

(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
1 mai 2014 (01.05.2014)

W I P O | P C T

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/064380 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G21K 1/093 (2006.01)

F-64000 Pau (FR). **D'HUMIERES, Emmanuel**; 35 Rue
Blanqui, F-33400 Talence (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR20 13/0525 17

(74) Mandataires : **COUSIN, Geoffroy** et al; Cabinet Plasse-
raud, 52 Rue de la Victoire, F-75440 Paris Cedex 09 (FR).

(22) Date de dépôt international :
22 octobre 2013 (22.10.2013)

(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, 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, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
12 60040 22 octobre 2012 (22.10.2012) FR

(71) Déposants : **ECOLE POLYTECHNIQUE** [FR/FR];
Route de Saclay, F-91 120 Palaiseau (FR). **CENTRE NA-**
TIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE -
CNRS - [FR/FR]; 3, rue Michel Ange, Paris Cedex 16,
75794 (FR). **INSTITUT NATIONAL DE LA RE-**
CHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS) [CA/CA]; 490, rue
de la Couronne, Québec, QUEBEC GK 9A9 (CA).

(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, 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,

(72) Inventeurs : **FUCHS, Julien**; 6 Passage Dareau, F-75014
Paris (FR). **ALBERTAZZI, Bruno**; 15 Rue des Vignes, F-
57290 Fameck (FR). **PEPIN, Henri**; 19 Avenue Copernic,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR GENERATING A FOCUSED STRONG-CURRENT CHARGED-PARTICLE BEAM

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE GENERATION D'UN FAISCEAU DE PARTICULES CHARGÉES FOCALISÉ DE FORT COURANT

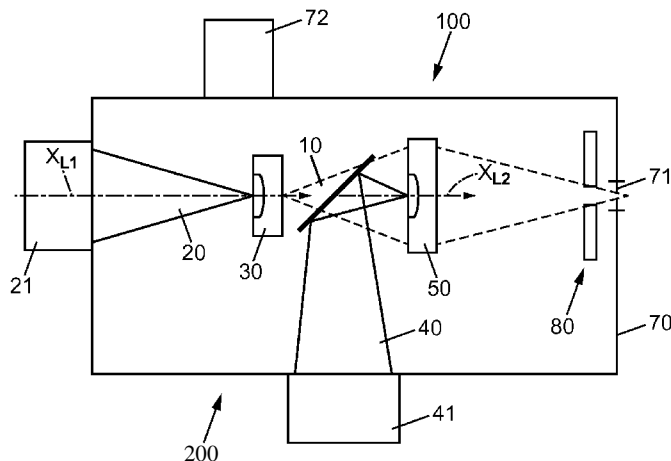


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to a method for generating a focused charged-particle beam, comprising at least the steps of: a) generating a charged-particle beam (10); b) emitting a laser pulse (40); c) generating a focusing magnetic field structure in a target (50) by means of an interaction between the laser pulse and the target; and d) making the charged-particle beam penetrate the focusing magnetic field structure at least partially.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2014/064380 A1



TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, **Publiée :**
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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

Procédé de génération d'un faisceau de particules chargées focalisé comportant au moins les étapes de a) générer un faisceau de particules chargées (10); b) émettre une impulsion laser (40); c) générer une structure de champ magnétique focalisante dans une cible (50) au moyen d'une interaction de ladite impulsion laser avec ladite cible; et d) faire pénétrer au moins partiellement le faisceau de particules chargées dans ladite structure de champ magnétique focalisante.

PROCEDE ET DISPOSITIF DE GENERATION D'UN FAISCEAU DE PARTICULES CHARGEES FOCALISE DE FORT COURANT.

La présente invention est relative aux procédés de
5 génération d'un faisceau de particules chargées focalisé de fort courant et aux dispositifs de génération de tels faisceaux .

Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un
procédé de génération d'un faisceau impulsional focalisé
10 de particules chargées de fort courant, le faisceau de particules ayant par exemple une durée de l'ordre de la picoseconde, un courant de l'ordre du kilo-ampère et étant formé de particules ayant une énergie de l'ordre du mégaélectronvolt .

15 On peut par exemple générer de tels faisceaux au moyen une interaction entre un laser de forte puissance et une cible solide ou gazeuse.

Ces faisceaux sont usuellement fortement divergents et il est souhaitable de pouvoir les focaliser pour des
20 applications comme par exemple le sondage de phénomènes physiques, la fusion inertielle ou la génération de radiations intenses.

Malheureusement, l'intensité de tels faisceaux les rend difficiles à focaliser. Ainsi, les aimants quadripôles
25 communément utilisés pour focaliser les faisceaux de particules chargées dans les accélérateurs de particules sont perturbés par le champ électromagnétique du faisceau intense et ne fonctionnent pas convenablement.

On connaît des dispositifs de focalisation
30 chromatiques, par exemple celui décrit dans « Ultrafast laser-driven microlens to focus and energy-select mega-electron volt protons » de T. Toncian et al. (SCIENCE, vol. 312, 21 avril 2006), cependant un tel dispositif sélectionne une énergie dans le spectre du faisceau de
35 particules et une grande partie du faisceau n'est donc pas

focalisée .

Il existe donc un besoin pour un dispositif de génération capable de générer un faisceau impulsional focalisé de particules chargées de fort courant.

5 A cet effet, selon l'invention, un procédé de génération d'un faisceau de particules chargées focalisé comporte au moins les étapes de

a) générer un faisceau de particules chargées ;

b) émettre une impulsion laser ;

10 c) générer une structure de champ magnétique focalisante dans une cible au moyen d'une interaction de ladite impulsion laser avec ladite cible; et

d) faire pénétrer au moins partiellement le faisceau de particules chargées dans ladite structure de
15 champ magnétique focalisante.

Grâce à ces dispositions, une structure de champs magnétiques intense et compacte peut être générée dans la cible. L'amplitude de ces champs est suffisante pour focaliser un faisceau impulsional de particules chargées
20 de fort courant sans qu'ils soient sensiblement perturbés par le champ généré par ledit faisceau. La focalisation peut être stable durant toute la durée de passage du faisceau de particules chargée, par exemple plusieurs picosecondes, ce qui permet une focalisation achromatique
25 du faisceau impulsional de particules chargées. L'intensité de focalisation est réglable en fonction de l'intensité de l'impulsion laser. La focalisation de particules chargées positivement ou négativement est possible simplement en changeant la direction de
30 propagation de l'impulsion laser générant la structure de champs magnétique par rapport à la direction de propagation du faisceau impulsional de particules chargées.

Dans des modes de réalisation préférés de l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre
35 à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- l'impulsion laser possède une puissance sensiblement comprise entre un térawatt et une centaine de térawatts ;

5 - l'impulsion laser possède une durée sensiblement comprise entre une dizaine de femtosecondes et une dizaine de picosecondes ;

- au cours de l'étape c), l'impulsion laser est focalisée sur la cible au niveau d'une tache focale et au cours de l'étape d), le faisceau de particules chargées
10 traverse au moins partiellement ladite tâche focale ;

- la cible est faite au moins en partie d'un métal ;

- la cible est faite au moins en partie d'un métal choisi dans une liste comprenant l'or, le cuivre et
15 l'aluminium ;

- la cible s'étend sensiblement selon un plan d'extension entre une face avant et une face arrière, lesdites faces étant opposées l'une à l'autre suivant une direction d'épaisseur perpendiculaire au plan d'extension
20 et séparées par une épaisseur mesurée selon ladite direction d'épaisseur, et au cours de l'étape d), ledit faisceau traverse la cible sensiblement selon ladite direction d'épaisseur ;

- l'épaisseur de la cible est sensiblement comprise
25 entre 500 nanomètres et une centaine de micromètres ;

- l'étape a) de génération d'un faisceau de particule comporte l'émission d'une impulsion laser de génération et la génération d'un faisceau de particules non-focalisé au moyen d'une interaction de ladite impulsion
30 laser de génération avec une cible de génération.

L'invention a également pour objet un dispositif de génération d'un faisceau de particules chargées focalisé comportant

des moyens de générer un faisceau de particules
35 chargées ;

une source laser pour émettre une impulsion laser ;
une cible pour générer une structure de champ
magnétique focalisante au moyen d'une interaction de ladite
impulsion laser avec ladite cible, ledit faisceau de
5 particules chargées pénétrant au moins partiellement dans
ladite structure de champ magnétique.

Dans des modes de réalisation préférés de
l'invention, les moyens de générer un faisceau de
particules chargées peuvent éventuellement comporter

10 une source laser pour émettre une impulsion
laser de génération; et

une cible de génération pour générer un faisceau de
particules chargées lors d'une interaction de ladite
impulsion laser de génération avec ladite cible de
15 génération.

D'autres caractéristiques et avantages de
l'invention apparaîtront au cours de la description
suivante de plusieurs de ses formes de réalisation, données
à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins
20 joints.

Sur les dessins :

- la figure 1 est une illustration schématique
d'un dispositif de focalisation d'un faisceau de particules
chargées de fort courant et d'un dispositif de génération
25 de faisceau de particules chargées focalisé de fort
courant selon un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une illustration schématique
détaillée d'une interaction entre une première impulsion
laser et une première cible dans un mode de réalisation
30 d'un procédé de génération de faisceau de particules
chargées focalisé de fort courant selon un mode de
réalisation de l'invention ;

- les figures 3a et 3b sont des illustrations
schématiques de deux modes de réalisation d'un dispositif
35 de focalisation d'un faisceau de particules chargées de

fort courant et d'un dispositif de génération de faisceau de particules chargées focalisé de fort courant selon l'invention ;

- la figure 4 est une illustration schématique détaillée d'un procédé de focalisation de faisceau de particules chargées de fort courant selon un mode de réalisation de l'invention ; et

- la figure 5 est un organigramme d'un mode de réalisation d'un procédé de génération de faisceau de particules chargées focalisé de fort courant selon un mode de réalisation de l'invention ;

Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires.

L'invention se rapporte à un procédé de génération d'un faisceau impulsif focalisé de particules chargées de fort courant **10**.

Un tel faisceau de particules **10** peut avoir une durée de l'ordre de la picoseconde, par exemple entre quelques dizaines de femtosecondes et quelques dizaines de picosecondes, par exemple trois cent femtosecondes .

Un tel faisceau de particules **10** peut avoir un courant de l'ordre du kilo-ampère, par exemple de quelques ampères à quelques méga-ampères, et être formé de particules ayant une énergie pouvant aller jusqu'à quelques dizaines de mégaélectronvolts, par exemple jusqu'à soixante mégaélectronvolts .

Avantageusement le faisceau de particules **10** peut comprendre une fraction importante de particules avec une énergie supérieure au mégaélectronvolt, par exemple plus de la moitié des particules.

De tels faisceaux sont par exemple utilisés dans des applications comme le sondage de phénomènes physiques, la fusion inertielle ou la génération de radiations intenses .

En référence aux **figures 1 à 5**, un tel faisceau **10**

peut par exemple être généré par une interaction entre une impulsion laser de génération de forte puissance **20** et une cible de génération **30**.

L'impulsion laser de génération **20** peut avoir une puissance élevée, par exemple une centaine de térawatts.

Le faisceau laser peut par exemple être constitué d'une impulsion ayant une énergie d'environ trente joules et une durée d'environ trois cent femtosecondes. Dans d'autres modes de réalisation, l'intensité de la première impulsion laser peut par exemple être comprise entre quelques Joules et quelques kilojoules, et la durée de l'impulsion laser peut être comprise entre quelques dizaines de femtosecondes et quelques dizaines de picosecondes.

L'impulsion laser de génération **20** peut être générée **1100** par une première source laser **21** de forte puissance et se propager selon une direction de propagation **X_{L1}**.

La cible de génération **30** peut être une cible solide, liquide ou gazeuse, par exemple un film d'aluminium de 15 micromètres d'épaisseur, comme décrit dans « Ultrafast laser-driven microlens to focus and energy-select mega-electron volt protons » de T. Toncian et al. (SCIENCE, vol. 312, 21 avril 2006) et les références citées dans cet article.

Elle peut s'étendre substantiellement selon un plan d'extension **Y_{T1}Z_{T1}**.

Une interaction **1200** entre l'impulsion de génération **20** et la cible de génération **30** peut être obtenue en focalisant au moins partiellement ladite impulsion sur ladite cible.

Ainsi, l'impulsion laser de génération **20** est focalisée, au moyen de dispositifs de focalisation optique, sur une face avant **31** de la cible de génération **30** au

niveau d'une tache focale 32 de dimensions réduites, par exemple d'environ 6 micromètres de largeur à la moitié de l'intensité maximale (« FWHM »).

Cette impulsion laser 20 crée un plasma 34 au niveau de la face avant 31 de la cible de génération 30 en ionisant les atomes de la cible 30 situés au niveau de la tache focale 32.

L'impulsion laser 20 chauffe la cible de génération 30 et communique aux électrons de ladite cible 30 une énergie thermique importante qui peut amener une partie 35 desdits électrons à traverser la cible pour s'en échapper au niveau de la face arrière 33, ladite face arrière 33 étant une face de la cible de génération 30 opposée par rapport à la face avant 31 selon une direction d'épaisseur X_{Ti} de la première cible, ladite direction d'épaisseur X_{Ti} étant par exemple sensiblement perpendiculaire au plan d'extension de la première cible $Y_{Ti}Z_{Ti}$.

Dans un mode de réalisation, la direction d'épaisseur X_{Ti} de la cible de génération 30 et la direction de propagation de la première impulsion laser X_{Li} peuvent être sensiblement colinéaires.

En variante, la direction de propagation X_{Li} du laser peut être inclinée par rapport à ladite direction d'épaisseur de la première cible X_{Ti} , par exemple de 45° ou plus. La première impulsion laser 20 génère donc un déplacement d'électrons 35 dans l'épaisseur de la cible de génération 30 qui constitue un faisceau d'électrons 35 mis en mouvement sensiblement suivant la direction d'épaisseur X_{Ti} de la cible de génération 30.

En s'étendant hors de la cible au niveau de la face arrière, ces électrons peuvent engendrer des champs électriques 36 importants au niveau de ladite face arrière 33 (de l'ordre du téra-volt par mètre).

Ces champs électriques 36 peuvent en particulier

être suffisamment intenses pour arracher des ions **11** de la face arrière (par exemple des impuretés piégées sur la surface opposée) et engendrer **1200** ainsi un faisceau **10** de particules chargées **11**.

5 L'énergie desdites particules chargées **11** peut par exemple aller jusqu'à soixante ou cent mégaélectronvolts et les doses peuvent par exemple être de l'ordre de 10^{11} à 10^{13} particules par impulsion.

10 Une impulsion d'un tel faisceau **10** peut par exemple durer moins d'une picoseconde, c'est-à-dire sensiblement la durée de la première impulsion laser et le courant généré peut ainsi être de l'ordre de quelques kilo-ampères à quelques centaines de kilo-ampères.

15 Le faisceau d'électrons **35** mis mouvement dans l'épaisseur de la cible de génération **30** par la première impulsion laser **20** peut être divergent. Le faisceau de particules **10** chargées créé peut ainsi lui aussi être divergent.

20 Ceci nécessite de focaliser ledit faisceau de particules pour pouvoir l'utiliser dans plusieurs applications dont celles mentionnées ci-avant.

Ainsi, en référence aux **figures 1 à 5**, un procédé de génération d'un faisceau de particules chargées focalisé de fort courant peut comporter les étapes suivantes.

25 Une étape a) comprend la génération d'un faisceau de particules **10**, par exemple au moyen des opérations décrites ci-avant.

Une seconde étape b) **2100** peut comprendre l'émission d'une seconde impulsion laser **40**.

30 Cette seconde impulsion laser **40** peut avoir une puissance de quelques térawatts, quelques dizaines de térawatts ou plus.

Cette seconde impulsion laser **40** peut avoir une durée comprise entre une dizaine de femtosecondes et

quelques dizaines de picosecondes.

La seconde impulsion laser **40** peut être émise par une seconde source laser **41**, comme illustré sur la **figure 1** ou, alternativement, elle peut être émise par la première source laser **21** de forte puissance comme illustré sur la **figure 3a** et par exemple refocalisée au moyen de dispositifs de focalisation **42** tels par exemple que des miroirs en contournant la première cible **30**.

La seconde étape b) **2100** peut également comprendre l'augmentation du contraste laser de ladite seconde impulsion laser **40** tel qu'il va maintenant être décrit plus en détail.

La seconde impulsion laser **40** comporte usuellement des pré-impulsions de seconde impulsion laser **40** se propageant juste avant l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser **40**.

Un dispositif d'augmentation du contraste laser peut en particulier augmenter le contraste laser de la seconde impulsion laser **40**.

Dans un mode de réalisation de l'invention, un dispositif d'augmentation du contraste laser est un dispositif apte à diminuer de façon importante l'intensité des pré-impulsions de la seconde impulsion laser **40** par rapport à l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser **40**.

On définit par exemple un rapport entrant comme étant un rapport entre l'intensité maximale de l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser **40** et l'intensité maximale des pré-impulsions de seconde impulsion laser **40**, pour une seconde impulsion laser **40** se propageant en amont du dispositif d'augmentation du contraste laser.

On définit par exemple en outre un rapport sortant comme étant un rapport entre l'intensité maximale de

l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser 40 et l'intensité maximale des pré-impulsions de seconde impulsion laser 40 pour une seconde impulsion laser 40 se propageant en aval du dispositif d'augmentation du contraste laser.

Un dispositif d'augmentation du contraste laser peut par exemple être tel que le rapport sortant est environ dix fois supérieur au rapport entrant.

Dans une variante, un dispositif d'augmentation du contraste laser peut par exemple être tel que le rapport sortant est environ cent fois supérieur au rapport entrant

Le dispositif d'augmentation du contraste laser peut en particulier être intégré à un dispositif de focalisation 42 de la façon suivante.

Le dispositif de focalisation 42 peut par exemple comprendre une lame transparente pour la longueur d'onde du laser, par exemple une lame de verre transparente.

La seconde impulsion laser 40 peut frapper ledit dispositif de focalisation 42 avec un angle d'incidence écarté de la normale.

La seconde impulsion laser 40 peut en outre avoir une fluence telle que des pré-impulsions de la seconde impulsion laser 40 soient d'intensité suffisamment faible pour passer à travers ledit dispositif de focalisation 42, ou n'être réfléchies que de quelques pourcents d'intensité.

L'intensité de l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser 40 étant plus forte, l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser 40, en particulier un front de montée de ladite l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser 40, peut déclencher un plasma sur une surface du dispositif de focalisation 42.

Ledit plasma sur la surface du dispositif de focalisation 42 peut en particulier être apte à réfléchir,

par exemple à réfléchir de cinquante pourcents à quatre-vingt pourcents d'intensité, l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser **40** en une seconde impulsion laser réfléchie.

5 Par « plasma sur une surface du dispositif de focalisation », on entend ainsi un miroir plasma apte à réfléchir au moins une portion de l'impulsion laser principale de la seconde impulsion laser **40**.

10 Ladite seconde impulsion laser réfléchie peut alors constituer la seconde impulsion laser **40** refocalisée au moyen de dispositifs de focalisation **42** pour la suite de la présente description.

15 Un tel dispositif d'augmentation du contraste laser, comprenant une lame transparente, peut par exemple être tel que le rapport sortant est environ dix fois supérieur au rapport entrant.

20 Un dispositif d'augmentation du contraste laser, comprenant une lame transparente munie d'un traitement antireflet, peut par exemple être tel que le rapport sortant est environ cent fois supérieur au rapport entrant.

Une troisième étape c) **2200** peut comporter la génération d'une structure de champ magnétique focalisante **60** dans une seconde cible **50** au moyen d'une interaction de la seconde impulsion laser **40** avec ladite cible **50**.

25 La seconde cible **50** peut par exemple être une cible solide. Elle peut être une cible métallique.

La seconde cible **50** peut par exemple comprendre une partie en or, en aluminium ou en cuivre.

30 La seconde cible **50** peut par exemple s'étendre sensiblement selon un plan d'extension $Y_{T2}Z_{T2}$, et comporter une face avant **51** et une face arrière **53** opposées l'une par rapport à l'autre selon une direction d'épaisseur X_{T2} perpendiculaire audit plan d'extension $Y_{T2}Z_{T2}$.

Lesdites faces avant **51** et arrière **53** peuvent être

séparées par une épaisseur mesurée selon la direction d'épaisseur X_{T_2} et par exemple comprise entre 500 nanomètres et une centaine de micromètre, par exemple d'une dizaine de micromètres.

5 Une interaction entre la seconde impulsion **40** et la seconde cible **50** peut être obtenue en focalisant au moins partiellement ladite impulsion sur ladite cible.

Ainsi, la seconde impulsion laser **40** peut être focalisée sur la face avant **51** de la seconde cible en une
10 tache focale **52** de dimensions réduites, par exemple d'environ 6 micromètres de largeur à la moitié de l'intensité maximale (« FWHM »).

Dans un mode de réalisation, la seconde impulsion laser **40** peut se propager suivant une direction de
15 propagation X_{L_2} , par exemple sensiblement colinéaire à la direction d'épaisseur horizontale X_{T_2} .

En variante, la direction de propagation X_{L_2} du laser peut être inclinée par rapport à ladite direction d'épaisseur de la seconde cible X_{T_2} .

20 En référence à la **figure 4**, l'interaction entre la seconde impulsion laser **40** et la seconde cible **50** créé un premier déplacement d'électrons **55** selon un mécanisme similaire au mécanisme décrit ci-avant relativement à l'interaction entre la première impulsion laser et la
25 première cible.

Dans un mode de réalisation, la face avant **51** de la seconde cible **50** peut être sculptée, par exemple par des motifs en relief, de façon à contrôler ledit premier déplacement d'électrons **55**.

30 Ce premier déplacement d'électrons **55** peut être dirigé de la face avant **51** vers la face arrière **53** de la seconde cible **50** et peut générer des courants de déplacement dans la seconde cible **50**, orientés sensiblement selon la direction d'épaisseur X_{T_2} de la seconde cible, et

localisés dans le prolongement de la tache focale 52 en suivant la direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible 50.

Du fait dudit premier déplacement d'électrons 55, la densité électronique dans une zone 54 de la seconde cible 50 située à proximité de la tache focale 52 sur la face avant 51 de la seconde cible peut être abaissée.

Cet abaissement de la densité électronique peut engendrer un second déplacement d'électrons 56, cette fois ci depuis l'ensemble de la seconde cible 50 vers ladite zone 54 de la seconde cible située à proximité de la tache focale, de façon à rétablir la neutralité électronique dans ladite zone 54.

Ce second déplacement d'électrons 56 peut générer des courants de retour dans la seconde cible.

Ces courants de retour peuvent être orientés différemment des courants de déplacement.

Les courants de déplacement et les courants de retour peuvent alors engendrer des champs magnétiques 60 dans la seconde cible 50.

Ces champs magnétiques 60 peuvent constituer une structure de champs magnétique focalisante 60 qui va maintenant être décrite.

Les courants de déplacement peuvent être orientés selon la direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible 50, les champs magnétiques 60 peuvent donc être perpendiculaires à ladite direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible 50.

Les courants de retour peuvent être orientés au moins en partie selon une direction radiale à la direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible (c'est-à-dire ayant au moins une composante non-nulle selon une direction radiale à la direction d'épaisseur X_{T2}), lesdits champs magnétiques 60 peuvent ainsi comporter au moins une composante non-nulle selon une direction circonférentielle (ou ortho-

radiale), perpendiculaire à la direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible 50 et à une direction radiale à ladite direction d'épaisseur X_{T2} .

Les champs magnétiques 60 situés de part et d'autre d'une direction axiale sensiblement colinéaire à la direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible 50 peuvent ainsi comporter des composantes de sens opposés.

La structure de champs magnétique focalisante 60 formée par lesdits champs magnétiques 60 peut ainsi présenter une symétrie axiale par rapport à un axe colinéaire à la direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible 50.

Ainsi, la structure de champs magnétique focalisante 60 formée par les champs magnétiques 60 peut avoir une géométrie toroïdale ou solénoïdale autour de la direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible 50.

Au cours d'une quatrième étape d) 2300, un faisceau de particules chargées de fort courant 10 tel que celui décrit ci-avant peut pénétrer au moins partiellement dans ladite structure de champ magnétique focalisante 60.

Le faisceau de particules 10 peut par exemple se propager selon une direction de propagation X_p , par exemple une direction de propagation sensiblement colinéaire avec la direction d'épaisseur X_{T2} de la seconde cible 50.

La direction de propagation du faisceau de particules 10 peut par exemple être entendue comme étant la moyenne vectorielle des directions de propagation des particules 11 composant le faisceau.

Le faisceau de particules 10 peut être placé de façon à pénétrer au moins partiellement dans la seconde cible 50, par exemple au niveau de sa face avant 51, par exemple au niveau de la tache focale 52 située sur la face avant 51.

Les particules 11 composant le faisceau 10 étant

chargées, elles peuvent être déviées par la structure de champs magnétique focalisante **60**.

En particulier, la structure de champ magnétique focalisante **60** générée par l'interaction entre la seconde
5 impulsion laser **40** et la seconde cible **50** peut ainsi permettre de focaliser ledit faisceau de particules chargées **10** en déviant au moins une fraction importante des particules du faisceau **11**.

Lesdites particules **11** peuvent être en particulier
10 déviées en direction de la direction de propagation X_p dudit faisceau **10**. C'est-à-dire que les particules **11** peuvent être déviées selon une direction radiale à la direction de propagation X_p du faisceau.

Selon le signe de la charge de chacune des
15 particules **11** composant le faisceau de particules **10**, la structure de champ magnétique focalisante **60** peut dévier ladite particule **11** du faisceau en direction de la direction de propagation X_p dudit faisceau ou dans la direction opposée, c'est-à-dire focaliser ou défocaliser
20 ledit faisceau de particules.

Dans un mode de réalisation alternatif illustré **figure 3b**, le faisceau de particule **10** peut être placé de façon à pénétrer au moins partiellement dans la seconde cible **50** au niveau de sa face arrière **53** et se propager
25 dans la seconde cible **50** en direction de la face avant **51**.

Dans ce mode de réalisation, la structure de champs magnétique focalisante **60** est inverse de la structure **60** décrite dans le mode de réalisation des **figures 1 et 3a**, c'est-à-dire que les directions des champs magnétiques **60**
30 de la structure sont opposées aux directions des champs magnétiques **60** de la structure du mode de réalisation précédent. La déviation de chacune de particules du faisceau **11** est ainsi inversée par rapport au mode de réalisation précédent et le faisceau **10** sera défocalisé ou

focalisé selon la charge des particules **11** le composant de façon inverse par rapport au mode de réalisation des **figures 1 et 3a**.

La distance de focalisation d'un tel dispositif de focalisation **100** ou de génération **200** peut être modulée.

Ainsi par exemple, en diminuant l'intensité du second laser **40**, les déplacements d'électrons **55, 56** et donc les courants générés dans la seconde cible **50** peuvent être diminués. De cette façon, les champs magnétiques générés **60** peuvent être diminués et la déviation des particules **11** du faisceau de particules **10** sera plus faible.

La focalisation réalisée par le dispositif de focalisation **100** ou le dispositif de génération **200** peut ainsi être moins importante et la distance focale plus élevée.

A l'inverse, en augmentant par exemple l'intensité du second laser **40**, la focalisation réalisée par le dispositif de focalisation **100** ou le dispositif de génération **200** peut être augmentée et la distance focale diminuée.

L'utilisation de matériaux différents pour la seconde cible **50** permet également d'influencer la focalisation réalisée par le dispositif de focalisation **100** ou le dispositif de génération **200**.

L'homme du métier pourra choisir différents matériaux permettant de varier l'importance du champ magnétique généré, en particulier en fonction de la résistivité dudit matériau et de la dynamique d'ionisation et de chauffage du matériau tel que décrit par exemple dans l'article « Dynamic Control over Mega-Ampere Electron Currents in Metals Using Ionization-Driven Resistive Magnetic Field » de Y. Sentoku et al. (Physical Review Letters, vol. 107, 135005, 2011) et les références citées

dans cet article.

Un dispositif de focalisation d'un faisceau de particules chargées de haute intensité **100** ou un dispositif de génération de faisceau de particules chargées focalisé
5 de haute intensité **200** selon un mode de réalisation de l'invention peuvent en outre comporter différents modules additionnels .

Ainsi, une chambre à vide **70** peut accueillir lesdits dispositifs **100,200** et en particulier au moins un
10 laser **40** et une cible **50**.

La chambre à vide **70** peut être munie d'une fenêtre **71** permettant audit faisceau de particules chargées **10** de quitter la chambre à vide.

La chambre à vide **70** peut être munie d'un collimateur **80** permettant d'arrêter des rayonnements ou des
15 particules périphériques à la sortie du dispositif **100,200**.

La chambre à vide **70** peut être munie d'un module d'arrêt de radiations, par exemple comprenant un matériau à numéro atomique élevé tel que du fer, du plomb ou de
20 l'uranium.

La chambre à vide **70** peut également être munie d'un module de déviation de faisceau permettant de séparer le faisceau de particules chargée et des radiations ayant une direction de propagation proche, par exemple un module de
25 déviation à base de champs magnétiques.

La chambre à vide **70** peut être mise et maintenue sous vide au moyen d'une ou de plusieurs pompes à vide **72**.

REVENDICATIONS

1. Procédé de génération d'un faisceau de particules chargées focalisé comportant au moins les étapes
5 de
- a) générer (1100, 1200) un faisceau de particules chargées (10) ;
 - b) émettre (2100) une impulsion laser (40) ;
 - c) générer (2200) une structure de champ magnétique
10 focalisante (60) dans une cible (50) au moyen d'une interaction de ladite impulsion laser avec ladite cible; et
 - d) faire pénétrer (2300) au moins partiellement le faisceau de particules chargées dans ladite structure de champ magnétique focalisante.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel au cours de l'étape b), on augmente un contraste laser de l'impulsion laser (40).
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel l'impulsion laser (40) possède
20 une puissance sensiblement comprise entre un térawatt et une centaine de térawatts.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'impulsion laser (40) possède une durée sensiblement comprise entre une dizaine
25 de femtosecondes et une dizaine de picosecondes.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel au cours de l'étape c), l'impulsion laser (40) est focalisée sur la cible (50) au niveau d'une tache focale (52) et dans lequel, au cours de
30 l'étape d), le faisceau de particules chargées (10) traverse au moins partiellement ladite tâche focale.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la cible (50) est faite au moins en partie d'un métal.
- 35 7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel la

cible (50) est faite au moins en partie d'un métal choisi dans une liste comprenant l'or, le cuivre et l'aluminium.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la cible (50) s'étend
5 sensiblement selon un plan d'extension (Y_{T2}, Z_{T2}) entre une face avant (51) et une face arrière (53), lesdites faces étant opposées l'une à l'autre suivant une direction d'épaisseur (X_{T2}) perpendiculaire au plan d'extension et séparées par une épaisseur mesurée selon ladite direction
10 d'épaisseur,

et dans lequel, au cours de l'étape d), ledit faisceau (10) traverse la cible sensiblement selon ladite direction d'épaisseur.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 8, dans lequel l'épaisseur de la cible (50) est sensiblement comprise entre 500 nanomètres et une centaine de micromètres.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'étape a) de génération
20 d'un faisceau de particule comporte

l'émission (1100) d'une impulsion laser de génération (20), et

la génération (1200) d'un faisceau de particules non-focalisé (10) au moyen d'une interaction de ladite
25 impulsion laser de génération avec une cible de génération (30) .

11. Dispositif de génération d'un faisceau de particules chargées focalisé comportant

des moyens de générer (21, 30) un faisceau de
30 particules chargées (10) ;

une source laser (21 ; 41) pour émettre une impulsion laser (40); une cible (50) pour générer une structure de champ magnétique focalisante (60) au moyen d'une interaction de ladite impulsion laser avec ladite
35 cible, ledit faisceau de particules chargées pénétrant au

moins partiellement dans ladite structure de champ magnétique .

12. Dispositif de génération d'un faisceau de particules chargées focalisé selon la revendication 11
5 comportant en outre un dispositif d'augmentation du contraste laser (42) pour augmenter un contraste laser de l'impulsion laser (40).

13. Dispositif selon la revendication 11 ou la revendication 12, dans lequel les moyens de générer un
10 faisceau de particules chargées (10) comportent

une source laser (21, 41) pour émettre une impulsion laser de génération (20); et

une cible de génération (30) pour générer un faisceau de particules chargées (10) lors d'une interaction
15 de ladite impulsion laser de génération avec ladite cible de génération.

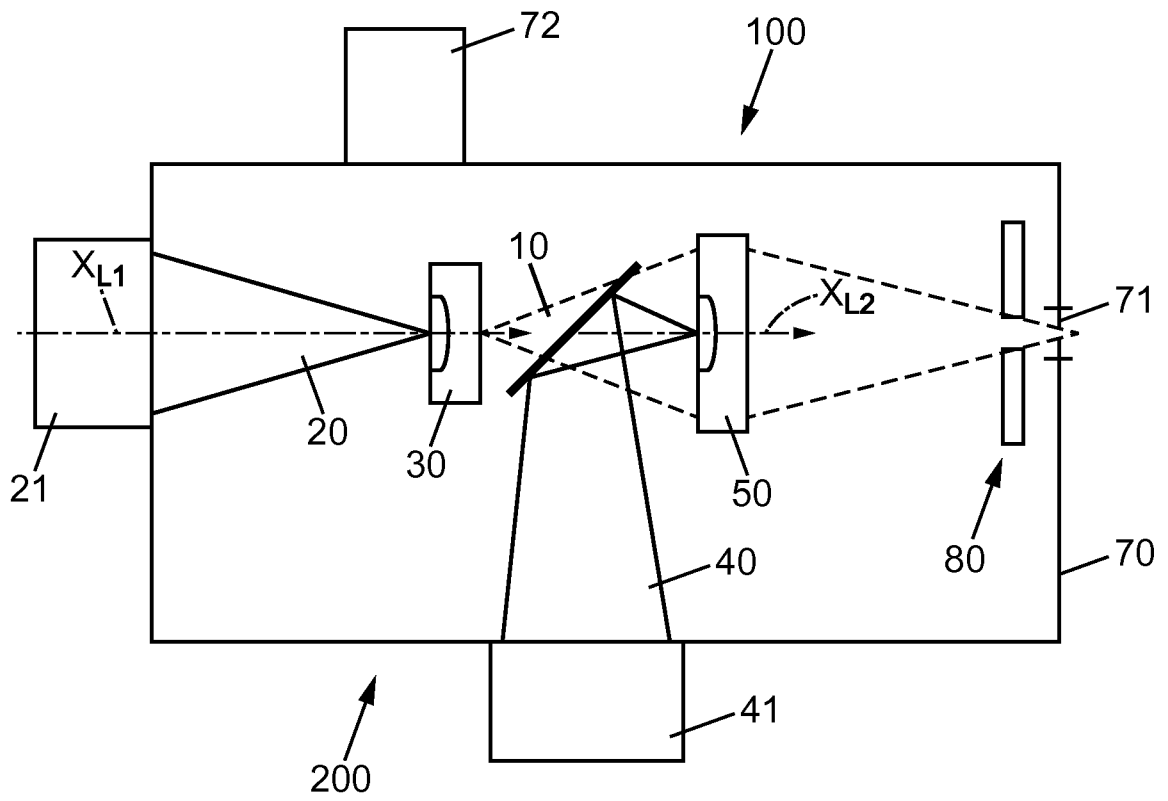


FIG. 1

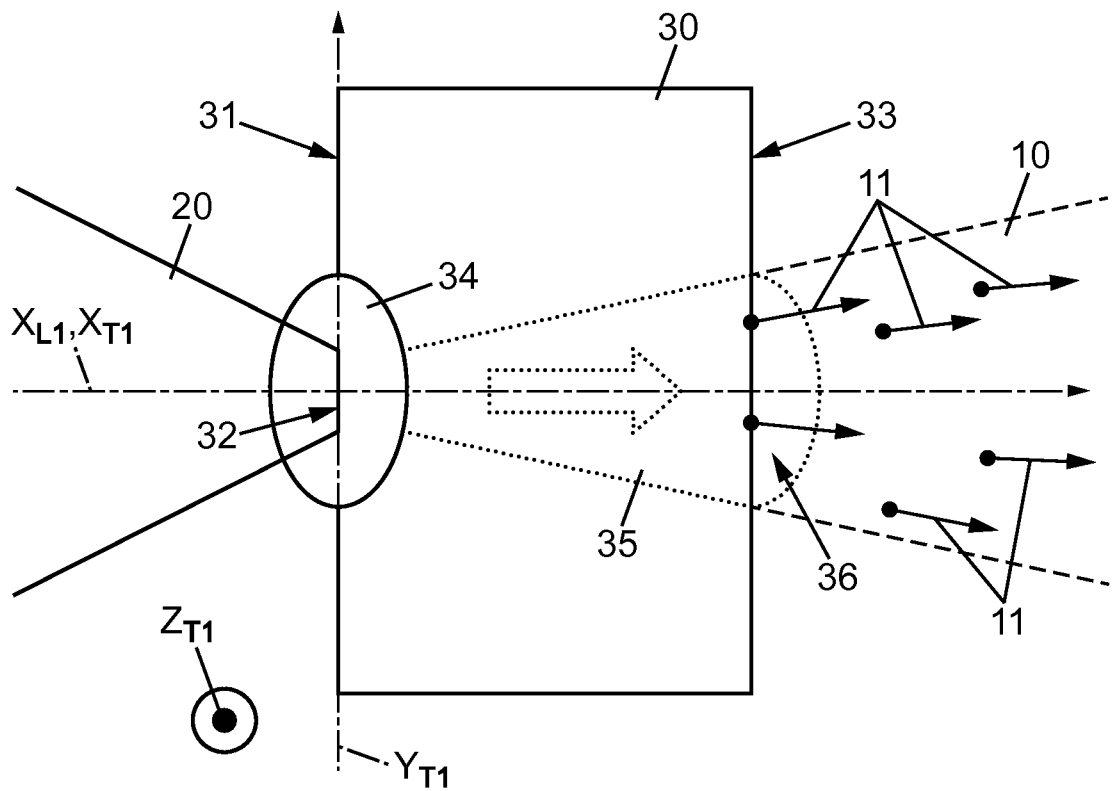


FIG. 2

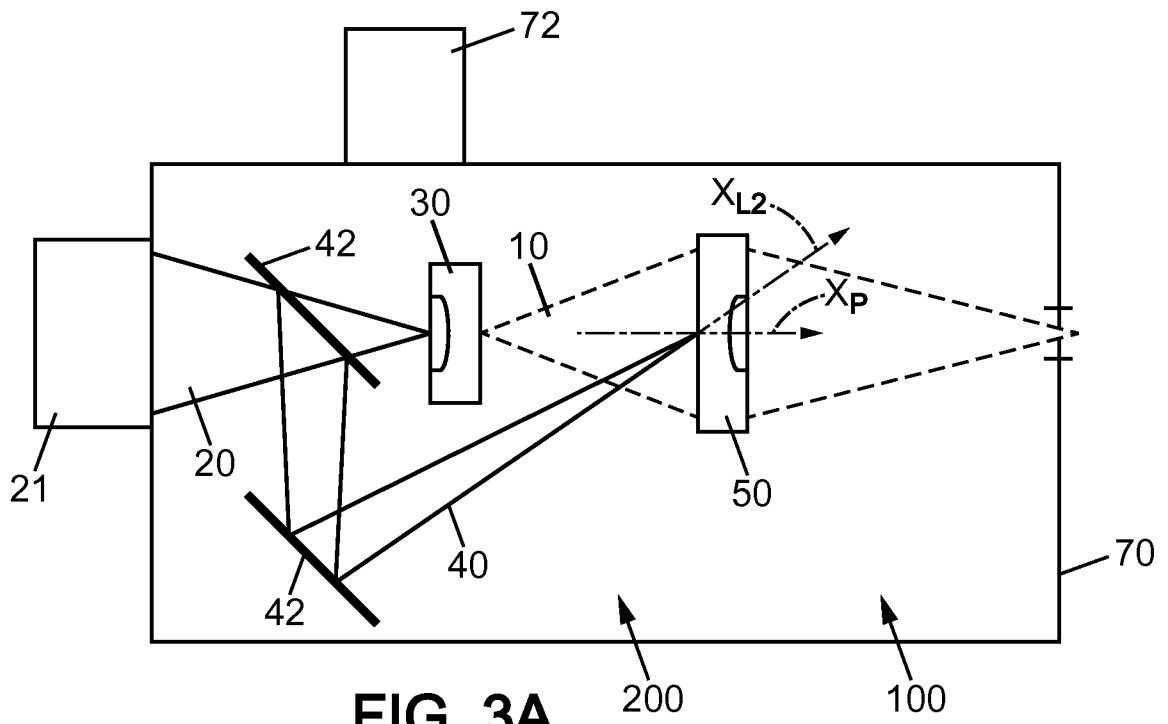


FIG. 3A

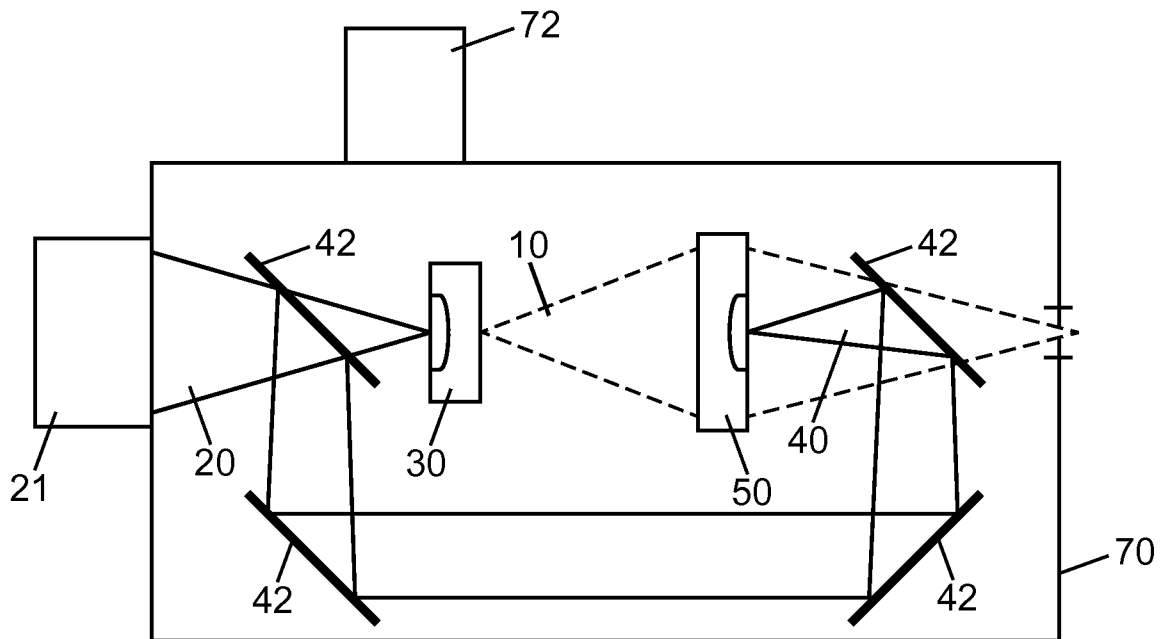


FIG. 3B

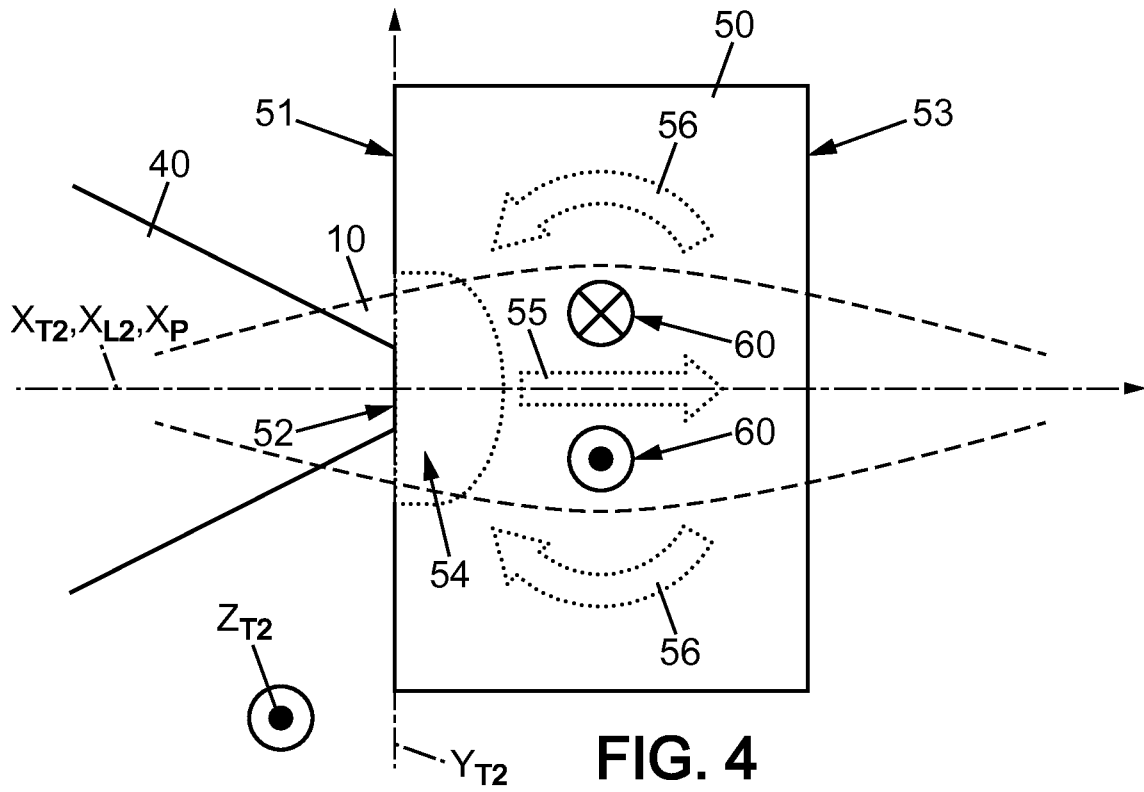
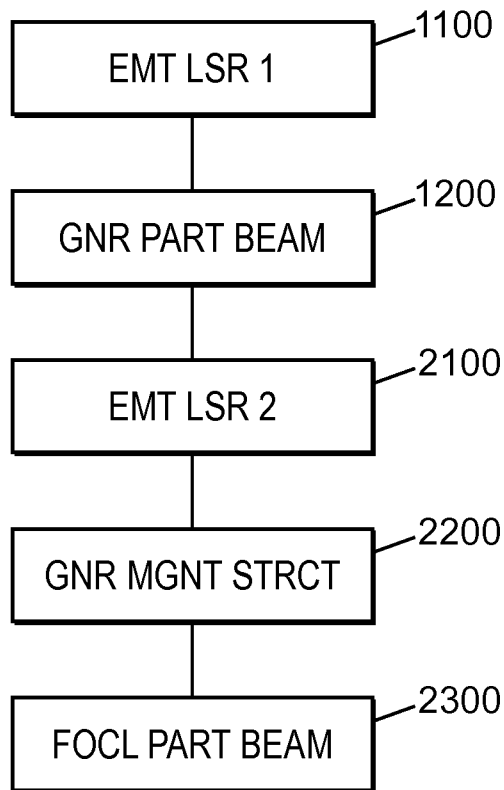


FIG. 4

FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/052517

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G21K1/093
 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**)
G21K

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, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BORGHESI M ET AL: "Laser-Dri ven Proton Beams : Accé léra ti on Mecha ni sm, Beam Optimi zati on, and Radi ogra phi e Appl i cati ons" , IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ , US, vol . 36, no. 4, August 2008 (2008-08) , pages 1833-1842 , XP011232809 , ISSN : 0093-3813 , DOI : 10. 1109/TPS.2008.927142	1,3-11 , 13
A	the whol e document ----- -/- .	2

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Spécial catégories of cited documents :

"A" document defining the général 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 spécial 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

20 January 2014

Date of mailing of the international search report

30/01/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gi ovanardi , Chi ara

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2013/052517

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>Y. SENTOKU ET AL: "Dynamical Control over Mega-Ampere Electron Currents in Metals Using Ionization-Driver Resistive Magnetic Fields", PHYSICAL REVIEW LETTERS, vol. 107, no. 13, 23 September 2011 (2011-09-23), XP055068094, ISSN: 0031-9007, DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.135005 pages 135005-1 - pages 135005-2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	4
X	<p>BORGHESI M ET AL: "Proton imaging: a diagnostic for inertial confinement fusion/fast ignition studies", PLASMA PHYSICS AND CONTROLLED FUSION, IOP, BRISTOL, GB, vol. 43, 22 November 2001 (2001-11-22), pages A267-A276, XP002243596, ISSN: 0741-3335, DOI: 10.1088/0741-3335/43/12A/320 page A271, page A272 page A275</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11, 13
X	<p>wo 03/029797 A2 (FORSCHUNGSVERBUND BERLIN EV [DE]; RUHL HARTMUT [DE]) 10 April 2003 (2003-04-10) page 2, lines 8-14,27-38 figure 2 page 4, lines 10-17 page 6, lines 17-31 page 7, lines 16-28</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11, 13
X	<p>DE 10 2008 044781 A1 (UNIV SCHILLER JENA [DE]) 4 March 2010 (2010-03-04)</p>	11, 13
Y	<p>paragraphs [0014], [0015], [0019], [0026] - [0029]; figures 1,2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	12
Y	<p>ANTICIP ET AL: "Energetic protons generated by ultrahigh contrast laser pulses interacting with ultrathin targets", PHYSICS OF PLASMAS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, WOODBURY, NY, US, vol. 14, no. 3, 19 March 2007 (2007-03-19) , pages 30701-1, XP008116420, ISSN: 1070-664X, DOI: 10.1063/1.2480610 [retrieved on 2007-03-19] the whole document</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2013/052517

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>MACKINNON A J ET AL: "Proton radi ography as an electromagneti c field and densi ty perturbati on diagnosti c", REVI EW OF SCI ENTI FIC INSTRUMENTS, AI P, MELVILLE, NY, US, vol . 75, no. 10, 5 October 2004 (2004-10-05) , pages 3531-3536, XP002387021 , ISSN: 0034-6748 figures 1,2 page 3531 - page 3533</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13
A	<p>US 2008/191143 AI (WI LLI OSWALD [DE] ET AL) 14 August 2008 (2008-08-14) figure 2 paragraphs [0001] , [0006] - [0011] , [0024] - [0027]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2013/052517

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
Wo 03029797 A2	10-04-2003	AU 2002333856 AI WO 03029797 A2	14-04-2003 10-04-2003

DE 102008044781 AI	04-03-2010	NONE	

US 2008191143 AI	14-08-2008	AT 450868 T DE 102005012059 AI EP 1872372 AI JP 2008533676 A US 2008191143 AI Wo 2006097252 AI	15-12-2009 21-09-2006 02-01-2008 21-08-2008 14-08-2008 21-09-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052517

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G21K1/093 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) G21K		
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, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	BORGHESI M ET AL: "Laser-Dri ven Proton Beams : Accél érati on Mechani sm, Beam Optimi zati on, and Radi ographi e Appl i cati ons", IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol . 36, no. 4, août 2008 (2008-08) , pages 1833-1842 , XP011232809 , ISSN : 0093-3813 , DOI : 10.1109/TPS.2008.927142	1,3-11 , 13
A	le document en enti er ----- -/- .	2
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> 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'appartenant 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 20 janvi er 2014		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 30/01/2014
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Gi ovanardi , Chi ara

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>Y. SENTOKU ET AL: "Dynamical Control over Mega-Ampere Electron Currents in Metals Using Ionization-driven Resistive Magnetic Fields", PHYSICAL REVIEW LETTERS, vol. 107, no. 13, 23 septembre 2011 (2011-09-23), XP055068094, ISSN: 0031-9007, DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.135005 pages 135005-1 - pages 135005-2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	4
X	<p>BORGHESI M ET AL: "Proton imaging: a diagnostic for inertial confinement fusion/fast ignitor studies", PLASMA PHYSICS AND CONTROLLED FUSION, IOP, BRISTOL, GB, vol. 43, 22 novembre 2001 (2001-11-22), pages A267-A276, XP002243596, ISSN: 0741-3335, DOI: 10.1088/0741-3335/43/12A/320 page A271, page A272 page A275</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11, 13
X	<p>wo 03/029797 A2 (FORSCHUNGSVERBUND BERLIN EV [DE]; RUHL HARTMUT [DE]) 10 avril 2003 (2003-04-10) page 2, ligne 8-14,27-38 figure 2 page 4, ligne 10-17 page 6, ligne 17-31 page 7, ligne 16-28</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11, 13
X	<p>DE 10 2008 044781 A1 (UNIV SCHILLER JENA [DE]) 4 mars 2010 (2010-03-04)</p>	11, 13
Y	<p>alinéas [0014], [0015], [0019], [0026] - [0029]; figures 1,2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	12
Y	<p>ANTICIP ET AL: "Energetic protons generated by ultrahigh contrast laser pulses interacting with ultrathin targets", PHYSICS OF PLASMAS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, WOODBURY, NY, US, vol. 14, no. 3, 19 mars 2007 (2007-03-19), pages 30701-1, XP008116420, ISSN: 1070-664X, DOI: 10.1063/1.2480610 [extraî t le 2007-03-19] le document en entier</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	12

-/--

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>MACKINNON A J ET AL: "Proton radi ography as an electromagneti c field and densi ty perturbati on diagnosti c", REVI EW OF SCI ENTI FIC INSTRUMENTS, AI P, MELVILLE, NY, US, vol . 75, no. 10, 5 octobre 2004 (2004-10-05) , pages 3531-3536, XP002387021 , ISSN: 0034-6748 figures 1,2 page 3531 - page 3533</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13
A	<p>US 2008/191143 AI (WI LLI OSWALD [DE] ET AL) 14 août 2008 (2008-08-14) figure 2 alinéas [0001] , [0006] - [0011] , [0024] - [0027]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052517

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
Wo 03029797	A2	10-04-2003	AU 2002333856 AI 14-04-2003
			WO 03029797 A2 10-04-2003

DE 102008044781	AI	04-03-2010	AUCUN

US 2008191143	AI	14-08-2008	AT 450868 T 15-12-2009
			DE 102005012059 AI 21-09-2006
			EP 1872372 AI 02-01-2008
			JP 2008533676 A 21-08-2008
			US 2008191143 AI 14-08-2008
			Wo 2006097252 AI 21-09-2006
