

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 133 668 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
23.07.2003 Bulletin 2003/30

(21) Numéro de dépôt: **99956104.6**

(22) Date de dépôt: **22.11.1999**

(51) Int Cl.7: **F42B 3/113**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR99/02862

(87) Numéro de publication internationale:
WO 00/031496 (02.06.2000 Gazette 2000/22)

(54) **GENERATEUR OPTIQUE D'IMPACT EMBARQUABLE**

TRAGBARER, OPTISCHER GENERATOR ZUM ERZEUGEN EINES AUFPRALLS

OPTICAL IMPACT GENERATOR CAPABLE OF BEING INCORPORATED

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR IT NL SE

(30) Priorité: **23.11.1998 FR 9814718**

(43) Date de publication de la demande:
19.09.2001 Bulletin 2001/38

(73) Titulaire: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE
75752 Paris Cédex 15 (FR)**

(72) Inventeurs:
• **LABASTE, Jean-louis
F-37260 Artannes (FR)**

• **DOUCET, Michel
F-37260 Monts (FR)**
• **BRISSET, Didier
F-37300 Joué Les Tours (FR)**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al
BREVALEX
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
FR-A- 2 690 239 **US-A- 4 708 060**
US-A- 5 029 528 **US-A- 5 046 423**
US-A- 5 301 612

EP 1 133 668 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un générateur optique d'impact embarquable, avec source laser miniaturisée et cible tricouche.

[0002] Cette invention trouve des applications dans les domaines nécessitant la génération d'un choc dans un matériau énergétique ou non-énergétique.

[0003] En particulier, elle trouve des applications dans les domaines de la démolition de bâtiments, des carrières ainsi que dans l'industrie spatiale pour initier des matériaux explosifs ; elle trouve aussi des applications pour les études de matériaux non-énergétiques sous sollicitation dynamique élevée ou pour la simulation d'impacts de micrométéorites et de débris de l'espace.

Etat de la technique

[0004] Pour générer des impacts dans des matériaux, il est possible d'utiliser des générateurs optiques d'impacts, appelés aussi initiateurs opto-détonants à élément protégé (IODEP) lorsqu'il s'agit des matériaux explosifs. Ces initiateurs comportent généralement une source laser qui émet un faisceau laser en direction d'une cible. Cette cible est généralement déposée sur un substrat transparent au faisceau laser. Ce substrat peut être, par exemple, une fenêtre en silice ou bien l'extrémité d'une fibre optique.

[0005] La cible est classiquement déposée sur l'extrémité du substrat par pulvérisation cathodique. Ce dépôt est généralement métallique.

[0006] Un tel dispositif est représenté sur les figures 1A et 1B. Sur ces figures, on a référencé 1, le substrat transparent, 2 le plasma et 3 le projectile, avec 2 et 3 qui forment la cible.

[0007] Sur la figure 1A, on a représenté un générateur d'impact lors de la phase d'interaction laser/matière, c'est-à-dire lorsque le faisceau laser vaporise les premières couches atomiques de la cible, générant ainsi un plasma 2, à l'interface substrat/cible.

[0008] Sur la figure 1B, on a représenté ce même générateur d'impact lors de la phase de mise en vitesse du projectile. En effet, le plasma généré sous l'interaction du faisceau laser se détend après un temps très court et met en vitesse la partie solide de la cible, à savoir le projectile 3. Le projectile 3 peut alors atteindre une vitesse V de plusieurs kilomètres par seconde ; cette vitesse V dépend de la nature et de l'épaisseur du projectile.

[0009] Il existe par ailleurs des générateurs d'impacts à cible tricouche, comme celui décrit dans la demande de brevet américaine US-A-5 046 423.

[0010] La cible décrite dans ce document comporte trois couches :

- une première couche en métal, apte à générer un plasma, sous l'effet du faisceau laser,
- une troisième couche, métallique, qui constitue le projectile,
- une seconde couche, intermédiaire, en matériau isolant qui assure l'isolation entre la première et la troisième couche.

[0011] L'épaisseur des deux premières couches est de quelques dixièmes de micron, tandis que celle du projectile est de 2 à 10 μm .

[0012] L'utilisation d'une cible tricouche, telle que décrite dans ce document permet de générer un choc calibré, c'est-à-dire qu'elle permet de maîtriser le choc induit dans le matériau impacté, pour une épaisseur du projectile fixée à l'avance.

[0013] Ce document concerne des cibles ayant une seconde couche en alumine et des première et troisième couches en aluminium.

[0014] Cependant, le rendement d'une telle cible tricouche n'est pas optimisé ; plus précisément, le rapport de l'énergie cinétique du projectile sur l'énergie laser est inférieur à 30 %. Cela nécessite l'utilisation d'un laser assez puissant (non embarquable) pour générer un projectile d'une énergie cinétique suffisante pour l'application envisagée.

Exposé de l'invention

[0015] L'invention a justement pour but de résoudre les problèmes des générateurs d'impacts décrits précédemment. A cette fin, elle propose un générateur d'impact à bon rendement pouvant fonctionner avec une source laser miniaturisée dont la puissance est fixe et peu élevée.

[0016] De façon plus précise, l'invention concerne un générateur optique d'impact comportant une source laser émettant un faisceau laser et une fenêtre de confinement transparente au faisceau laser, à l'extrémité de laquelle est déposée une cible tricouche comprenant :

- une première couche assurant la génération d'un plasma,
- une troisième couche constituant un projectile, et
- une seconde couche assurant l'isolation de la troisième couche vis-à-vis du plasma,

caractérisé en ce qu'il est embarquable, la source laser étant miniaturisée et en ce que la première couche de la cible est réalisée dans un matériau semi-conducteur présentant :

- une faible réflexion à la longueur d'onde du faisceau laser émis par la source laser miniaturisée ; et
- une épaisseur inférieure à 1 μm , déterminée en fonction de la densité dudit matériau, comparée à la densité du matériau constituant la seconde couche de la cible.

[0017] Avantageusement, le matériau de la première couche de la cible est un semi-conducteur.

[0018] Selon un mode de réalisation de l'invention, le matériau de la première couche de la cible est de l'arséniure d'indium, d'épaisseur inférieure à 0,5 µm.

[0019] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le matériau de la première couche de la cible est du germanium, d'épaisseur inférieure à 0,5 µm.

Brève description des figures

[0020]

- Les figures 1A et 1B, déjà décrites, montrent le principe de fonctionnement d'un générateur optique d'impact classique, et
- la figure 2 représente schématiquement le générateur optique d'impact conforme à l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

[0021] L'invention concerne un générateur optique d'impact embarquable ; pour cela, il comporte une source laser miniaturisée, à longueur d'onde fixe, telle que celle décrite dans la demande de brevet française déposée le 19/09/1998 sous le n°98 11558.

[0022] Les sources laser miniaturisées ont une puissance relativement moins élevée qu'une source laser classique. La cible doit donc être choisie de façon à ce que le générateur d'impact ait un bon rendement afin de pouvoir éjecter le projectile, quelle que soit la quantité d'énergie disponible à la source. La configuration de la cible doit donc être optimisée.

[0023] En effet, sous l'irradiation du faisceau laser, le matériau ablateur se transforme rapidement en plasma. Ce plasma est le moteur du générateur d'impact : il génère les effets mécaniques dans le projectile, en particulier sa mise en vitesse. Les pertes d'énergie au cours de la phase transitoire précédant sa formation (états solide et liquide), ainsi que l'état énergétique atteint par le plasma, conditionnent fortement le rendement global de l'interaction.

[0024] L'invention propose d'utiliser une cible tricouche dont la nature et l'épaisseur de la première couche (ou matériau ablateur) dépendent de la longueur d'onde émise par la source laser ainsi que de la nature et/ou de l'épaisseur des seconde et troisième couches.

[0025] Plus précisément, selon l'invention, le matériau constituant la première couche de la cible présente :

- * une faible réflexion à la longueur d'onde du faisceau laser, c'est-à-dire de faibles pertes optiques ; autrement dit, le matériau ablateur doit présenter une très grande absorption, à la longueur d'onde du faisceau laser, lorsqu'il est utilisé à basse température, c'est-à-dire au début de l'interaction, avant que le plasma ne commence à se former. D'une façon gé-

nérale, les semiconducteurs répondent bien à cette condition, en particulier pour une longueur d'onde de 1,06 µm ;

- * une épaisseur déterminée en fonction de la densité du matériau lui-même, comparée avec la densité du matériau isolant constituant la seconde couche de la cible. Autrement dit, si le matériau ablateur 5 a une densité très forte par rapport à la densité du matériau isolant 4, l'épaisseur de ce matériau ablateur doit être faible ; au contraire, si le matériau ablateur 5 est peu dense par rapport à la densité du matériau isolant 4, alors l'épaisseur de ce matériau ablateur est relativement importante. Mais, de toute façon, l'épaisseur du matériau ablateur doit être inférieure à 1 µm.

[0026] Sur la figure 2, on a représenté schématiquement le générateur d'impact conforme à l'invention, dans lequel la cible est de type tricouche. Plus précisément, cette figure 2 montre le substrat 1 transparent au faisceau laser et la cible constituée de la couche de matériau ablateur 5, de la couche isolante 4 et du projectile 3.

[0027] Dans le cas de la micro-source laser décrite dans la demande enregistrée sous le n°98 11558, qui délivre 300 mJ à une longueur d'onde de 1,06 µm, la cible peut être avantageusement constituée des couches suivantes :

- projectile 3 en aluminium ou en cuivre avec une épaisseur comprise entre 2 et 20 µm ;
- couche isolante 4 en alumine, avec une épaisseur inférieure à 1 µm ; et
- matériau ablateur en arséniure d'indium ou en germanium, avec une épaisseur inférieure à 0,5 µm.

[0028] Avec une telle cible, le générateur d'impact de l'invention atteint un rendement de l'ordre de 50% pour une longueur d'onde de 1,06 µm.

Revendications

1. Générateur optique d'impact comportant une source laser émettant un faisceau laser et une fenêtre de confinement transparente au faisceau laser, à l'extrémité de laquelle est déposée une cible tricouche comprenant :

- une première couche (5) assurant la génération d'un plasma,
- une troisième couche (3) constituant un projectile, et
- une seconde couche (4) assurant l'isolation de la troisième couche vis-à-vis du plasma,

caractérisé en ce qu'il est embarquable, la source laser étant miniaturisée et en ce que la première

couche de la cible est réalisée dans un matériau semi-conducteur présentant :

- une faible réflexion à la longueur d'onde du faisceau laser issu de la source laser miniaturisée, et
- une épaisseur inférieure à 1 μm , déterminée en fonction de la densité dudit matériau, comparée à la densité du matériau constituant la seconde couche de la cible.

2. Générateur optique d'impact selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau de la première couche de la cible est de l'arséniure d'indium, d'épaisseur inférieure à 0,5 μm .
3. Générateur optique d'impact selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le matériau de la première couche de la cible est du germanium, d'épaisseur inférieure à 0,5 μm .

Patentansprüche

1. Optischer Stoßerzeuger mit einer einen Laserstrahl emittierenden Laserquelle und einem für den Laserstrahl durchlässigen Begrenzungsfenster, an dessen Ende ein dreischichtiges Ziel oder Target abgeschieden ist, umfassend:
 - eine erste Schicht (5) zur Erzeugung eines Plasmas,
 - eine dritte, ein Projektil bildende Schicht (3), und
 - eine zweite Schicht (4), die die dritte Schicht von dem Plasma isoliert oder trennt,

dadurch gekennzeichnet,

dass er tragbar bzw. mitführbar ist, wobei die Laserquelle miniaturisiert ist, und dadurch, dass die erste Schicht des Ziels oder Targets aus einem Halbleitermaterial ist, das folgende Eigenschaften hat:

- eine geringe Reflexion bei der Wellenlänge des von dem miniaturisierten Laser stammenden Laserstrahls, und
- eine Dicke unter 1 μm , festgelegt in Abhängigkeit von der Dichte des genannten Materials, verglichen mit der Dichte des Materials, das die zweite Schicht des Ziels oder Targets bildet.

2. Optischer Stoßerzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der ersten Schicht des Ziels oder Targets Indiumarsenid mit einer Dicke unter 0,5 μm ist.
3. Optischer Stoßerzeuger nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass das Material der ersten Schicht des Ziels oder Targets Germanium mit einer Dicke unter 0,5 μm ist.

Claims

1. Optical impact generator incorporating a laser source emitting a laser beam and a confinement window transparent to the laser beam, at the end of which is deposited a three-layer target comprising:

- a first layer (5) ensuring the generation of a plasma,
- a third layer (3) constituting a projectile and
- a second layer (4) insulating the third layer from the plasma,

characterized in that it is embarkable, the laser source being miniaturized and **in that** the first layer of the target is made from a semiconductor material having:

- a limited reflection at the wavelength of the laser beam from the miniaturized laser source and
- a thickness below 1 μm , determined as a function of the density of said material, compared with the density of the material constituting the second layer of the target.

2. Optical impact generator according to claim 1, **characterized in that** the material of the first target layer is indium arsenide with a thickness below 0.5 μm .
3. Optical impact generator according to claim 1 or 2, **characterized in that** the material of the first target layer is germanium with a thickness below 0.5 μm .

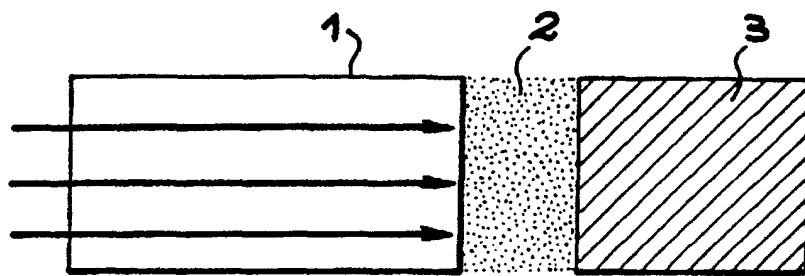


FIG. 1A

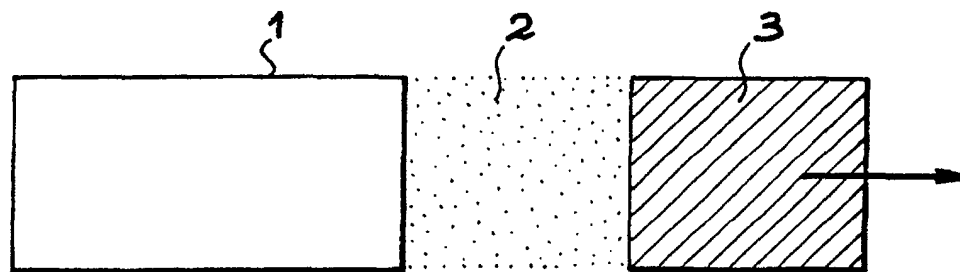


FIG. 1B

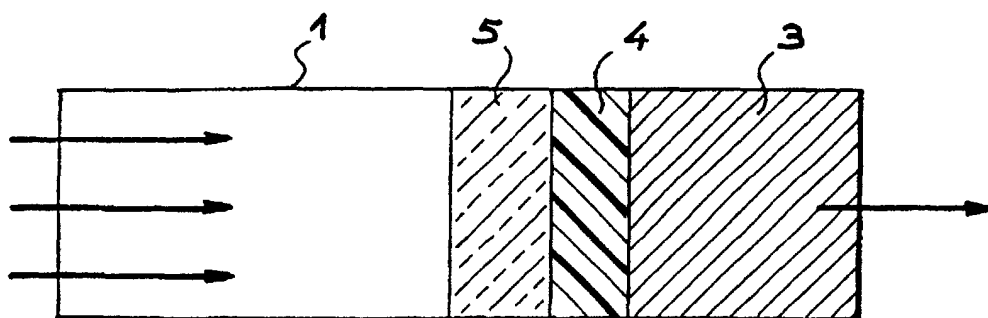


FIG. 2