

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 531 282

(21) N° d'enregistrement national :

82 13322

(51) Int Cl³ : H 01 S 3/09.

(12)

DEMANDE DE CERTIFICAT D'ADDITION À UN BREVET D'INVENTION

A2

(22) Date de dépôt : 30 juillet 1982.

(37) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 5 du 3 février 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés : 1^{re} addition au brevet 73 32156 pris le 6 sep-
tembre 1973.

(71) Demandeur(s) : COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRI-
CITE, Société anonyme. — FR.

(72) Inventeur(s) : Bernard Lavarini.

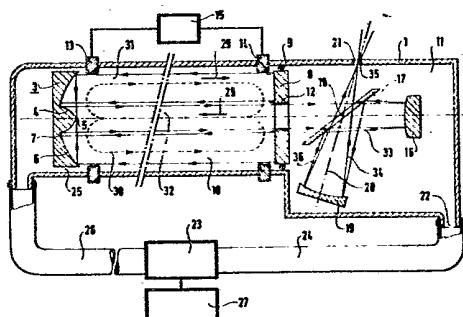
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Christian Lheureux.

(54) Oscillateur laser à flux gazeux.

(57) Il comporte une cavité optique comprenant, alignés sur un
axe 2, un miroir en W 3 muni de deux surfaces coniques 4, 6
inclinées en sens inverse, un miroir plan 8 muni d'une ouver-
ture axiale, opposé au miroir en W, un miroir convexe 16
recevant le rayonnement oscillant provenant du miroir en W 3
à travers l'ouverture du miroir plan 8 et un miroir percé 17
disposé entre le miroir plan 8 et le miroir convexe 16, et
incliné sur l'axe 2 pour extraire l'énergie laser.

Application à l'usinage laser.



FR 2 531 282 - A2

D

Oscillateur laser à flux gazeux

La présente invention concerne un oscillateur laser à flux gazeux ayant fait l'objet d'un brevet principal déposé sous le numéro 73 32156, le 6 septembre 1973.

5 Selon la revendication 1 du brevet principal, l'oscillateur laser comporte

- une enceinte allongée suivant un axe,
- un premier réflecteur disposé à une extrémité de l'enceinte,
- un deuxième réflecteur disposé à l'intérieur de l'enceinte en regard du premier réflecteur, les bords de ce deuxième réflecteur étant fixés de manière étanche sur les parois de l'enceinte de façon à former dans celle-ci une première chambre entre les premier et deuxième réflecteurs et une deuxième chambre entre le deuxième réflecteur et l'autre extrémité de l'enceinte, le deuxième réflecteur comportant une ouverture mettant en communication les première et deuxième chambres,
- des moyens pour introduire un gaz actif laser dans la deuxième chambre, le gaz traversant l'ouverture du deuxième réflecteur, la section de cette ouverture et la pression de gaz étant choisies pour former un écoulement tourbillonnaire dans la première chambre,
- 20 - des moyens pour faire sortir le gaz de la première chambre
- et deux électrodes disposées dans la première chambre et connectées à une source de courant électrique pour établir une décharge électrique dans le gaz actif, de façon à créer un rayonnement lumineux se réfléchissant sur les premier et deuxième réflecteurs.

25 Dans cet oscillateur, la cavité optique résonnante est formée par les premier et deuxième réflecteurs. Le faisceau laser de sortie passe dans l'ouverture du deuxième réflecteur et sort de l'enceinte en traversant une fenêtre transparente ménagée dans la paroi de la deuxième chambre. Mais le rayonnement lumineux oscillant dans la 30 cavité n'intéresse pas une portion importante de la zone cylindrique axiale de la première chambre dont la section correspond à l'ouverture du deuxième réflecteur : il en résulte une perte de puissance de sortie appréciable.

Pour remédier à cet inconvénient, on a proposé d'utiliser une 35 cavité dite "multipassage" comportant une pluralité de réflecteurs

(par exemple 1⁴) répartis en deux groupes. Un rayonnement oscillant s'établit entre ces réflecteurs suivant un faisceau en ligne brisée traversant la quasi totalité du volume interne de la première chambre. Mais cette disposition entraîne des pertes lumineuses importantes par 5 réflexion sur les nombreux miroirs de la cavité : l'augmentation de puissance de sortie est donc beaucoup moins importante que celle attendue.

La présente invention a pour but d'apporter un perfectionnement à l'oscillateur laser selon le brevet principal, de façon à augmenter 10 la puissance de sortie de façon très appréciable.

Elle a pour objet un oscillateur laser à flux gazeux selon la revendication 1 du brevet principal, comportant

- une enceinte allongée suivant un axe,
- un premier réflecteur disposé à une extrémité de l'enceinte,
- 15 - un deuxième réflecteur disposé à l'intérieur de l'enceinte en regard du premier réflecteur, les bords de ce deuxième réflecteur étant fixés de manière étanche sur les parois de l'enceinte de façon à former dans celle-ci une première chambre entre les premier et deuxième réflecteurs et une deuxième chambre entre le deuxième réflecteur et l'autre extrémité de l'enceinte, le deuxième réflecteur comportant une ouverture mettant en communication les première et deuxième chambres,
- des moyens pour introduire un gaz actif laser dans la deuxième chambre, le gaz traversant l'ouverture du deuxième réflecteur, la section de cette ouverture et la pression de gaz étant choisies pour 20 former un écoulement tourbillonnaire dans la première chambre,
- des moyens pour faire sortir le gaz de la première chambre
- et deux électrodes disposées dans la première chambre et connectées à une source de courant électrique pour établir une décharge électrique dans le gaz actif, de façon à créer un rayonnement lumineux se 25 réfléchissant sur les premier et deuxième réflecteurs,
- le premier réflecteur comporte, du centre à la périphérie, successivement une première et une deuxième surfaces réfléchissantes sensiblement coniques, celles-ci étant coaxiales suivant ledit axe et inclinées par rapport au plan normal à l'axe, en sens inverse l'une de l'autre, le deuxième réflecteur étant plan et centré sur l'axe, ladite 30
- 35

ouverture étant axiale, de manière qu'un premier faisceau annulaire du rayonnement lumineux, provenant du deuxième réflecteur, soit réfléchi successivement sur la deuxième et la première surfaces coniques afin de former autour de l'axe un deuxième faisceau cylindrique occupant 5 sensiblement tout le volume axial laissé libre par le premier faisceau annulaire, le deuxième faisceau pénétrant dans la deuxième chambre à travers l'ouverture du deuxième réflecteur
- et qu'il comporte
• un troisième réflecteur convexe centré sur l'axe et disposé dans la 10 deuxième chambre de façon à réfléchir le deuxième faisceau cylindrique suivant un troisième faisceau divergent coaxial
• et un quatrième réflecteur plan disposé sur l'axe entre les deuxième 15 et troisième réflecteurs, ce réflecteur étant muni d'une percée centrale et étant incliné par rapport au plan normal à l'axe de façon d'une part que le deuxième faisceau et une partie axiale du troisième faisceau traverse la percée et d'autre part que la partie périphérique restante du troisième faisceau soit réfléchie par le quatrième réflecteur suivant un quatrième faisceau
les premier, deuxième, troisième et quatrième réflecteurs, constituant 20 une cavité résonnante instable capable d'amplifier le rayonnement lumineux de façon à créer l'effet laser, le quatrième faisceau constituant le rayonnement laser, ladite enceinte comportant des moyens pour laisser sortir le rayonnement laser.

Des formes particulières d'exécution de l'objet de la présente 25 invention sont décrites ci-dessous, à titre d'exemple, en référence au dessin annexé dans lequel la figure unique représente un mode de réalisation de l'oscillateur laser selon l'invention.

Sur cette figure est visible une enceinte 1 de forme générale cylindrique suivant un axe 2. Au voisinage d'une extrémité de 30 l'enceinte est disposé un miroir 3, de type appelé AXICON. Ce miroir comporte dans sa partie centrale une surface réfléchissante 4 sensiblement conique de sommet 5 et dans sa partie périphérique une surface réfléchissante sensiblement tronconique 6. Ces surfaces 5 et 6 sont de révolution autour de l'axe 2, se raccordent entre elles 35 suivant un cercle 7 et sont inclinées, par rapport au plan normal à

l'axe 2, en sens inverse l'une de l'autre, de façon à présenter un profil en W ainsi qu'il est visible sur la figure.

A l'intérieur de l'enceinte 1 est disposé un miroir plan 8 centré sur l'axe 2 et en regard du miroir 3. Les bords du miroir 8 sont fixés 5 à l'aide d'un joint torique 9 sur la paroi interne de l'enceinte 1, de manière à former dans l'enceinte, entre les miroirs 3 et 8, une chambre 10, le reste du volume de l'enceinte constituant une chambre 11. Le miroir 8 a la forme d'un anneau et une tuyère 12 est fixée suivant l'axe 2 sur la surface cylindrique interne de l'anneau. 10 Le diamètre du col de la tuyère 12 est sensiblement égal au diamètre du cercle 7.

A l'intérieur de la chambre 10 sont disposées deux électrodes annulaires 13 et 14, au voisinage respectivement des miroirs 3 et 8. 15 Les deux bornes d'une source électrique 15 à haute tension continue sont reliées respectivement aux électrodes 13 et 14.

A l'intérieur de la chambre 11 est disposé un miroir convexe 16 centré sur l'axe 2. La surface réfléchissante du miroir 16 est tournée vers le miroir 3. Un miroir 17 comportant une percée centrale 18 est disposé entre les miroirs 8 et 16, incliné sur l'axe 2. A l'intérieur 20 de la chambre 11 est disposé un miroir concave 19 centré sur un axe transversal 20 passant à travers la percée 18. La paroi de l'enceinte entourant la chambre 11 comporte un orifice 21 disposé sur l'axe 20.

La chambre 11 comporte une ouverture 22 reliée à la sortie d'un compresseur 23 par une gaine 24. La chambre 10 comporte des 25 ouvertures 25 situées entre les bords du miroir 3 et la paroi de l'enceinte 1. Les ouvertures 25 sont reliées à l'entrée du compresseur 23 par des gaines 26. le compresseur 23 est relié à un réservoir de gaz 27.

L'oscillateur laser décrit ci-dessus et représenté sur la figure 30 fonctionne de la manière suivante.

On met en marche le compresseur 23 pour introduire dans la chambre 11 un mélange de gaz carbonique, d'azote et d'hélium provenant du réservoir 27. Ce gaz pénètre dans la chambre 10 à travers la tuyère 12.

35 De préférence, l'admission du mélange gazeux est réglée de façon

que la pression dans la chambre 11 s'établisse un peu au dessus de la pression atmosphérique ambiante. Par exemple, la pression ambiante étant de 1013 millibars, la pression dans la chambre 11 est de 1028 millibars. La tuyère 12 provoque une dépression gazeuse dans la 5 chambre 10 soumise à l'aspiration du compresseur 23 à travers les ouvertures 25. La pression dans la chambre 10 peut s'établir à 130 millibars environ.

La section des ouvertures de sortie de la chambre 10, la section 10 du col de la tuyère 12, la pression du mélange gazeux dans la chambre 11, le diamètre de la chambre 10 et la distance entre les réflecteurs 3 et 8 sont choisis de manière que le flux gazeux, qui 15 s'établit dans le sens de la flèche 28 dans la zone axiale de la chambre 10 à la sortie de la tuyère 12, soit déplacé vers les parois latérales de la chambre 10 lorsqu'il arrive devant le réflecteur 3, et 20 s'écoule ensuite dans le sens de la flèche 29 au voisinage des parois de la chambre 10, de façon à créer un écoulement tourbillonnaire 30.

On met en marche la source 15, ce qui provoque dans la chambre 10 25 entre les électrodes 13 et 14, une décharge électrique particulièrement stable et homogène dans le gaz actif soumis à l'écoulement tourbillonnaire 30.

Les réflecteurs 8, 3, 16 et 17 constituent une cavité optique 30 résonnante instable dans laquelle s'établit un rayonnement lumineux oscillatoire. Ce rayonnement comprend un faisceau cylindrique annulaire 31 renvoyé sur lui-même par le miroir 8 et réfléchi 25 successivement sur les surfaces 6 et 4 du miroir 3 pour former un faisceau cylindrique axial 32 parallèle au faisceau 31 et en sens inverse.

Les génératrices des surfaces de révolution sensiblement 35 coniques 4 et 6 du miroir 3 ne sont pas en pratique des segments de droite, mais sont constituées par des courbes quasi rectilignes dont le profil est déterminé de façon que le faisceau 32 soit rigoureusement parallèle au faisceau 31. La réalisation pratique de ces profils non linéaires exige en pratique un usinage du réflecteur 3 à l'aide d'un outil en diamant.

35 Comme le diamètre du col de la tuyère 12 est sensiblement égal au

diamètre du cercle 7 constituant la jonction entre les surfaces 4 et 6 du miroir 3, le faisceau 32 passe juste à travers le col de la tuyère 12 pour être réfléchi par le miroir 16. De plus, ce faisceau 32 occupe sensiblement tout le volume axial de la chambre 10 laissé libre par le faisceau annulaire 31.

La percée 18 du miroir 17 est réalisée de façon à laisser juste passer le faisceau 32. Le miroir convexe 16 réfléchit le faisceau 32 suivant un faisceau légèrement divergent 33. La face du miroir 17 tournée vers le miroir 16 réfléchit donc une partie périphérique du faisceau 33, cette partie 36 constituant le faisceau laser de sortie. Dans le mode de réalisation représenté sur la figure, le faisceau 36 est renvoyé en sens inverse par le miroir concave 19 pour former un faisceau 34 qui traverse l'ouverture 18 du miroir 17 et converge en un point 35 situé dans l'orifice 21 de la paroi de l'enceinte 1. Cet orifice dont le diamètre peut être de l'ordre de 3 millimètres permet à l'énergie laser de sortir de l'enceinte.

Comme les faisceaux 31 et 32 occupent, sans se recouper, sensiblement tout le volume utile de la chambre à décharge 10, l'énergie laser de sortie est sensiblement augmentée par rapport à celle délivrée par l'oscillateur selon le brevet principal. D'autre part, la cavité instable du laser selon l'invention fonctionne à l'aide d'un nombre relativement faible de miroirs, ce qui permet de diminuer de façon importante les pertes d'énergie résultant de l'utilisation de cavités multipassage. La stabilité angulaire du faisceau délivré par l'oscillateur selon l'invention est plus facile à réaliser que dans les lasers utilisant ces cavités multipassage. La cavité instable permet d'obtenir un faisceau de sortie monomode ce qui présente des avantages dans certaines applications. Enfin la sortie du faisceau laser par un orifice de l'enceinte permet de supprimer les pertes par réflexion et absorption dans la fenêtre transparente généralement utilisée dans l'art antérieur. Ce résultat est obtenu au prix d'une perte de gaz qui peut être très faible si la pression gazeuse dans l'enceinte au voisinage de cet orifice est à peine supérieure à la pression atmosphérique ambiante.

L'oscillateur laser selon la présente invention peut être

- 7 -

utilisé, pour réaliser des laser industriels, par exemple des lasers d'usinage.

5

10

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

- 1/ Oscillateur laser à flux gazeux selon la revendication 1 du brevet principal, comportant
- une enceinte allongée (1) suivant un axe (2),
 - 5 - un premier réflecteur (3) disposé à une extrémité de l'enceinte,
 - un deuxième réflecteur (8) disposé à l'intérieur de l'enceinte en regard du premier réflecteur, les bords de ce deuxième réflecteur étant fixés de manière étanche sur les parois de l'enceinte de façon à former dans celle-ci une première chambre (10) entre les premier et
 - 10 deuxième réflecteurs et une deuxième chambre (11) entre le deuxième réflecteur et l'autre extrémité de l'enceinte, le deuxième réflecteur comportant une ouverture mettant en communication les première et deuxièmes chambres,
 - des moyens (27, 23, 24) pour introduire un gaz actif laser dans la
 - 15 deuxième chambre (11), le gaz traversant l'ouverture du deuxième réflecteur (8), la section de cette ouverture et la pression de gaz étant choisies pour former un écoulement tourbillonnaire (30) dans la première chambre,
 - des moyens (23, 26, 25) pour faire sortir le gaz de la première
 - 20 chambre (10)
 - et deux électrodes (13, 14) disposées dans la première chambre et connectées à une source de courant électrique (15) pour établir une décharge électrique dans le gaz actif, de façon à créer un rayonnement lumineux se réfléchissant sur les premier et deuxième réflecteurs,
 - 25 caractérisé en ce que
 - le premier réflecteur (3) comporte, du centre à la périphérie, successivement une première (4) et une deuxième (6) surfaces réfléchissantes sensiblement coniques, celles-ci étant coaxiales suivant ledit axe (2) et inclinées par rapport au plan normal à l'axe,
 - 30 en sens inverse l'une de l'autre, le deuxième réflecteur (8) étant plan et centré sur l'axe, ladite ouverture étant axiale, de manière qu'un premier faisceau annulaire (31) du rayonnement lumineux, provenant du deuxième réflecteur (8), soit réfléchi successivement sur la deuxième (6) et la première (4) surfaces coniques afin de former autour de l'axe

un deuxième faisceau cylindrique (32) occupant sensiblement tout le volume axial laissé libre par le premier faisceau annulaire (31), le deuxième faisceau pénétrant dans la deuxième chambre (11) à travers l'ouverture du deuxième réflecteur (8)

5 - et qu'il comporte

• un troisième réflecteur convexe (16) centré sur l'axe (2) et disposé dans la deuxième chambre (11) de façon à réfléchir le deuxième faisceau cylindrique (32) suivant un troisième faisceau (33) divergent coaxial

10 • et un quatrième réflecteur plan (17) disposé sur l'axe (2) entre les deuxième (8) et troisième (16) réflecteurs, ce réflecteur (17) étant muni d'une percée centrale (18) et étant incliné par rapport au plan normal à l'axe de façon d'une part que le deuxième faisceau (32) et une partie axiale du troisième faisceau (33) traverse la percée (18) et d'autre part que la partie périphérique restante du troisième faisceau 15 (33) soit réfléchie par le quatrième réflecteur suivant un quatrième faisceau (36)

les premier, deuxième, troisième et quatrième réflecteurs (3, 8, 16, 20 17) constituant une cavité résonnante instable capable d'amplifier le rayonnement lumineux de façon à créer l'effet laser, le quatrième faisceau (36) constituant le rayonnement laser, ladite enceinte (1) comportant des moyens (21) pour laisser sortir le rayonnement laser.

2/ Oscillateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un cinquième réflecteur (19) concave disposé pour concentrer en un point (35) l'énergie du rayonnement laser (36) suivant un 25 cinquième faisceau (34).

3/ Oscillateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens pour laisser sortir le rayonnement laser comportent un orifice (21) ménagé dans la paroi de l'enceinte entourant la deuxième chambre, le point de concentration (35) de l'énergie du rayonnement laser étant 30 disposé dans cet orifice, lesdits moyens pour introduire le gaz actif dans la deuxième chambre (11) étant capables de maintenir dans cette chambre une pression de gaz actif légèrement supérieure à la pression gazeuse à l'extérieur de l'enceinte, au voisinage de l'orifice (21).

4/ Oscillateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le 35 cinquième réflecteur (19) est disposé de façon que le cinquième

faisceau (34) traverse la percée (18) du quatrième réflecteur (17), celui-ci étant situé entre le cinquième réflecteur (19) et le point de concentration (35).

5/ Oscillateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une tuyère (12) traversant le deuxième réflecteur (8) pour créer une dépression gazeuse dans la première chambre (11), ladite ouverture axiale étant constituée par le col de la tuyère.

10 6/ Oscillateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens pour introduire le gaz actif dans la deuxième chambre et pour faire sortir le gaz de la première chambre comportent un compresseur (23) dont l'entrée est reliée à la première chambre (10) et la sortie à la deuxième chambre (11).

7/ Oscillateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz actif laser est un mélange d'azote, de gaz carbonique et d'hélium.

1/1

