

International Conference on Space Optics—ICSO 1997

Toulouse, France

2–4 December 1997

Edited by George Otrio



Diode laser à cavité externe auto-alignée et continûment accordable en longueur d'onde

*Herve Lefevre, Philippe Martin, Bernard Laloux,
Philippe Graindorge, et al.*



icso proceedings



International Conference on Space Optics — ICSO 1997, edited by Georges Otrio, Proc. of SPIE Vol. 10570, 105701P · © 1997 ESA and CNES · CCC code: 0277-786X/18/\$18 · doi: 10.1117/12.2326576

DIODE LASER A CAVITE EXTERNE AUTO-ALIGNEE ET CONTINUUMENT ACCORDABLE EN LONGUEUR D'ONDE

**Hervé LEFEVRE, Philippe MARTIN, Bernard LALOUX,
Philippe GRAINDORGE, Daniel GATTI, Denis MANGEOT**

*PHOTONETICS
52 avenue de l'Europe, BP 39, 78160 MARLY-LE-ROI*

INTRODUCTION

Les sources laser accordables à cavité étendue ont de nombreuses applications dans la caractérisation des composants utilisés par les télécommunications à fibre optique. Leurs caractéristiques optiques les rendent également très attrayantes pour des expérimentations embarquées nécessitant soit un accord fin de la longueur d'onde de travail, soit une plage spectrale étendue. Le principe de ces sources laser consiste à sélectionner à l'aide d'un réseau de diffraction une longueur d'onde dans le spectre d'amplification d'une diode laser. La cavité laser, délimitée par une face de la diode et le réseau de diffraction, permet le choix de la longueur d'onde par simple rotation du réseau. Si la longueur de cavité est maintenue constante, l'accordabilité est discrète et limitée aux modes longitudinaux du laser. L'obtention d'une accordabilité continue nécessite de faire varier dans le même rapport la longueur de cavité et la longueur d'onde d'émission.

Une source laser continûment accordable dont la cavité externe est fermée par un réseau de diffraction montée en configuration de Littrow a déjà été présentée [1]. Le mouvement combiné de deux translations perpendiculaires permet de lier la rotation du réseau et la longueur de la cavité. Cependant, la mise en œuvre de cette technique nécessite une mécanique extrêmement délicate. D'autre part, cette configuration nécessite un alignement très précis du réseau de diffraction [2].

Une nouvelle configuration opto-mécanique où l'accordabilité continue est obtenue simplement et où les tolérances d'alignement sont très relâchées a été mise au point, rendant accessibles les applications pour lesquelles l'environnement est plus sévère.

DESCRIPTION DE LA SOURCE

Le schéma optique de la cavité laser (Fig. 1) s'appuie sur la configuration de Littman-Metcalf. L'émission lumineuse issue de la face traitée anti-reflet de la diode est collimatée par une lentille puis diffractée par un réseau fixe incliné d'un angle θ_1 .

Le faisceau réémis sous un angle θ_2 est ensuite rétro-réfléchi, diffracté à nouveau par le réseau et recouplé dans la diode. Le rétro-réflécteur que nous utilisons ici est un dièdre (l'équivalent d'un coin de cube pour une dimension), dont l'arête est centrée sur le faisceau et perpendiculaire aux traits du réseau. L'utilisation d'un dièdre permet d'assurer un recouplage stable de la lumière dans la diode, quelle que soit la position du réseau ou l'orientation du dièdre.

Cette configuration permet également d'obtenir l'accordabilité continue. A est le centre du faisceau collimaté sur le réseau, B le centre du faisceau sur l'arête du dièdre. D est le point tel que AD soit égal à la longueur optique de cavité entre le point A et la face de sortie de la diode. Enfin, le point C est défini comme l'intersection entre le plan du réseau et la ligne qui prolonge l'arête du dièdre. Si C est placé sur la perpendiculaire à l'axe optique principal qui passe par le point D, l'accordabilité obtenue par simple rotation du dièdre autour du point C est continue.

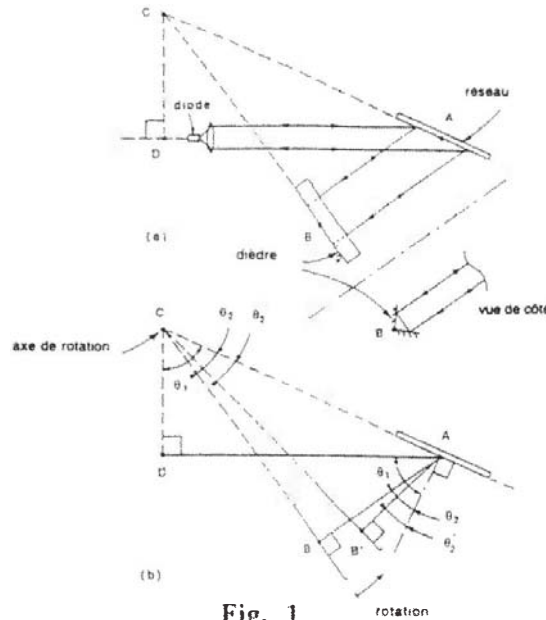


Fig. 1

En effet, la longueur optique de la cavité est donnée par :

$$L_{opt} = AB + AD = N \lambda / 2 \quad (1)$$

où N est l'ordre de la cavité et λ la longueur d'onde émise par le laser.

Nous avons $AB = AC \sin \theta_2$ et $AD = AC \sin \theta_1$, d'où on déduit que :

$$AC (\sin \theta_2 + \sin \theta_1) = \frac{N \lambda}{2} \quad (2)$$

Par ailleurs, la loi de dispersion du réseau est :

$$p(\sin \theta_1 + \sin \theta_2) = \lambda \quad (3)$$

où p est le pas du réseau. On obtient alors :

$$N = \frac{2AC}{p} \quad (4)$$

Lorsque le dièdre tourne autour du point C, les points A, D et C restent fixes tandis que le centre du faisceau se déplace de B en B' et la longueur d'onde de λ à λ' . Pour le nouvel angle de diffraction θ'_2 correspondant à λ' , les mêmes équations que précédemment donnent un ordre N de cavité inchangé $2AC/p$. Une simple rotation du dièdre permet donc d'obtenir une véritable accordabilité continue.

Cette configuration simplifie grandement la mise en œuvre mécanique du laser. D'autre part, l'utilisation du dièdre permet d'obtenir une cavité laser auto-alignée en permanence. Une telle configuration a été mise en œuvre sur des diodes lasers centrées autour de 1550 nm et nous avons pu démontrer une accordabilité continue entre 1500 et 1590 nm. La figure 2 présente l'enregistrement du courant circulant dans la diode en fonction de la longueur d'onde pour une puissance de sortie stabilisée à 1 mW. La forme en cloche du courant est due au spectre de gain de la diode. La modulation sinusoïdale résiduelle est due à la réflectivité résiduelle de la face arrière de la diode. L'absence de discontinuité dans cette courbe montre qu'il n'y a pas de saut de mode.

Une diode centrée autour de 852 nm a également été montée en cavité. Là aussi la présence du dièdre permet un auto-alignement de la cavité réalisée en configuration de Littman-Metcalf. La sortie du laser se fait dans ce cas sur l'ordre 0 du réseau car la diode utilisée est une diode de puissance dont une face est réfléchissante ($R \approx 95\%$) l'autre étant traitée anti-reflet pour la cavité étendue. La puissance obtenue en sortie est de l'ordre de 20 mW pour un courant d'alimentation de 100 mA.

Courant en fonction de la longueur d'onde en puissance constante de 1 mW.

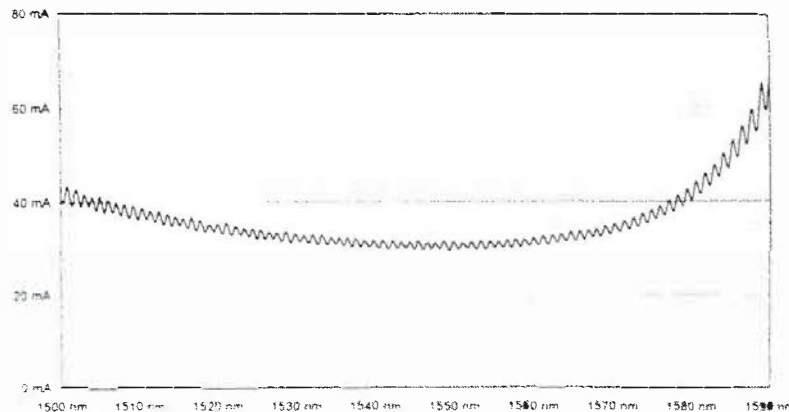


Fig. 2
Courant en fonction de la longueur d'onde en APC 1 mW

Dans tous les cas, l'augmentation de la longueur de cavité entraîne une réduction de la largeur spectrale du laser. On obtient ainsi pour des cavités dont la longueur est de l'ordre de 30 à 60 mm, des raies spectrales de largeur 100 à 200 kHz, ce qui confère une excellente pureté spectrale à ces sources.

L'encombrement du cœur optique de ces lasers est de l'ordre de 50 mm x 30 mm pour une épaisseur de 30 mm. Il convient de rajouter le volume indispensable à la motorisation qui pourra varier selon l'étendue de la plage spectrale et la finesse d'accordabilité souhaitée.

Les études de ces sources ont été financées par France Télécom et le CNES.

REFERENCES

- [1] F. Favre and D. Le Guen, Electronics Letters, Vol. 27, N° 2, 183-184, (1991).
- [2] P. Zorabedian and W.R. Trutna, Optics Letters, Vol. 15, N° 9, 483-485, (1990).