

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 923 562**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **07 58951**

51) Int Cl⁸ : **F 16 C 19/54 (2006.01), F 02 C 7/06**

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 12.11.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.05.09 Bulletin 09/20.

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) : *S.N.R.ROULEMENTS Société anonyme — FR.*

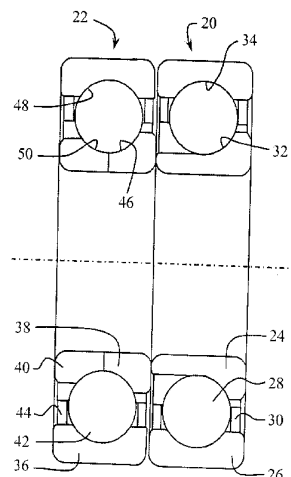
72) Inventeur(s) : *BLANCHIN OLIVIER, FERTE CLEMENT et LE BORGNE JEAN PIERRE.*

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : BREDEMA.

54) **JEU DE ROULEMENTS POUR ARBRE DE TURBOMACHINE ET MONTAGE D'ARBRE COMPORTANT UN TEL JEU.**

57) Un jeu 16 de roulements à billes pour le guidage d'un arbre 10 de turbomachine à vitesse de rotation dépassant 10 000 tours/min, comporte deux roulements à billes: un premier roulement à billes à contact oblique 20 pour la reprise des efforts axiaux exercés dans une direction axiale principale, le premier roulement comportant une première bague intérieure 24 et une première bague extérieure 26 entre lesquelles roulent des billes en céramique 28; et un deuxième roulement à billes 22 comportant une deuxième bague extérieure 36, une deuxième bague intérieure principale 38 de reprise de la charge axiale dans la direction axiale principale et une bague intérieure complémentaire 40 de reprise des efforts axiaux exercés dans la direction axiale opposée à la direction axiale principale, entre lesquelles roulent des billes en céramiques 42 ayant chacune quatre points de contact avec les bagues du deuxième roulement. Ce jeu 16 de roulements à billes est associé à un roulement 12 à rouleaux 60 en céramique.



FR 2 923 562 - A1



DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[001] L'invention se rapporte à un ensemble de paliers pour le support et le guidage d'un arbre de turbomachine à rotation rapide du type turbosoufflante ou turbocompresseur.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

[002] Les arbres de certaines turbomachines telles que les turbosoufflantes ou turbocompresseurs équipant les moteurs Diesel des bateaux et des centrales électriques tournent à des vitesses très élevées, dépassant couramment 10 000 tours/min voire, dans les applications les plus exigeantes, 20 000 ou 30 000 tours/min, sous des charges axiales élevées, supérieures à 1000 daN, voire supérieures à 5000 daN. Ces arbres sont traditionnellement supportés par des paliers constitués par des roulements à billes ou à rouleaux métalliques qui supportent mal les sollicitations extrêmes et dont la durée de vie s'avère insuffisante, de l'ordre de 6000 heures. En particulier, on constate rapidement des problèmes de tenue des roulements avec de l'huile dégradée.

OBJET DE L'INVENTION

[003] La présente invention vise à remédier aux inconvénients de l'état de la technique et à accroître significativement la durée de vie des roulements de turbomachines à rotation très élevée, c'est-à-dire, dans le cadre du présent exposé, à des vitesses dépassant 10 000 tours/min.

[004] Pour ce faire, il est proposé, selon un premier aspect de l'invention, un jeu de roulements à billes pour le guidage d'un arbre de turbomachine à vitesse de rotation dépassant 10 000 tours/min, comportant :

- un premier roulement à billes à contact oblique pour la reprise des efforts axiaux exercés dans une direction axiale principale, le premier roulement comportant une première bague intérieure et une première bague extérieure entre lesquelles roulent des billes en céramique,
- un deuxième roulement à billes comportant une deuxième bague extérieure, une deuxième bague intérieure principale de reprise de la

charge axiale dans la direction axiale principale et une bague intérieure complémentaire de reprise des efforts axiaux exercés dans la direction axiale opposée à la direction axiale principale, entre lesquelles roulent des billes en céramiques ayant chacune quatre points de contact avec les bagues du deuxième roulement.

[005] La charge axiale dans la direction axiale principale résultant des efforts axiaux induits par le compresseur et la turbine est répartie entre les deux roulements. Les billes en céramique assurent une tenue en mode de lubrification dégradée et limitent l'écaillage des bagues.

[006] Selon un mode de réalisation, les billes du premier roulement ont avec la première bague intérieure et la première bague extérieure des points de contact disposés sur un premier cône d'angle Θ , les billes du deuxième roulement ayant avec la bague extérieure et la bague intérieure principale du deuxième roulement des points de contact situés sur un deuxième cône d'angle Θ identique à celui du premier cône.

[007] Avantageusement, chaque roulement est pourvu d'une cage de retenue des billes en acier ou en Poly-Ethyl-Ether-Ketone (PEEK). Le PEEK est un matériau thermoplastique technique offrant des caractéristiques mécaniques, notamment un faible coefficient de frottement, une résistance à l'abrasion et une dureté qui se maintiennent sur une large plage de température, jusqu'à 250°C.

[008] Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, la bague intérieure principale du deuxième roulement est en appui sur la bague intérieure du premier roulement, ce qui permet une mise en parallèle des deux bagues dans la transmission des charges axiales dans la direction axiale principale. La bague extérieure du deuxième roulement est de préférence disposée à distance de la bague extérieure du premier roulement, ce qui assure une bonne répartition de la charge axiale entre les deux roulements.

[009] Les billes sont préférentiellement en nitrure de silicium Si_3N_4 . Ce matériau céramique apporte des performances mécaniques particulièrement élevées, alliant rigidité, bonne résistance à l'usure et à la fatigue et stabilité en température avec une densité faible qui diminue les forces centrifuges dans le

roulement. De plus, avantage non négligeable, la céramique est un isolant électrique et un matériau non magnétique.

5 [0010] Bien qu'il soit possible de combiner les billes en céramique avec des bagues en céramique, la conjonction de billes en céramique et de bagues en acier s'avère moins coûteuse à performance égale.

10 [0011] L'invention a également trait à un montage d'arbre de turbomachine comportant un arbre, un jeu de roulement tel que décrit précédemment disposé entre l'arbre et un premier support ; et un roulement à rouleaux, pourvu de rouleaux en céramique et disposé entre l'arbre et un deuxième support. Les rouleaux sont préférentiellement en nitrure de silicium. Les rouleaux peuvent être guidés par une cage de guidage constituée d'une pièce monobloc en PolyEthylEtherKetone (PEEK).

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

15 [0012] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront de la description qui va suivre d'un mode particulier de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures annexées qui illustrent respectivement :

- la figure 1, une vue schématique d'un montage d'arbre de turbomachine pourvu d'un jeu de roulements selon l'invention;
- 20 - la figure 2 représente une vue d'un jeu de roulement à billes utilisé dans le montage de la figure 1;
- la figure 3, un détail de la figure 2;
- la figure 4, un roulement à rouleaux utilisé dans le montage de la figure 1.

25 EXEMPLE DE RÉALISATION

[0013] Sur la figure 1 est représenté de manière schématique un arbre 10 d'une turbosoufflante 12 supporté d'un côté de la turbosoufflante 12 par un

roulement à rouleaux 14 fixé à un carter 15, et de l'autre côté par un jeu de roulements à billes 16 fixés à une carter 17. En régime nominal, la turbosoufflante 12 tourne à une vitesse très élevée, dépassant 10 000 tours/min, et transmet à l'arbre une charge axiale importante, supérieure à 1000 daN dans une direction axiale principale 18. Dans certaines conditions de fonctionnement transitoire, la charge axiale peut être inversée, sans toutefois atteindre des valeurs aussi élevées que dans la direction principale.

[0014] Le jeu de roulements 16, illustré en détail sur les figures 2 et 3, est composé de deux roulements à billes 20, 22. Le premier des deux roulements à billes, est formé d'une première bague intérieure 24 et d'une première bague extérieure 26 entre lesquelles roulent des billes en céramique 28, retenues dans une cage de guidage 30. Les bagues intérieure 24 et extérieure 26 sont pourvues de chemins de roulement 32, 34 conformés de manière à ce que chaque bille 28 du premier roulement présente avec première bague intérieure 24 et la première bague extérieure 26 des points de contact disposés sur un premier cône d'angle Θ pointant dans la direction axiale principale.

[0015] Le deuxième roulement à billes 22 est constitué d'une deuxième bague extérieure 36, d'une deuxième bague intérieure principale 38 et d'une bague intérieure complémentaire 40, entre lesquelles roulent des billes 42 en céramique, guidées dans une cage 44. Les bagues intérieure principale 38 et extérieure 36 sont pourvues de chemins de roulement 46, 48 conformés de manière à ce que les billes 42 du deuxième roulement aient avec la bague extérieure 36 et la bague intérieure principale 38 du deuxième roulement deux points de contact situés sur un deuxième cône pointant dans la direction axiale principale et préférentiellement d'angle Θ identique à celui du premier cône. Le chemin de roulement 48 a une section en ogive. Par ailleurs, la bague intérieure complémentaire 40 comporte un chemin de roulement 50 conformé de telle manière que les billes du deuxième roulement aient chacune deux autres points de contact avec la deuxième bague extérieure 36 et avec la bague intérieure complémentaire 40, situés sur un cône pointant dans la direction opposée à la direction axiale principale. La bague intérieure principale 38 du deuxième roulement est en appui sur la bague intérieure 24 du premier roulement, alors que la bague extérieure 36 du deuxième roulement est disposée à distance de la bague extérieure 26 du premier roulement. De cette manière, les charges appliquées par l'arbre dans la direction axiale principale sont transmises de

manière équilibrée aux deux bagues extérieures 26, 36. La combinaison du premier roulement oblique 20 et du deuxième roulement à quatre points de contact 22 permet de reprendre des charges importantes dans la direction principale, et d'assurer également une reprise des efforts en cas d'inversion de poussée.

5

[0016] Les billes 28, 42 des deux roulements, de préférence identiques, peuvent être réalisées en céramique, par exemple en nitrure de silicium, une céramique qui offre l'avantage d'induire peu d'usure au niveau des chemins de roulement, et d'offrir un comportement peu sensible au manque de lubrification ou à la pollution. Le guidage des billes est assuré par les deux cages 30, 44, qui sont réalisées de préférence en acier revêtu et sont guidées par des portées cylindriques des deux bagues extérieures. Alternativement, il est possible de réaliser les cages en matériau synthétique, de préférence en PolyEthylEtherKetone.

10

[0017] Le roulement à rouleaux 14, représenté en détail sur la figure 4, est destiné au guidage radial de l'arbre 10, sans reprise d'efforts axiaux. Il comporte une bague intérieure métallique 50 formant un chemin de roulement cylindrique 52 et deux épaulements de guidage 54 plans sensiblement perpendiculaires à l'axe de rotation, une bague extérieure 56 formant un chemin de roulement cylindrique 58, et des rouleaux 60 en céramique, de préférence en nitrure de silicium, logés dans une cage 62 en acier ou en PolyEthylEtherKetone (PEEK). Dans l'exemple de réalisation, cette cage 62 est pourvue d'une ailette 64 qui est conformée pour favoriser l'entrée d'huile dans le roulement.

15

20

25

[0018] Naturellement, diverses variations sont possibles.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Jeu de roulements à billes (16) pour le guidage d'un arbre (10) de turbomachine à vitesse de rotation dépassant 10 000 tours/min, comportant:
- 10 - un premier roulement à billes (20) à contact oblique pour la reprise des efforts axiaux exercés dans une direction axiale principale, le premier roulement comportant une première bague intérieure (24) et une première bague extérieure (26) entre lesquelles roulent des billes (28) en céramique,
 - 15 - un deuxième roulement à billes (22) comportant une deuxième bague extérieure (36), une deuxième bague intérieure principale (38) de reprise de la charge axiale dans la direction axiale principale et une bague intérieure complémentaire (40) de reprise des efforts axiaux exercés dans la direction axiale opposée à la direction axiale principale, entre lesquelles roulent des billes (42) en céramique ayant chacune quatre points de contact avec les bagues du deuxième roulement.
- 20 2. Jeu de roulements à billes selon la revendication 1, caractérisé en ce que les billes du premier roulement ont avec première bague intérieure et la première bague extérieure des points de contact disposés sur un premier cône d'angle Θ , les billes du deuxième roulement ayant avec la bague extérieure et la bague intérieure principale du deuxième roulement des points de contact situés sur un deuxième cône d'angle Θ identique à celui du premier cône.
- 25 3. Jeu de roulements à billes selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que la bague intérieure principale du deuxième roulement est en appui sur la bague intérieure du premier roulement.
- 30 4. Jeu de roulements à billes selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la bague extérieure du deuxième roulement est disposée à distance de la bague extérieure du premier roulement.
- 35 5. Jeu de roulements à billes selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les billes sont en nitrure de silicium.

6. Jeu de roulements à billes selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les bagues sont en acier.

5 7. Jeu de roulements à billes selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les roulements à billes sont pourvus de cages (30, 44) de guidage des billes en PolyEthylEtherKetone.

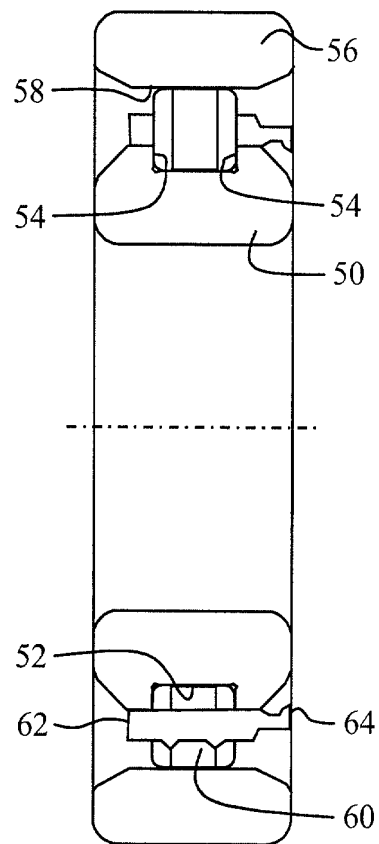
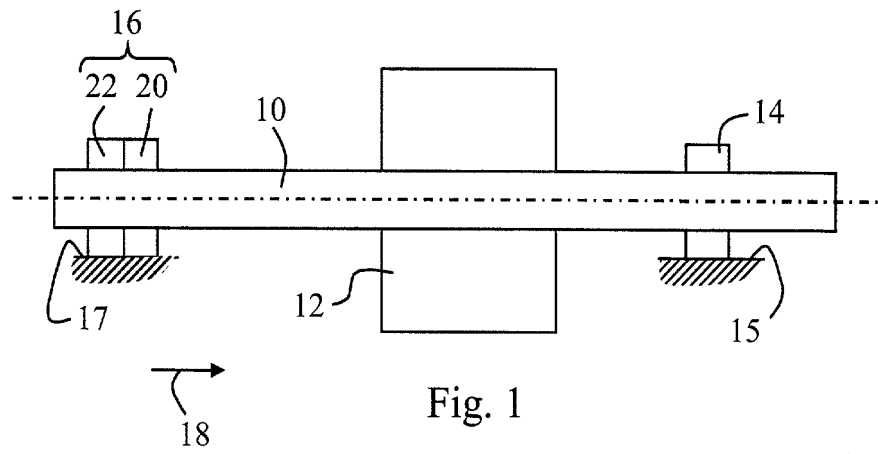
10 8. Jeu de roulements à billes selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les roulements à billes sont pourvus de cages (30, 44) de guidage des billes acier.

15 9. Montage d'arbre de turbomachine comportant un arbre (10), un jeu (16) de roulements selon l'une quelconque des revendications précédentes disposé entre l'arbre et un premier support (17); et un roulement (14) à rouleaux disposé entre l'arbre et un deuxième support (15), le roulement à rouleaux étant pourvu de rouleaux (60) étant en céramique.

20 10. Montage d'arbre de turbomachine selon la revendication 9, caractérisé en ce que les rouleaux sont en nitrure de silicium.

25 11. Montage d'arbre de turbomachine selon la revendication 9 ou la revendication 10, caractérisé en ce que le roulement à rouleaux est pourvue d'une cage (62) de guidage des rouleaux, constituée d'une pièce monobloc en PolyEthylEtherKetone (PEEK).

1/2



2/2

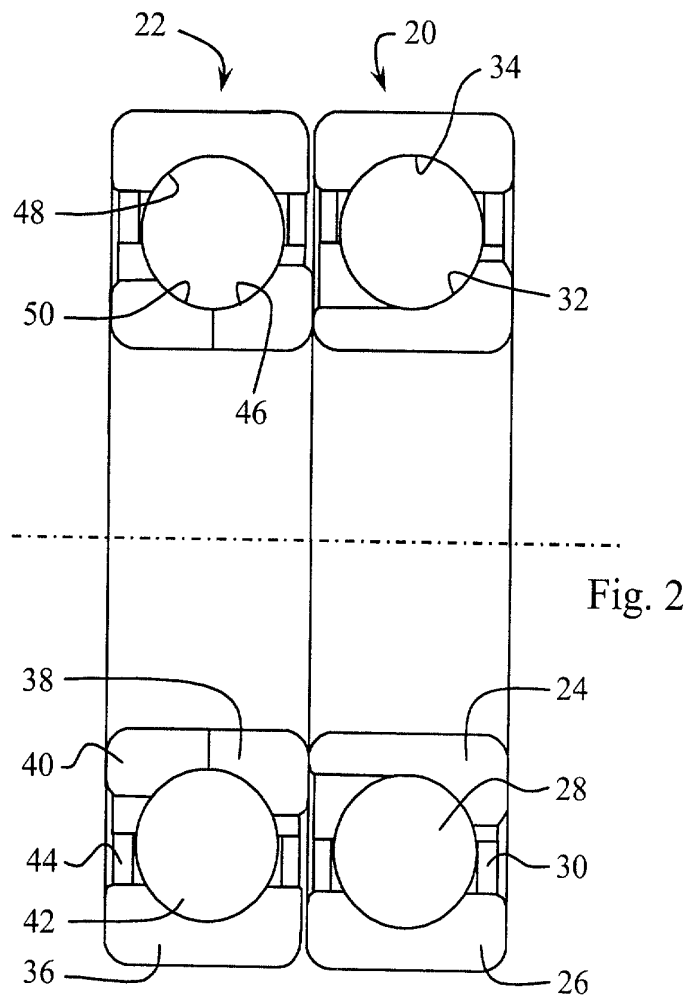


Fig. 2

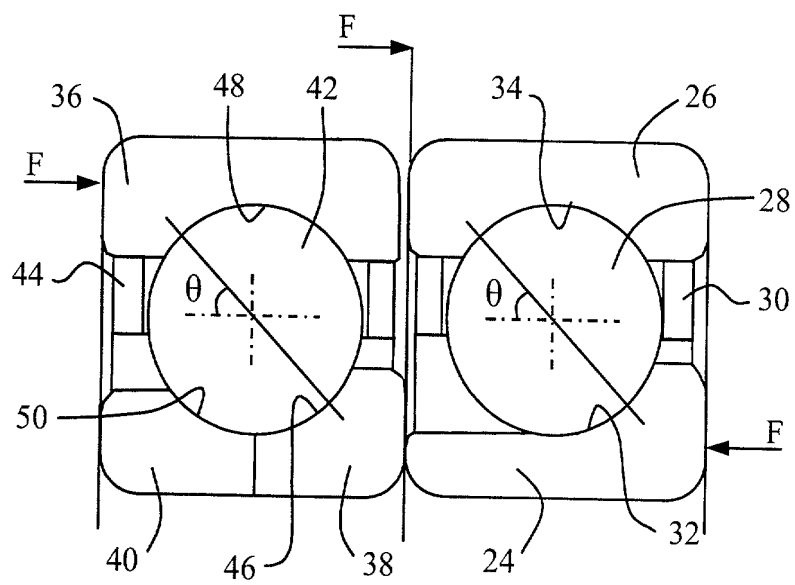


Fig. 3

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 702321
FR 0758951

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	JP 2007 187032 A (NSK LTD) 26 juillet 2007 (2007-07-26)	1	F16C19/54 F02C7/06
A	* abrégé; figures 1,2 * -----	9	
X	JP 09 088947 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 31 mars 1997 (1997-03-31)	1	
A	* abrégé; figures 1,6,7 * -----	2	
A	FR 2 519 105 A (SNFA SA [FR]) 1 juillet 1983 (1983-07-01)	2	
A	* le document en entier * -----	3,4	
A	JP 2002 339961 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 27 novembre 2002 (2002-11-27)	3,4	
A	* abrégé; figure 2 * -----	5-8,10, 11	
A	FR 2 798 432 A (SNFA [FR]) 16 mars 2001 (2001-03-16)	5-8,10, 11	
A	* le document en entier * -----	9	
A	DE 10 77 007 B (DAIMLER BENZ AG) 3 mars 1960 (1960-03-03)	9	F16C
A	* le document en entier * -----	1	
A	US 5 683 224 A (SEBALD WILHELM [DE] ET AL) 4 novembre 1997 (1997-11-04)	1	
A	* le document en entier * -----	1,2	
E	DE 10 2006 031956 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 17 janvier 2008 (2008-01-17)	1,2	
E	* le document en entier * -----	5-7,10, 11	
A	EP 1 212 543 B (SNFA [FR]) 7 janvier 2004 (2004-01-07)	5-7,10, 11	
A	* le document en entier * -----		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 juin 2008		De Jongh, Cornelis	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>			
<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet 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</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0758951 FA 702321**

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 30-06-2008

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
JP 2007187032 A	26-07-2007	AUCUN	
JP 9088947 A	31-03-1997	JP 3540065 B2	07-07-2004
FR 2519105 A	01-07-1983	AUCUN	
JP 2002339961 A	27-11-2002	AUCUN	
FR 2798432 A	16-03-2001	AT 257918 T AU 7426100 A CA 2383060 A1 CN 1373836 A DE 60007757 D1 EP 1210524 A1 WO 0120181 A1 JP 2003509635 T PL 354751 A1 TW 495590 B	15-01-2004 17-04-2001 22-03-2001 09-10-2002 19-02-2004 05-06-2002 22-03-2001 11-03-2003 23-02-2004 21-07-2002
DE 1077007 B	03-03-1960	AUCUN	
US 5683224 A	04-11-1997	DE 19538553 A1 EP 0769630 A2 JP 3931285 B2 JP 9166026 A	24-04-1997 23-04-1997 13-06-2007 24-06-1997
DE 102006031956 A1	17-01-2008	AUCUN	
EP 1212543 B	07-01-2004	AT 257557 T AU 7427300 A CA 2384560 A1 CN 1373837 A DE 60007645 D1 EP 1212543 A1 WO 0120182 A1 FR 2798433 A1 JP 2003509636 T PL 355500 A1 TW 451038 B	15-01-2004 17-04-2001 22-03-2001 09-10-2002 12-02-2004 12-06-2002 22-03-2001 16-03-2001 11-03-2003 04-05-2004 21-08-2001