

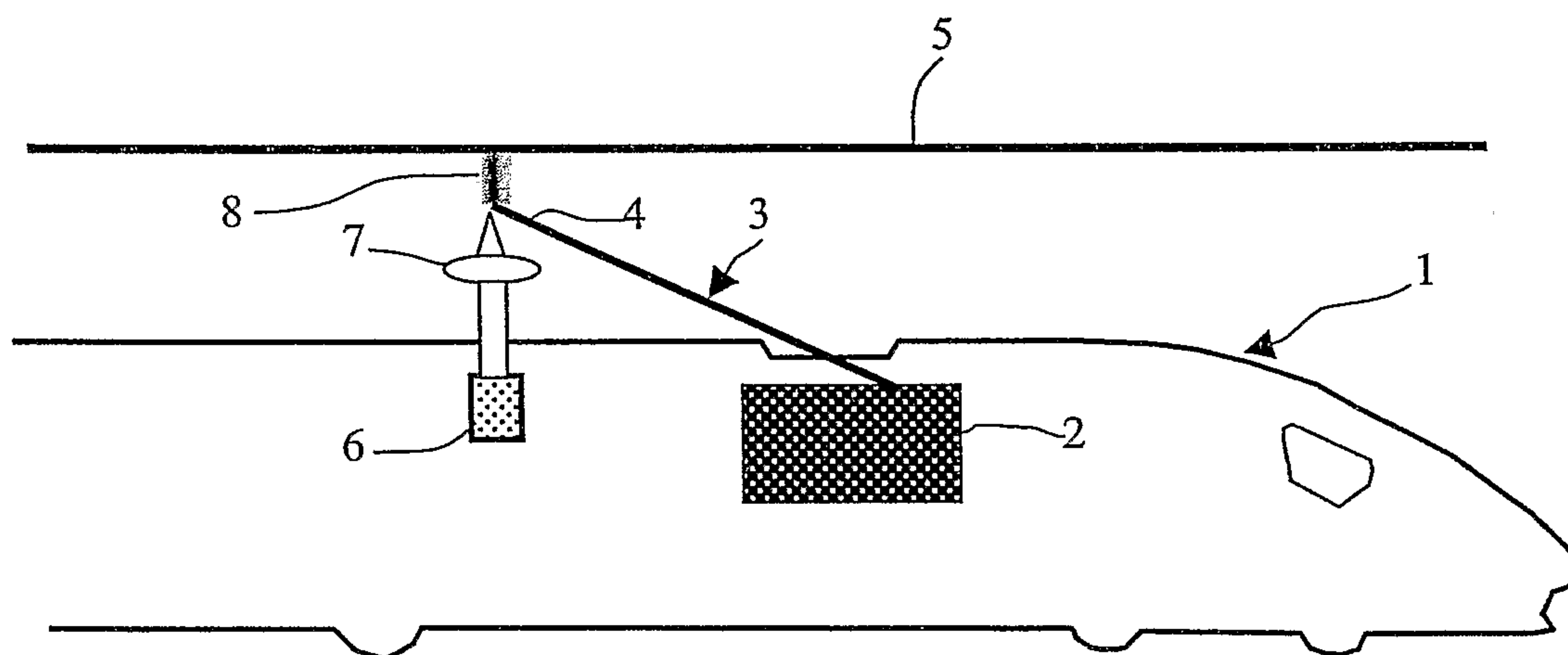


(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2005/09/08
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2006/03/16
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2007/03/02
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2005/002242
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2006/027503
(30) Priorité/Priority: 2004/09/08 (FR0409485)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B60L 5/00* (2006.01)
(71) Demandeurs/Applicants:
ECOLE POLYTECHNIQUE, FR;
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE, FR
(72) Inventeurs/Inventors:
MYSYROWICZ, ANDRE, FR;
PELLET, MICHEL, FR
(74) Agent: FETHERSTONHAUGH & CO.

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR ALIMENTER EN COURANT ELECTRIQUE UN VEHICULE A MOTEUR ELECTRIQUE

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR POWER SUPPLY TO AN ELECTRIC MOTOR VEHICLE



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un procédé pour créer un plasma conducteur dans l'air à l'aide d'un laser femtoseconde qui est puisé à haute puissance et à haute cadence de répétition. Ce plasma est chargé de conduire le courant entre une ligne électrique ou caténaire destinée à alimenter un véhicule, tel qu'un train, et un contact électrique, un pantographe par exemple, situé dans le véhicule en déplacement et relié au système de distribution de l'énergie électrique du véhicule. Le plasma est en contact d'une part avec la ligne électrique ou caténaire et d'autre part avec le contact électrique.

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété

Intellectuelle
Bureau international

PCT

(43) Date de la publication internationale
16 mars 2006 (16.03.2006)(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/027503 A1(51) Classification internationale des brevets :
B60L 5/00 (2006.01)Versailles (FR). **PELLET, Michel** [FR/FR]; 157, avenue
Daumesnil, F-75012 Paris (FR).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/002242(74) Mandataire : **PONTET, Bernard**; Pontet Allano & Asso-
ciés S.E.L.A.R.L., 25, rue Jean Rostand, Parc Club Orsay
Université, F-91893 Orsay Cedex (FR).(22) Date de dépôt international :
8 septembre 2005 (08.09.2005)(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,
KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

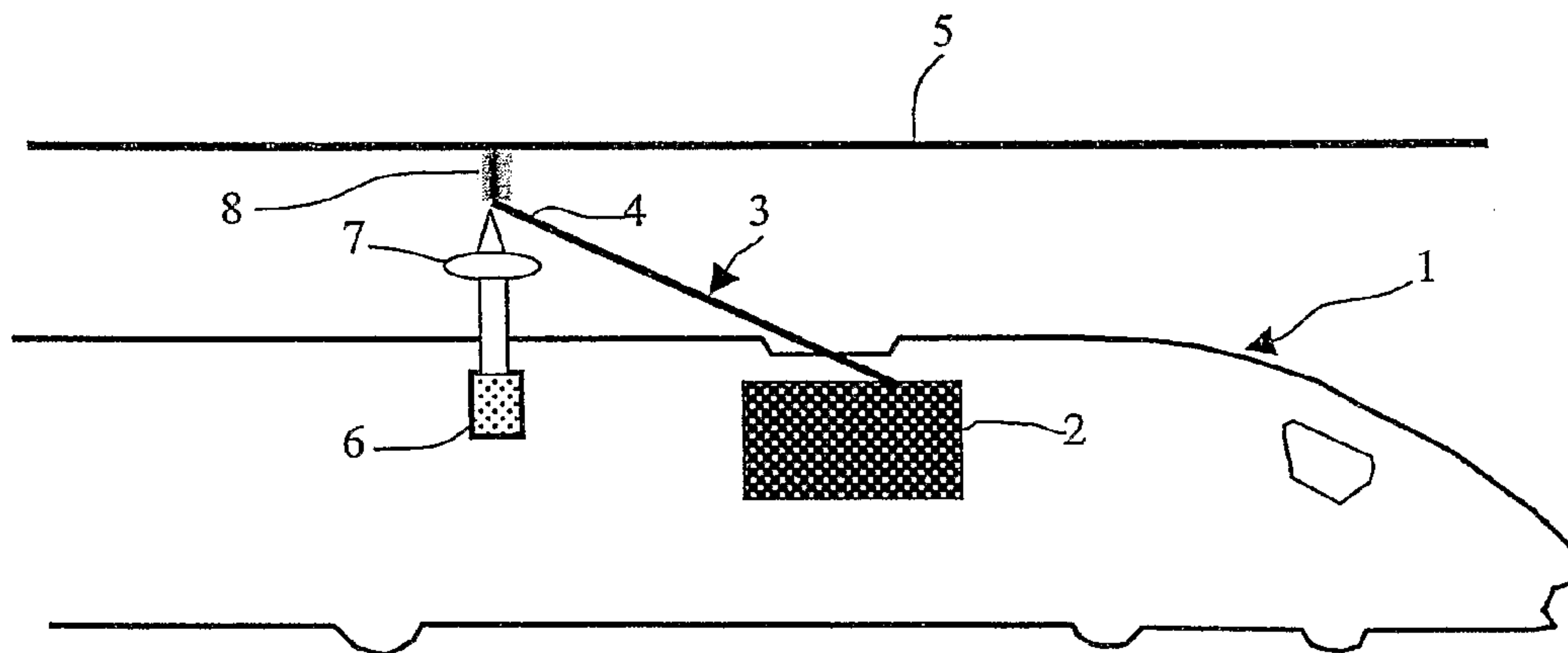
(30) Données relatives à la priorité :
0409485 8 septembre 2004 (08.09.2004) FR(71) Déposants (*pour tous les États désignés sauf US*) :
ECOLE POLYTECHNIQUE [FR/FR]; Route de Saclay,
F-91128 Palaiseau Cedex (FR). **CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE** [FR/FR]; 3,
rue Michel Ange, F-75794 Paris Cedex 16 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **MYSY-
ROWICZ, André** [FR/FR]; 6, rue Gabriel, F-78000(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),

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR POWER SUPPLY TO AN ELECTRIC MOTOR VEHICLE

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF POUR ALIMENTER EN COURANT ELECTRIQUE UN VEHICULE A MOTEUR
ELECTRIQUE

(57) Abstract: The invention relates to a method for produce a plasma conductor in air with the aid of a femtosecond high-frequency pulsing and high-repetition rate laser. Said plasma is used for transmitting a current between an electric or catenary wire supplying a vehicle such as a train and an electric contact, for example a pantograph arm disposed on a moving vehicle and connected to a power distribution system thereof. The plasma is in contact with the electric or catenary wire and with an electric contact.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé pour créer un plasma conducteur dans l'air à l'aide d'un laser femtoseconde qui est puisé à haute puissance et à haute cadence de répétition. Ce plasma est chargé de conduire le courant entre une ligne électrique ou caténaire destinée à alimenter un véhicule, tel qu'un train, et un contact électrique, un pantographe par exemple, situé dans le véhicule en déplacement et relié au système de distribution de l'énergie électrique du véhicule. Le plasma est en contact d'une part avec la ligne électrique ou caténaire et d'autre part avec le contact électrique.

WO 2006/027503 A1

WO 2006/027503 A1



européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 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.

- 1 -

"Procédé et dispositif pour alimenter en courant électrique un véhicule à moteur électrique."

correction

5 La présente invention se rapporte à un procédé et un dispositif pour alimenter en courant électrique un véhicule à moteur électrique depuis une ligne électrique. Elle trouve une application particulièrement intéressante dans le domaine des véhicules à moteur électrique dont l'alimentation en
10 courant électrique s'effectue par une ligne électrique ou caténaire comme par exemple les trains électriques et autres moyens de transports urbains et interurbains. En particulier, elle s'applique avantageusement à l'ensemble des trains électriques circulant à très grande vitesse. Toutefois,
15 l'invention est d'un cadre plus large car elle peut être appliquée à tout système d'alimentation par courant électrique de forte intensité.

 Pour un train électrique, la capture du courant est couramment associée à un dispositif mécanique articulé dit
20 pantographe chargé d'établir et de maintenir un contact électrique afin de fournir la puissance au moteur du train et à toutes les servitudes de ce dernier. La qualité du contact est fortement dépendante des qualités mécaniques du pantographe et des qualités électriques et mécaniques de la
25 caténaire utilisée. Elle est dans tous les cas sujet à des forces de friction. La qualité du contact devient problématique à haute vitesse de déplacement du train, comme dans les trains à grande vitesse. En effet, il est reconnu que l'un des problèmes auxquels on se trouve confronté dans
30 les trains à grande vitesse est le maintien d'un bon contact électrique entre la ligne caténaire et le pantographe du train. A titre d'exemple, les essais destinés à battre les records de vitesse nécessitent un réglage particulier de la tension du fil conducteur formant la ligne électrique.

35 La présente invention a donc pour but d'améliorer la qualité du contact électrique entre la ligne caténaire et le

- 2 -

pantographe d'un train ou entre tout autre système de capture de courant électrique.

Un autre but de l'invention est de résoudre le problème d'usure de la ligne électrique et du pantographe dû aux forces
5 de friction.

On atteint au moins l'un des buts précités avec un procédé pour alimenter en courant électrique un véhicule à moteur électrique depuis une ligne électrique. Le véhicule comprend au moins un collecteur de courant électrique relié,
10 directement ou via un système de distribution d'énergie, au moteur. Ce collecteur présente une différence de potentiel avec la ligne électrique. Selon l'invention, on crée, par filamentation femtoseconde au moyen d'un laser femtoseconde pulsé à haute puissance, un plasma conducteur entre le
15 collecteur et la ligne électrique, la différence de potentielle étant suffisante pour que le plasma déclenche et guide une décharge électrique.

Avec le procédé selon la présente invention, on transporte, en l'absence de friction mécanique, la puissance
20 électrique délivrée par une ligne à tension ou caténaire jusqu'à un contact électrique, le collecteur, situé dans le véhicule fixe ou en mouvement et relié au moteur électrique du véhicule. Ainsi, contrairement au système actuel, on a supprimé le contact mécanique permanent entre la ligne
25 électrique ou caténaire et le contact chargé de collecter le courant.

Le plasma assure une bonne qualité du contact électrique entre la ligne électrique et le collecteur, même à grande vitesse et quelque soit des variations de distances entre le
30 collecteur et la ligne électrique. En pratique, on peut placer une extrémité du collecteur à quelques centimètres de la ligne électrique. Toutefois, la distance entre la ligne électrique et le collecteur ne nécessite pas de réglage critique, car le processus de formation d'une décharge
35 électrique déclenchée et guidée par filamentation laser se produit sur plusieurs centimètres, voire plusieurs mètres. Le

- 3 -

procédé peut donc s'appliquer pour une grande plage de vitesses du véhicule.

D'une façon générale, le processus de formation d'une région ionisée de l'air supérieure à la distance de Rayleigh du faisceau laser est généralement décrit dans la littérature scientifique sous le vocable de filamentation femtoseconde. Une impulsion laser de haute puissance est capable d'ioniser les molécules de l'atmosphère. La technologie des lasers à impulsions brèves permet d'atteindre des puissances nécessaires pour l'ionisation de l'air avec des énergies par impulsion très modestes, bien inférieure au joule. Ces lasers présentent une durée de l'impulsion inférieure à une picoseconde, soit 10^{-12} seconde et peuvent atteindre une puissance instantanée supérieure à 10 GW, soit 10^7 watts.

A titre d'exemple, les inventeurs ont démontré que des impulsions infrarouges de quelques millijoules d'énergie, focalisées dans l'air à l'aide d'une simple lentille sont suffisantes pour créer un plasma conducteur sur des distances de plusieurs centimètres autour du foyer de la lentille. Les impulsions laser provenaient d'un laser femtoseconde ayant comme milieu actif du saphir dopé au titane. Le processus physique entraînant une ionisation de l'air sur une grande longueur est bien identifié, il s'agit d'une compétition entre l'autofocalisation du faisceau laser et l'ionisation multiphotonique impliquant l'absorption simultanée d'un grand nombre de photons infrarouge. On a également montré en laboratoire que le plasma créé par filamentation femtoseconde permet de court-circuiter temporairement un dispositif constitué par deux électrodes soumises à un champ électrique de quelques kV/cm. Selon la présente invention, la ligne électrique est sous haute tension et la différence de potentielle est de préférence supérieure à 10kV, par exemple entre 10 et 25 kV.

Typiquement, avec un champ électrique de 25 kV/cm, on constate une forte augmentation du courant circulant à travers la colonne d'air située entre deux électrodes et on

- 4 -

obtient une décharge électrique. Des courants atteignant 700 ampères ont été mesurés. Des courants de plus grandes intensités peuvent être obtenus en fonction de la tension de la ligne électrique utilisée. Ce phénomène peut encore
5 s'expliquer par le fait que la colonne de plasma formée par filamentation chauffe une fine colonne d'air qui se dilate, créant ainsi une dépression centrale. Une décharge électrique s'engouffre le long de cette dépression après un délai inférieur à 100 nanosecondes.

10 Selon une caractéristique de l'invention, le laser opère à haute cadence de répétition, par exemple supérieure au kilohertz, de façon à régénérer le plasma et maintenir ainsi une bonne circulation de courant électrique. En outre, la puissance des impulsions fournies par le laser est de
15 préférence supérieure au millijoule.

En pratique, on peut focaliser, au moyen d'une lentille, les impulsions haute puissance fournies par le laser dans l'air au voisinage de la ligne électrique et de l'extrémité du collecteur.

20 Selon un mode de réalisation non limitatif de l'invention, ledit véhicule est un train et le collecteur est un pantographe associé.

Suivant un autre aspect de l'invention, il est proposé un dispositif pour alimenter en courant électrique un
25 véhicule à moteur électrique depuis une ligne électrique, ledit véhicule comprenant au moins un collecteur de courant électrique relié au moteur et présentant une différence de potentiel avec la ligne électrique. Selon l'invention, le dispositif comprend un laser femtoseconde pulsé à haute
30 puissance pour créer, par filamentation femtoseconde, un plasma conducteur entre ledit collecteur et ladite ligne électrique, la différence de potentielle étant suffisante pour qu'une décharge électrique soit déclenchée et guidée par le plasma.

35 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode

- 5 -

de mise en œuvre nullement limitatif, et de l'unique figure annexée.

L'unique figure illustre un train 1 en déplacement sur
5 des rails. Le moteur 2 du train 1 est alimenté en courant électrique par un pantographe 3 dont l'extrémité libre 4, au dessus du train, est disposée proche d'une caténaire 5. Cette dernière est une ligne électrique à haute tension, typiquement 25kV. Le train comprend également un laser
10 femtoseconde 6 fournissant des impulsions de haute puissance qui sont focalisées dans l'air au voisinage de la caténaire 5 et de l'extrémité 4 du pantographe 3. La focalisation est réalisée au moyen d'une lentille 7. Le faisceau filamenté forme une colonne de plasma 8 reliant la caténaire au
15 pantographe 3 par son extrémité 4. Le courant circulant à travers le plasma est conduit par le pantographe vers le moteur électrique 2.

Le laser 6 opère à haute cadence de répétition, ce qui permet de régénérer le plasma et d'éviter des ruptures de
20 courant. Ce laser femtoseconde fonctionne à des cadences supérieures au kilohertz avec des énergies par impulsion dépassant le millijoule.

Le dispositif selon l'invention peut être multiplié en plusieurs exemplaires sur le même train pour augmenter le
25 courant total et pour éviter toute coupure intempestive du passage du courant électrique.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent
30 être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention. En particulier, la présente invention peut s'appliquer à tous systèmes chargés de conduire un courant électrique d'une ligne d'alimentation à un moteur électrique, qu'il soit en déplacement ou non.

- 6 -
REVENDICATIONS

1. Procédé pour alimenter en courant électrique un véhicule à moteur électrique depuis une ligne électrique, ledit véhicule comprenant au moins un collecteur de courant électrique relié au moteur et présentant une différence de potentiel avec la ligne électrique, caractérisé en ce qu'on crée, par filamentation femtoseconde au moyen d'un laser femtoseconde pulsé à haute puissance, un plasma conducteur entre ledit collecteur et ladite ligne électrique, la différence de potentielle étant suffisante pour que le plasma déclenche et guide une décharge électrique.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le laser opère à haute cadence de répétition de façon à régénérer le plasma.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le laser opère à une cadence supérieure au kilohertz.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la puissance des impulsions fournies par le laser est supérieure au millijoule.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ligne électrique étant sous haute tension, la différence de potentielle est supérieure à 10kV.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on place une extrémité du collecteur à quelques centimètres de la ligne électrique.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on focalise les impulsions haute puissance fournies par le laser dans l'air au voisinage de la ligne électrique et de l'extrémité du collecteur.

- 7 -

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le collecteur est un pantographe.

5

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit véhicule est un train.

10

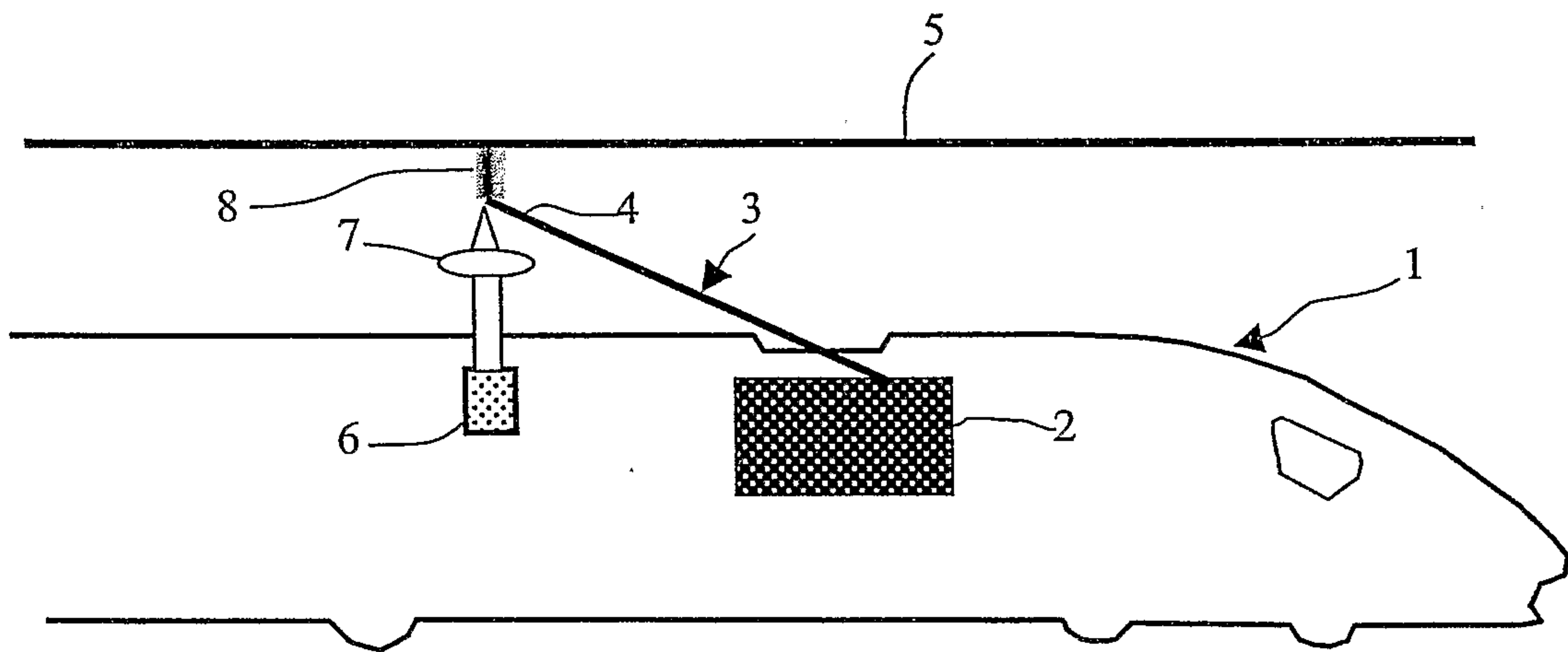
10. Dispositif pour alimenter en courant électrique un véhicule à moteur électrique depuis une ligne électrique, ledit véhicule comprenant au moins un collecteur de courant électrique relié au moteur et présentant une différence de potentiel avec la ligne électrique, caractérisé en ce qu'il comprend un laser femtoseconde pulsé à haute puissance pour créer, par filamentation femtoseconde, un plasma conducteur entre ledit collecteur et ladite ligne électrique, la différence de potentielle étant suffisante pour qu'une décharge électrique soit déclenchée et guidée par le plasma.

20

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une lentille pour focaliser les impulsions haute puissance fournies par le laser dans l'air au voisinage de la ligne électrique et à l'extrémité du collecteur.

25

1/1

**FIGURE UNIQUE**

