

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 674 031

② N° d'enregistrement national :

92 02999

⑤ Int Cl⁵ : G 02 B 5/10/B 23 K 26/06

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 13.03.92.

⑬ Priorité : 15.03.91 DE 4108484.

⑭ Date de la mise à disposition du public de la demande : 18.09.92 Bulletin 92/38.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑰ Demandeur(s) : DIEHL GMBH & CO Société de droit allemand — DE.

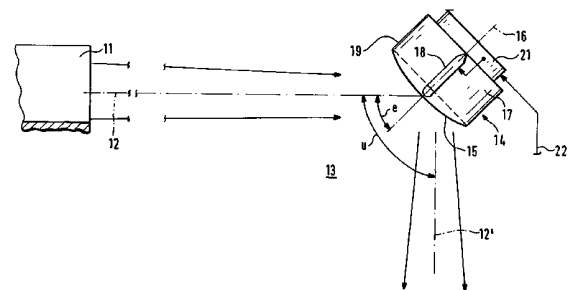
⑱ Inventeur(s) : Warm Berndt.

⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire : Cabinet Pierre Loyer.

① Dispositif de guidage de rayon laser comprenant un miroir de déviation.

② Le dispositif de guidage de rayon laser est muni d'un miroir de déviation (14) ovale dont la surface réfléchissante (15) présente, selon le grand axe, un rayon de courbure (R), plus grand que le rayon de courbure (r) du petit axe. Ce rapport des rayons de courbure (R, r) se maintient automatiquement quand on utilise la surface réfléchissante (15) d'une membrane incurvable comportant une bordure ovale, fixée sur le boîtier de miroir.



FR 2 674 031 - A1



Dispositif de guidage de rayon laser comprenant
un miroir de déviation

L'invention concerne un dispositif de guidage de rayon laser comprenant un miroir de déviation.

5 On connaît un dispositif de guidage de faisceau de ce type par la EP-0 163 207 B1. Il présente plusieurs miroirs de déviation pour des trajets angulaires à 90° du faisceau ou du rayon laser jusque dans une tête de travail dans laquelle la focalisation est produite par une lentille collectrice. Pour des 10 faisceau laser à haute énergie, la focalisation au moyen d'un miroir concave (à peu près selon le brevet US-3.386.767) est cependant plus avantageuse, par ce que celui-ci peut être mieux refroidi par des canaux de refroidissement intégrés, qu'une lentille traversée par 15 un rayonnement. Pour s'opposer à une dérive de l'axe du faisceau, quelques uns des miroirs de déviation peuvent pivoter, comme il est connu par la EP-0 217 077 B1. Pour agir sur la forme du faisceau dans le sens 20 longitudinal et dans le sens transversal, par rapport à la propagation du faisceau, ainsi que pour agir sur les phases ou le front d'onde par l'intermédiaire de la section droite du faisceau, on sait utiliser des miroirs dit adaptables et former ainsi une surface de 25 miroir active sur une membrane, qui peut être voilée ou redressée par application d'une pression de fluide (DE-B 26 31 551 DE/EP-0 039 778 T1), ou sous l'action d'actionneurs en forme de poinçons (EP-A-0 061 719 B1; GB-A-2 2 170 323 A) au moins dans la zone centrale et 30 procurer ainsi une surface de miroir sphérique à rayon de courbure variable ou même une surface ondulée en section.

Cependant, des miroirs sphériques ne peuvent être soumis à un rayonnement que sous un angle 35 d'incidence très faible pour maintenir entre certaines limites l'effet connu sous la dénomination d'astigmatisme, de la fluctuation nuisible du foyer

pour la concentration d'énergie en un point de travail. Cela conduit à des structures de guidage de rayon à angle aigu et par là de grand volume comme à peu près sur la figure 9 de la EP-0 093 005 B1 et ainsi à une augmentation du nombre des miroirs de déviation pour une géométrie de guidage de rayons déterminée, ce qui, eu égard à la dépense de la construction et de l'influence perturbatrice inévitable sur chaque miroir, doit fondamentalement être évité.

10 En raison de la connaissance de ces données, l'objet de l'invention est de procurer un dispositif de guidage de rayon laser du type précité, qui permette, malgré l'utilisation de miroirs sphériques, une déviation à grand angle sans influencer de façon perturbatrice l'astigmatisme et ouvre simultanément une action variable sur le rayon.

15 Ce problème est pour l'essentiel résolu par l'invention en ce que le dispositif de guidage de rayon du type précité comporte au moins un miroir de déviation avec une surface sphérique qui présente des rayons de courbures différents selon des axes orthogonaux, perpendiculairement à la direction de propagation du rayon.

20 D'après cette solution, la surface sphérique du miroir comporte dans le sens de la déviation et perpendiculairement à celle-ci des rayons de courbure différents, qui dans le cas d'une déviation à 90° (donc pour un angle d'incidence de 45° du rayon laser à dévier par rapport à l'axe du miroir), ont exactement un rapport de rayon de 1 : 2. Au contraire du miroir sphérique idéal à symétrie de point médian, une telle surface de miroir qui n'est plus qu'à symétrie axiale est particulièrement simple à réaliser en ce qu'une bordure de la surface de miroir qui peut être convexe ou concave non plus circulaire mais elliptique, voire ovale, est fixée au boîtier du miroir et soumise au moins dans sa zone centrale à une surpression ou à une

dépression, les deux axes de cette surface de miroir ovale présentant également, dans le cas d'une déviation de 90° , un rapport de rayon de 1 : 2.

Ainsi, indépendamment de la déviation instantanée de la surface du miroir (pour une divergence, ou une convergence déterminé du rayon sortant) on assure toujours que, derrière un miroir de focalisation, la distance focale dans tous les axes perpendiculaires au rayon reste régulière et constante, et donc qu'une concentration d'énergie optimale prévue au foyer du miroir est restituée au point d'action.

Des alternatives et des variantes ainsi que différentes caractéristiques et avantages additionnels de l'invention ressortent de la description suivante d'un exemple de réalisation préféré représenté sur le dessin annexé en se limitant à l'essentiel et n'étant pas représenté à l'échelle. Sur les dessins:

La figure 1 représente le trajet du rayon avant et après un miroir de déviation convexe.

La figure 2 représente en vue de dessus la géométrie de sa surface de miroir.

La figure 3 représente le tracé sphérique de la surface du miroir vu selon une coupe le long du petit axe de la surface du miroir selon la figure 2.

La figure 4 représente le tracé sphérique de la surface du miroir vu en coupe le long du grand axe du miroir ovale selon la figure 2.

Le rayon laser 12 délivré par une source de rayonnement est, selon la pratique de l'usinage de matériaux et du travail des matières dévié plusieurs fois au moyen d'un dispositif de guidage de rayon 13, avant d'être focalisé avant la sortie d'une tête de travail. Les miroirs de déviation 14 sont en règle générale des miroirs plans, tandis que la focalisation au moyen d'un miroir sphérique convexe est plus avantageuse, pour des raisons énergétiques, que le passage à travers une lentille collectrice, pour

laquelle de la même manière un exemple de réalisation a été donné au début en tant qu'état de la technique.

Le rayon laser à haute énergie 12 délivré par la source 11 n'est par, en règle générale, au moins à une distance importante de la source 11, rigoureusement cylindrique, il est le plus souvent, dans la pratique, légèrement convergent. Cela peut se compenser sur le trajet du rayon par une surface de miroir 15 sphérique convexe ou être surcompensé par un rayon de sortie légèrement divergent 12'. Un rayon légèrement divergent 12' présente l'avantage d'un grand diamètre de rayon sur le miroir de focalisation situé en aval et ainsi un spot focal de haute énergie dans la zone de travail sur la pièce à usiner (non représentée graphiquement). Il est cependant désavantageux de rechercher cette concentration d'énergie à rechercher sur une petite tache focale (spot) la mieux définie possible, car une surface de miroir sphérique 15, irradiée de façon non coaxiale, conduit à une variation de la distance focale effective en fonction de l'angle d'incidence e , et par conséquent à un élargissement du spot au delà de la forme ponctuelle idéale. Lors de l'apparition de ce phénomène, connu dans l'optique géométrique sous le nom d'astigmatisme, il apparaît dans une direction perpendiculaire à la direction de propagation du rayon 12, 12', un raccourcissement de la distance focale en fonction du cosinus de l'angle d'incidence e et, perpendiculairement à celle-ci, une variation de la distance focale en fonction de la valeur inverse du cosinus de l'angle d'incidence e . Lors de la transmission de l'énergie du faisceau laser au point d'action sur une pièce à usiner, ces effets de défocalisation ne peuvent être négligés que pour des angles d'incidence e minimaux, mais pas pour des déviations de 90° (correspondant à un angle d'incidence e de 45°) comme cela se produit dans la pratique des dispositifs de guidage de faisceau 13

comportant des têtes de rayonnement qui doivent nécessairement présenter des degrés de liberté de mouvement les plus nombreux possibles, si l'on utilise pour la compensation des déformations du faisceau un miroir de déviation sphérique 14 à la place d'une surface de miroir de déviation plane.

Cependant l'effet de défocalisation de l'astigmatisme est écarté quand la surface de miroir sphérique 15 n'est pas incurvée selon une symétrie ponctuelle médiane mais comporte des rayons de courbure différents dans les plans de deux axes orthogonaux perpendiculaires à l'axe du miroir 16, donc, quand elle est incurvée, chaque fois de façon asymétrique par rapport à ces axes x et y . En particulier, l'astigmatisme se compense précisément lorsque l'angle d'incidence moyen e entre l'axe du rayon laser 12 et l'axe du miroir 16 atteint, pour un angle de déviation u de 90° , exactement une valeur de 45° , et lorsque le rayon de courbure le plus grand R de cette surface de miroir est exactement le double du petit rayon de courbure r orienté perpendiculairement à celle-ci.

On peut fabriquer de façon très précise sur une machine à commande numérique, un miroir sphérique bombé symétriquement, non par rapport à son centre mais par rapport à ses axes orthogonaux ; (concave ou convexe). Dans la pratique, il suffit cependant d'une surface de miroir approximativement sphérique 15, comme elle se forme, en respectant le rapport des rayons, quand une surface de miroir 15 prise le long de sa bordure ovale 20, est soumise au moins dans sa partie centrale à une pression ou une traction. Cela peut se faire au moyen d'un milieu de pression fluide qui est placé dans l'espace clos 17 du miroir 14, derrière sa surface de miroir incurvée 15 en surpression ou en dépression. Il est plus simple, selon le schéma de principe de la figure 1, d'incurver plus ou moins fortement la zone médiane de la surface du miroir 15 par l'action d'un

poinçon actionné par fluide ou d'un vérin électrique 18 (avantageusement sous forme d'un élément de réglage piézo-électrique). Si donc cette surface de miroir déformable et fixée le long de sa bordure 20 représente un ovale, alors la contrainte de compression ou de traction centrale conduit à des rayons de courbure correspondants différents R , r , dans la direction du grand axe x et du petit axe y , (figure 2). Egalement, sans que la surface du miroir ovale 15 comporte une bordure 20 exactement elliptique, on obtient pour le grand rayon de courbure R le double de la valeur du petit rayon de courbure r , quand le demi-grand axe b , mesuré de la même manière dans le sens longitudinal x , est le double du demi-petit axe a mesuré perpendiculairement à celui-ci. Ainsi, pour un miroir de déviation 14 à 90° avec une surface de miroir 14 légèrement sphérique, pour la compensation de la convergence du rayon se produisant sur le trajet de guidage du rayon, l'effet perturbant en soi de l'astigmatisme selon l'exemple de réalisation préféré de la présente invention est tout à fait simple à éliminer complètement, du fait qu'une surface de miroir 15 ovale pouvant être incurvée de rapport d'axes 1 : 2 est montée sur le boîtier de miroir 19. Le rapport recherché et ainsi réalisé de également 1 : 2 pour les rayons de courbure r , R se règle automatiquement et se maintient également, indépendamment du degré de courbure de la surface de miroir 15. Car celle-ci peut varier par le fonctionnement de l'actionneur 18 depuis un circuit de commande 21 en fonction des informations d'optimisation 22, afin de régler, par exemple, une surface de foyer optimale pour un programme de travail déterminé, en ce que l'on agit par l'intermédiaire de la surface de miroir de déviation incurvable 15, sur la géométrie de propagation du rayon 12' avant le miroir de focalisation proprement dit.

REVENDEICATIONS

1. - Dispositif de guidage de rayon laser (13) comportant un miroir de déviation (14), caractérisé en ce qu'au moins un miroir de déviation (14) comporte une surface sphérique (15) qui présente des rayons de courbure différents (r , R) dans la direction d'axes orthogonaux (x , y), perpendiculairement à la direction de propagation du rayon(12).

2. - Dispositif de guidage de rayon selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un rayon de courbure (R) est le double de l'autre rayon de courbure (r) quand on recherche un angle de déviation de rayon (u) de 90° avec un angle d'incidence (e) de 45° par rapport à l'axe du miroir (16).

3. - Dispositif de guidage de rayon selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le miroir de déviation (14) est muni d'une surface de miroir (15) incurvable qui est fixée le long de sa bordure ovale (20) sur le boîtier de miroir (19).

4. - Dispositif de guidage de rayon selon la revendication 3, caractérisé en ce que dans l'espace inférieur (17) du boîtier, derrière la surface de miroir (15), est prévu un agent agissant par pression ou traction au moins dans la région centrale de la surface de miroir.

5. - Dispositif de guidage de rayon selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'un actionneur (18) est disposé derrière la surface du miroir (15).

6. - Dispositif de guidage de rayon selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que la bordure ovale (20) de la surface de miroir (15) présente orthogonalement à son demi-petit axe (a), un demi-grand axe de longueur double (b)

