(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
23 novembre 2017 (23.11.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/199114 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01F 27/36 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2017/052251

(22) Date de dépôt international :
19 avril 2017 (19.04.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
PCT/IB2016/052866
17 mai 2016 (17.05.2016) IB

(71) Déposant : **MOBISYSTEMS SA** [CH/CH] ; Rue de l'Ouriette 144, 1770 Aubonne (CH).

(72) Inventeur : **JUFER, Marcel** ; Chemin d'Orjuz 6, 1110 Morges (CH).

(74) Mandataire : **ROLAND, André** ; c/o ANDRE ROLAND SA, P.O. Box 5107, 1002 Lausanne (CH).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:
— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(54) **Title:** MAGNETIC SHIELD FOR A CONTACTLESS ENERGY TRANSMISSION DEVICE

(54) **Titre :** BLINDAGE MAGNÉTIQUE POUR DISPOSITIF DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE SANS CONTACT

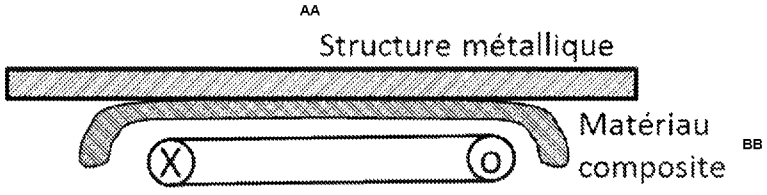


Fig 6

AA Metal structure
BB Composite material

(57) **Abstract:** The invention relates to a lightweight magnetic shield for a high powered contactless energy transmission device, said shield consisting of a composite material comprising "support" elements and ferromagnetic elements, where the mass made up by the "support" elements is lower than the mass of the ferromagnetic elements which occupy the same volume as that of said "support" elements.

(57) **Abrégé :** Blindage magnétique léger pour dispositif de transmission d'énergie sans contact à puissance élevée, ledit blindage étant constitué d'un matériau composite comprenant des éléments « support » et des éléments ferromagnétiques, la masse constituée par les éléments « support » étant inférieure à la masse des éléments ferromagnétiques qui occuperaient le même volume que celui desdits éléments « support ».

WO 2017/199114 A1

Blindage magnétique pour dispositif de transmission d'énergie sans contact

Domaine de l'invention

L'invention concerne la transmission d'énergie sans contact, notamment dans le domaine des transports.

Etat de la technique

Avec des puissances élevées, la transmission d'énergie sans contact induit des champs magnétiques également élevés, qui peuvent être supérieurs aux normes en vigueur (Fig 1), d'où la nécessité d'utiliser un système de blindage magnétique.
Le blindage magnétique doit être conçu pour réduire l'intensité du champ magnétique à des valeurs acceptables, p.ex. pour un homme situé à proximité de la source du champ magnétique, sans toutefois créer des pertes trop importantes.

Les solutions de l'état de la technique recourent à des protections par des éléments métalliques tels que tôles ou plaques (Fig 2).

Avec des matériaux non ferromagnétiques (Al, Cu), la protection résulte des courants induits (courants de Foucault) dont l'effet est opposé au champ et ainsi l'atténue. Toutefois, ces courants créent des pertes, en général indésirables, qui réduisent le rendement et l'efficacité de la transmission.

Avec des matériaux ferromagnétiques (Fe, Ni et alliages), c'est principalement la perméabilité élevée qui provoque l'atténuation du champ externe par déflection. Néanmoins, des courants de Foucault apparaissent également. Ils peuvent cependant être pratiquement éliminés par une configuration avec des tôles isolées ou avec de la ferrite mais dans ce cas, il n'est pas possible de réaliser des éléments minces, càd inférieurs à 5 mm, à cause de la fragilité du matériau, de sa masse et de la difficulté de le fixer sous un véhicule. Pour une épaisseur de 5 mm, la dimension d'une plaque ne peut excéder 100 x 100 mm. Dans ce cas, il faut donc réaliser un assemblage de plaques.

Il existe donc un besoin d'utiliser un système de blindage léger.

Brève description des figures :

Fig 1 – Champ magnétique créé par une bobine alimentée par un courant

Fig 2 – Blindage magnétique par une plaque de ferrite

Fig 3 - Champ magnétique créé par un courant à une distance r

Fig 4 – Représentation du flux linéique autour d'un conducteur

Fig. 5 – Ecran ferromagnétique placé en regard d'un conducteur

Fig 6 – Blindage magnétique par une structure composite légère et de géométrie intégrée

Description générale de l'invention

La présente invention se base sur le constat qu'il est possible d'obtenir un blindage magnétique de faible épaisseur, comme démontré ci-dessous :

En se référant à la Fig 3, le champ magnétique *H* créé par le courant *i* vaut à une distance *r*:

$$H = \frac{i}{2\pi r}$$

L'induction magnétiqure associée *B* vaut alors :

$$B = \mu_0 H = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

En se référant à la Fig 4, on peut en déduire le flux linéique Φ' se refermant autour d'un conducteur :

$$\Phi' = \int_{r_1}^{r_2} B dr = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{r} dr = \frac{\mu_0 i}{2\pi} ln \frac{r_2}{r_1}$$

$$e = \frac{\Phi'}{B_{sat}} = \frac{\mu_0 i}{2\pi B_{sat}} ln \frac{r_2}{r_1}$$

Pour :

i = 400 A

B_{sat} = 0.6 T

r_1 = 0.02 m

r_2 = 0.15 m à 1 m

$ln\frac{r_2}{r_1} \approx 2$ à 4

e = 0.27 à 0.54 mm

L'épaisseur nécessaire pour assurer un blindage suffisant est donc faible, au maximum de quelques mm. Celle-ci est principalement fixée par la qualité du matériau (B_{sat}).

Une autre manière de démontrer que l'épaisseur du blindage peut être relativement faible tout en restant efficace est présentée comme suit :

Soit un écran ferromagnétique placé en regard d'un conducteur (voir figure 5).

Par effet miroir (propriété d'incidence des lignes de champ), la distribution des lignes de champ autour du conducteur est soit un cercle, soit un demi-cercle et deux droites. La transition intervient pour un rayon r_d tel que la longueur d'une ligne de champ dans l'air est la même pour les deux cas.

La Loi d'Ampère s'écrit pour une ligne de champ :

$$\oint Hdl = I$$

Pour un cercle :

$$H = \frac{I}{l} = \frac{I}{2\pi r}$$

Pour un demi-cercle et deux droites :

$$H = \frac{I}{\pi r + 2d}$$

Rayon de transition r_d :

$$2\pi r_d = \pi r_d + 2d$$

$$r_d = \frac{2d}{\pi}$$

L'induction magnétique pour $r \geq r_d$ vaut:

$$B = \mu_0 H = \frac{\mu_0 I}{\pi r + 2d}$$

On en déduit le flux par unité de longueur sur un rayon compris entre r_d et $4r_d$:

$$\Phi' = \int_{r_d}^{4r_d} Bdr = \int_{r_d}^{4r_d} \frac{\mu_0 I}{\pi r + 2d} dr = \frac{\mu_0 I}{\pi} ln\left[\frac{4\pi r_d + 2d}{\pi r_d + 2d}\right] = \frac{\mu_0 I}{\pi} ln\, 2.5 \approx \frac{\mu_0 I}{\pi}$$

Dans le milieu ferromagnétique de l'écran, on a au maximum B_{sat} = 0.5T. L'épaisseur correspondante est :

$$e = \frac{\Phi\prime}{B_{sat}}$$

Pour I = 1000 A, on a: e = 0.8 mm.

L'invention concerne donc un blindage magnétique léger, de protection équivalente à un blindage de faible épaisseur qui serait constitué exclusivement d'un matériau ferromagnétique.

Dans le présent document, par « léger », il faut comprendre « de poids inférieur à celui d'un blindage de l'état de la technique qui aurait un volume équivalent».

Plus précisément, le blindage magnétique selon l'invention est constitué d'un matériau composite comprenant des éléments « support » et des éléments ferromagnétiques, la masse constituée par les éléments « support » étant inférieure à la masse des éléments ferromagnétiques qui occuperaient le même volume que celui des éléments « support ».

De préférence, les éléments support sont en plastique ou formés de fibre de verre-epoxy, mais tout autre matériau approprié peut être également utilisé.

La présence des éléments support augmentent donc le volume du blindage, de préférence au niveau de l'épaisseur, ce qui permet d'obtenir un objet plus robuste par rapport à l'usage envisagé.

Avantageusement, les éléments ferromagnétiques sont des poudres ou des fibres.

Selon une variante de l'invention, le blindage forme un élément de plancher de véhicule.

Dans une autre variante, le blindage forme la jupe latérale d'un véhicule.

Enfin, le blindage peut être disposé sous un plancher ou un châssis métallique.

La figure 6 illustre un mode de réalisation de l'invention dans lequel le blindage est disposé sous une structure métallique formant p.ex. le plancher ou le châssis métallique d'un véhicule.

Il va de soi que l'invention ne se limite pas à cet exemple. Elle peut couvrir n'importe quelle forme et/ou structure telle que définie dans les revendications.

Revendications

1. Blindage magnétique léger pour dispositif de transmission d'énergie sans contact à puissance élevée, ledit blindage étant constitué d'un matériau composite comprenant des éléments « support » et des éléments ferromagnétiques, la masse constituée par les éléments « support » étant inférieure à la masse des éléments ferromagnétiques qui occuperaient le même volume que celui desdits éléments « support ».

2. Blindage selon la revendication 1 dans lequel les éléments support sont en plastique ou formés de fibres de verre-epoxy.

3. Blindage selon la revendication 1 ou 2 dans lequel les éléments ferromagnétiques sont des poudres ou des fibres.

4. Blindage selon l'une quelconque des revendications précédentes formant un élément de plancher de véhicule.

5. Blindage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 formant la jupe latérale d'un véhicule.

6. Blindage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 adapté pour être disposé sous un plancher ou un châssis métallique.

7. Blindage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que son épaisseur est supérieure à 5 mm.

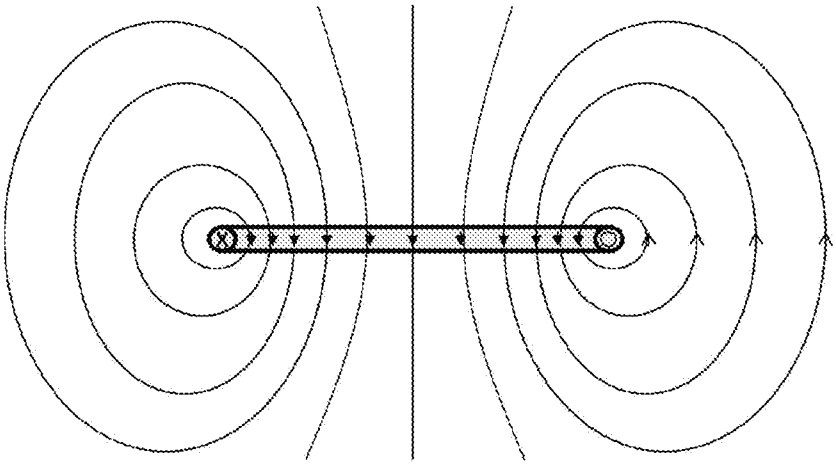


Fig 1

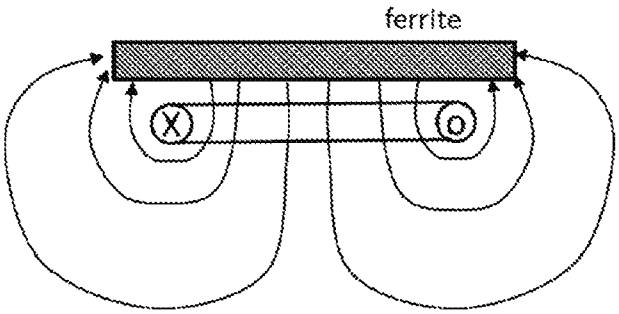


Fig 2

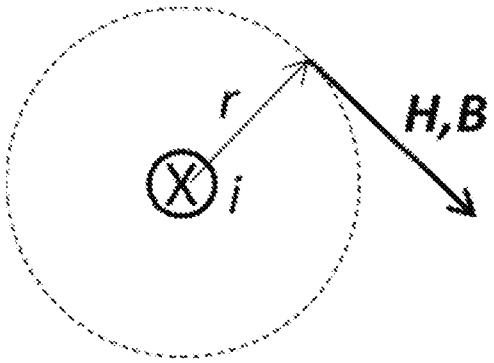


Fig 3

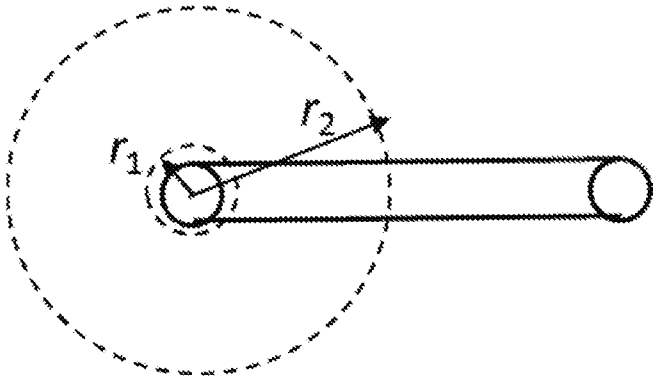


Fig 4

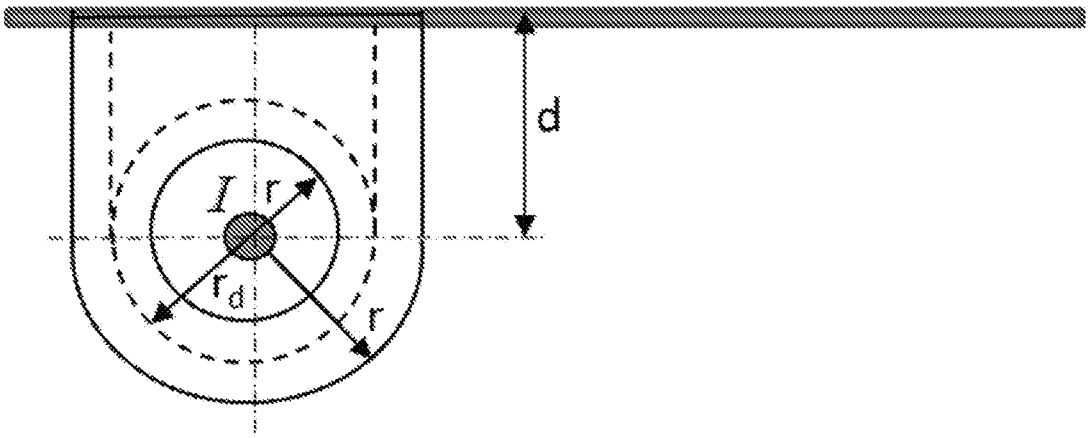


Fig. 5

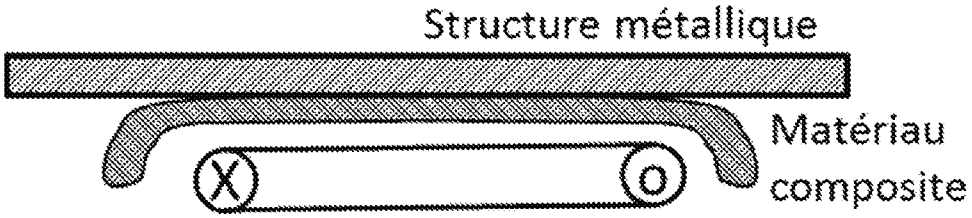


Fig 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2017/052251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F27/36
ADD.

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)
H01F H05K H01K B60L H02J

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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/346815 A1 (KEUTZ ANDREAS [DE] ET AL) 27 November 2014 (2014-11-27) paragraphs [0001], [0004], [0010], [0012], [0013], [0035], [0036] figures 2, 3 -----	1-7
A	FR 2 976 152 A1 (RENAULT SA [FR]) 7 December 2012 (2012-12-07) page 1, lines 11 - 13 page 3, lines 14 - 30 page 4, line 27 - page 5, line 12 page 8, lines 16 - 29 page 10, line 24 - page 8, line 4 page 11, line 25 - page 12, line 10 page 13, lines 1 - 7 figure 3 -----	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family 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 application or patent 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
8 August 2017	23/08/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van den Berg, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/IB2017/052251

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014346815 A1	27-11-2014	AU 2012358540 A1	24-07-2014
		CN 104247586 A	24-12-2014
		DE 102011056807 A1	27-06-2013
		EP 2796026 A2	29-10-2014
		JP 2015512137 A	23-04-2015
		KR 20140109978 A	16-09-2014
		RU 2014129799 A	10-02-2016
		US 2014346815 A1	27-11-2014
		WO 2013092215 A2	27-06-2013
FR 2976152 A1	07-12-2012	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/IB2017/052251

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01F27/36
ADD.

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)
H01F H05K H01K B60L H02J

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 cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2014/346815 A1 (KEUTZ ANDREAS [DE] ET AL) 27 novembre 2014 (2014-11-27) alinéas [0001], [0004], [0010], [0012], [0013], [0035], [0036] figures 2, 3	1-7

A	FR 2 976 152 A1 (RENAULT SA [FR]) 7 décembre 2012 (2012-12-07) page 1, lignes 11 - 13 page 3, lignes 14 - 30 page 4, ligne 27 - page 5, ligne 12 page 8, lignes 16 - 29 page 10, ligne 24 - page 8, ligne 4 page 11, ligne 25 - page 12, ligne 10 page 13, lignes 1 - 7 figure 3	1-7

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ 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'appartenenant 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
8 août 2017	23/08/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van den Berg, G

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/IB2017/052251

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2014346815 A1	27-11-2014	AU 2012358540 A1	24-07-2014
		CN 104247586 A	24-12-2014
		DE 102011056807 A1	27-06-2013
		EP 2796026 A2	29-10-2014
		JP 2015512137 A	23-04-2015
		KR 20140109978 A	16-09-2014
		RU 2014129799 A	10-02-2016
		US 2014346815 A1	27-11-2014
		WO 2013092215 A2	27-06-2013
FR 2976152 A1	07-12-2012	AUCUN	