Laser guide d'onde CO₂ auto-focalisant à flux de gaz transverse

D. Legoff, G.L. Bourdet, P. Pinson, A. Lavenant

► To cite this version:

D. Legoff, G.L. Bourdet, P. Pinson, A. Lavenant. Laser guide d'onde CO₂ auto-focalisant à flux de gaz transverse. *Revue de Physique Appliquée*, 1988, 23 (7), pp.1333-1335. 10.1051/rphysap:019880023070133300 . jpa-00245949

HAL Id: jpa-00245949

<https://hal.science/jpa-00245949>

Submitted on 1 Jan 1988

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Classification
Physics Abstracts
42.55D — 42.60

Laser guide d'onde CO₂ auto-focalisant à flux de gaz transverse (*)

D. Legoff, G. L. Bourdet ⁽¹⁾, P. Pinson et A. Lavenant

Laboratoires de Marcoussis, Centre de Recherches de la Compagnie Générale d'Electricité, Division Optronique, Route de Nozay, 91460 Marcoussis, France

⁽¹⁾ Laboratoire d'Optique Appliquée, Ecole Polytechnique, ENSTA, Batterie de l'Yvette, 91120 Palaiseau, France

(Reçu le 18 décembre 1987, révisé le 11 mars 1988, accepté le 11 mars 1988)

Résumé. — Les performances d'un laser guide d'onde CO₂ auto-focalisant à flux de gaz transverse et à excitation radio-fréquence sont décrites. Le renouvellement rapide du gaz permet un meilleur refroidissement du milieu actif et par conséquent une puissance linéique plus élevée. En utilisant une longueur active de 20 cm, on obtient une puissance de sortie de 15 W, ce qui correspond à une puissance linéique de 0,75 W/cm.

Abstract. — The performance of a CW radio-frequency excited transverse gas flow CO₂ laser with self-focusing parallel-plate waveguide is exposed. The flowing gas provides efficient cooling, so that high output power per unit gain length can be achieved. A 15 W output in a 20 cm gain length device, corresponding to a 0.75 W/cm output has been demonstrated.

1. Introduction.

Il a été démontré [1] que l'emploi de structures guides d'onde dites auto-focalisantes pour la réalisation de lasers guides d'onde CO₂ à excitation radio-fréquence au lieu de guides cylindriques ou carrés [2], était favorable à l'accroissement du rendement et de la puissance linéique.

Cet accroissement est dû notamment, au bon échange de gaz entre la partie active et la réserve, échange favorisé par l'absence de parois latérales. On peut encore accroître cet échange en établissant une circulation transverse de gaz dans l'espace inter-électrodes. Le renouvellement rapide du gaz dans la zone active permet donc d'accroître les performances de ce type de laser.

2. Dispositif expérimental.

Le guide d'onde est constitué (Fig. 1) par deux plaques concaves en Al₂O₃ de rayon de courbures $r = 5$ mm et de 210 mm de longueur, placées vis-à-vis et parallèles entre elles. L'espace entre les bords du guide est de 1 mm, sa demi-hauteur est de

Fig. 1. — Guide d'onde auto-focalisant.

[Self-focusing parallel plate waveguide.]

1,5 mm. Des électrodes en kovar de 2 mm de large et 200 mm de longueur sont collées sur le guide d'onde.

Ce guide d'onde est monté dans une enceinte en AU4G de dimensions $7 \times 16 \times 25$ cm³ (Fig. 2) dans laquelle la circulation du mélange gazeux est assurée par une pompe à vide.

Une grille est placée à 30 mm du guide pour uniformiser l'écoulement, des déflecteurs en Al₂O₃ canalisent le flux de gaz dans le guide d'onde.

La cavité optique est constituée d'un miroir à réflexion totale en inox argenté et d'un miroir de sortie en ZnSe traité, dont le taux de réflexion est de

(*) Etude effectuée avec le soutien de la Direction des Recherches et Etudes Techniques sous contrat n° 84.34.301.

Fig. 2. — Dispositif à flux de gaz transverse.

[Schematic for the transverse flow laser configuration.]

95 %. Les miroirs sont situés à 5 mm des extrémités du guide.

L'excitation du milieu gazeux est effectuée par un amplificateur RF de puissance (Power Lab. Inc. modèle 220-250), à travers les parois du guide d'onde d'épaisseur 0,6 mm.

La puissance RF est mesurée à l'aide d'un wattmètre Bird modèle 43.

Le laser guide d'onde est accordé à l'amplificateur RF d'impédance 50 Ω par un réseau.

Le refroidissement est assuré par une circulation d'eau dans le fond de la boîte.

3. Résultats expérimentaux.

L'étude de l'incidence de la vitesse d'écoulement du gaz sur la puissance de sortie, à la pression de 80 torr (pression optimale pour cette dimension de guide) et à une puissance RF d'excitation de 120 W, a été effectuée figure 3.

Fig. 3. — Puissance de sortie en fonction du débit de gaz.

[Output power versus gas flow rate.]

Dans la plage de débit de gaz permis par le groupe de pompage utilisé dans cette expérience (10 à 60 l/min à la pression de 80 torr), nous avons obtenu un accroissement de 55 % de la puissance de sortie. Le mélange de gaz était : He : CO₂ : N₂, 80 : 10 : 10.

Dans les conditions optimales de fonctionnement (80 torr de pression et 60 l/min de débit de gaz) nous avons mesuré la puissance de sortie en fonction de la puissance RF d'excitation figure 4.

Fig. 4. — Puissance de sortie et rendement en fonction de la puissance RF d'excitation.

[Output power and efficiency versus incident RF power.]

Une puissance maximale de 15 W a été obtenue avec un rendement de 10 %, soit une puissance linéique de 0,75 W/cm.

A titre de comparaison, nous avons représenté sur la même figure les résultats rapportés dans les références [1] et [3] pour un fonctionnement en scellé d'un laser guide d'onde identique. Le mélange de gaz utilisé est dans un cas un mélange avec xénon : Xe : CO₂ : N₂ : He, 4 : 13 : 17 : 66, à la pression totale de 70 torr, et dans l'autre cas, un mélange sans xénon : CO₂ : N₂ : He, 10 : 10 : 80, à la pression de 80 torr. La puissance de sortie obtenue avec le dispositif à flux de gaz transverse, comparée à celle du système scellé, est 1,5 fois plus élevée qu'avec le mélange utilisant du xénon, et près de 2 fois plus élevée que celle obtenue avec le mélange sans xénon.

Ces résultats montrent que l'augmentation de la puissance de sortie est liée à la possibilité, dans ce type de laser, d'accroître la puissance RF d'excitation, sans échauffement excessif du milieu gazeux,

en raison du renouvellement permanent du gaz dans l'espace inter-électrodes.

En scellé, la puissance de sortie maximale est atteinte pour une puissance totale d'excitation de l'ordre de 75 W (25 W/cm³), alors qu'avec le dispositif à flux de gaz, elle n'est atteinte que pour une puissance d'excitation de 150 W (50 W/cm³).

Le faisceau laser a la même configuration de mode que celle décrite dans la référence [1].

La figure 5 montre les contours des taches de diffraction à 20 cm, 56 cm, et 90 cm de la sortie du guide obtenus à l'aide de papier thermique.

4. Conclusion.

Les résultats montrent que l'établissement d'un flux de gaz transverse dans un laser guide d'onde auto-focalisant conduit à une augmentation importante de

la puissance de sortie, de l'ordre de 50 à 100 %, selon le mélange de gaz utilisé, par comparaison au même laser guide d'onde fonctionnant en scellé.

Cet accroissement est lié au fait qu'il est possible, dans ce type de laser guide d'onde, d'augmenter la puissance RF d'excitation sans échauffement excessif du mélange gazeux, en raison du renouvellement permanent du gaz dans l'espace inter-électrodes.

Fig. 5. — Forme de la tache de diffraction à différentes distances de la sortie du laser.

[Mode shapes recorded for various distances from the guide end.]

Bibliographie

- [1] BOURDET, G. L., MULLOT, G. M., ANDRE, Y. B., MULLER, R. A. and VINET, J. Y., High-efficiency CO₂ waveguide laser, *Opt. commun.* **60** (1986) 84.
- [2] DEGNAN, J. J., The Waveguide Laser : A review, *Appl. Phys.* **11** (1976) 1-33.
- [3] Les lasers à guide d'onde (Rapport non publié) Laboratoire d'Optique Appliquée.