(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 037 618**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **15 01275**

(51) Int Cl[8] : ***F 02 K 9/95*** *(2016.01), F 02 K 9/42*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 18.06.15.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 23.12.16 Bulletin 16/51.

(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 :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SNECMA Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** DURI DAVIDE.

(73) **Titulaire(s) :** SNECMA Société anonyme.

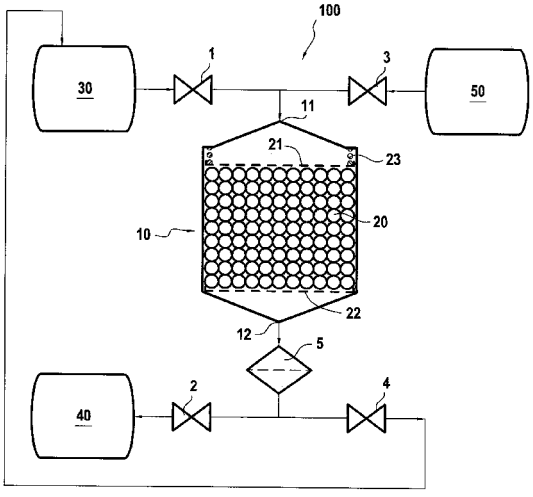
(74) **Mandataire(s) :** CABINET BEAU DE LOMENIE.

(54) SYSTEME D'ALIMENTATION EN ERGOL D'UN ALLUMEUR.

(57) Système (100) d'alimentation en ergol d'un allumeur, comprenant

- un réservoir (10) présentant une admission (11) et un refoulement (12),
- une ligne d'alimentation en ergol liquide reliée à l'admission (11) du réservoir (10),
- une ligne de refoulement d'ergol reliant un refoulement (12) du réservoir (10) à un allumeur (40),

caractérisé en ce que ledit réservoir (10) présente un volume interne rempli de sphères de stockage (20) de chaleur, lesdites sphères de stockage (20) étant adaptées pour stocker de la chaleur, et la transmettre à un fluide traversant ledit réservoir (10), de manière à vaporiser un ergol liquide traversant ledit réservoir (10).



FR 3 037 618 - A1

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

La présente invention concerne le domaine des systèmes d'alimentation de moteurs cryotechniques, et plus précisément l'alimentation en ergol gazeux d'un système d'allumage d'un tel moteur cryotechnique.

ETAT DE L'ART

Les systèmes d'allumage de moteurs cryotechniques doivent être alimentés en ergols gazeux pour leur fonctionnement, le débit d'ergol gazeux devant être maîtrisé afin d'assurer l'allumage.

L'ergol liquide utilisé pour l'alimentation du système d'allumage est typiquement prélevé du réservoir de l'étage propulsif du moteur associé pendant la durée de la séquence d'allumage.
Ce prélèvement est réalisé à la pression du réservoir, et l'ergol est ensuite vaporisé afin d'alimenter le système d'allumage.
Or, cette vaporisation de l'ergol est complexe à réaliser, et peut avoir un impact négatif sur les performances du système notamment en raison de l'inertie thermique du circuit d'alimentation qui peut empêcher la vaporisation complète de l'ergol.

Plusieurs solutions sont actuellement proposées afin d'améliorer les performances à l'allumage :

- Des solutions dites « passives », dans lesquels l'ergol est stocké sous haute pression dans un ensemble de bouteilles, lesdites bouteilles étant associées à un circuit de remplissage, contrôle et détente, ou encore dans lesquels l'ergol est vaporisé par échange convectif avec les parois du circuit d'alimentation de l'allumeur.
- Des solutions dites « actives », dans lesquelles l'ergol est vaporisé via un chauffage réalisé par des sources de chaleur autogènes alimentées par l'ergol des réservoirs.

Ces différentes solutions présentent cependant chacune des inconvénients qui s'avèrent très pénalisants.

Les systèmes passifs utilisant des bouteilles pour le stockage haute pression des ergols présentent des inconvénients en termes de masse.

Par ailleurs, les systèmes passifs fonctionnant par échange thermique sont très complexes à dimensionner notamment du fait du faible coefficient d'échange en convection forcée et écoulement en film.

Les systèmes actifs réalisant un réchauffement de l'ergol nécessitent des échangeurs thermiques et une chambre de combustion associée, qui sont eux aussi pénalisants en termes de masse. De plus, pour les systèmes actifs, non seulement un allumeur indépendant est nécessaire, ce qui pose à nouveau les mêmes problématiques, mais la combustion des phases transitoires est de plus très difficile à maîtriser.

PRESENTATION DE L'INVENTION

La présente invention vise à répondre au moins en partie à ces problématiques, et propose ainsi un système d'alimentation en ergol d'un allumeur, comprenant

- un réservoir présentant une admission et un refoulement,
- une ligne d'alimentation en ergol liquide reliée à l'admission du réservoir,
- une ligne de refoulement d'ergol reliant un refoulement du réservoir à un allumeur,

caractérisé en ce que ledit réservoir présente un volume interne rempli de sphères de stockage de chaleur, lesdites sphères de stockage étant adaptées pour stocker de la chaleur, et la transmettre à un fluide traversant ledit réservoir, de manière à vaporiser un ergol liquide traversant ledit réservoir.

Le volume interne est typiquement défini par des parois périphériques du réservoir, une plaque amont et une plaque aval, l'une des plaques amont et aval étant soumise à un effort de poussée vers l'autre des

plaques amont et aval de manière à compacter les sphères de stockage contenues dans le volume interne.

Lesdites sphères de stockage sont par exemple réalisées en polyamides et/ou en Polytétrafluoroéthylène.

Le système peut en outre comprendre un système d'injection de gaz chaud dans le réservoir, de manière à emmagasiner de l'énergie calorifique dans les sphères de stockage.
Ledit gaz chaud est par exemple de l'Helium.

L'invention concerne également un procédé de vaporisation d'un ergol alimentant un allumeur, dans lequel
- on stocke de la chaleur dans un ensemble de sphères de stockage contenues dans un réservoir,
- on alimente un allumeur en ergol via ledit réservoir, de manière à ce que l'ergol parvenant à l'allumeur traverse au préalable le réservoir, et soit vaporisé par échange thermique avec les sphères de stockage.

Lesdites sphères de stockage sont typiquement maintenues compressées dans le volume interne du réservoir, entre deux plaques disposées dans le réservoir et soumises à un effort de poussée. Les deux plaques sont percées, et présentent ainsi chacune des trous permettant le passage du fluide au sein du réservoir, tout en assurant le maintien des sphères de stockage dans le volume interne.
Les trous aménagés dans les plaques ont ainsi un diamètre inférieur à celui des sphères de stockage.

Selon un mode de réalisation particulier, on emmagasine de la chaleur dans les sphères de stockage par injection d'un gaz chaud dans le réservoir, par exemple de l'Helium.

PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des figures annexées, sur lesquelles :

- La figure 1 représente schématiquement un système selon un aspect de l'invention ;
- La figure 2 illustre schématiquement un procédé selon un aspect de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

La figure 1 représente schématiquement un exemple de système 100 d'alimentation en ergol selon un aspect de l'invention.

Le système 100 tel qu'illustré comprend un réservoir 10 comprenant une admission 11 et un refoulement 12, et délimité par des parois.
Le refoulement 12 du réservoir 10 est typiquement muni d'un filtre 5.

L'admission 11 du réservoir 10 est reliée à un réservoir d'ergol liquide 30 par l'intermédiaire d'une vanne d'admission d'ergol 1.
Le refoulement 12 du réservoir 12 est relié à un allumeur 40 par l'intermédiaire d'une vanne d'allumage 2.

Le réservoir 10 définit un volume interne, dont une portion au moins est remplie de sphères de stockage 20.
Les sphères de stockage 20 sont par exemple réalisées en polyamides et/ou en Polytétrafluoroéthylène (PTFE). Le PTFE est particulièrement intéressant du fait de son rapport masse/capacité de transfert thermique, et du fait de sa compatibilité chimique avec les ergols communément utilisés.
Dans le mode de réalisation représenté, le volume interne rempli de sphères de stockage 20 est défini par les parois périphériques du

réservoir d'une part, par une plaque amont 21 et par une plaque aval 22.

Dans l'exemple illustré, la plaque aval 22 est fixe, tandis que la plaque amont 21 est couplée à un ressort 23 qui exerce un effort de poussée sur la plaque amont 21 tendant à la déplacer vers la plaque aval 22.

En variante, c'est la plaque aval 22 qui peut être couplé à un ressort tendant à la pousser vers la plaque amont 21 tandis que cette dernière est fixe, ou bien les deux plaques amont 21 et aval 22 peuvent chacune être couplées à un ressort tendant à les pousser l'une vers l'autre.

Les deux plaques amont 21 et aval 22 sont percées, et présentent ainsi chacune des trous permettant le passage du fluide au sein du réservoir 10, tout en assurant le maintien des sphères de stockage 20 dans le volume interne du réservoir 10.

Les trous aménagés dans les plaques amont 21 et aval 22 ont ainsi un diamètre inférieur à celui des sphères de stockage 20.

Les sphères de stockage 20 sont ainsi compactées dans le volume interne, entre les deux plaques amont 21 et aval 22.

Le volume interne du réservoir 10 rempli de sphères de stockage 20 est configuré de manière à ce qu'un fluide allant de l'admission 11 vers le refoulement 12 du réservoir 10 passe nécessairement au travers du volume interne du réservoir 10.

Les sphères de stockage 20 sont configurées de manière à stocker de la chaleur, et ainsi à la transférer à un fluide qui traverse le volume interne du réservoir 10. Elles sont au préalable chauffées, de manière à stocker l'énergie désirée.

Ainsi, lors de l'ouverture de la vanne d'admission d'ergol 1 et de la vanne d'allumage 2, de l'ergol liquide en provenance du réservoir d'ergol liquide 30 parvient au réservoir 10 via son admission 11, puis traverse le volume interne du réservoir rempli de sphères de stockage 20, avant

de ressortir par le refoulement 12 du réservoir et atteindre l'allumeur 40.

Lors du passage de l'ergol liquide du sein du volume interne du réservoir 10 rempli de sphères de stockage 20, ces dernières réalisent un transfert thermique vers l'ergol liquide, et transfèrent donc l'énergie calorifique emmagasinée des sphères de stockage 20 vers l'ergol.
Les sphères de stockage 20 sont calibrées de manière à ce que l'énergie calorifique qui y est stockée soit suffisante pour réaliser une vaporisation de l'ergol liquide lors de son passage par le réservoir 10, de sorte que l'allumeur 40 soit alimenté en ergol gazeux.

Le système 100 peut également comprendre un système d'injection de gaz chaud dans le réservoir 10, de manière à charger ou recharger les sphères de stockage 20 en énergie calorifique.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, l'admission 11 du réservoir 10 est donc ainsi reliée à un réservoir de gaz chaud 50 via une vanne de chauffage 3.
Le refoulement 12 du réservoir 10 est alors également relié à une ligne de fuite via une vanne de fuite 4, par laquelle le gaz chaud est rejeté après son passage par le réservoir 10.

Le gaz chaud contenu dans le réservoir de gaz chaud 50 est par exemple de l'Hélium. Ce dernier peut alors être rejeté dans le ciel gazeux du réservoir d'ergol liquide 30, comme représenté sur la figure 1.

Le système d'injection de gaz chaud est par exemple utilisé suite à une mise en fonctionnement de l'allumeur 40, afin de recharger les sphères de stockage 20 en vue d'un allumage ultérieur.

La figure 2 représente schématiquement le procédé pouvant être mis en œuvre au moyen du système présenté sur la figure 1.

Lors d'une première étape E1, on stocke de la chaleur dans un ensemble de sphères de stockage 20 contenues dans un réservoir 10.

Puis, une fois l'énergie calorifique souhaitée stockée dans les sphères de stockage, on peut lors d'une seconde étape E2 alimenter un allumeur 40 en ergol via ledit réservoir 10, l'ergol étant prélevé dans un réservoir d'ergol liquide 30, de manière à ce que l'ergol parvenant à l'allumeur 40 traverse au préalable le réservoir 10, et soit vaporisé par échange thermique avec les sphères de stockage 20.

Suite à cette seconde étape E2, on peut lors d'une troisième étape E3 recharger les sphères de stockage, en injectant un gaz chaud tel que de l'Hélium dans le réservoir.

L'utilisation de sphères de stockage 20 est particulièrement avantageuse, notamment du fait de la surface d'échange très importante qu'elles créent.

De plus, l'utilisation de sphères de stockage 20 confère une flexibilité importante dans le calibrage du système, en influant notamment sur le nombre de sphères de stockage 20 et leurs dimensions, ce qui permet notamment de modifier la capacité de stockage et de restitution d'énergie des sphères de stockage 20, ainsi que sur les propriétés de l'écoulement et les pertes de charge générées par les sphères de stockage 20.

Par ailleurs, un tel système 100 présente une masse réduite par rapport aux systèmes passifs ou actifs conventionnels.

En outre, l'échangeur thermique formé par les sphères de stockage 20 permet également de réaliser une homogénéisation du flux traversant le réservoir 10.

Le système et le procédé proposés permettent donc d'exploiter un échangeur à billes pour la vaporisation et l'homogénéisation d'un fluide cryogénique notamment dans le cadre d'applications spatiales.

Revendications

1. Système (100) d'alimentation en ergol d'un allumeur, comprenant
- un réservoir (10) présentant une admission (11) et un refoulement (12),
- une ligne d'alimentation en ergol liquide reliée à l'admission (11) du réservoir (10),
- une ligne de refoulement d'ergol reliant un refoulement (12) du réservoir (10) à un allumeur (40),
caractérisé en ce que ledit réservoir (10) présente un volume interne rempli de sphères de stockage (20) de chaleur, lesdites sphères de stockage (20) étant adaptées pour stocker de la chaleur, et la transmettre à un fluide traversant ledit réservoir (10), de manière à vaporiser un ergol liquide traversant ledit réservoir (10).

2. Système (100) selon la revendication 1, dans lequel le volume interne est défini par des parois périphériques du réservoir (10), une plaque amont (21) et une plaque aval (22), l'une des plaques amont (21) et aval (22) étant soumise à un effort de poussée vers l'autre des plaques amont (21) et aval (22) de manière à compacter les sphères de stockage (20) contenues dans le volume interne, lesdites plaques (21, 22) étant percées, et présentant ainsi chacune des trous ayant chacun un diamètre inférieur à celui des sphères de stockage (20).

3. Système (100) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel lesdites sphères de stockage (20) sont réalisées en polyamides et/ou en Polytétrafluoroéthylène.

4. Système (100) selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant en outre un système d'injection de gaz chaud (50, 3) dans le réservoir (10), de manière à emmagasiner de l'énergie calorifique dans les sphères de stockage (20).

5. Système (100) selon la revendication 4, dans lequel ledit gaz chaud est de l'Helium.

6. Procédé de vaporisation d'un ergol liquide alimentant un allumeur (40), dans lequel
- (E1) on stocke de la chaleur dans un ensemble de sphères de stockage (20) contenues dans un réservoir (10),
- (E2) on alimente un allumeur (40) en ergol via ledit réservoir (10), de manière à ce que l'ergol parvenant à l'allumeur (40) traverse au préalable le réservoir (10), et soit vaporisé par échange thermique avec les sphères de stockage (20).

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel lesdites sphères de stockage (20) sont maintenues compressées dans le volume interne du réservoir (10), entre deux plaques (21, 22) disposées dans le réservoir (10) et soumises à un effort de poussée.

8. Procédé selon l'une des revendications 6 ou 7, dans lequel (E3) on emmagasine de la chaleur dans les sphères de stockage (20) par injection d'un gaz chaud dans le réservoir (10).

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ledit gaz chaud est de l'Helium.

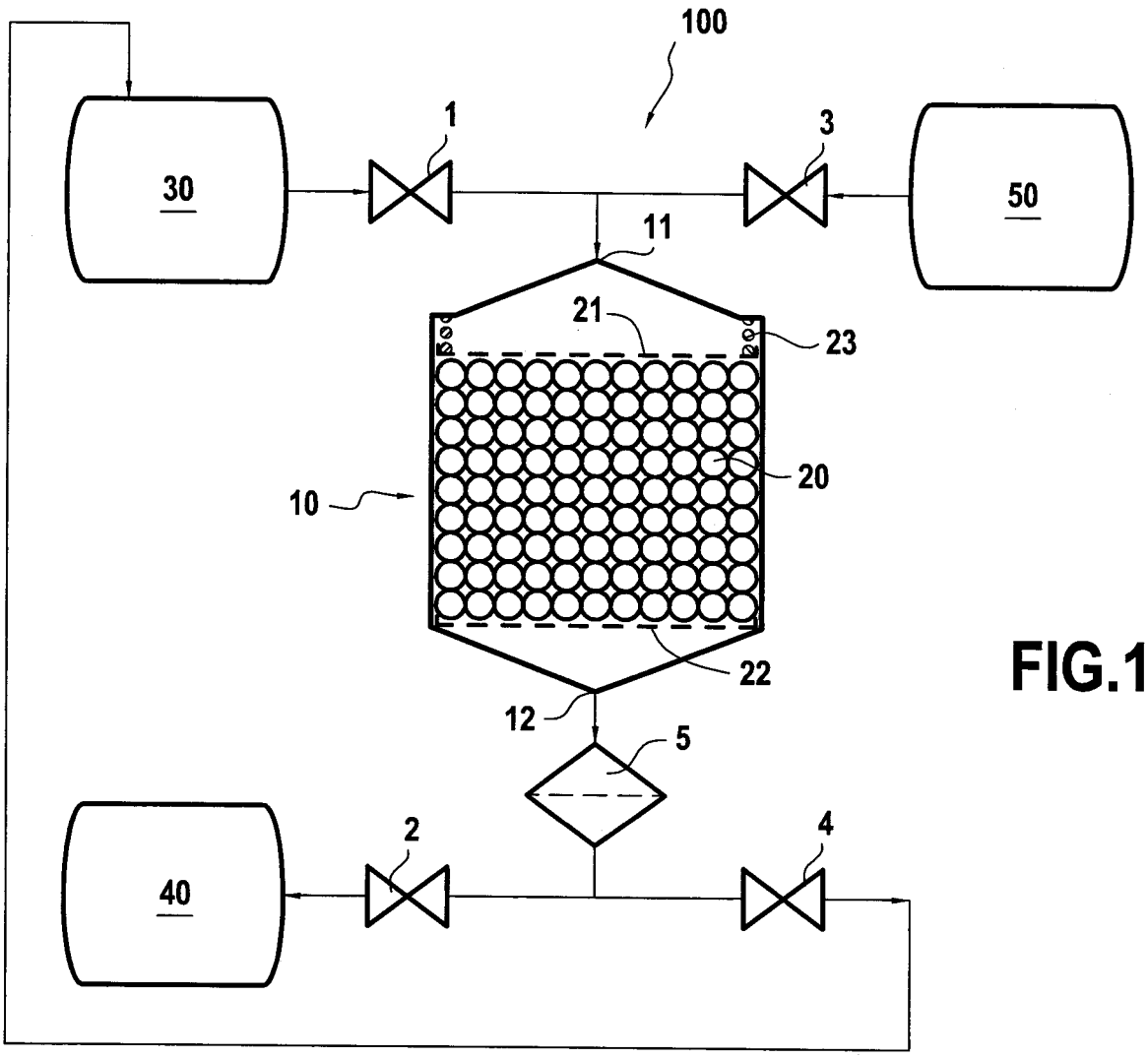

100
1
3
30
50
11
21
23
20
10
22
12
5
2
4
40

FIG.1

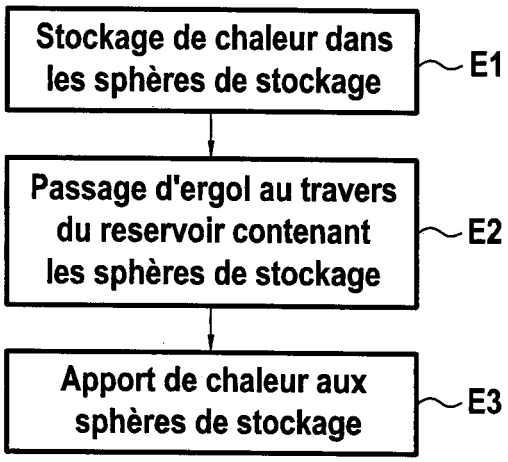

Stockage de chaleur dans les sphères de stockage
E1
Passage d'ergol au travers du reservoir contenant les sphères de stockage
E2
Apport de chaleur aux sphères de stockage
E3

FIG.2

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 814763
FR 1501275

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		
Y	EP 1 591 719 A1 (IZUMI INFORMATION CO LTD [JP]) 2 novembre 2005 (2005-11-02) * alinéa [0009] - alinéa [0032]; revendications; figure 1; exemple * * abrégé *	1-9	F02K9/95 F02K9/42
Y	FR 328 147 A (FARJAS HENRI [FR]) 20 janvier 1904 (1904-01-20) * le document en entier *	1-9	
Y	EP 1 351 016 A2 (NOMURA MASAMI [JP]; NOMURA MASAAKI [JP]) 8 octobre 2003 (2003-10-08) * alinéa [0015] - alinéa [0089]; revendications; figure 1 * * abrégé *	1-9	
Y	US 5 014 507 A (RICE JOHN N [US] ET AL) 14 mai 1991 (1991-05-14) * colonne 3, ligne 45 - colonne 5, ligne 58; revendications; figures 1,2 * * abrégé *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F22B B64G F02K

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
6 avril 2016	Zerf, Georges

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

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1501275 FA 814763

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 06-04-2016
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
EP 1591719 A1	02-11-2005	CN 1745279 A	08-03-2006
		EP 1591719 A1	02-11-2005
		JP 2004233040 A	19-08-2004
		US 2006236957 A1	26-10-2006
		WO 2004068033 A1	12-08-2004
FR 328147 A	20-01-1904	AUCUN	
EP 1351016 A2	08-10-2003	AT 445125 T	15-10-2009
		AU 2003203492 A1	23-10-2003
		CN 1451904 A	29-10-2003
		EP 1351016 A2	08-10-2003
		US 2003215226 A1	20-11-2003
US 5014507 A	14-05-1991	AUCUN	

EPO FORM P0465