(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** ***2 834 858***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **02 00464**

(51) Int Cl[7] : **H 04 R 1/00,** H 05 K 9/00, H 04 R 9/06

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 16.01.02.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 18.07.03 Bulletin 03/29.

(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) :** *JOHANNET PIERRE HENRI RAYMOND* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** JOHANNET PIERRE HENRI RAYMOND.

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

(74) **Mandataire(s) :** JOHANNET PIERRE.

(54) DISPOSITIF DE PROTECTION DES HAUT-PARLEURS CONTRE LA DISTORSION IONIQUE DE COUPLAGE A L'AIR (DICA).

(57) Les distorsions ressenties au niveau des haut-parleurs dans les chaînes haute-fidélité sont majoritairement dues à l'émission d'une onde sonore parasite par les ions émis par frottement de la membrane sur l'air en contact.

Les Microdécharges d'interface initient le phénomène par excitation mécanique des charges localisées sur la membrane couplées aux ions proches de l'air environnant.

On propose un dispositif permettant d'arrêter ce rayonnement sonore parasite au moyen d'un champ magnéto-électrique.

FR 2 834 858 - A1

2834858

DISPOSITIF DE PROTECTION DES HAUT-PARLEURS CONTRE LA DISTORSION IONIQUE DE COUPLAGE A L'AIR (DICA)

Les MDI ou Micro Décharges d'Interface ont été identifiées comme l'agent principalement responsable de la dégradation de musicalité des chaînes Haute-Fidélité, pour lesquelles on constate depuis des années une absence complète de corrélation entre les mesures objectives et la musicalité subjective appréciée par un panel d'auditeurs suffisemment avertis, les Audiophiles .

A ce phénomène est étroitement associé un problème de rayonnement sonore parasite dû aux ions générés par le frottement de la membrane du haut-parleur sur l'air: c'est la Distorsion Ionique de Couplage à l'Air (DICA) dont le traitement occupe le présent projet.

L'origine des MDI est la suivante: quand des isolants sont soumis à un champ électrique suffisemment élevé, il se produit des sauts d'électrons dans les isolants recouvrant les conducteurs, et plus particulièrement aux interfaces conducteur-isolant et isolant-air. Il est certain aussi que la présence de vibrations favorise la production de MDI, par effet triboélectrique. L'échauffement du substrat joue également un rôle.

L'apparition des MDI va donc dépendre :

- de la nature de l'isolant,
- de la nature du substrat conducteur, suivant qu'il est plus ou moins émetteur d'électrons (nature, propreté, degré d'oxydation, degré de polissage),

- du champ électrique,
- de la durée d'application de la tension,
- du champ vibratoire, qui est fondamental en technique Audio.
-

Il est difficile de parler à proprement d'une « onde MDI », mais de bouffées à haute fréquence dues à l'oscillation des électrons.

Toujours est-t'il qu'une onde ou un ensemble d'ondes prend naissance dans des isolants sous contraine électrovibratoire et va se propager. Le mécanisme serait le suivant: les électrons soumis au champ E d'une onde électromagnétique incidente se mettent à osciller, ils engendrent un champ magnétique H qui provoque à son tour des oscillations d'électrons proches, lesquels à leur tour provoquent un champ magnétique, etc.

On imagine ainsi que la perturbation va se propager de proche en proche en utilisant des vibrations réelles d'électrons, et non pas le vide comme les ondes électromagnétiques habituelles.

Dans le cas de conducteurs nus, les molécules d'air adsorbé, essentiellement l'oxygène et l'azote, forment une couche épaisse de quelques molécules, continue, qui va servir de diélectrique permettant la propagation de l'onde en surface. C'est finalement cette hypothèse qui s'est avérée la plus satisfaisante vis à vis des faits observés, et qui peut être généralisée à toutes les surfaces, conductrices, semiconductrices ou isolantes qui vont servir d'élément de propagation, y compris les membranes de haut-parleurs comme on le verra par la suite. Seules les surfaces dans le vide, exemptes de molécules adsorbées, ne pourront pas servir à la propagation de l'onde: le renouveau actuel des

tubes à vide dans le domaine de la hifi est donc partiellement justifié.

Une dernière hypothèse qui semble avoir la sanction de la mesure est que les MDI à la surface de la membrane des haut-parleurs perturbent le fonctionnement en piston de cette membrane sur l'air et causent des distorsions supplémentaires faisant intervenir les ions générés par la membrane par frottement sur l'air. C'est la Distorsion Ionique de Couplage à l'Air (DICA).

Selon les éléments dont on dispose et les faits constatés, le mécanisme de perturbation des haut-parleurs serait le suivant:

-une onde de type MDI arrive sur l'élément moteur du haut-parleur, le plus souvent la bobine mobile.

-la bobine elle-même, du fait de son frottement sur l'air par les vibrations qu'elle génère, produit également des MDI en grande quantité.

-ces MDI se propagent sur toute la surface de la membrane et en particulier sur la face émettrice.

-du fait du frottement entre la membrane et l'air, des charges apparaissent par effet triboélectrique, par exemple de l'oxygène O2-. Une partie reste fixée sur la membrane, d'autres diffusent en permanence au voisinage du haut-parleur.

-les MDI incidentes en provenance de la bobine peuvent exciter une oscillation à haute fréquence de ces charges, correspondant à leur fréquence de résonance.

-Ces charges oscillant en HF à une quinzaine de gigahertz sont mues par la membrane en mouvement.

-elles se couplent aux ions présents dans l'atmosphère à proximité immédiate de la membrane. Ces ions atmosphériques sont, comme les molécules neutres, soumis à l'agitation thermique correspondant à la température ambiante, mais ils sont également couplés entre eux par les forces électrostatiques de Coulomb qui agissent à beaucoup plus grande distance que les forces thermiques à l'échelle moléculaire.

Rappelons que ces ions sont automatiquement présents dans l'atmosphère au voisinage d'un haut-parleur, le frottement de la membrane sur l'air étant suffisant pour en produire.

En fin de compte, l'onde sonore est la superposition:

-d'une onde sonore moléculaire classique,

-d'une onde sonore ionique fortement perturbée dès son émission sur la membrane par action des MDI et dont le mode de propagation est tout à fait particulier, puisqu'il fait intervenir les forces de Coulomb éminement non-linéaires au lieu des chocs thermiques classiques

Une objection que l'on peut faire est que l'effet en cause devrait fortement dépendre de la quantité d'ions présents dans l'atmosphère, et donc que le rendu des chaînes devrait être beaucoup plus variable que prévu. En fait, des sautes de musicalité ont, d'une part, été effectivement constatées par les audiophiles, d'autre part, il est vraisemblable que les ions ne se manifestent qu'à courte distance du HP, de l'ordre du mètre pour fixer les idées, et que les deux ondes sonore, ionique et moléculaire,

finissent par fusionner; mais le message sonore d'origine est définitivement affecté de distorsion.

Le problème revient en fin de compte à éliminer l'émission ionique du haut-parleur. Différentes actions doivent être envisagées:

-réduire la quantité de MDI arrivant sur la bobine mobile. Un certain nombre de publications déposées à l'INPI traitent ce sujet.

-réduire la quantité de MDI produites par la bobine mobile. L'utilisation de vernis dissipatif ou d'isolement textile tels que soie, lin ou coton pour le fil du bobinage va dans ce sens. On peut également prévoir des absorbants haute-fréquence à la jonction bobine-membrane ou au niveau de l'entrefer magnétique. Inversement, à l'appui de cette thèse, il est possible de traiter la bobine mobile pour qu'elle émette davantage de MDI: l'expérience a été faite en recouvrant de carbone une bobine mobile de haut-parleur: celui-ci était devenu littéralement inécoutable.

-réduire les charges présentes sur la membrane. A l'appui de cette thèse, il faut rappeler l'expérience consistant à passer un pinceau doux genre blaireau à la surface d'un haut parleur et obtenait ainsi une amélioration de l'écoute en neutralisant ou moyennant les charges.

-absorber les MDI qui se propagent sur la membrane à l'aide de vernis semiconducteurs présentant des irrégularités propres à absorber les ondes très haute fréquence des MDI. Un traitement de membrane récent va dans ce sens.

-éliminer l'onde sonore d'origine ionique: c'est le but essentiel du présent projet.

Pour éliminer l'onde sonore d'origine ionique, on pourrait penser dans un premier temps éliminer les ions eux-mêmes. Or ceci est illusoire car les ions sont générés en continu par la membrane en fonctionnement, et l'élimination d'ions par un générateur adapté à cet usage est plus lente que les phénomènes sonores eux-mêmes. De même l'utilisation de peignes ou dispositifs à pointes ne conduit pas à une annulation instantanée des charges. Il ne faut pas oublier que les ions sont noyés dans une masse de molécules neutres et restent en tout état de cause difficiles à atteindre. A l'appui de cette thèse, il existe une expérience dans laquelle on a constaté une amélioration du son en disposant à l'arrière d'une enceinte un ventilateur à très faible vitesse; il est certain qu'il contribuait ainsi à éliminer un certain nombre de charges à l'avant du haut-parleur.

Il faut donc chercher à éliminer l'onde sonore ionique elle même en modifiant de manière convenable la trajectoire des ions mis en cause dans cette émission sonore parasite.

La méthode proposée va consister à appliquer une combinaison d'un champ électrique et d'un champ magnétique pour modifier la direction d'oscillation des ions et freiner ainsi la propagation sonore ionique:

-le champ électrique est perpendiculaire au front d'onde sonore,

-le champ magnétique est tangent à ce même front d'onde.

Le champ électrique contribue à aligner les trajectoires ioniques et à isoler les charges dans deux directions opposées. Le champ magnétique exerce une force perpendiculaire au mouvement des charges et tend à les faire osciller, non plus dans la direction de l'onde sonore, mais perpendiculairement: l'onde sonore ionique ne peut alors poursuivre sa propagation.

Dans une variante du dispositif proposé, on se contente du champ magnétique, l'espace entre les aimants étant occupé par une couche de fibres semiconductrices acoustiquement transparente absorbant les très hautes fréquences, à base de noir de carbone, de sulfure de cuivre ou de polypyrholle, par exemple. Ce dispositif évite le recours à des tensions de polarisation.

Des mesures à l'analyseur de spectre montrent clairement notamment l'apport du champ magnétique. En particulier, le dispositif initial ne comportait que deux aimants externes. La mise en place de l'aimant central a permis de voir une diminution sensible des harmoniques à l'analyseur de spectre, le haut-parleur émettant une fréquence pure.

La figure 1a représente, en coupe schématique le dispositif proposé. En référence à ce dessin, le dispositif comporte une première grille (2) conductrice amagnétique acoustiquement transparente en contact électrique avec le châssis du haut-parleur. Une deuxième grille analogue (3) sert à l'application du champ électrique. Dans l'exemple proposé, trois aimants

(1) servent à l'application du champ magnétique. Il s'agit préférentiellement d'aimants Néodyme-Fer-Bore à forte aimantation rémanente. Les deux aimants externes sont connectés électriquement à la grille (2), l'aimant central est isolé par une cale isolante (4). Des isolants (4) servent également à isoler électriquement les aimants externes de la grille (3). La figure 1b précise une position possible des aimants.

Dans une variante du dispositif proposé, l'aimant central peut être relié à la masse et les aimants externes isolés.

Un jeu de 13 piles miniatures de 12V servent à la polarisation du dispositif:

-le point A du jeu de piles est relié au châssis ou masse du haut-parleur par une impédance ou drain constituée d'une résistance de 1,5MΩ (10) en parallèle avec un élément constitué par une capacité de 18pF (9) en série avec une résistance de 0,25ohm (8). A noter qu'il est important que le châssis (ou saladier) du haut-parleur, l'aimant et les pièces polaires soient électriquement reliés.

-la grille (3) est polarisée à -12V.

-la bobine mobile est polarisée à +12V par raccordement de la borne (-) du haut-parleur au point B.

-l'aimant central est polarisé à +144V par le reste du jeu de piles.

Ces tensions de polarisation pourront évidemment être ajustées en fonction du haut-parleur à traiter:

-de 6 à 36V pour la bobine mobile,

-de -24 à +24V pour la grille externe,

-de +36 à +180V pour l'aimant central, ces valeurs étant indicatives.

Il y aura lieu de prendre les précautions de sécurité habituelles, en particulier de double isolement, dès qu'une tension continue dépasse 100V.

A noter que ces tensions peuvent être générées par une petite alimentation secteur de très faible puissance, les tensions ne servant qu'à une polarisation statique,le courant est sensiblement nul. Des dispositifs statiques à multiplicateurs de tension, à partir du secteur ou du signal haut-parleur lui-même, sont également envisageables.

Ce dispositif a été appliqué à trois haut-parleurs en baffle plan:

-un 20cm de haut de gamme,

-un 17cm,

-un 16cm de très bas de gamme.

Les résultats sur trois transducteurs aussi différents sont extraordinaires, dans ce sens que, si la hiérarchie des valeurs demeure, les qualités sonores même de haut-parleurs de bas de gamme deviennent tout à fait satisfaisantes.

Un point important à signaler est qu'aucun tweeter complémentaire n'a été nécéssaire sur les trois modèles, alors qu'il était indispensable auparavant. La bande passante vers la grave ou l'aigu semblent considérablement augmentée, de même que la dynamique.

L'impression générale est celle d'une disparition complète de la distorsion, même à niveau élevé.

Ces différents dispositifs appliqués à un haut-parleur de bas de gamme en ont littéralement transfiguré l'écoute, alors qu'aucune intervention n'est faite sur le signal audio lui même. La nocivité des MDI et de l'émission sonore ionique en matière de reproduction, sont donc bien mis en évidence.

Dans le procédé, un ou plusieurs des aimants seront portés à un potentiel positif compris entre +12 et +150V.

REVENDICATIONS

1°)-Procédé de protection d'une surface émettrice sonore telle qu'une membrane de haut-parleur contre l'émission sonore ionique qui en est le phénomène parasite majeur, caractérisé en ce qu'on utilise un champ magnétique disposé tangentiellement à la surface émettrice.

2°)-Procédé selon revendication 1, le volume compris dans le champ magnétique étant constitué de fibres semiconductrices acoustiquement transparentes.

3°)-Procédé selon revendication 1, le champ magnétique constant étant appliqué tangentiellement à la surface émettrice.

4°)-Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, le champ magnétique étant complété d'un champ électrique sensiblement normal au plan du champ magnétique.

5°)-Procédé selon la revendication 4, le champ électrique étant appliqué entre deux grilles conductrices amagnétiques englobant l'espace couvert par le champ magnétique et parallèles à la surface émettrice, la grille conductrice interne étant réunie à la masse ou châssis du transducteur.

6°)-Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 s'appliquant à un haut-parleur électrodynamique, la bobine mobile étant portée à un potentiel positif compris entre +9 et +36V par rapport au châssis du haut-parleur.

7°)-Procédé selon la revendication 4, en combinaison avec la revendication 3, un ou plusieurs des aimants étant portés à un potentiel positif compris entre +12 et +150V.

8°)-Procédé selon la revendication 6, la grille externe étant portée à un potentiel compris entre -24 et +24V par rapport au châssis.

2834858

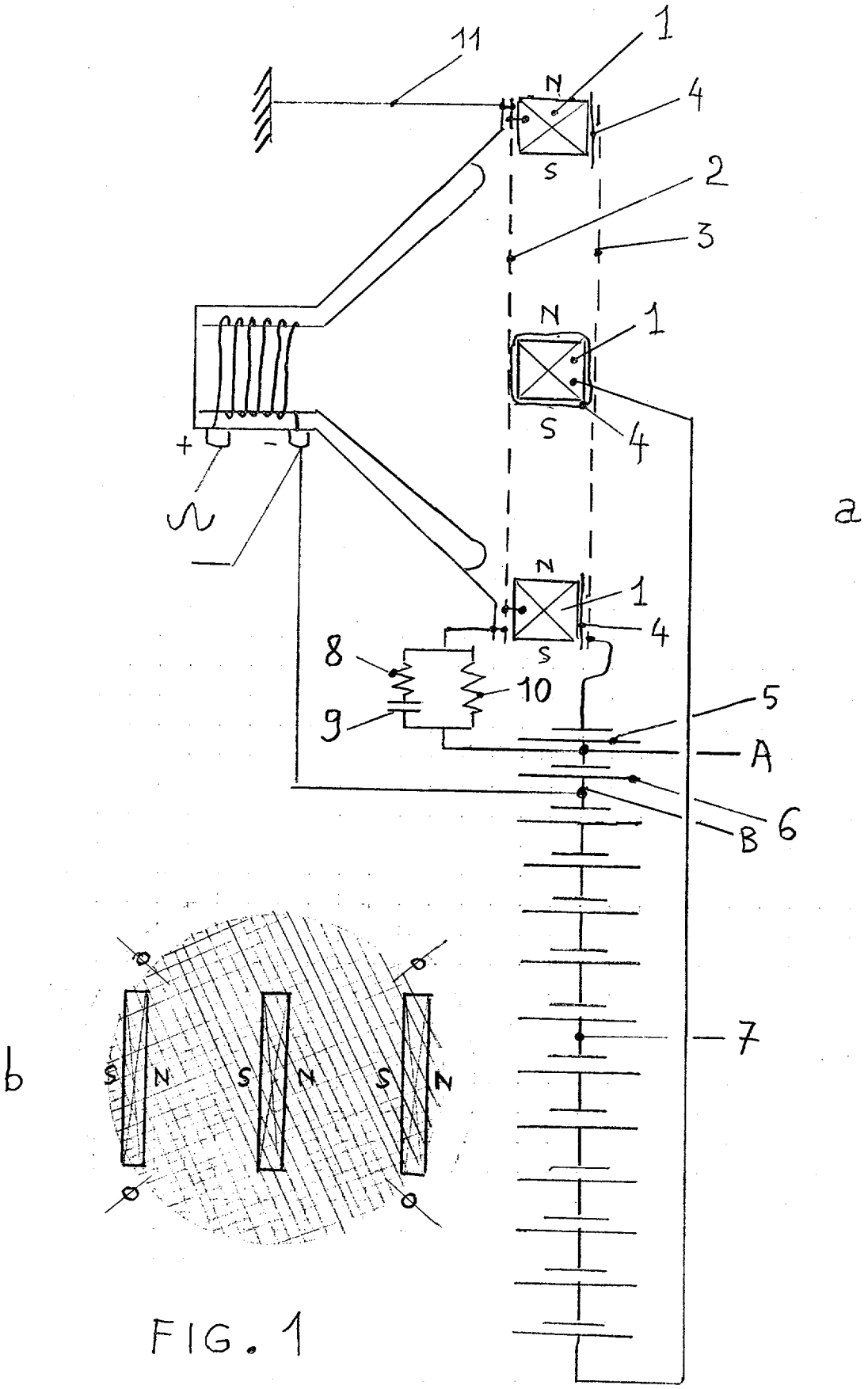

FIG. 1

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INPI
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

2834858

N° d'enregistrement national

FA 618486
FR 0200464

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

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		
A	FR 2 784 000 A (ELECTRICITE DE FRANCE) 31 mars 2000 (2000-03-31) * page 1, ligne 4 - page 4, ligne 2 * * page 6, ligne 22 - page 7, ligne 23 * * page 11, ligne 1 - page 12, ligne 23 * * page 13, ligne 11 - page 18, ligne 10 * * page 26, ligne 28 - page 28, ligne 18 * ---	1-8	H04R1/00 H05K9/00 H04R9/06
A	FR 2 811 510 A (ELECTRICITE DE FRANCE) 11 janvier 2002 (2002-01-11) * page 1, ligne 5-8 * * page 7, ligne 18 - page 8, ligne 2 * * page 9, ligne 14 - page 10, ligne 12 * * page 27, ligne 18 - page 54, ligne 2 * -----	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H04R H05K H02K

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
11 décembre 2002	Zanti, P

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)

2834858

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0200464 FA 618486

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 11-12-2002
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
FR 2784000	A	31-03-2000	FR	2784000 A1	31-03-2000
			AU	5868599 A	17-04-2000
			EP	1120026 A1	01-08-2001
			WO	0019791 A1	06-04-2000
			JP	2002526937 T	20-08-2002
FR 2811510	A	11-01-2002	FR	2811510 A1	11-01-2002

EPO FORM P0465