 1,3 |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

'ormation on patent family members

Inter[redacted]onal Application No
PCT/FR2004/002214

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|---|---|---|---|---|---|
| FR 2737063 | A | 24-01-1997 | FR | 2737063 A1 | 24-01-1997 |
| US 5274322 | A | 28-12-1993 | JP | 2833159 B2 | 09-12-1998 |
| | | | JP | 4042759 A | 13-02-1992 |
| US 6034464 | A | 07-03-2000 | JP | 2000032719 A | 28-01-2000 |
| EP 0240644 | A | 14-10-1987 | FR | 2596930 A1 | 09-10-1987 |
| | | | DE | 3673995 D1 | 11-10-1990 |
| | | | EP | 0240644 A1 | 14-10-1987 |
| FR 2741912 | A | 06-06-1997 | FR | 2741912 A1 | 06-06-1997 |
| EP 0454039 | A | 30-10-1991 | JP | 3104239 B2 | 30-10-2000 |
| | | | JP | 4008140 A | 13-01-1992 |
| | | | JP | 3041884 B2 | 15-05-2000 |
| | | | JP | 4026345 A | 29-01-1992 |
| | | | JP | 2924112 B2 | 26-07-1999 |
| | | | JP | 4079742 A | 13-03-1992 |
| | | | DE | 69122801 D1 | 28-11-1996 |
| | | | DE | 69122801 T2 | 20-03-1997 |
| | | | EP | 0454039 A1 | 30-10-1991 |
| | | | US | RE38464 E1 | 16-03-2004 |
| | | | US | 5122705 A | 16-06-1992 |
| US 2002175589 | A1 | 28-11-2002 | JP | 3593059 B2 | 24-11-2004 |
| | | | JP | 2002354731 A | 06-12-2002 |
| | | | TW | 583813 B | 11-04-2004 |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR2004/002214

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**
CIB 7 H02K3/28

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H02K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|---|---|---|
| X<br>Y | FR 2 737 063 A (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR)<br>24 janvier 1997 (1997-01-24)<br>cité dans la demande<br>abrégé; revendications; figures | 1,2,9<br>5-8 |
| X | US 5 274 322 A (HAYASHI SEIJI ET AL)<br>28 décembre 1993 (1993-12-28)<br>abrégé; figures<br>colonne 1, ligne 47 - colonne 2, ligne 7<br>colonne 5, ligne 47 - colonne 5, ligne 50 | 1,2,9 |
| Y | US 6 034 464 A (ASAO ET AL)<br>7 mars 2000 (2000-03-07)<br>figures 2,3 | 5 |

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale |
|---|---|
| 16 février 2005 | 24/02/2005 |

| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale | Fonctionnaire autorisé |
|---|---|
| Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Ramos, H |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR2004/002214

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|---|---|---|
| Y | EP 0 240 644 A (DUCELLIER ET CIE; VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR)<br>14 octobre 1987 (1987-10-14)<br>abrégé; figures | 6,7 |
| Y | FR 2 741 912 A (VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR)<br>6 juin 1997 (1997-06-06)<br>cité dans la demande<br>abrégé; figures | 8 |
| A | EP 0 454 039 A (NIPPON DENSO CO)<br>30 octobre 1991 (1991-10-30)<br>cité dans la demande<br>page 8, ligne 32 - page 8, ligne 46<br>page 9, ligne 42 - page 9, ligne 46<br>page 10, ligne 29 - page 10, ligne 33<br>page 11, ligne 32 - page 11, ligne 54<br>page 7, ligne 21 - page 7, ligne 25 | 1-3 |
| A | US 2002/175589 A1 (ASAO YOSHIHITO ET AL)<br>28 novembre 2002 (2002-11-28)<br>cité dans la demande<br>alinéa '0092!; figure 4 | 1,3 |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No
PCT/FR2004/002214

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | | Date de publication |
|---|---|---|---|---|---|
| FR 2737063 | A | 24-01-1997 | FR 2737063 | A1 | 24-01-1997 |
| US 5274322 | A | 28-12-1993 | JP 2833159 | B2 | 09-12-1998 |
| | | | JP 4042759 | A | 13-02-1992 |
| US 6034464 | A | 07-03-2000 | JP 2000032719 | A | 28-01-2000 |
| EP 0240644 | A | 14-10-1987 | FR 2596930 | A1 | 09-10-1987 |
| | | | DE 3673995 | D1 | 11-10-1990 |
| | | | EP 0240644 | A1 | 14-10-1987 |
| FR 2741912 | A | 06-06-1997 | FR 2741912 | A1 | 06-06-1997 |
| EP 0454039 | A | 30-10-1991 | JP 3104239 | B2 | 30-10-2000 |
| | | | JP 4008140 | A | 13-01-1992 |
| | | | JP 3041884 | B2 | 15-05-2000 |
| | | | JP 4026345 | A | 29-01-1992 |
| | | | JP 2924112 | B2 | 26-07-1999 |
| | | | JP 4079742 | A | 13-03-1992 |
| | | | DE 69122801 | D1 | 28-11-1996 |
| | | | DE 69122801 | T2 | 20-03-1997 |
| | | | EP 0454039 | A1 | 30-10-1991 |
| | | | US RE38464 | E1 | 16-03-2004 |
| | | | US 5122705 | A | 16-06-1992 |
| US 2002175589 | A1 | 28-11-2002 | JP 3593059 | B2 | 24-11-2004 |
| | | | JP 2002354731 | A | 06-12-2002 |
| | | | TW 583813 | B | 11-04-2004 |