

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 17768

(54) Laser à impulsion à vapeurs de substances.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 S 3/22; H 05 B 41/30.

(22) Date de dépôt..... 21 septembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 12 du 25-3-1983.

(71) Déposant : INSTITUT OPTIKI ATMOSFERY SIBIRSKOGO OTDELENIA AKADEMII NAUK SSSR.
— SU.

(72) Invention de : Anatoly Egorovich Kirilov, Jury Petrovich Polunin, Anatoly Nikolaevich Soldatov
et Valery Fedorovich Fedorov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, pl. d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

L'invention concerne l'énergétique quantique et plus particulièrement, les lasers à impulsion à vapeurs de substances. Ces lasers peuvent être utilisés dans les systèmes de télécommunication à laser, dans la détection
5 optique, pour le sondage de l'atmosphère, dans l'holographie, dans la médecine, etc.

Il existe un laser à impulsion à vapeur de substances (P.F. Bokhan et autres, n° 1, 1974, 160 à 161) dans lequel le chauffage de la substance active se fait à l'ai-
10 de d'un réchauffeur à haute température réalisé sous la forme d'un four coaxial entourant un tube de décharge et ne communiquant pas avec celui-ci, le pompage étant réalisé par une décharge impulsionnelle périodique. Ce laser est caractérisé par une structure compliquée, une effica-
15 cité insuffisante du réchauffeur due à la présence d'un espace d'air entre le tube de décharge et le réchauffeur, ainsi que par une fiabilité médiocre due au fait que le tube de décharge a un fort gradient thermique suivant la longueur, ce qui détruit la paroi céramique étanche au
20 vide du tube de décharge.

Il existe également un laser à impulsion à vapeurs de métaux (Kirillov A.E., Polounin V.P., Soldatov A.N., Fedorov V.F., Recueil d'articles du Bureau de Construction Spécial "Optique", "Appareils de mesure pour étudier les
25 paramètres des couches très basses de l'atmosphère", Tomsk-1977, 59 à 79) à haute fréquence de répétition des impulsions émises, le pompage et le chauffage du volume actif étant faits par une décharge impulsionnelle périodique.

Le laser comporte un tube de décharge avec électro-
30 des incorporées shunté par une bobine d'inductance, un condensateur réservoir, un commutateur assurant la décharge du condensateur à travers le tube de décharge, un bloc de charge du condensateur réservoir et un générateur d'impulsions d'amorçage.

35 Dans le laser connu, la génération a lieu sur le front avant de l'impulsion de courant et dure 20 à 30 ns, l'impulsion de courant ayant une durée de 200 à 300 ns.

Lorsque la génération cesse, le condensateur réservoir continue à se décharger à travers le milieu actif du tube de décharge et le reste de l'énergie de l'impulsion de pompage se perd inutilement. Outre cela, dans ce cas, il y a une ionisation supplémentaire du plasma, une augmentation de la température du gaz, formation d'une population excessive des niveaux métastables qui constituent les niveaux inférieurs de laser. Après la fin de l'impulsion de courant commence la charge du condensateur réservoir et, en raison du fait que le plasma reste conducteur au cours de la période entre les impulsions, dans l'espace de décharge continue à circuler un courant qui maintient une haute concentration d'électrons dans la décharge et aide à élever la population des niveaux métastables. Ceci augmente le temps durant lequel le plasma doit revenir à l'état initial avant une nouvelle impulsion de courant et, par conséquent, limite la fréquence de répétition des impulsions. Outre cela, le pompage "parasite" du milieu gazeux actif provoque une réduction de l'énergie de génération de l'impulsion et de l'énergie moyenne de génération.

Le but de l'invention est de perfectionner le circuit d'alimentation d'un laser à impulsion à vapeurs de substances de façon à évacuer complètement ou partiellement l'énergie entretenant la décharge après la fin de l'impulsion de génération, ce qui permettrait de réduire le temps nécessaire au retour du plasma à l'état initial après l'impulsion de génération et, par conséquent, d'augmenter la fréquence optimale de répétition des impulsions de génération afin d'augmenter la puissance moyenne des lasers à impulsion.

L'invention a donc pour objet un laser à impulsion à vapeurs de substances qui comporte un tube de décharge avec des électrodes incorporées shunté par une bobine d'inductance, un condensateur réservoir branché sur le tube de décharge et muni d'un bloc de charge, ainsi qu'un commutateur avec un circuit d'amorçage assurant la décharge du condensateur réservoir à travers le tube de décharge,

caractérisé en ce que le tube de décharge est mis en parallèle avec un bloc de commande de sa décharge qui comporte un élément commandé dont la résistance à l'état conducteur est inférieure à celle du tube de décharge dans l'état
5 conducteur et un ensemble à retard branché sur l'élément commandé et relié au circuit d'amorçage du commutateur.

Il est utile de réaliser l'élément commandé sous la forme d'une résistance fixe et d'une porte commandée à l'entrée de commande de laquelle est branché l'ensemble à
10 retard.

Afin d'augmenter le rendement du laser, il est souhaitable d'utiliser en tant qu'élément commandé au moins un tube de décharge auxiliaire ; la résistance de chaque tube auxiliaire suivant à l'état conducteur doit
15 dans ce cas être inférieure à la résistance du tube précédent à l'état de conduction.

Le laser à impulsion à vapeurs de substances réalisé suivant la présente invention est caractérisé par une fréquence optimale de répétition des impulsions de génération élevée et, par conséquent, une forte puissance moyenne
20 de l'émission laser.

Un autre avantage du laser proposé est un rendement plus élevé par rapport aux lasers à impulsion à vapeurs de substances existants, surtout lorsqu'on utilise comme
25 élément commandé au moins un tube de décharge auxiliaire.

L'invention ressortira de la description ultérieure des exemples concrets de réalisation schématisés sur les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un laser à impulsion à
30 vapeurs de substances avec son circuit d'alimentation dans lequel on utilise comme élément commandé une porte et une résistance ohmique ;

- la figure 2 montre le laser de la figure 1, dans lequel l'élément commandé est formé par trois tubes de
35 décharge auxiliaires ;

- la figure 3 représente les courbes de position relative des impulsions de courant d'excitation et de géné-

ration.

Le laser à impulsion à vapeurs de substances, par exemple, à vapeurs de métaux, représenté sur la figure 1 comporte un tube de décharge 1 placé coaxialement dans un résonateur 2 et un condensateur réservoir 3 et un commutateur 4 branchés en série aux électrodes 5 du tube de décharge 1. Outre cela, le laser comporte un bloc 6 de charge du condensateur réservoir 3, une bobine d'inductance 7 mis en parallèle avec le tube 2 et branchée sur les électrodes 5, un bloc de commande 8 de décharge du tube, également mis en parallèle avec le tube de décharge 1. Le bloc 8 de commande de décharge comprend un élément commandé dont la résistance à l'état conducteur est inférieure à la résistance du tube de décharge 1 à l'état conducteur, ainsi qu'un ensemble à retard 9. L'élément commandé dans la variante du laser décrite est constitué par une résistance fixe 10 et une porte 11 branchées en série, l'ensemble à retard 9 étant inséré entre l'entrée de commande de la porte 11 et la sortie d'un circuit 12 de démarrage du commutateur 4. Dans le cas considéré, en tant que circuit de démarrage 12, on utilise un générateur d'impulsions d'amorçage branché par sa sortie sur l'entrée de commande du commutateur 4.

La variante du laser à impulsion représentée sur la figure 2 diffère du laser représenté sur la figure 1 par le fait que son élément commandé est réalisé sous la forme de trois tubes de décharge auxiliaires 13, 14, 15 mis en parallèle avec le tube de décharge 1, chaque tube étant branché à travers son propre élément à retard 16, 17, 18. Ces tubes sont identiques au tube 1 et ne diffèrent que par la valeur de leur résistance à l'état conducteur.

Ainsi, la valeur de la résistance du tube de décharge 13 à l'état conducteur est inférieure à la résistance du tube de décharge 1 à l'état conducteur et la résistance de chaque tube auxiliaire 14, 15 suivant, à l'état conducteur, est inférieure à celle du tube précédent. Les lignes à retard 16, 17, 18 sont choisies compte tenu de

l'exigence suivante : l'arrivée de l'impulsion d'excitation sur le tube de décharge 13 doit correspondre dans le temps avec la fin de la génération du tube de décharge principal 1 et l'arrivée de l'impulsion d'excitation sur
5 chaque tube de décharge auxiliaire 14, 15 suivant doit correspondre à la fin de la génération du tube précédent. Ceci est assuré par le choix du temps de retard des éléments à retard 16, 17, 18.

La figure 3 présente dans un système de coordonnées rectangulaires la position relative dans le temps
10 des impulsions de courant d'excitation et de génération. La courbe 19 représente l'impulsion de courant d'excitation et la courbe 20 représente l'impulsion de génération. Sur l'axe des abscisses est porté le temps, sur l'axe des
15 ordonnées en haut est portée l'amplitude de l'impulsion de génération en unités relatives et en bas l'amplitude de l'impulsion de courant également en unités relatives.

Le laser à impulsion proposé fonctionne de la façon suivante.

20 Lorsqu'on utilise comme élément commandé la porte commandée 11 et la résistance fixe 10, le bloc de charge 6 (figure 1) charge le condensateur réservoir 3 jusqu'à la tension de service par le circuit inductif 7 reliant entre elles les électrodes 5 du tube de décharge 1. L'impulsion
25 d'amorçage venant du circuit de démarrage 12 attaque la grille du commutateur 4 (en tant que commutateur 4 on peut utiliser un thyatron) et la ligne à retard 9. Le commutateur 4 fonctionne et la tension fournie par le condensateur 3 est appliquée aux électrodes 5 du tube de décharge
30 1. Dans le tube de décharge 1 se forme une décharge électrique impulsionnelle.

Au front avant de l'impulsion de courant (courbe 19 de la figure 3) a lieu le pompage du milieu actif du laser, une population inversée est créée et une impulsion
35 de l'émission laser se forme (courbe 20). Vers la fin de l'impulsion de génération l'impulsion d'amorçage passe par la ligne à retard 9 (figure 1) pour attaquer l'élément

commandé, c'est-à-dire l'entrée de commande de la porte 11 qui se bloque et la résistance fixe 10 shunte la décharge dans le tube de décharge 1 par une résistance inférieure à celle du plasma de décharge en diminuant ainsi le courant passant par le tube de décharge 1 et en supprimant un pompage "parasite" des niveaux atomiques de la substance active (partie hachurée de l'impulsion de courant sur la figure 3).

L'émission laser est formée à l'aide du résonateur
10 2.

Dans le cas de l'utilisation, en tant qu'élément commandé du bloc de commande de décharge, des tubes de décharge auxiliaires 13, 14, 15 (figure 2), le laser fonctionne de la façon suivante.

15 Le bloc de charge 6 charge le condensateur réservoir 3 par le circuit d'inductance 7. Lorsque, sur une commande provenant du circuit de démarrage 12, le commutateur 4 fonctionne, la tension est appliquée aux électrodes 5 du tube de décharge 1 et aux éléments à retard 16, 17, 18. Vers la fin de l'impulsion de génération dans le tube de décharge 1, l'impulsion de tension passe par la ligne à retard 16 pour attaquer le tube de décharge 13 où également se développe une décharge impulsionnelle qui entraîne la génération de l'émission laser. Comme la résistance du tube de décharge 13 à l'état conducteur est
20 inférieure à la résistance du tube de décharge 1 à l'état conducteur, on a un prélèvement de l'énergie sur ce dernier. A la fin de l'impulsion de génération dans le tube de décharge 13, l'impulsion de tension passe par la ligne à retard 17 pour attaquer le tube de décharge 14 où a lieu le pompage du milieu actif, etc.

L'émission laser de chaque tube de décharge 13, 14, 15 est formée à l'aide des résonateurs 2.

35 S'il faut obtenir la puissance maximale de génération, tous les tubes de décharge 1 et 13 à 15 peuvent être placés sur un même axe optique. Dans ce cas, tous les tubes 13 à 15 suivants fonctionnent en régime d'amplifica-

teurs de génération des tubes 1, 13, 14 précédents et on insère entre eux des lignes à retard optiques qui permettent de faire coïncider dans le temps l'impulsion de génération des tubes différents.

REVENDICATIONS

1. Laser à impulsion à vapeurs de substances qui comporte un tube de décharge (1) avec des électrodes (5) shunté par une bobine d'inductance (7), un condensateur
5 réservoir (3) branché sur le tube de décharge (1) et muni d'un bloc de charge (6), ainsi qu'un commutateur (4) avec un circuit de démarrage (12) assurant la décharge du condensateur réservoir (3) à travers le tube de décharge (1), caractérisé en ce que le tube de décharge (1) est mis en
10 parallèle avec un bloc de commande (8) de la décharge qui comporte un élément commandé dont la résistance à l'état conducteur est inférieure à celle du tube de décharge (1) à l'état conducteur et un ensemble à retard (9) branché sur l'élément commandé et relié au circuit de démarrage
15 (12) du commutateur (4).

2. Laser à impulsion à vapeurs de substances conformément à la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément commandé est réalisé sous la forme d'une résistance fixe (10) et d'une porte commandée (11) mises en série,
20 l'ensemble à retard (9) étant branché sur l'entrée de commande de ladite porte.

3. Laser à impulsion à vapeurs de substances conformément à la revendication 1, caractérisé en ce qu'en tant qu'élément commandé est utilisé au moins un tube de
25 décharge auxiliaire (13), la résistance de chaque tube suivant (13) à l'état conducteur étant inférieure à la résistance du tube de décharge (1) précédent à l'état conducteur.

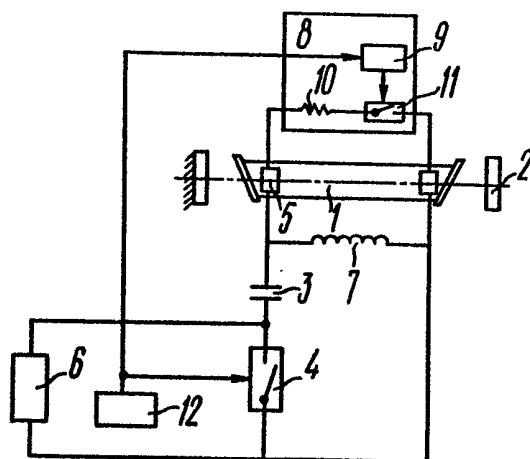


FIG. 1

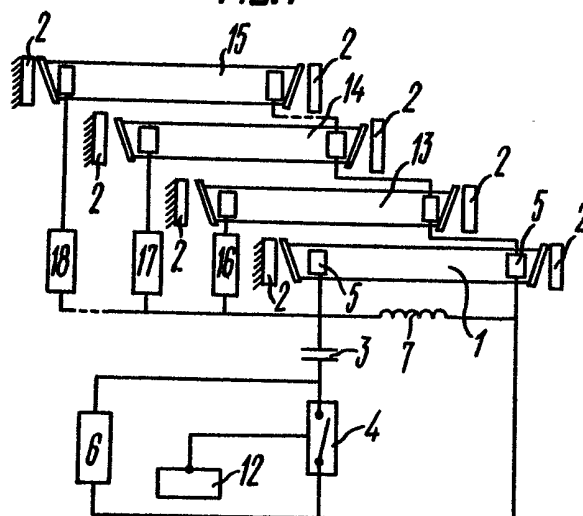


FIG. 2

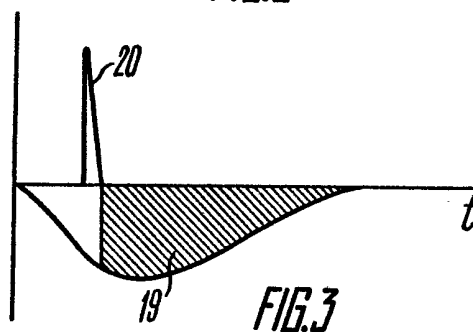


FIG. 3