

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

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

2 554 982

②1 N° d'enregistrement national :

83 18201

⑤1 Int Cl⁴ : H 01 S 3/02, 3/22.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16 novembre 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 20 du 17 mai 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

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

⑦2 Inventeur(s) : Franck Collier et Marc Maillet.

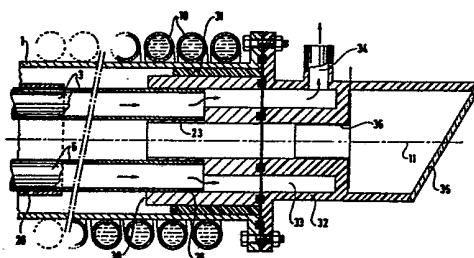
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Danièle Laroche, SOSPI.

⑤4 Cathode creuse pour laser à vapeur métallique et laser en faisant application.

⑤7 Cathode creuse pour laser à vapeur métallique, caracté-
risée par le fait qu'elle comporte une pluralité de tubes 3, 6
parallèles entre eux, destinés à être parcourus par un fluide de
refroidissement et constitués au moins superficiellement par le
métal destiné à réaliser l'effet laser, par exemple le cuivre,
l'argent, l'or, le cadmium.

L'invention s'applique notamment aux lasers destinés à pro-
duire de la lumière blanche.



FR 2 554 982 - A1

Cathode creuse pour laser à vapeur métallique et laser en faisant application

La présente invention concerne une cathode creuse pour laser à vapeur métallique et un laser en faisant application.

5 De manière générale, on peut classer les lasers à gaz selon deux types de configuration : les lasers de type "à colonne positive" et les lasers à cathode creuse qui utilisent la partie cathodique de la décharge. Ces derniers ont l'avantage de permettre l'excitation des ions à basse tension (300 volts par exemple) et de délivrer une
10 décharge stable à courant élevé (quelques dizaines d'ampères). Les lasers concernés par la présente invention sont des lasers généralement continus mettant en oeuvre des transferts de charge des ions de gaz rares vers le matériau laser proprement dit. Leurs longueurs d'onde d'émission sont dans le domaine de l'ultraviolet, du
15 visible et de l'infrarouge. Dans le cas particulièrement intéressant du "laser blanc", on obtient l'émission simultanée des trois longueurs d'onde primaires.

On connaît des cathodes creuses en forme de cylindre métallique plein présentant une fente longitudinale le long d'une génératrice, ou
20 encore en forme de cylindre métallique creux perforé.

Cette cathode est située avec une anode dans une enceinte longitudinale contenant le matériau laser et fermée à ses extrémités par des fenêtres à transmission optique.

L'anode et la cathode sont disposées en regard l'une de l'autre
25 de manière à créer une décharge transversale dans un gaz et une émission laser suivant une direction parallèle à l'axe longitudinal de la cathode et de l'enceinte.

Des miroirs laser alignés coaxialement avec les fenêtres de l'enceinte ferment la cavité laser.

30 Pendant le fonctionnement, le milieu laser actif qui est un métal choisi par exemple parmi le cuivre, le cadmium, l'argent ou autre, se trouve dans un réservoir séparé et/ou est déposé sur la cathode. Lorsqu'il est dans un réservoir séparé, il est nécessaire de le chauffer pour le vaporiser. Lorsqu'il est sur la cathode, deux

processus peuvent se produire selon la température de la cathode : la vaporisation du métal et/ou la projection d'atomes du métal dans le gaz par suite du bombardement ionique subi par la cathode creuse. C'est ce dernier processus qui apparaît seul, lorsque la température de la surface de la cathode est inférieure à la température de condensation du métal. Les atomes de métal dispersés dans le gaz sont ensuite ionisés par transfert de charge à partir des ions du gaz rare contenu dans l'enceinte (hélium, argon ou autre). Ceci entraîne à l'usage, d'une part une usure rapide de la surface de la cathode creuse, et d'autre part des dépôts métalliques sur les parties isolantes de l'enceinte.

Tous ces phénomènes ont pour conséquence une mauvaise fiabilité du laser.

Pour limiter le transport de métal, on a proposé de refroidir la surface de la cathode de manière que sa température soit proche de la température de condensation de la vapeur métallique, et qu'il en résulte une rétrodiffusion des atomes métalliques vers la cathode. D'après l'article J. Phys. E : Sci. Instrum. Vol 16, 1983 pages 122, 123, on connaît une structure de cathode creuse associée à un système de refroidissement. Il s'agit d'un tube de cuivre, enroulé en hélice, et susceptible d'être parcouru par une circulation d'eau. Dans le laser, l'hélice est entourée d'une anode cylindrique et les axes de symétrie de l'hélice et de l'anode sont confondus.

Cette cathode présente l'inconvénient d'être difficile à réaliser lorsque l'on souhaite des lasers de grande longueur, supérieure à 60 cm par exemple : on se heurte à un problème d'aplatissement ou d'irrégularités du tube.

En outre, un refroidissement efficace sur une grande longueur ne peut être obtenu ; il est nécessaire de mettre en oeuvre plusieurs hélices juxtaposées, alimentées en eau séparément.

La présente invention a pour but de réaliser une cathode creuse pour laser permettant d'éviter les inconvénients précédents et d'obtenir la stabilité et l'uniformité de la décharge, un rendement satisfaisant et une bonne fiabilité du laser. Elle a également pour but de réaliser, grâce à la cathode creuse précitée, un laser

particulièrement simple et compact avec des dimensions inusitées pour le milieu laser actif (par exemple un cylindre de 8 mm de diamètre et de 1 mètre de long).

5 La présente invention a pour objet une cathode creuse pour laser à vapeur métallique comportant une pluralité de tubes parallèles entre eux, destinés à être parcourus par un fluide de refroidissement et constitués au moins superficiellement par au moins un métal destiné à réaliser l'effet laser : cuivre, argent, or, cadmium, zinc, mercure, strontium, par exemple.

10 Selon un mode de réalisation avantageux les tubes sont arrangés régulièrement autour d'un axe, dit "axe de propagation du faisceau laser".

15 Les extrémités des tubes sont fixées de préférence par brasage dans deux supports métalliques percés suivant les axes des tubes et ledit axe de propagation ; il est prévu que la brasure ne déborde pas sur les tubes.

Lorsque les tubes sont d'une longueur importante, on prévoit de place en place des bagues de renforcement pouvant être soudées sur les tubes.

20 L'invention a également pour objet un laser à vapeur métallique remarquable notamment par le fait qu'il comporte, dans une enceinte remplie d'un gaz rare choisi par exemple parmi l'argon, l'hélium, le néon, une anode reliée à la terre, une cathode creuse alimentée négativement, disposée parallèlement à ladite anode et comportant une pluralité de tubes parallèles entre eux, constitués au moins superficiellement par un métal, choisi par exemple parmi le cuivre, l'argent, l'or, le cadmium, et reliés intérieurement à un dispositif de circulation d'un fluide de refroidissement ; lesdits tubes déterminent un axe de propagation du faisceau laser qui leur est parallèle et sur le trajet duquel sont disposées deux fenêtres de transmission optique
25 fermant ladite enceinte et deux miroirs coaxiaux extrêmes fermant la cavité laser.

De préférence lesdits tubes sont identiques et régulièrement répartis autour dudit axe de propagation.

35 Selon un mode de réalisation avantageux, les extrémités desdits

tubes sont brasées respectivement dans deux supports métalliques percés suivant les axes desdits tubes et ledit axe de propagation ; lesdits supports sont reliés de manière étanche pour les gaz et le fluide de refroidissement à deux flasques extrêmes isolantes percées
5 suivant ledit axe de propagation et connectées audit dispositif de circulation du fluide de refroidissement ; lesdites flasques isolantes constituent des supports pour lesdites fenêtres de transmission optique.

L'anode peut présenter diverses formes ; elle peut être
10 constituée d'une ou plusieurs tiges métalliques parallèles auxdits tubes.

Elle peut également avoir la forme d'une portion de cylindre métallique, ou d'un tube métallique entourant ladite cathode creuse et ayant même axe que l'axe de propagation.

15 Dans ce dernier cas, l'anode forme avantageusement la paroi latérale de l'enceinte du laser et elle peut être refroidie extérieurement par un serpentin parcouru par un fluide de refroidissement.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description suivante d'un mode de réalisation, qui sera faite à l'aide du dessin annexé donné à titre
20 illustratif mais nullement limitatif et dans lequel :

- la figure 1 est une vue partielle très schématique en coupe axiale d'un laser muni d'une cathode selon l'invention,
- la figure 2 est une vue partielle schématique en coupe transversale
25 du laser de la figure 1.

Une anode 1 constituée par un tube métallique d'axe 11, relié électriquement à la masse, forme la paroi latérale de l'enceinte du laser. Cette enceinte de diamètre intérieur égal à 28 mm est refroidie par un serpentin d'eau extérieur 10.

30 La cathode est constituée par plusieurs tubes métalliques disposés régulièrement autour de l'axe 11. Ainsi, on a mis en oeuvre cinq tubes 2, 3, 4, 5, 6 de diamètre extérieur égal à 5 mm et de diamètre intérieur égal à 3 mm. Leur arrangement est tel qu'ils définissent un axe de propagation du faisceau laser confondu avec
35 l'axe 11 ; le diamètre du faisceau prévu est sensiblement égal à 8 mm.

La longueur de la cathode peut atteindre 1 mètre.

Le matériau des tubes est du cuivre recouvert ou non d'un autre métal choisi pour l'obtention de l'effet laser.

La longueur des tubes pouvant atteindre 60 cm à 1 m, il est
5 préférable de disposer de place en place des bagues métalliques 20 de soutien. Ces bagues, pouvant avoir une largeur de 10 mm et une épaisseur de 1 mm, sont soudées aux tubes et n'ont aucune influence néfaste sur la décharge.

Une pièce d'extrémité métallique 30, percée suivant l'axe 11 et
10 les axes des tubes 2 à 6, leur sert de support terminal. Ainsi on voit sur la figure 1 les extrémités 23 et 26 des tubes 3 et 6 brasées dans des ouvertures de la pièce 30. Cette dernière est isolée électriquement de l'anode 1 reliée à la terre, par des manchons isolants 31.

La pièce 30 est fixée de manière étanche à une flasque
15 isolante 32 percée suivant l'axe 11 et définissant une chambre annulaire 33 reliée au circuit 34 d'alimentation en fluide de refroidissement des tubes de la cathode.

La flasque 32 sert avantageusement de support à une fenêtre de
20 transmission optique 35 fermant l'enceinte du laser. La cavité laser est fermée d'une manière connue en soi par deux miroirs d'axe 11. (Selon un mode de réalisation non illustré, les fenêtres fermant l'enceinte font office de miroirs).

Les flasques sont munies d'un dépôt métallique 36 relié
25 électriquement à la masse et qui assure une protection supplémentaire pour les miroirs grâce à l'effet de cataphorèse.

L'enceinte du laser contient un ou plusieurs gaz neutres tels
que l'argon, l'hélium, le néon, sous une pression comprise entre 5 millibars et 40 millibars.

La tension appliquée à la cathode est de l'ordre de 1 KV.

30 Les densités linéaires de courant atteintes sont de l'ordre de 30 A/10 cm.

A titre d'exemple : on a mis en oeuvre dans de l'hélium sous
20 millibars une cathode creuse en cuivre selon l'invention ; son diamètre interne est de 8 mm environ et sa longueur 60 mm. La tension
35 appliquée est de l'ordre de 800 volts et la puissance continue obtenue

est supérieure à 1 watt pour une longueur d'onde de 780 nm. Dans les mêmes conditions opératoires, une cathode creuse à fente de l'art antérieur (2 mm x 6 mm) de même longueur ne permet d'obtenir qu'une puissance moitié de la précédente.

5 La structure de la cathode creuse selon l'invention présente l'avantage d'une grande facilité de réalisation et peut être refroidie très efficacement. Pour des matériaux actifs du genre cadmium, la température de la cathode peut être abaissée au-dessous de la température de condensation de ce corps ; cette possibilité de rétrodiffusion du
10 cadmium vers la cathode joue un rôle essentiel pour la durée de vie du tube laser. En outre, on observe de meilleures performances du laser liées à la stabilité de la décharge même avec des diamètres de faisceau de l'ordre de 8 mm qui n'avaient jamais été obtenus jusqu'à présent.

 La structure selon l'invention, comme la cathode creuse en hélice
15 décrite plus haut, permet de mettre en oeuvre des tensions de décharge plus élevées que celles appliquées aux autres cathodes creuses de l'art antérieur qui étaient de l'ordre de 300 V ; ceci permet d'obtenir une plus grande énergie d'excitation des atomes de cadmium dans le système He-Cd émettant de la lumière blanche ou des atomes de cuivre dans le
20 système Ne-Cu émettant dans l'ultra-violet (250 nm).

 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. On pourra, sans sortir du cadre de l'invention, remplacer tout moyen par un moyen équivalent.

25

30

35

REVENDECATIONS

- 1/ Cathode creuse pour laser à vapeur métallique, caractérisée par le fait qu'elle comporte une pluralité de tubes parallèles entre eux, destinés à être parcourus par un fluide de refroidissement et
5 constitués au moins superficiellement par le métal destiné à réaliser l'effet laser.
- 2/ Cathode creuse selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ledit métal est choisi parmi le cuivre, l'argent, l'or, le cadmium, le zinc, le mercure, le strontium.
- 10 3/ Cathode creuse selon la revendication 1, caractérisée par le fait que lesdits tubes sont arrangés régulièrement autour d'un axe, dit "axe de propagation de laser".
- 4/ Cathode creuse selon la revendication 3, caractérisée par le fait que les extrémités desdits tubes sont brasées sur deux supports percés
15 suivant les axes desdits tubes et ledit axe de propagation.
- 5/ Cathode creuse selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisée par le fait que des bagues de renforcement sont prévues de place en place le long desdits tubes parallèles, bagues percées suivant ledit axe de propagation.
- 20 6/ Laser à vapeur métallique, caractérisé par le fait qu'il comporte, dans une enceinte remplie d'un gaz rare, une anode reliée à la terre, une cathode creuse alimentée négativement, disposée parallèlement à ladite anode et comportant une pluralité de tubes parallèles entre eux, constitués au moins superficiellement par un métal destiné à
25 réaliser l'effet laser, et reliés intérieurement à un dispositif de circulation d'un fluide de refroidissement, lesdits tubes déterminant un axe de propagation du faisceau laser qui leur est parallèle et sur le trajet auquel sont disposées deux fenêtres de transmission optique fermant ladite enceinte et deux miroirs coaxiaux extrêmes fermant la
30 cavité laser.
- 7/ Laser selon la revendication 6, caractérisé par le fait que lesdits tubes sont identiques et régulièrement disposés autour dudit axe de propagation.
- 8/ Laser selon la revendication 6, caractérisé par le fait que les
35 extrémités dudit tubes sont brasées respectivement dans deux supports

métalliques percés suivant les axes desdits tubes et ledit axe de propagation.

5 9/ Laser selon la revendication 8, caractérisé par le fait que lesdits supports sont reliés de manière étanche à deux flasques extrêmes isolantes percées suivant ledit axe de propagation et connectées audit dispositif de circulation du fluide de refroidissement.

10/ Laser selon la revendication 8, caractérisé par le fait que lesdites flasques isolantes constituent des supports pour lesdites fenêtres de transmission optique.

10 11/ Laser selon la revendication 10, caractérisé par le fait que la face interne des flasques est revêtue d'un dépôt métallique relié électriquement à la masse.

15 12/ Laser selon l'une des revendications 6 à 11, caractérisé par le fait que ladite anode est constituée par au moins une tige métallique parallèle auxdits tubes constituant ladite cathode creuse.

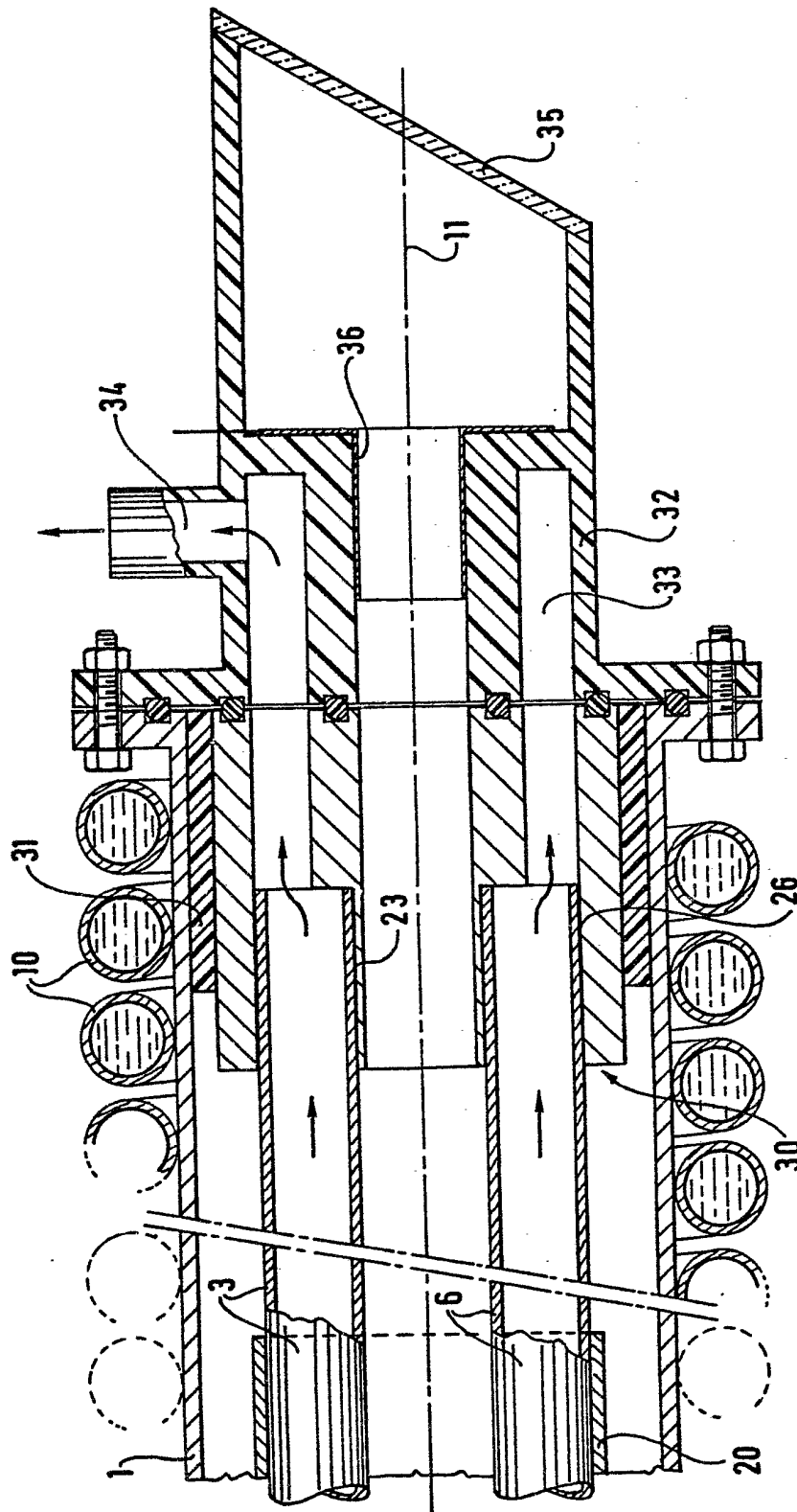
13/ Laser selon l'une des revendications 6 à 11, caractérisé par le fait que ladite anode a la forme d'une portion de cylindre métallique disposée extérieurement à ladite cathode creuse.

20 14/ Laser selon l'une des revendications 6 à 11, caractérisé par le fait que ladite anode est un tube métallique ayant même axe que la cathode et formant la paroi latérale de ladite enceinte.

15/ Laser selon la revendication 14, caractérisé par le fait que ladite anode est refroidie extérieurement par un serpentín parcouru par un fluide de refroidissement.

1/2

FIG. 1



2/2

FIG. 2

