



MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

N° 893.034

Classif. Internat. : H01S

Mis en lecture le :

16 -08- 1982

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention ;

Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle ;

Vu le procès-verbal dressé le 30 avril 1982 à 15 h. 25
au greffe du Gouvernement provincial d'Anvers ;

ARRÊTE :

Article 1. — *Il est délivré à la Sté dite : NIPPON INFRARED INDUSTRIES CO. LTD.,*

No. 28, Mori Building, 4-16-13 Nishiazabu, Minato-ku, Tokyo (Japon)

repr. par Mr. M. Bockstael à Anvers,

un brevet d'invention pour : Appareil à laser,

qu'elle déclare avoir fait l'objet d'une demande de brevet déposée au Japon le 1er mai 1981, n° 56-65241 et d'une demande de modèle d'utilité y déposée le 21 novembre 1981, n° 56-174008

Article 2. — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 14 mai 1982

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :

Le Directeur

L. SALPETEUR

MEMOIRE DESCRIPTIF

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET BELGE

formulée par

Société dite : NIPPON INFRARED INDUSTRIES CO., LTD.

pour

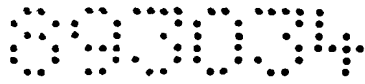
"Appareil à laser"

comme

BREVET D'INVENTION.

Priorité de la demande de brevet déposée au Japon le 1^{er} mai 1981 sous le n° 56-65241, et de la demande de modèle d'utilité déposée au Japon le 21 novembre 1981 sous le n° 56-174008, toutes deux au nom de la Société susdite.

-1-



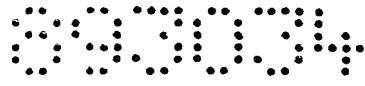
La présente invention concerne un appareil à laser et, plus particulièrement, un nouvel appareil à laser pulsé comportant un dispositif constituant une source d'alimentation pulsée du type à convertisseur courant continu/courant continu.

En règle générale, comme on le sait, les appareils à laser à gaz sont conçus pour produire une oscillation de laser en imprimant une haute tension à un tube de décharge de laser afin d'exciter un milieu de laser.

Pour ces appareils à laser, on a utilisé des sources d'alimentation à haute tension de différents types. Parmi ces différents types, il y a une source d'alimentation dans laquelle on utilise un convertisseur courant continu/courant continu. Dans une source d'alimentation de ce type, du côté primaire, c'est-à-dire du côté basse tension d'un transformateur à haute fréquence, un courant continu est branché à grande vitesse par un élément de commutation pour produire une haute tension du côté secondaire du transformateur. Ensuite, ce courant est redressé et acheminé à un tube de décharge de laser.

Une source d'alimentation de ce type offre un avantage du fait qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser le transformateur à haute tension de fréquence commerciale non plus qu'un condensateur à haute tension, etc., permettant ainsi de réduire sensiblement les dimensions de l'appareil à laser.

Toutefois, l'appareil à laser comportant une source d'alimentation du type classique à convertisseur courant continu/courant continu offre un inconvénient du fait qu'il ne permet pas d'obtenir, de manière stable, un faisceau de laser pulsé à crête élevée.



En conséquence, afin d'obtenir un faisceau de laser pulsé à crête élevée, il a été nécessaire de recourir à un appareil à laser du type à commutateur de gain qui est habituellement connu.

Dans ce type d'appareil à commutateur de gain, un élément de commutation de courant important résistant aux hautes tensions tel qu'un thyatron prévu sur le côté secondaire d'un transformateur haute tension, est conçu pour brancher un courant à haute tension à grande vitesse, imprimant ainsi une tension pulsée dans un tube de décharge de laser. Toutefois, ce système de laser à commutateur de gain présente certains inconvénients, à savoir : cet appareil à laser a de plus grandes dimensions ; il est indispensable d'utiliser un élément à tube sous vide tel qu'un thyatron ou analogues, raccourcissant ainsi la durée de vie de l'appareil ; il faut prévoir une longue période d'échauffement ; la consommation d'énergie par le dispositif de chauffage réduit l'efficacité globale de l'appareil ; etc. Un autre inconvénient réside dans le fait qu'un système de ce type ne permet pas de régler un courant à haute tension à une valeur désirée. En conséquence, il se produit un flux de courant excessivement important vers le commutateur de gain, donnant ainsi lieu à un faible rendement.

La présente invention a pour objet d'éliminer les inconvénients ci-dessus de l'appareil à laser classique. En conséquence, un objet de l'invention est de fournir un appareil à laser dont les dimensions peuvent être réduites en utilisant une source d'alimentation pulsée du type à convertisseur courant continu/courant continu, cet appareil étant en même temps conçu pour produire une sortie de laser pulsée d'une puissance à crête élevée en utilisant la

caractéristique de résistance négative d'un tube de décharge de laser.

Un autre objet de l'invention est de fournir un appareil à laser dans lequel la puissance maximale de la sortie du laser, la largeur des impulsions et leur période d'émission sont réglables et contrôlables.

Un autre objet de l'invention est de fournir un appareil à laser pouvant produire sans difficulté un faisceau de laser à onde continue.

Un autre objet de l'invention est de fournir un appareil à laser pouvant fonctionner constamment avec une efficacité à peu près maximale, quelle que soit la valeur de la sortie du laser.

Ces différents objets, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après d'une forme de réalisation préférée donnée en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

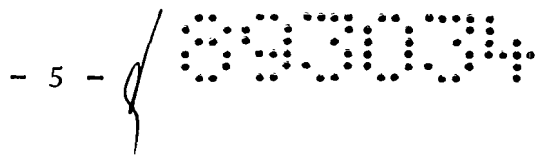
la figure 1 est un schéma du circuit d'une forme de réalisation de l'invention ;

la figure 2 est un diagramme de forme d'onde illustrant les effets de chaque élément de cette forme de réalisation ;

la figure 3 est un diagramme de forme d'onde illustrant un effet de multiplication et de redressement de tension ;

la figure 4 est un schéma d'un circuit d'attaque à courant de base du type illustré en figure 1.

Une forme de réalisation de la présente invention est illustrée dans un schéma de circuit en figure 1. Comme le montre cette figure, cette forme de réalisation comporte deux transistors de commutation 2 et 2A. Les collecteurs

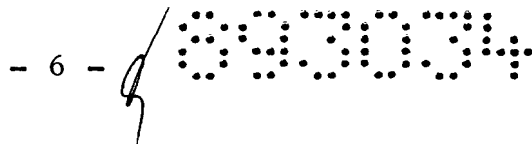


de ces transistors de commutation sont raccordés au côté primaire d'un transformateur haute fréquence 3. La borne du côté négatif d'une source d'alimentation de courant continu basse tension 1 est raccordée au point de raccordement de l'émetteur de chacun des deux transistors 2 et 2A. Par ailleurs, la borne située du côté positif de cette source d'alimentation 1 est raccordée à un point neutre de l'enroulement primaire du transformateur 3.

Lorsque les transistors 2 et 2A sont alternativement branchés, des courants de polarités différentes passent vers l'enroulement primaire du transformateur 3, ainsi qu'on le décrira ci-après plus en détail. En d'autres mots, lorsque les transistors ci-dessus 2 et 2A sont alternativement branchés à grande vitesse, des impulsions d'un courant à haute fréquence sont émises à l'enroulement secondaire du transformateur 3.

Comme représenté en (A) en figure 2, un oscillateur 8 émet des impulsions répétitives d'une largeur T_1 à des périodes cycliques T_2 (que l'on appellera ci-après "impulsions d'attaque"). Ces impulsions sont acheminées à un circuit d'attaque à courant de base 4. La largeur T_1 des impulsions d'attaque peut être réglée à une valeur désirée au moyen d'une résistance variable 10. La période T_2 peut également être réglée par un élément approprié.

Par ailleurs, un nombre n d'impulsions de commutation $S_1 - S_n$ sont émises à une largeur t_1 et à des périodes t_2 ($T_1 \geq t_2$) uniquement lors de l'émission des impulsions d'attaque mentionnées ci-dessus. Dans la référence (D) de la figure 2, les impulsions de commutation représentent un train d'impulsions constitué du nombre n d'impulsions $S_1 - S_n$ qui sont maintenues en oscillation au cours d'une



période T_1 de façon à être émises par intermittence à des périodes T_2 .

Les impulsions de commutation sont réglées en impulsions à deux phases différentes de 180° l'une de l'autre comme indiqué en (E) et (F) en figure 2, puis elles sont acheminées à la base de chacun des transistors 2 et 2A. Lorsque les impulsions de commutation sont ainsi émises, un courant à haute fréquence analogue à une impulsion est produit à l'enroulement primaire du transformateur haute fréquence 3. Ce courant analogue à une impulsion engendre, du côté secondaire du transformateur haute fréquence 3, une tension à haute fréquence qui est amplifiée autant de fois qu'un rapport de transformation. La largeur des impulsions de commutation peut être réglée au moyen d'une résistance variable 9.

Du côté secondaire du transformateur haute fréquence 3, est prévu un circuit multiplicateur de tension 5 comprenant plusieurs condensateurs et diodes. Dans cet exemple particulier, ce multiplicateur de tension 5 comprend quatre condensateurs $C_1 - C_4$ et quatre diodes $D_1 - D_4$ et il est conçu pour faire office de circuit quadrupleur de tension à deux alternances.

Lorsque la tension pulsée à haute fréquence au côté secondaire du transformateur haute fréquence ci-dessus 3 (dont la forme d'onde est illustrée en figure 3) est acheminée au circuit quadrupleur de tension illustré en figure 1, à la première alternance positive indiquée par le symbole de référence a en figure 3, la borne P_1 du côté secondaire du transformateur devient positive, faisant ainsi passer le courant vers la diode D_3 et le condensateur C_2 . Ensuite, le condensateur C_2 se charge à la polarité indiquée dans le dessin.

Ensuite, à la première alternance négative indiquée par le symbole de référence b en figure 3, la borne P2 devient positive et ainsi, le courant passe vers le condensateur C1 et la diode D2, pour revenir ensuite au transformateur. A ce moment, le condensateur C1 se charge à la polarité indiquée dans le dessin. Ensuite, en présence de la deuxième alternance positive indiquée par le symbole c en figure 3, la borne P1 redevient positive, donnant ainsi lieu à l'apparition d'une différence de potentiel V entre les bornes P1 et P2. Etant donné qu'à ce moment, la différence de potentiel V est déjà apparue à la polarité indiquée au condensateur C1, il se produit une différence de potentiel de 2 V entre les bornes P1 et P3. En d'autres mots, avec une différence de potentiel de 2V, le condensateur C3 se charge à la polarité indiquée dans le dessin.

Enfin, en présence de la deuxième alternance négative indiquée par le symbole d en figure 3, la borne P2 redevient positive. Lorsque le courant passe par le condensateur C2 et la diode D4, une tension de 2V apparaît alors à la sortie du condensateur C2 tandis que, avec la différence de potentiel de 2V, le condensateur C4 se charge à la polarité indiquée.

De la sorte, on obtient une tension de courant continu de 4V à la borne de sortie du circuit multiplicateur de tension illustré en figure 1. En supposant que l'on utilise un circuit multiplicateur de tension de m fois et que la tension de sortie de l'enroulement secondaire du transformateur haute fréquence 3 est V_h , on obtient généralement une tension de sortie de courant continu V_o d'une valeur mV_h , comme le comprendra du reste l'homme de métier.

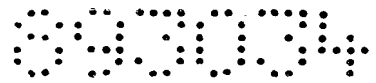
A la borne de sortie du circuit multiplicateur de tension 5, est raccordé directement un tube de décharge de laser 7 sans intercaler aucune résistance de charge entre eux. En conséquence, lorsque le tube de décharge de laser 7 est dans un état de non-décharge, il reçoit une tension de courant continu de $V_0 = 4V_h$. Il va sans dire que, dans ce cas, la tension imprimée est réglée à une valeur supérieure à une tension de démarrage de décharge V_p .

Aux deux extrémités du tube de décharge de laser 7, sont prévus deux miroirs réfléchissants M1 et M2 conçus pour former un résonateur de laser. Ce résonateur de laser est, par exemple, un résonateur de laser au CO_2 connu.

Dans le dessin, le chiffre de référence 6 désigne un détecteur de courant conçu pour détecter la valeur moyenne du courant du tube de décharge de laser 7. Ce détecteur de courant 6 émet un signal de détection vers le circuit d'attaque à courant de base mentionné ci-dessus 4. Dans ce circuit 4, la largeur des impulsions de commutation est réglée en fonction des variations survenant dans le signal de détection, contrôlant et stabilisant ainsi le courant du tube. De plus, en réglant la largeur des impulsions de commutation grâce au réglage de la résistance variable 9, on utilise le signal de détection comme référence.

On décrira ci-après plus en détail le circuit d'attaque à courant de base 4 en se référant à la figure 4.

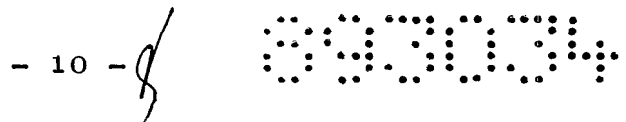
Comme représenté dans cette figure, les impulsions d'attaque émises par l'oscillateur 8 sont acheminées à une borne d'entrée 18 d'un comparateur 13 via une résistance 15. Les signaux émis par la résistance variable 9 et le détecteur de courant 6 sont acheminés respectivement à un amplificateur d'erreurs



11 qui émet alors un signal de sortie amplifié de manière différentielle. Ce signal est réglé à une valeur appropriée au moyen d'une résistance variable 12 avant d'être acheminé à la borne d'entrée 18 du comparateur précité 13.

Par ailleurs, un signal désiré d'onde triangulaire est émis à des périodes prédéterminées t_2 par un générateur d'ondes triangulaires 14 et ce signal est acheminé à l'autre borne d'entrée 19 du comparateur précité 13. La période du signal d'onde triangulaire est variable et peut être réglée au moyen d'une résistance variable 20. Dans le comparateur 13, les signaux captés via les bornes d'entrée 18 et 19 sont comparés l'un avec l'autre afin de déterminer un signal de sortie.

En d'autres mots, le signal d'onde triangulaire est acheminé à la borne 19 à des périodes t_2 , tandis qu'un autre signal déterminé par l'amplificateur d'erreur 11, la résistance variable 12, les impulsions d'attaque précitées, etc., est acheminé à la borne 18 et ces deux signaux sont comparés l'un avec l'autre. Lorsque les deux signaux ont été comparés dans le comparateur 13, des impulsions de commutation d'une largeur t_1 sont émises à des périodes t_2 . Cette largeur des impulsions de commutation est déterminée par une tension de signal fournie à la borne d'entrée 18. En d'autres mots, on peut régler la largeur des impulsions en réglant la résistance variable précitée 9. Etant donné que la borne 18 reçoit les impulsions d'attaque d'une largeur T_1 et d'une période T_2 , les impulsions de commutation émises par le comparateur 13 forment un train d'impulsions se produisant par intermittence à des périodes T_2 .

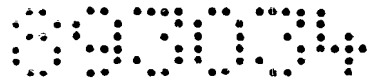


Les impulsions de commutation émises par le comparateur 13 sont acheminées à un circuit logique 16 dans lequel ces impulsions sont réglées en impulsions de commutation à deux phases différentes l'une de l'autre. Ces impulsions de commutation sont respectivement amplifiées par des amplificateurs 17 et 17' et elles assurent des commutations alternées aux transistors 2 et 2A.

En se référant à présent à la figure 2, on donnera ci-après des détails complémentaires relatifs à la mise en oeuvre de cette forme de réalisation : comme indiqué en (A) en figure 2, l'oscillateur 8 émet les impulsions d'attaque d'une largeur T_1 et d'une période T_2 . Ainsi qu'on l'a mentionné ci-dessus, ces impulsions d'attaque sont acheminées à une borne 18 du comparateur 13.

De plus, la borne 18 capte également le signal obtenu par amplification différentielle, au moyen de l'amplificateur d'erreur 11, des signaux émis par la résistance variable 9 et le détecteur de courant 6 (comme indiqué en (B) en figure 2). Dans ce cas, lorsque la résistance variable 9 est réglée, on peut modifier continuellement la valeur du signal de sortie. En figure 2 (B), la ligne en trait plein V_1 représente un état de haute tension, tandis que la ligne en traits discontinus V_2 représente un état de basse tension. Dans le cas du courant du tube, il se produit également une variation de la même manière.

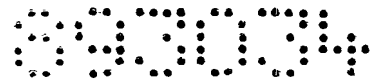
Le générateur d'ondes triangulaires 14 émet un signal d'onde triangulaire indiqué par (C) en figure 2. Ce signal se répète à des périodes t_2 ainsi qu'on l'a mentionné ci-dessus et il est acheminé à l'autre borne 19 du comparateur précité 13.



Les deux signaux ci-dessus sont comparés l'un avec l'autre dans le comparateur 13 qui émet alors les impulsions de commutation indiquées par (D) en figure 2. En d'autres mots, un nombre n d'impulsions de commutation S_1-S_n d'une largeur t_1 et d'une période t_2 sont émises uniquement lors de l'émission des impulsions d'attaque. Il va sans dire que le train d'impulsions constitué des impulsions de commutation S_1-S_n est émis par intermittence à la période cyclique T_2 . Dans ce cas, on peut régler la largeur des impulsions de commutation en réglant la résistance variable 9. Par exemple, les impulsions de commutation sont représentées par la ligne en trait plein lorsque la tension du signal de (B) en figure 2 est V_1 et par la ligne en traits discontinus, lorsque la tension est V_2 . De plus, la période des impulsions de commutation émises par le comparateur 13 est variable et contrôlable en réglant cette résistance variable 20. Les impulsions de commutation émises par le comparateur 13 sont acheminées au circuit logique 16. Dans ce circuit logique 16, les impulsions de commutation sont transformées en impulsions à deux phases se différenciant l'une de l'autre ainsi qu'on l'a mentionné ci-dessus. Ensuite, elles sont respectivement amplifiées par les amplificateurs 17 et 17'.

Les impulsions de commutation sont alors acheminées aux bases des transistors 2 et 2A respectivement. Ainsi qu'on l'a mentionné ci-dessus, les impulsions de commutation S_1-S_n sont émises par le circuit d'attaque à courant de base 4.

A la réception des impulsions de commutation, les transistors 2 et 2A commencent à effectuer alternativement des commutations. Suite à ces commutations, des impulsions

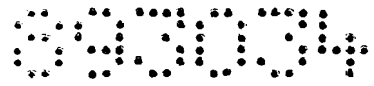


d'un courant à haute fréquence inversant alternativement la polarité sont acheminées à l'enroulement primaire du transformateur haute fréquence 3. Ces impulsions sont amplifiées autant de fois que le rapport de transformation et, dès lors, elles sont transmises au côté secondaire du transformateur 3, pour se transformer ensuite en un nombre n d'impulsions d'une tension à haute fréquence V_h comme indiqué en (G) en figure 2.

Etant donné que les impulsions de tension à haute fréquence mentionnées ci-dessus sont émises en fonction des impulsions de commutation précitées, ces impulsions de tension à haute fréquence ont une largeur t_1 et une période t_2 . Elles sont évidemment émises en synchronisme avec les impulsions d'attaque précitées.

Comme on le constate à la lecture de la description ci-dessus, au circuit multiplicateur de tension 5, un condensateur se charge dans chaque demi-période des impulsions à haute fréquence. Lorsque le circuit multiplicateur de tension est un circuit multiplicateur de tension de m fois, constitué d'un nombre m de condensateurs, un processus de charge pour tous ces condensateurs est achevé au cours d'une période $m \cdot t_2 / 2$. En d'autres mots, la tension de courant continu $V_0 = mV_h$ peut être imprimée au tube de décharge de laser 7 au cours d'une période $m \cdot t_2 / 2$.

Dans ce cas, le nombre n d'impulsions à haute fréquence que doit comporter un train d'impulsions, doit être réglé à une valeur supérieure à un nombre suffisant pour charger chaque condensateur du circuit multiplicateur de tension 5. En d'autres mots, un train d'impulsions doit être constitué de plus d'un nombre $m/2$ d'impulsions à haute fréquence. Par ailleurs, la tension mV_h devant être imprimée au tube de décharge de laser 7 est réglée à une valeur



supérieure à la tension de démarrage de décharge V_p .

Il est bien connu que le tube de décharge de laser 7 est un certain type de tube de décharge et que, dès lors, il comporte une résistance négative. En conséquence, dès que la décharge commence en réponse à la tension de démarrage V_p , la tension du tube diminue suivant que le courant de ce tube augmente.

En d'autres mots, l'impédance du tube de décharge diminue suivant que le courant de ce tube augmente. De plus, lorsque le courant du tube augmente, la décharge lumineuse se transforme en une décharge en arc suite à une décharge lumineuse anormale. En présence d'une décharge lumineuse anormale, comme on le sait, le tube de décharge présente une caractéristique de résistance positive. Lorsque la tension de sortie de courant continu V_o du circuit multiplicateur ci-dessus est appliquée au tube de décharge de laser 7 possédant cette caractéristique, ce tube se comporte de la manière suivante :

Ainsi qu'on l'a mentionné ci-dessus, un condensateur se charge au cours de la demi-période des impulsions à haute fréquence. Dans ce cas, lorsque le circuit est chargé, la constante de temps τ de ce circuit est de $C \cdot Z_s$ (où Z_s représente l'impédance interne du transformateur). En conséquence, la tension de démarrage de décharge V_p est atteinte après environ $t_s = (m - 1) \cdot t_2/2 + CZ_s \ln (V_p/V_h + 1)$. Etant donné que ce processus a lieu à vide, l'élévation de la tension V_o est très abrupte comme indiqué en (H) en figure 2.

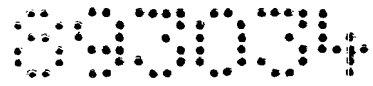
On décrira à présent le courant de tube I_t en se référant à (I) en figure 2 : une décharge électrique commence lorsque la tension de sortie V_o du circuit multiplicateur de tension atteint une valeur correspondant à la tension de démarrage de décharge V_p . Ensuite, étant donné que l'impédance interne du tube de décharge de laser diminue suivant que le courant I_t du tube augmente ainsi qu'on l'a mentionné ci-dessus, ce courant I_t augmente rapidement davantage.

L'accroissement du courant du tube donne lieu à une réduction complémentaire de l'impédance, ce qui a pour effet d'accroître davantage le courant I_t du tube. Etant donné que les impulsions à haute fréquence sont émises de manière séquentielle comme indiqué en (G) en figure 2, la tension V_o imprimée au tube de décharge de laser diminue à un degré relativement moindre. A cet égard, le courant I_t du tube s'élève dans une très forte mesure comme indiqué en (I) en figure 2.

Dès lors, le courant I_t du tube augmente de plus en plus vite en raison d'un certain phénomène de réaction positive. Toutefois, étant donné que la tension V_o diminue continuellement à mesure que le courant I_t du tube augmente comme indiqué en (H) en figure 2, ce courant I_t du tube ne peut conserver sa vitesse initiale d'accroissement et il se sature à un certain point.

On obtient ainsi une valeur de courant de crête I_p . En d'autres mots, cette valeur de courant de crête I_p est déterminée par la différence entre la tension de démarrage de décharge V_p et une valeur de tension minimale V_m .

Ensuite, la tension V_o recommence à s'élever progressivement alors que le courant I_t commence à diminuer de manière correspondante. Si la tension V_o diminue à une

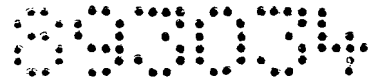


valeur inférieure à une tension de maintien de décharge, la décharge est interrompue et le courant retombe à zéro. Toutefois, dans le cas de la présente invention, les différentes constantes du circuit sont sélectionnées de telle sorte que la tension imprimée ci-dessus V_0 ne tombe jamais en dessous de la tension de maintien de décharge aussi longtemps que les impulsions à haute fréquence sont émises.

Lorsque toutes les impulsions à haute fréquence du nombre n ont été émises, la tension de sortie de courant continu V_0 tombe brusquement et le courant I_t tombe à zéro de manière correspondante. Au cours du processus mentionné ci-dessus, le tube de décharge de laser reçoit un courant analogue à une impulsion. Ensuite, lorsque le circuit d'attaque 4 a émis un autre train d'impulsions de commutation, le processus se répète exactement de la même manière que celle décrite ci-dessus.

Un faisceau de sortie de laser est engendré en fonction du courant du tube. Toutefois, étant donné que ce faisceau est influencé par l'effet modérateur, il se transforme en un faisceau pulsé comme indiqué en (J) en figure 2. Il va sans dire que la largeur des impulsions du faisceau de laser pulsé est déterminée par la largeur des impulsions d'attaque mentionnées ci-dessus.

Comme on le comprendra aisément, un système dans lequel l'oscillateur 8 produira une tension de courant continu (c'est-à-dire des impulsions d'attaque d'une largeur extrêmement importante), fournira une sortie d'onde continue comme indiqué par la ligne en traits discontinus en figure 2.

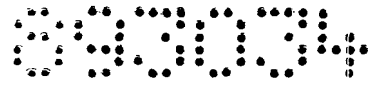


Dans le système décrit ci-dessus, le courant I_t du tube est déterminé de manière inconditionnelle par l'impédance de fonctionnement Z_t du tube de décharge de laser 7, par la tension de démarrage de décharge V_p , par la largeur t_1 des impulsions à haute fréquence, par la période t_2 des impulsions, etc.

Parmi ces différents facteurs, la largeur t_1 et la période t_2 des impulsions peuvent être aisément contrôlées de l'extérieur. Toutefois, le réglage de la période t_2 donne lieu à un changement des caractéristiques de l'appareil, ce qui n'est évidemment pas souhaitable. Compte tenu de cette caractéristique, il est préférable de régler la largeur t_1 des impulsions de commutation en réglant la résistance variable 9, modifiant ainsi la largeur t_1 des impulsions à haute fréquence pour produire un changement dans la quantité de charge électrique du multiplicateur de tension, permettant ainsi de modifier la vitesse de réduction de la tension de sortie de courant continu V_o . En conséquence, la valeur I_p du courant de crête allant au tube de décharge de laser 7 varie de telle sorte que l'on puisse modifier en conséquence la puissance de sortie du laser.

Comme on le sait, dans un appareil à laser à gaz, la zone opératoire doit toujours être maintenue dans un état de décharge luminescente. En règle générale, la transition entre une décharge luminescente et une décharge en arc varie en fonction des paramètres suivants :

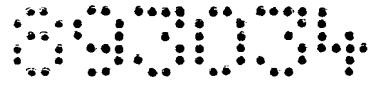
- 1) la forme du tube de décharge
- 2) la matière dont sont constituées les électrodes du tube de décharge
- 3) la pression du milieu gazeux à l'intérieur du tube de décharge



- 4) le type de milieu gazeux que renferme le tube de décharge
- 5) l'impédance interne d'une source d'excitation
- 6) l'intensité du courant du tube de décharge
- 7) la période au cours de laquelle se poursuit le flux de courant du tube de décharge.

Parmi ces différents facteurs, ceux que l'on peut contrôler à partir de la source d'excitation du tube de décharge sont les facteurs (5) à (7). En conséquence, afin d'empêcher la formation de la décharge en arc, il convient de déterminer, en relation avec le tube de décharge de laser 7, différentes conditions telles que le circuit multiplicateur de tension 5 et la tension V_h à l'enroulement secondaire du transformateur haute fréquence 3, etc.

Comme le comprendra l'homme de métier, le réglage de la tension V_h de cet enroulement secondaire à une haute valeur permet de produire une tension supérieure à la tension de démarrage de décharge V_p , donnant ainsi lieu à une décharge uniforme du tube de décharge si le nombre d'échelons de multiplication du circuit multiplicateur de tension 5 n'est pas important. Toutefois, lorsque le circuit multiplicateur de tension est conçu pour quelques échelons de multiplication seulement alors que la tension V_h de l'enroulement secondaire est réglée à une haute valeur, lorsque le tube de décharge de laser commence à être déchargé par la tension de sortie V_h produite à cet enroulement secondaire, le tube de décharge de laser a tendance à recevoir directement un courant sans charger les condensateurs comme c'était le cas antérieurement. Suite aux expériences qu'elle a effectuées, la Demanderesse a trouvé que ce phénomène se produisait de manière plus prononcée lorsque le nombre d'échelons de multiplication de tension ne dépasse pas 2. En présence de ce phénomène,

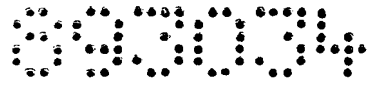


la décharge lumineuse se transforme très rapidement en une décharge en arc. Ce phénomène peut avoir deux causes :

1) Etant donné que, au moment de la charge/décharge, le circuit multiplicateur de tension 5 peut être considéré comme l'équivalent d'un circuit en série constitué de plusieurs condensateurs, l'impédance, du tube de décharge 7 vers la source d'alimentation (c'est-à-dire l'impédance de la source d'alimentation), dépend du nombre de condensateurs ou du nombre d'échelons multiplicateurs de tension. En conséquence, cette impédance de la source d'alimentation devient plus faible à mesure que le nombre d'échelons multiplicateurs de tension diminue et également à mesure que la capacité des condensateurs augmente.

2) Dans le circuit de décharge, il est nécessaire que l'impédance de la source d'alimentation à partir du tube de décharge soit importante et que la relation tension/courant ait une caractéristique de limitation de courant constante. Si l'on réduit le nombre d'échelons multiplicateurs de tension à une valeur inférieure à un certain nombre, l'impédance de la source d'alimentation devient trop faible pour obtenir la caractéristique requise mentionnée ci-dessus.

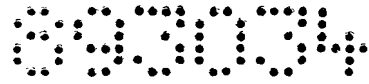
Sur la base des résultats des expériences et des considérations ci-dessus, on a trouvé que, dans le circuit du type représenté en figure 1, le circuit multiplicateur de tension devait comporter au moins trois échelons multiplicateurs pour obtenir une décharge lumineuse stable.



Toutefois, lorsque ce nombre d'échelons multiplicateurs de tension est 10 ou à peu près 10, la perte due au chevauchement des condensateurs, des diodes, etc., devient importante. En conséquence, si l'on prend également en considération le facteur sécurité de la décharge lumineuse, le nombre d'échelons multiplicateurs de tension est réglé, de préférence, à une valeur de 4 à 8.

En supposant que la tension de fonctionnement du tube de décharge de laser 7 soit V_d , si la tension V_h de l'enroulement secondaire du transformateur 3 est relativement proche de la tension de fonctionnement V_d , le courant de l'enroulement secondaire arrive également directement au tube de décharge de laser 7 de la même manière que dans le cas décrit ci-dessus. Lorsque la tension V_h à l'enroulement secondaire devient supérieure à à peu près la moitié de la tension de fonctionnement V_d , ce phénomène apparaît de manière remarquable, donnant ainsi lieu à une décharge en arc.

En conséquence, afin d'éviter ce phénomène, la tension V_h à l'enroulement secondaire doit être réglée à une valeur ne dépassant pas la moitié de la tension de fonctionnement V_d du tube de décharge de laser 7. Toutefois, si la tension à l'enroulement secondaire est réglée à une valeur excessivement faible, on ne pourrait guère obtenir une sortie constante en obtenant une sortie d'onde continue, encore que cette sortie dépende de la capacité des condensateurs. En conséquence, si l'on prend également en considération le facteur sécurité de la décharge lumineuse, il est préférable de régler la tension V_h à l'enroulement secondaire à une valeur comprise entre environ $1/3$ et $1/4$ de la tension de fonctionnement V_d .



La capacité C des condensateurs du circuit multiplicateur de tension 5 est réglée à une valeur donnant une valeur désirée pour la capacité de conduction de courant de l'appareil et l'impédance de la source d'alimentation.

Bien que le circuit multiplicateur de tension 5 utilisé dans la forme de réalisation décrite ci-dessus soit du type à redressement à deux alternances, il peut évidemment être remplacé par un circuit multiplicateur de tension du type à redressement à une seule alternance, encore que ce dernier donne un rendement un peu moins bon.

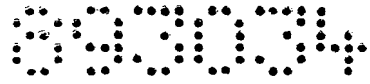
Comme on le constate d'après la description ci-dessus, l'appareil à laser suivant la présente invention est caractérisé par les points suivants :

1) Un train d'impulsions constitué d'un nombre n d'impulsions à haute fréquence est émis par intermittence, puis amplifié et redressé par un circuit multiplicateur de tension avant d'être appliqué directement au tube du laser.

2) La caractéristique de résistance négative du tube du laser est utilisée pour obtenir un faisceau de laser pulsé à crête élevée.

3) On peut obtenir une décharge lumineuse stable en prévoyant au moins trois échelons multiplicateurs dans le circuit multiplicateur de tension et en réglant la tension V_h à l'enroulement secondaire du transformateur haute fréquence à une valeur ne dépassant pas environ la moitié de la tension de fonctionnement V_d du tube du laser.

4) On peut régler la largeur des impulsions du faisceau de laser pulsé en réglant la durée ou la mise en service du train d'impulsions constitué des impulsions



à haute fréquence. De plus, la puissance maximale du faisceau de laser pulsé est réglable et contrôlable en faisant varier la largeur des impulsions à haute fréquence.

La présente invention fournit un appareil à laser d'une structure simple qui, non seulement, permet d'obtenir un faisceau de laser pulsé à crête élevée, mais qui permet également de régler aisément la puissance maximale, la largeur des impulsions, etc. En outre, l'appareil suivant l'invention permet d'obtenir un faisceau de laser à onde continue. En outre, suivant l'invention, l'appareil peut fonctionner à une valeur proche de la valeur du courant de décharge à laquelle on peut obtenir un rendement à peu près maximum du tube du laser dans tout un intervalle de conditions opératoires allant de l'état d'une faible sortie à l'état de sortie maximale de cet appareil.

REVENDEICATIONS

1. Appareil à laser, caractérisé en ce qu'il comprend :

une source d'alimentation pulsée émettant, par intermittence, un train d'impulsions constitué de plusieurs impulsions successives à haute fréquence ;

un circuit multiplicateur de tension de m fois amplifiant de m fois la valeur de tension des impulsions à haute fréquence émises par cette source d'alimentation pulsée, tout en redressant ces impulsions à haute fréquence ; et

un tube de décharge de laser raccordé directement à la borne de sortie de courant continu de ce circuit multiplicateur de tension de m fois,

le nombre m d'échelons multiplicateurs de ce circuit multiplicateur de tension étant d'au moins 3, tandis que la valeur de tension des impulsions à haute fréquence ne dépasse pas à peu près la moitié de la tension de fonctionnement de ce tube de décharge de laser.

2. Appareil à laser suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend également un élément en vue de faire varier la largeur de ces impulsions à haute fréquence.

3. Appareil à laser suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la largeur des impulsions du faisceau de laser peut être réglée en faisant varier le nombre d'impulsions à haute fréquence que comporte ce train d'impulsions successives à haute fréquence.

4. Appareil à laser suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la période des impulsions d'un faisceau de laser peut être réglée en faisant varier la période d'émission d'un train d'impulsions constitué des impulsions à haute fréquence.

g

5004

5. Appareil à laser suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la source d'alimentation pulsée comporte un élément en vue de brancher successivement le courant continu d'une tension relativement faible à grande vitesse sur l'enroulement primaire d'un transformateur engendrant une haute tension, ces commutations successives ayant lieu par intermittence.

6. Appareil à laser suivant la revendication 5, caractérisé en ce qu'en réglant les commutations destinées à brancher le courant continu, on peut faire varier la largeur des impulsions à haute fréquence, le nombre d'impulsions à haute fréquence que renferme le train d'impulsions, de même que la période d'émission de ce train d'impulsions.

7. Appareil à laser suivant l'une quelconque des revendications 1 et 5, caractérisé en ce que la source d'alimentation pulsée comprend :

un transformateur haute fréquence ;

une source d'alimentation de courant continu d'une tension relativement faible ;

un élément de commutation conçu pour brancher un courant continu à partir de cette source d'alimentation en l'acheminant à l'enroulement primaire du transformateur haute fréquence ;

un circuit d'attaque à courant de base en vue d'émettre une impulsion de commutation pour actionner l'élément de commutation ; et

un oscillateur émetteur d'impulsions,

ce circuit d'attaque à courant de base comportant un élément destiné à faire varier la largeur des impulsions de commutation de telle sorte que celles-ci soient émises

par intermittence sous forme d'un train constitué de plusieurs impulsions successives en synchronisme avec les impulsions d'attaque de la largeur et de la période désirées qui sont émises par l'oscillateur précité.

8. Appareil à laser suivant la revendication 7, caractérisé en ce que les impulsions de commutation émises par le circuit d'attaque à courant de base sont transformées en impulsions de commutation à deux phases se différenciant l'une de l'autre de telle sorte que les impulsions de commutation actionnent alternativement deux éléments de commutation.

9. Appareil à laser, substantiellement tel que décrit précédemment et illustré aux dessins annexés.

p.pon de : Société dite : NIPPON INFRARED INDUSTRIES CO., LTD.
Anvers le 30 avril 1982.

p.pon de : Bureau des Brevets et des
Marques M.F.J. Bockstael S.A.



FIG.1

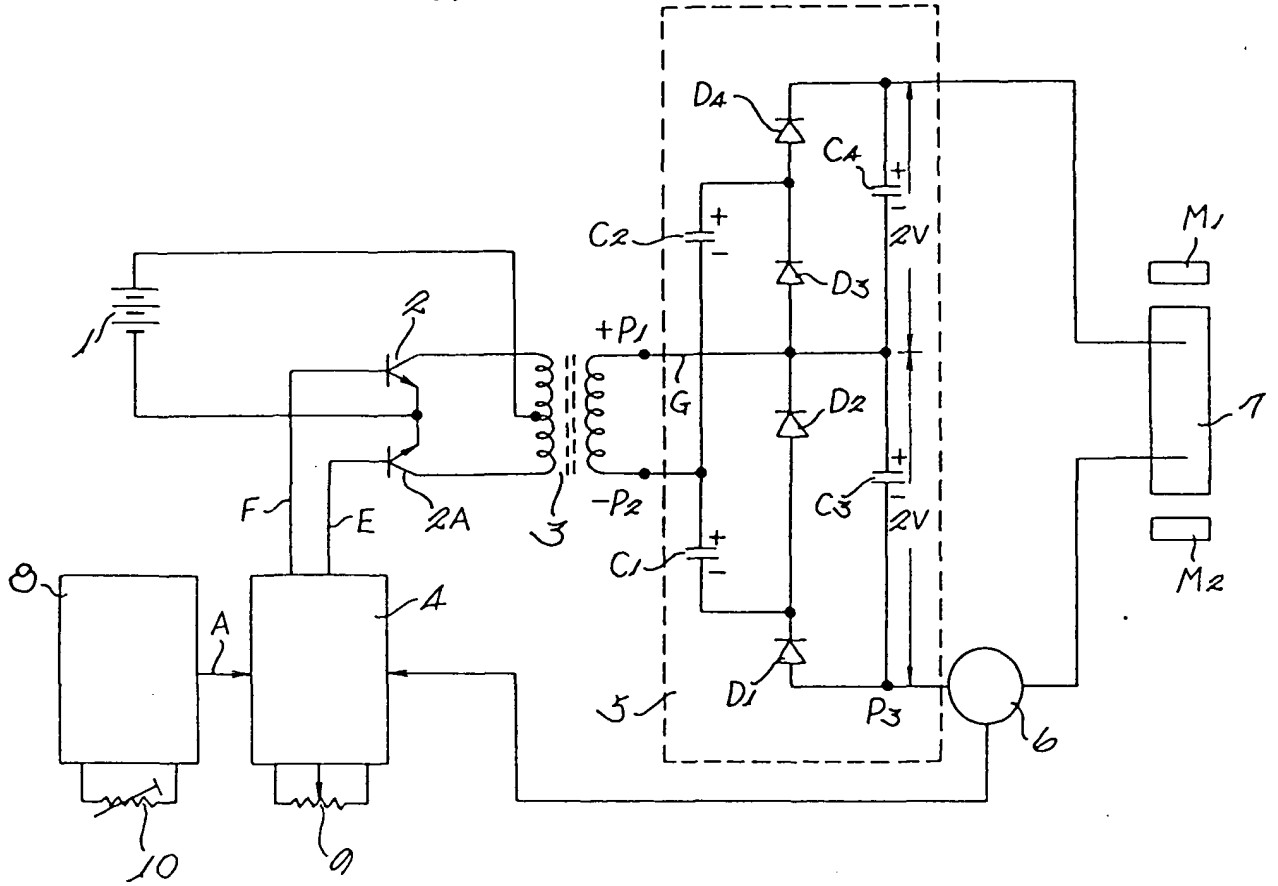


FIG.3

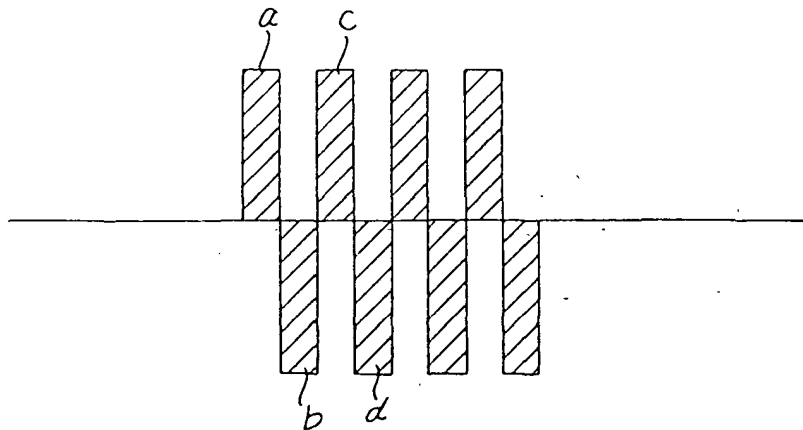
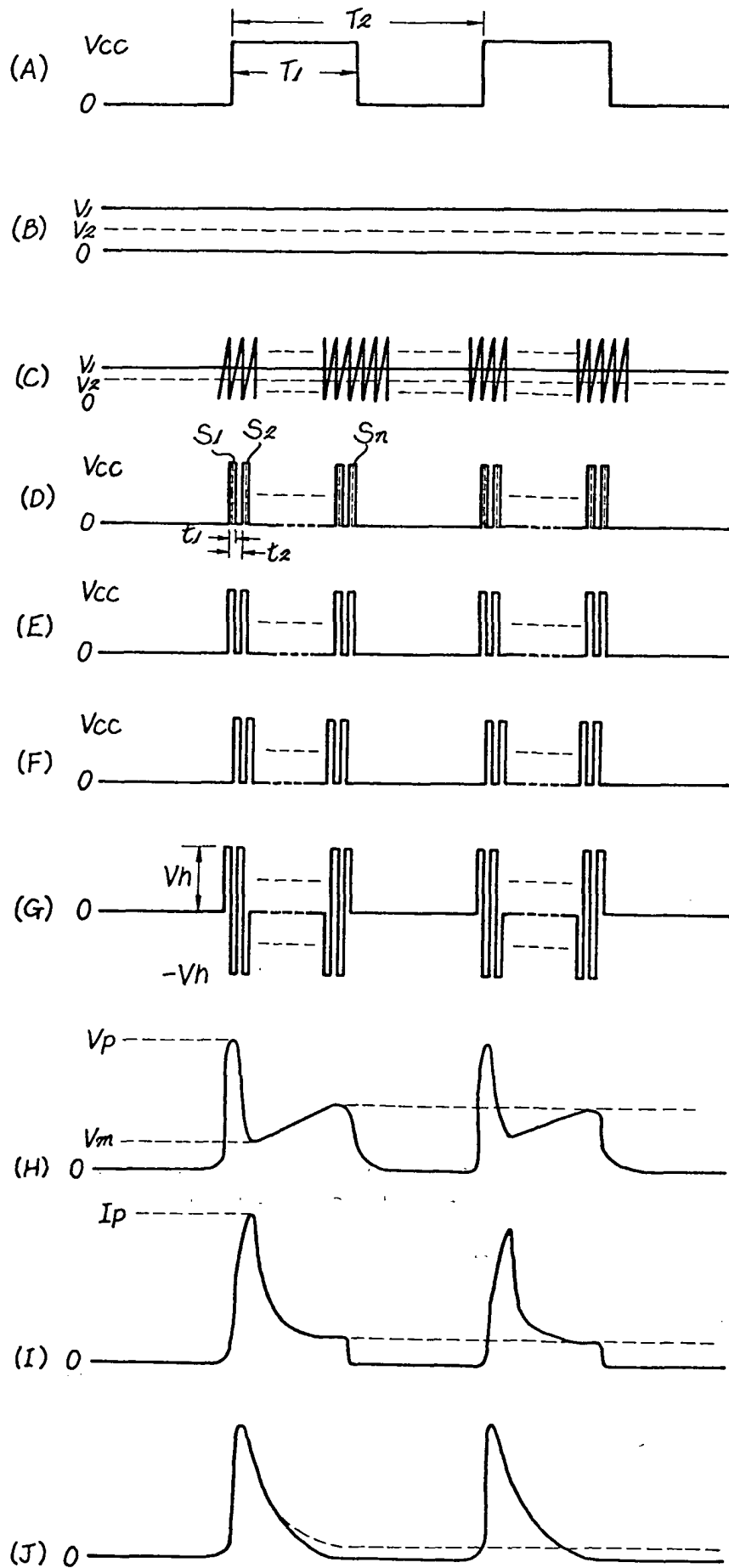


FIG.2



20106. 110
99304

FIG.4

