

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 737 814

21) N° d'enregistrement national : 95 09780

51) Int Cl⁶ : H 01 S 3/105, 3/225

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 11.08.95.

30) Priorité :

43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 14.02.97 Bulletin 97/07.

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 :

71) Demandeur(s) : SOCIETE DE PRODUCTION ET DE RECHERCHES APPLIQUEES SOCIETE A RESPONSABILITE LIMITEE — FR.

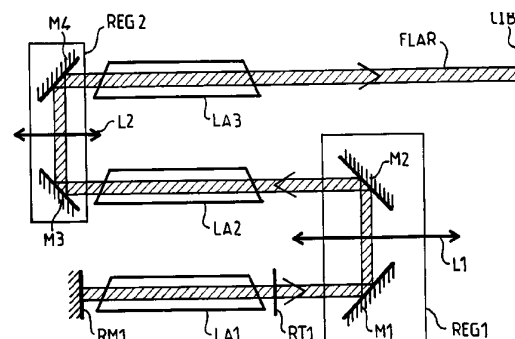
72) Inventeur(s) : GODARD BRUNO et STEHLE MARC.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire : NETTER.

54) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'UNE SOURCE LASER A PLUSIEURS MODULES LASER POUR OPTIMISER LE TRAITEMENT DE SURFACE PAR LASER.

57) La source laser comprend au moins deux modules laser (LA1, LA2) ainsi que des moyens de couplage propres à coupler les faisceaux laser issus de chaque module pour délivrer un faisceau laser résultant destiné au traitement d'une surface. En combinaison avec le traitement de surface par laser, il est prévu d'ajuster les caractéristiques des faisceaux laser (FLA1, FLA2) issus de chaque module (LA1, LA2) pour obtenir un faisceau laser résultant adapté de façon optimale audit traitement de surface par laser.



FR 2 737 814 - A1



Procédé et dispositif de commande d'une source laser à plusieurs modules laser pour optimiser le traitement de surface par laser

5

La présente invention concerne la commande d'une source laser à plusieurs modules laser pour optimiser le traitement de surface par laser.

10

Elle trouve une application générale dans le traitement de surface par laser, tel que le décapage, le nettoyage, le polissage et la préparation d'une surface. Elle trouve plus particulièrement une application dans le recuit par laser excimère d'une couche de silicium amorphe placée sur un substrat.

15

D'une façon générale, le recuit de silicium amorphe par laser excimère consiste à élever très rapidement la température de la couche de silicium amorphe jusqu'à la fusion pour obtenir une cristallisation sous forme d'un polysilicium. La fusion de la couche de silicium ne doit pas pour autant perturber de façon trop importante le substrat en verre standard.

20

En pratique, l'effet de chauffage est dû à l'absorption optique du faisceau laser par une mince couche de silicium amorphe, par exemple sur une épaisseur inférieure à 30 nm.

25

Le recuit de silicium amorphe par laser excimère nécessite une excellente maîtrise et/ou connaissance des caractéristiques structurelles de l'échantillon à traiter, comme décrit au moins en partie dans la Demande de brevet intitulée "Dispositif et procédé de traitement de surface par laser", déposée le même jour que la présente Demande, sous le N° 95 et dont le contenu fait partie intégrante de la présente Demande à toutes fins utiles.

30

En premier lieu, le chauffage par laser doit être efficace car il influence fortement l'évolution thermique de l'échantillon, notamment au niveau de la fusion de la couche de

40

silicium qui doit être totale et au niveau de la fusion du substrat qu'il convient d'éviter.

En second lieu, la vitesse de refroidissement et de solidification de la couche de silicium doit être relativement lente car elle détermine la taille des grains de polysilicium présents dans la couche après recuit, les cristaux de grande taille sont les plus favorables à un fonctionnement optimal, pour certains dispositifs micro-électroniques à base de silicium.

La Demanderesse a observé qu'un tel traitement optimal est difficile à obtenir à l'aide d'une seule source laser.

Elle propose donc d'utiliser une source laser comprenant au moins deux modules laser.

Toutefois, la commande d'une source laser à plusieurs modules, en combinaison avec le traitement de surface par laser, est à son tour difficile à mettre en oeuvre.

La présente invention apporte une solution à ce problème.

Elle a tout d'abord pour objet un procédé de commande d'une source laser comprenant au moins deux modules laser ainsi que des moyens de couplage propres à coupler les faisceaux laser issus de chaque module pour délivrer un faisceau laser résultant destiné au traitement d'une surface.

Selon une définition générale de l'invention, il est prévu, en combinaison avec le traitement de surface par laser, d'ajuster les caractéristiques des faisceaux laser issus de chaque module laser pour obtenir un faisceau laser résultant adapté de façon optimale audit traitement de surface par laser.

En pratique, dans l'application recuit de silicium amorphe par laser excimère, le profil temporel de la puissance du faisceau laser résultant comprend un front de montée raide

pour améliorer l'efficacité du chauffage, un palier sensiblement plat correspondant à une profondeur de traitement, choisie afin d'obtenir une fusion totale de la couche de silicium amorphe à ladite profondeur, tout en évitant la fusion du substrat et un front de descente doux pour favoriser la recristallisation.

La présente invention a également pour objet un dispositif de commande d'une source laser, comprenant au moins deux modules laser ainsi que des moyens de couplage propres à coupler les faisceaux laser issus de chaque module pour délivrer un faisceau laser résultant destiné au traitement d'une surface.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le dispositif comprend en outre, en combinaison avec les moyens de traitement de surface par laser, des moyens d'ajustement propres à ajuster les caractéristiques des faisceaux laser issus de chaque module pour obtenir un faisceau laser résultant adapté de façon optimale audit traitement de surface par laser.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description détaillée ci-après et des dessins dans lesquels:

- 25 - la figure 1 représente schématiquement une source laser comprenant trois modules laser montés en série;
- 30 - la figure 2 représente schématiquement une source laser comprenant trois modules laser montés en série avec des miroirs de renvoi et des lentilles de focalisation;
- 35 - la figure 3 représente schématiquement une source laser comprenant trois modules laser amplificateurs montés en parallèle;
- la figure 4 représente schématiquement une source laser à deux modules laser oscillateurs montés en parallèle, l'un des

oscillateurs étant associé en outre à un module amplificateur;

5 - la figure 5 représente schématiquement une source laser à deux modules laser oscillateurs montés en parallèle, chaque module oscillateur étant en outre associé à un module amplificateur;

10 - la figure 6A représente schématiquement les profils temporels de deux faisceaux laser issus chacun d'un module; et

15 - la figure 6B représente schématiquement la profondeur de fusion en fonction du temps de traitement pour les deux profils temporels de laser de la figure 6A.

La description s'appuie, non limitativement, sur une application particulière de la présente invention qui concerne la fabrication d'écrans à cristaux liquides à matrice active, appelés encore AMLCD pour "Active Matrix Liquid Cristal Display", et plus précisément l'étape qui consiste à fabriquer des transistors en polysilicium (Polysilicon Thin Film Transistor, TFT), nécessaires aussi bien à la réalisation des circuits de pilotage de l'écran qu'aux éléments d'affichage.

25 Cette technique consiste à exploiter l'absorption particulièrement forte du silicium dans l'ultra-violet, alors que le verre du substrat est complètement transparent aux mêmes longueurs d'onde. Un faisceau laser pulsé de forte puissance permet d'élever sélectivement la température de la couche de silicium amorphe jusqu'à la fusion, sans affecter le substrat.

35 Le procédé a l'avantage de pouvoir être très rapide (la durée moyenne d'une impulsion d'un laser excimère à 308 nm est seulement de 150 ns). Pour assurer un traitement homogène de grandes surfaces, il est nécessaire d'utiliser un laser excimère à forte puissance, par exemple un laser excimère à

pré-ionisation par rayons X fournissant une puissance effective de 1 kW (c'est-à-dire 10 j x 100 Hz ou 13 j x 80 Hz).

Ce type de laser permet avantageusement d'obtenir un faisceau laser de forte puissance, pulsé avec un taux de répétition relativement faible, ce qui autorise un traitement sur une surface importante, voire jusqu'à l'intégralité de chaque panneau, en une seule impulsion ou passe du laser.

10 Sur la figure 1, le dispositif mettant en oeuvre le procédé de recuit comprend une source laser LA possédant une alimentation (non représentée) et une pluralité de modules laser excimère individualisés en LA1 à LA3. Les modules laser, de forte puissance, sont positionnés et interconnectés de façon
15 à produire un seul faisceau laser de très forte puissance, par exemple 45 J.

Sur la figure 1, les trois têtes laser sont montées en série.

20 La source laser LA1 constitue un oscillateur laser. De façon classique, cet oscillateur laser comporte:

- un matériau ou milieu laser actif capable d'amplifier une onde incidente;

25

- des moyens de pompage optique (non représentés) qui apportent, audit milieu, de l'énergie propre à peupler l'un au moins de ses niveaux d'excitation, afin de réaliser une inversion de population dans le milieu actif; et

30

- un résonateur optique, composé de deux miroirs disposés face à face, qui accumule l'émission induite concentrée sur quelques modes du résonateur.

35 Dans le cas d'un oscillateur laser, l'un des miroirs est à réflexion maximale. Ce miroir est désigné par la référence RM. Diamétralement opposé à celui-ci, le miroir RT est semi-réfléchissant.

Après cet oscillateur LA1, on trouve deux modules amplificateurs laser LA2 et LA3 montés en série. Ces modules amplificateurs ont en principe des cavités qui n'ont pas les miroirs RM et RT (ou pas les mêmes). Ces modules assurent l'amplification en puissance du faisceau qu'ils reçoivent.

La réflexion du miroir RM de l'oscillateur est maximale à la longueur d'onde du laser excimère, ici 308 nm. Le miroir de sortie RT de l'oscillateur LA1 a un coefficient de réflexion de l'ordre de 4 à 40 %.

Les dimensions des modules laser LA1 à LA3 sont approximativement les suivantes, exprimées en mètres.

	LA1	LA2	LA3
exemple 1	0,5	0,5	1
exemple 2	0,5	1	1
exemple 3	1	1	1
exemple 4	1	1,5	1,5
exemple 5	1,5	1,5	1,5

Les distances entre modules tiennent compte des longueurs de cavités, et des durées des impulsions laser pour éviter :

- a) tous dommages aux miroirs, aux hublots,
- b) une auto-absorption du faisceau laser.

L'inconvénient d'une telle source est son encombrement. En effet, une telle mise en série des différents modules nécessite une installation de grande taille.

Une solution (figure 2) consiste à utiliser des miroirs de renvoi et des lentilles de focalisation pour réduire l'encombrement d'une telle source laser.

On retrouve ici les modules LA1, LA2 et LA3 décrits précédemment.

5 La figure 2 se distingue de la figure 1 par le fait d'utiliser des miroirs de renvoi M1, M2, M3 et M4 pour acheminer le faisceau laser résultant sur la cible CIB.

10 Des lentilles de focalisation L1 et L2 sont en outre disposées pour focaliser l'onde lumineuse entre la source LA1 et LA2, pour la lentille L1, et entre la source LA2 et la source LA3, pour la lentille L2.

15 Selon l'invention, des moyens d'ajustement en position ou mécanismes de réglage sont prévus en REG1 entre la source LA1 et LA2, ainsi qu'en REG2 entre la source LA2 et LA3. Le but est d'ajuster la distance entre ces deux modules en fonction du profil temporel laser souhaité que l'on décrira plus en détail ci-après.

20 Selon l'invention, le choix des longueurs des différents modules ainsi que des distances entre les différents modules montés en série permet d'ajuster l'énergie délivrée par le faisceau laser résultant FLAR destiné à être appliqué sur l'échantillon à traiter au niveau du plan CIB.

25

Par exemple, les mécanismes de réglage REG1 et REG2 sont des moyens propres à déplacer les éléments optiques M1, L1, M2 et M3, L2, M4 selon l'axe optique du faisceau laser. Ils permettent par translation parallèle aux axes des faisceaux incidents et émergents de faire varier la longueur du trajet optique entre LA1 et LA2 pour REG1, entre LA2 et LA3 pour REG2.

35 En variante, en référence à la figure 3, les modules laser peuvent être mis en parallèle. Ainsi, on retrouve les trois modules laser LA1 à LA3 décrits précédemment. Ceux-ci jouent tous, ici, le rôle d'oscillateur avec chacun un miroir réflecteur maximal RM et un miroir réflecteur partiel RT. Des moyens de couplage constitués par des miroirs de renvoi MP1,

MP2, MP3 et MP4 permettent de coupler les faisceaux impulsions laser FLA1, FLA2 et FL3 issus de chaque oscillateur pour les amener conjointement vers le plan-cible CIB.

- 5 Avantageusement, un homogénéiseur HO est prévu pour homogénéiser les faisceaux laser issus de chaque module.

De préférence, l'homogénéiseur est celui décrit dans la Demande intitulée "Dispositif optique pour homogénéiser un faisceau laser", déposée par la Demanderesse le même jour que
10 la présente Demande de Brevet sous le N° 95 , et dont le contenu, à toutes fins utiles, fait partie intégrante de la présente Demande.

- 15 D'une façon générale, le dispositif homogénéiseur HO comprend :

- une pluralité de m.n lentilles frontales LF convergentes, jointives, disposées en m lignes et n colonnes, perpendiculairement à la direction de propagation des faisceaux laser
20 issus de chaque module laser, et propres à découper les faisceaux laser à traiter en p.q faisceaux laser ayant chacun une section transversale sensiblement uniforme, et une répartition énergétique sensiblement homogène, p.q étant un
25 sous-multiple de m.n, et

- au moins une lentille de collection LC, convergente, disposée perpendiculairement à la direction de propagation des faisceaux laser à traiter, en aval des lentilles frontales LF selon le sens du cheminement du faisceau laser, ladite
30 lentille de collection étant propre à focaliser dans un plan choisi CIB les faisceaux issus des lentilles frontales.

De préférence, le dispositif homogénéiseur HO comprend deux
35 lentilles de collection LC1 et LC2 mobiles en translation selon l'axe optique, la distance d entre les deux lentilles étant choisie pour adapter selon l'invention la taille et l'énergie du faisceau laser résultant FLAR à l'application choisie.

Sur la figure 4, une variante de la source laser est représentée. On retrouve les modules laser LA1, LA2 et LA3 précédemment décrits.

5 Comparativement à la figure 3, le module LA1 joue, ici, le rôle d'amplificateur au lieu de jouer le rôle d'oscillateur comme décrit en référence à la figure 3. Les modules LA2 et LA1 sont ici mis en série pour produire un faisceau laser impulsif résultant FLA2 destiné à être acheminé vers
10 l'homogénéiseur HO, donc le plan-cible CIB.

L'homogénéiseur HO est prévu pour homogénéiser les faisceaux laser issus du module LA3 produisant le faisceau laser FLA3 ainsi que le faisceau laser FLA2 issus des modules LA2 et LA1
15 mis en série.

Un mécanisme de réglage REG3 est prévu entre le module LA2 et le module LA1 pour ajuster la distance entre les deux modules. Des miroirs de renvoi M4, M5, M6 et M7 acheminent le
20 faisceau laser FLA2 issu du module LA2 pour qu'il traverse le module LA1, et, avec le faisceau laser FLA1, s'achemine vers l'homogénéiseur HO et la cible CIB.

Une lentille de focalisation L3 est avantageusement associée
25 au mécanisme de réglage REG3 pour focaliser le faisceau laser en fonction du déplacement des éléments optiques du système.

Sur la figure 5, on a représenté une source laser à quatre modules laser. Une telle installation est symétrique. Elle se
30 distingue de celle décrite en référence à la figure 4 par le fait de comprendre un module laser amplificateur supplémentaire LA4 mis en série avec le module laser oscillateur LA3 de la figure 4.

35 Dans l'application au recuit de silicium amorphe pour la fabrication d'écrans à cristaux liquides de grande taille, chaque panneau présente des dimensions de l'ordre de 550 x 650 mm. Le faisceau laser résultant a une dimension

adaptée à la taille des panneaux à traiter (en principe égale à celle-ci, ou sous-multiple).

Sur la figure 6A, on a représenté deux profils temporels de l'énergie délivrée par deux faisceaux laser, issus chacun d'un module laser. La densité d'énergie totale de chaque faisceau est de $0,8 \text{ J/cm}^2$. La densité de puissance en mW/cm^2 est représentée sur l'axe des ordonnées, tandis que le temps en ns est représenté sur l'axe des abscisses. Il s'agit de deux profils relatifs à deux faisceaux laser différents. On distingue par exemple que le faisceau laser FLA2 produit une forte énergie plus rapidement que le faisceau laser FLA1.

Sur la figure 6B, on a représenté le résultat d'une simulation numérique du phénomène thermique associé à l'impulsion laser, dans le cas d'un échantillon comportant une couche de 50 nm de silicium amorphe déposé sur quartz. L'épaisseur de la couche fondue en fonction du temps est ainsi représentée et dépend fortement de la forme d'impulsion du faisceau laser utilisé (FLA1 ou FLA2 décrits en référence à la figure 6A).

On constate que le faisceau laser FLA2 comprend un front de montée en puissance 2A qui est plus raide que celui 1A du faisceau laser FLA1.

On observe aussi que le faisceau laser FLA1 comprend un palier en puissance 1B sensiblement plus plat (il correspond à une profondeur de 50 nm) que celui 2B du faisceau laser FLA2. La profondeur de 50 nm correspond à un exemple de l'épaisseur de la couche de silicium amorphe à recuire par laser.

On constate enfin que le faisceau laser FLA1 comprend un front de descente en puissance 1C sensiblement plus doux que celui 2C du faisceau laser FLA2.

Dans l'application recuit de silicium amorphe par laser excimère, le profil temporel du faisceau laser résultant souhaité comprend donc un front de montée en puissance

d'allure raide, pour améliorer l'efficacité du chauffage, un palier en puissance sensiblement plat à une profondeur de traitement choisie pour obtenir une fusion totale de la couche de silicium amorphe à ladite profondeur tout en évitant la fusion du substrat, et un front de descente en puissance de profil décroissant doux pour favoriser la croissance des cristaux.

L'invention prévoit que l'on ajuste les faisceaux laser issus de chaque module laser pour obtenir un faisceau laser résultant présentant un profil temporel du type défini ci-dessus.

Par exemple, les moyens d'ajustement comprennent des moyens de déclenchement propres à déclencher les modules laser avec un décalage temporel choisi.

Dans le cas d'un tandem formé par un module oscillateur laser et un module amplificateur laser agencés en série, le module oscillateur laser est déclenché légèrement avant le module amplificateur laser afin d'amorcer ce dernier, par exemple de quelques nanosecondes pour un faisceau laser impulsif résultant de quelques dizaines de nanosecondes.

Une autre solution selon l'invention consiste à régler les longueurs des modules ainsi que les distances entre les différents modules afin d'obtenir un faisceau laser résultant présentant le profil temporel adapté au traitement de surface. Par exemple, un profil tel que décrit précédemment.

Une autre solution selon l'invention consiste à faire varier l'énergie utilisée par chaque module laser individuel pour que le faisceau laser résultant représente le profil choisi. Les moyens de variation peuvent être des moyens optiques (lames absorbantes, lames polarisantes, réglages de la divergence) et/ou mécaniques (diaphragmes, grilles, guides à transmission variable) et/ou électriques (variation de l'énergie stockée, du déphasage entre la charge des condensateurs de stockage et le déclenchement du tir laser).

Une autre solution selon l'invention consiste à régler la distance d entre les deux lentilles de focalisation de l'homogénéiseur décrit ci-avant.

Revendications

1. Procédé de commande d'une source laser comprenant au moins deux modules laser (LA1, LA2) ainsi que des moyens de couplage propres à coupler les faisceaux laser issus de chaque module pour délivrer un faisceau laser résultant destiné au traitement d'une surface,
- 5
- ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend l'étape suivante, en combinaison avec le traitement de surface par laser:
- 10
- ajuster les caractéristiques des faisceaux laser (FLA1, FLA2) issus de chaque module (LA1, LA2) pour obtenir un faisceau laser résultant adapté de façon optimale audit traitement de surface par laser.
- 15
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le profil temporel du faisceau laser résultant comprend un front de montée en puissance d'allure raide, un palier en puissance sensiblement plat, correspondant à une profondeur de traitement choisie, et un front de descente en puissance sensiblement doux.
- 20
3. Dispositif de commande d'une source laser, comprenant au moins deux modules laser (LA1, LA2) ainsi que des moyens de couplage propres à coupler les faisceaux laser issus de chaque module pour délivrer un faisceau laser résultant destiné au traitement d'une surface,
- 25
- ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre, en combinaison avec les moyens de traitement de surface par laser:
- 30
- des moyens d'ajustement (REG, HO) propres à ajuster les caractéristiques des faisceaux laser issus de chaque module pour obtenir un faisceau laser résultant adapté de façon optimale audit traitement de surface par laser.
- 35

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement sont propres à obtenir un profil temporel du faisceau laser résultant avec un front de montée en puissance sensiblement raide, un palier en puissance sensiblement plat à une profondeur de traitement choisie et un front de descente en puissance sensiblement doux.
- 5
5. Dispositif selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement comprennent des moyens propres à faire varier optiquement et/ou mécaniquement et/ou électriquement l'énergie délivrée par chaque module laser.
- 10
6. Dispositif selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement comprennent des moyens de réglage propres à régler les caractéristiques optiques et/ou géométriques des faisceaux laser issus de chaque module laser.
- 15
7. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la source laser comprend au moins un module amplificateur laser et un module oscillateur laser montés en série.
- 20
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement comprennent des moyens de réglage (REG) propres à régler la longueur des modules laser ainsi que la distance entre les modules amplificateur et oscillateur en fonction de l'application choisie et de l'énergie laser à appliquer.
- 25
9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement comprennent des moyens de déclenchement propres à déclencher les modules oscillateur et amplificateur laser avec un décalage temporel choisi.
- 30
10. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la source laser comprend au moins deux modules oscillateurs laser montés en parallèle.
- 35

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement comprennent des moyens de déclenchement propres à déclencher les deux modules oscillateurs laser avec un décalage temporel choisi.

5

12. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif optique pour homogénéiser (HO) le faisceau laser résultant.

10 13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le dispositif optique homogénéiseur de faisceau laser (HO) comprend :

- une pluralité de m.n lentilles frontales (LF) convergentes, jointives, disposées en m lignes et n colonnes, perpendiculairement à la direction de propagation des faisceaux laser issus de chaque module laser, et propres à découper les faisceaux laser à traiter en p.q faisceaux laser ayant chacun une section transversale sensiblement uniforme, et une répartition énergétique sensiblement homogène, p.q étant un sous-multiple de m.n,

- au moins une lentille de collection (LC), convergente, disposée perpendiculairement à la direction de propagation des faisceaux laser à traiter, en aval des lentilles frontales selon le sens du cheminement du faisceau laser, ladite lentille de collection étant propre à focaliser dans un plan choisi (CIB) les faisceaux issus des lentilles frontales.

30 14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend deux lentilles de collection (LC1 et LC2) mobiles en translation selon l'axe optique, la distance (d) entre les deux lentilles étant choisie pour adapter la taille et l'énergie du faisceau laser résultant à l'application choisie.

35

15. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 14, caractérisé en ce que le traitement de surface est un recuit d'un matériau semi-conducteur du type silicium amorphe.

1/5

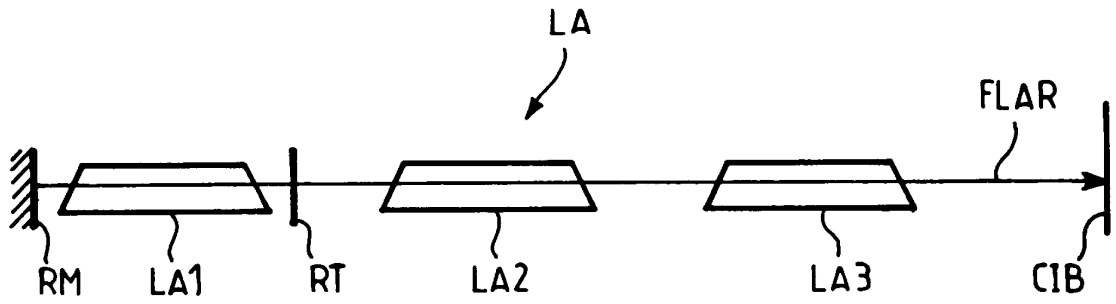


FIG. 1

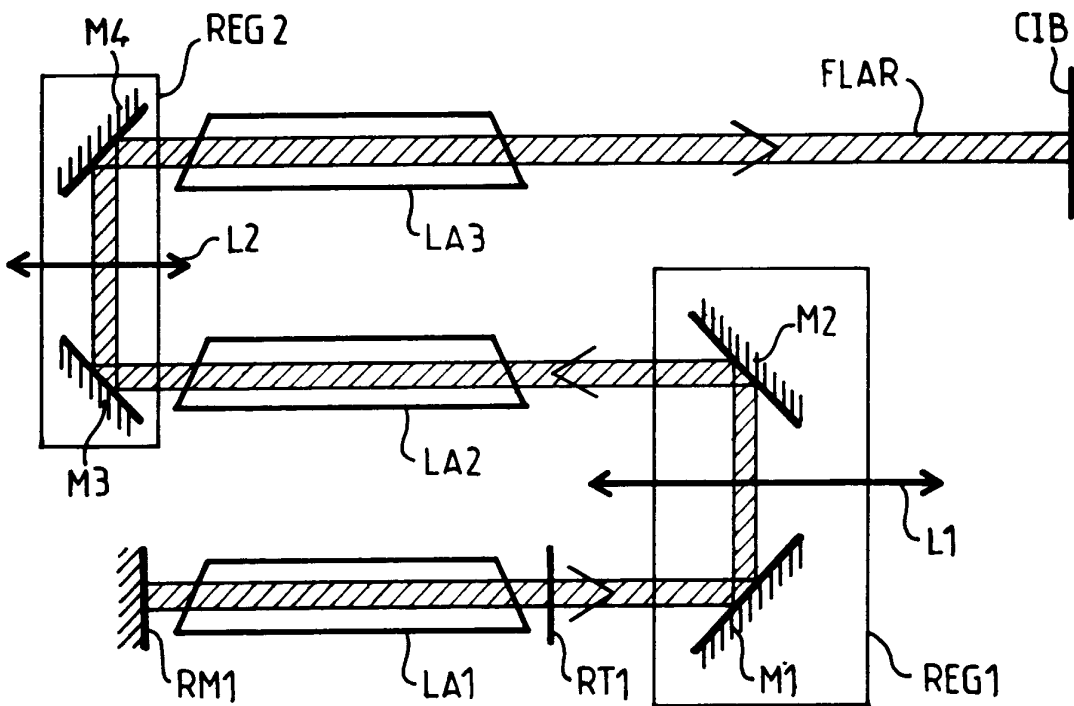


FIG. 2

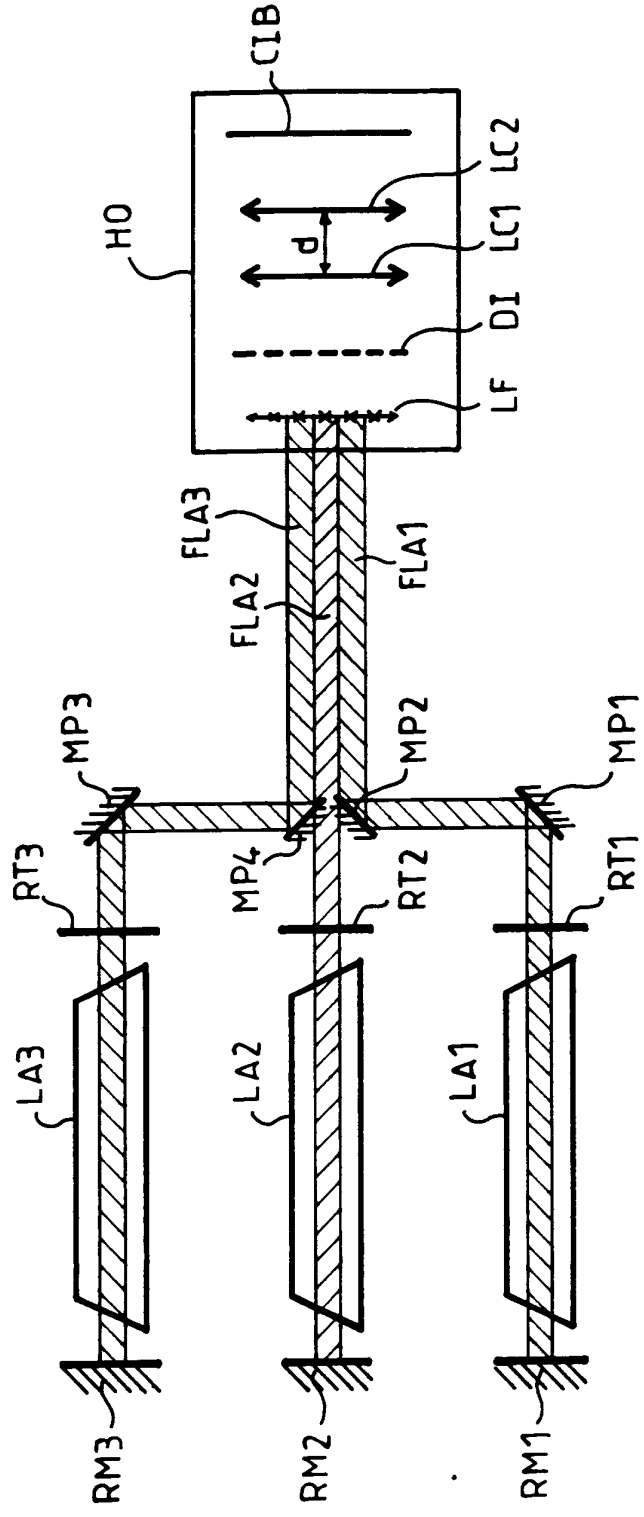


FIG. 3

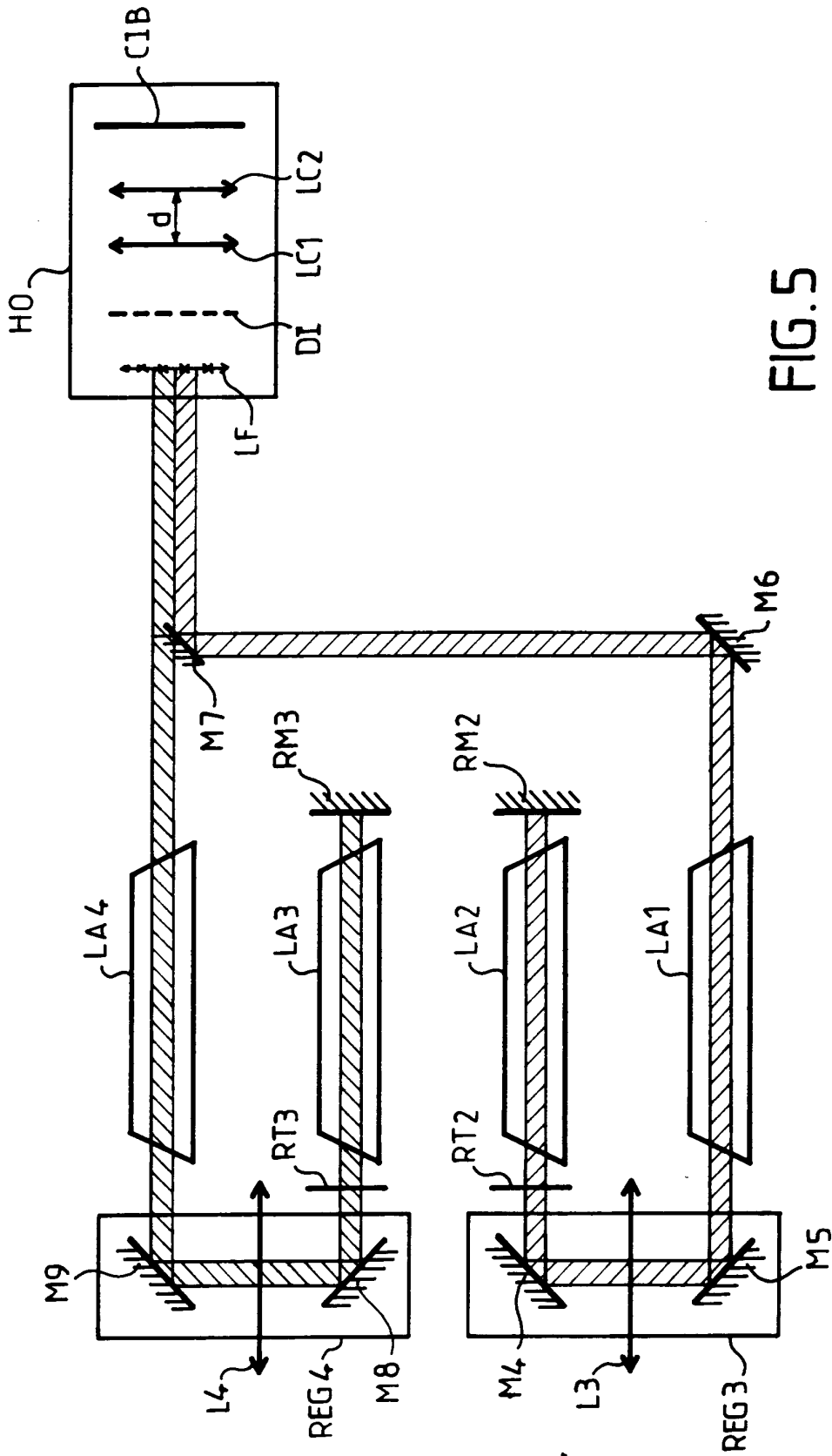


FIG. 5

5/5

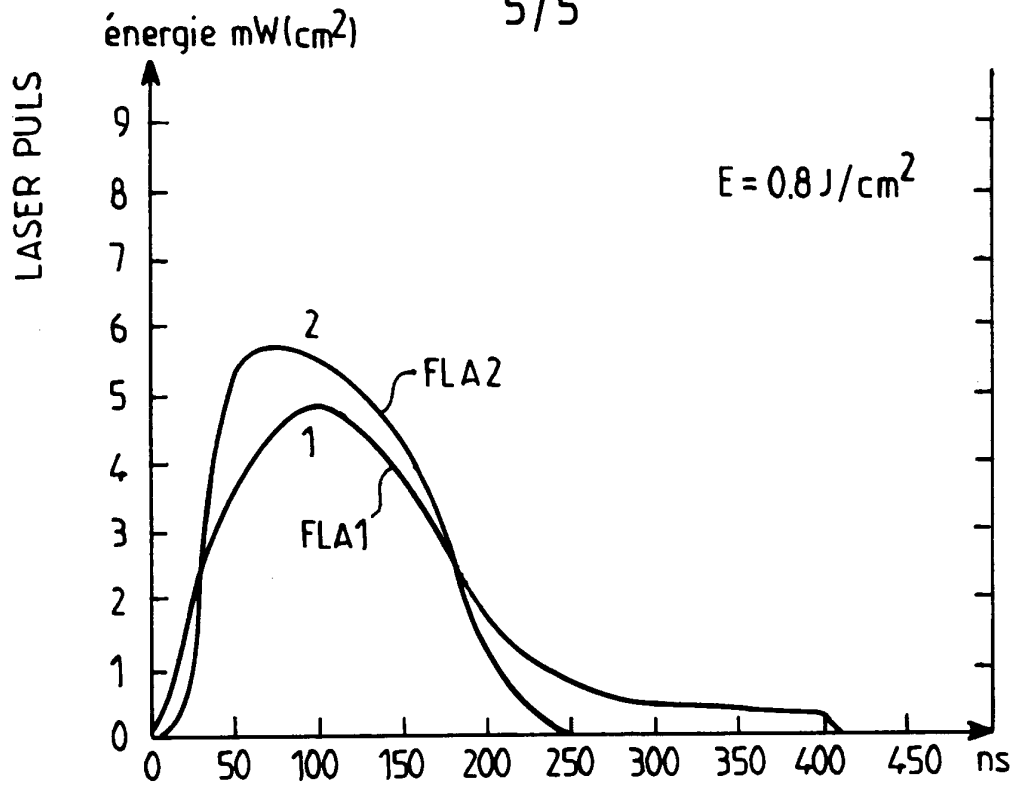


FIG. 6 A

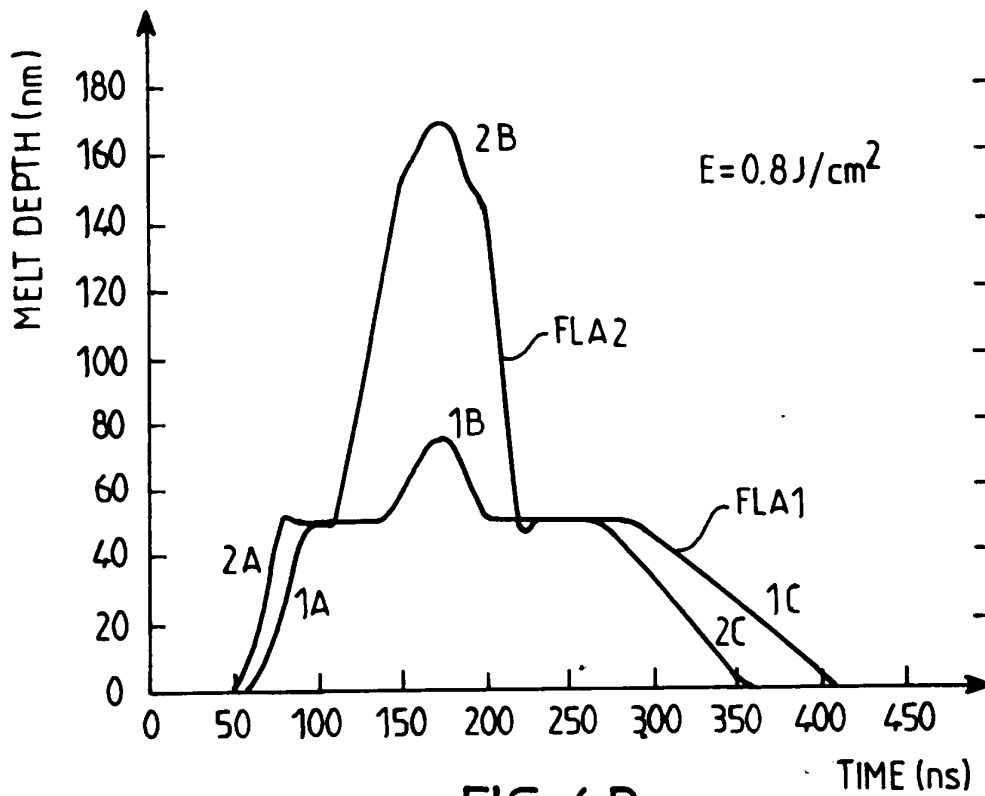


FIG. 6 B

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	NTIS TECH NOTES, no. 8B, Août 1986 SPRINGFIELD, VA US, J.B.LAUDENSLAGER ET AL. 'TIMED MULTIPLE-LASER ARRAY '	1-5,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6) H01S B23K G02B
Y	* le document en entier *	6,7, 12-14	
Y	--- JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, vol. 71, no. 1, 1 Janvier 1992 NEW YORK US, pages 85-93, XP 000270254 D.XENAKIS ET AL. 'LASER-PLASMA X-RAY GENERATION USING AN INJECTION-MODE-LOCKED XeCl EXCIMER LASER' * le document en entier *	6,7	
Y	--- OPTICS LETTERS, vol. 14 , no. 7, Avril 1989 WASHINGTON US, pages 364-366, XP 000052032 M.D.DAWSON ET AL. 'WAVELENGTH-TUNABLE SYNCHRONOUS AMPLIFICATION OF PICOSECOND DYE-LASER PULSES NEAR 1um' * figure 1 *	6	
A	--- WO-A-94 17953 (LUMONICS) * page 7, ligne 4 - ligne 14; figures 1-17 *	12,13	
Y	--- EP-A-0 511 805 (COHERENT) * abrégé; figures 3A,3B *	14	
Y	--- US-A-5 253 110 (Y.ICHIHARA ET AL.) * abrégé; figures 1-12 *	12,13	
X	--- EP-A-0 308 512 (NIPPON STEEL) * le document en entier *	1,3,5, 9-11	
	--- -/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 Avril 1996		Malic, K	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE-A-40 09 859 (FRAUNHOFER) * colonne 2, ligne 61 - colonne 3, ligne 5; revendication 1; figures 1,2 * ---	1,3,5, 9-11
X	DE-A-43 01 689 (DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR LUFT UND RAUMFAHRT) * abrégé; revendications 1-3; figure 1 * ---	1,3,5, 9-11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14 no. 99 (E-893) [4042] ,22 Février 1990 & JP-A-01 302881 (Y.ARATA) 6 Décembre 1989, * abrégé * ---	1,3,5,10
X	WO-A-94 26459 (FRAUNHOFER) * abrégé; figures 1,2 * ---	1,3,5,10
A	US-A-5 293 389 (M.YANO ET AL.) * abrégé; figures 1-9 * -----	1,3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
4 Avril 1996		Malic, K
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>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</p>		

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)