

CARACTERISTICA STRUCTURILOR DBR MOPA CU MAI MULTE SECȚIUNI

Eugeniu GRIGORIEV

Universitatea Tehnică din Moldova, Facultatea Electronică și Telecomunicații, Departamentul Fizica,
Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Grigoriev Eugeniu, eugeniu.grigoriev@fiz.utm.md

Rezumat. În această lucrare prezentăm rezultatele teoretice ale caracteristicilor laserelor DBR MOPA cu mai multe secțiuni. Pentru efectuarea calculului numeric a fost utilizat modelul undelor progresive. Am arătat influența coeficientului de reflecție al fațetei frontale asupra comportamentului laserului.

Cuvinte cheie: laser cu mai multe secțiuni, DBR, MOPA, instabilități, cip

Introducere

În ultimii ani, aplicații precum comunicația prin spațiul liber, spectroscopie și frecvență neliniară, necesită dispozitive cu difracție spațială limitată și emisie cu bandă îngustă spectrală la mai mulți Wați putere [1, 2]. Oscilatorul master (MO) și amplificatorul de putere (PA) integrate monolitic sunt modele de dispozitive cu calitate bună a razelor de lumină cu lungimea de undă stabilă și puteri de zeci de Wați. Această stabilitate este obținută prin folosirea în calitate de MO, fie a unui reflector Bragg -DBR [2], fie a unuiia DBF [3] conectat la amplificator într-un singur cip. Este bine cunoscut, că partea MO este introdusă în cip pentru selectarea modului laser care apoi este puternic amplificat în partea de amplificare PA a dispozitivului. Pe de altă parte, astfel de dispozitive sunt caracterizate prin instabilități în timp și spațiu. Aceste instabilități duc la apariția auto-pulsațiilor, filamentărilor etc. Menționăm că, astfel de dispozitive sunt caracterizate de o multitudine de parametri. Pentru simularea dinamică a dispozitivelor MOPA aplicăm ecuațiile undelor progresive pentru amplitudinile complexe a câmpurilor optice [4, 5].

Schema laserului, ecuații și rezultate

O reprezentare schematică a dispozitivului DBR MOPA monolitic cu mai multe secțiuni este redată în Fig. 1. Structura acestui dispozitiv este similară cu cea a dispozitivului raportat în [1]. Astfel, MO constă din trei secțiuni. Secțiunea de amplificare G este complementată cu secțiuni DBR de 1 mm și 0.5 mm. Lungimea secțiunii de amplificare G este de 0.5 mm. MO este conectat la 0.5 mm secțiune de control urmat de 4.0 mm PA. Coeficientul de reflectivitate al fațetei din față variază de la 0 la 10^{-3} . Într-un final, întreaga lungime a dispozitivului este de 6 mm. Lungimea de undă este de 1120 nm.

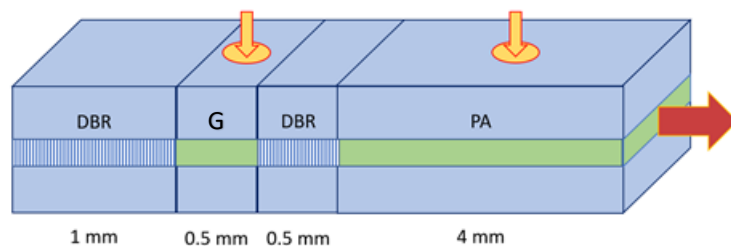


Figura 1. Vizualizarea schematică a laserului DBR MOPA cu mai multe secțiuni

În cele ce urmează vom prezenta modelul de simulare a dinamicii dispozitivului DBR MOPA arătată în Fig. 1. Studiul laserului este bazat pe modelul undei progresive în timp și spațiu pentru amplitudinile complexe $E^+(x,t)$ și $E^-(x,t)$ [3-5].

$$\frac{n_g}{c_0} \frac{\partial}{\partial t} E^\pm = \left[\pm \frac{\partial}{\partial z} - i\Delta\beta(N, I) \right] E^\pm - ikE^\pm + F_{sp}^\pm \quad (1)$$

unde c_0 este viteza luminii în vid, k este coeficientul de cuplare în câmp datorită rețelei Bragg.

Vom utiliza și ecuația ratei pentru densitatea purtătorilor de sarcină $N(z, t)$ în fiecare secțiune a dispozitivului

$$\partial_t N = \frac{I}{edWl_A} + \frac{U_F}{edr_s} (\bar{N} - N) - \left(\frac{N}{T} + BN^2 + CN^3 \right) - \frac{c_0}{n_g} \Re \sum_{\nu=\pm} E^{\nu*} [g(N) - D] E^\nu, \quad (2)$$

unde d și W sunt grosimea și lățimea straturilor active. Pentru o descriere detaliată a modelului, ecuațiilor și parametrilor rămași ne referim la [3-5].

În continuare, vom analiza emisia la ieșirea din laser, în cazul când curentul în secțiunea PA este variat iar cel în MO este constant și fixat la 100 mA. Rezultatele calculelor numerice a puterii de ieșire începe să crească monoton după un curent de prag de 0.19 A (vezi Fig. 2a). Ținem să menționăm, că fațeta din față are un coeficientul de reflexie egal cu zero.

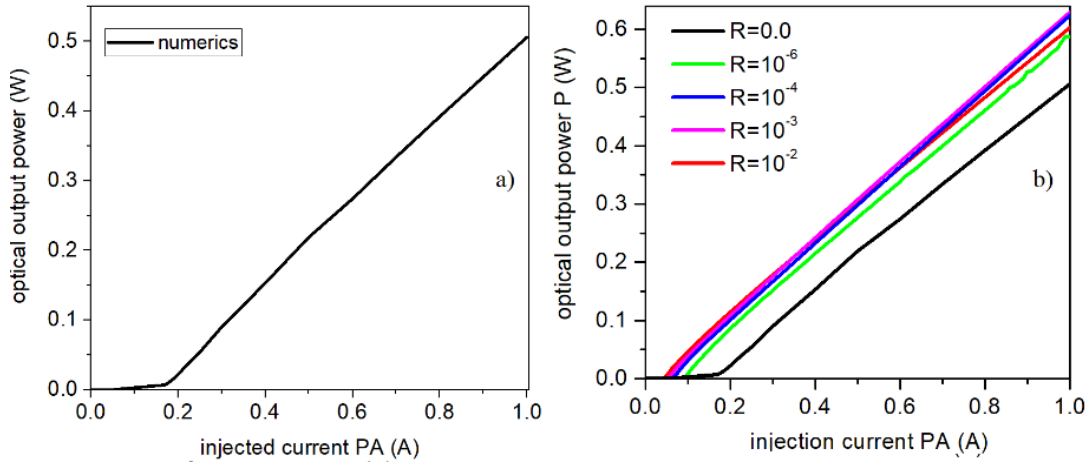


Figura 2. Dependenta puterii de ieșire din laser de curentul injectat în secțiunea PA pentru a) $R=0$, și b) R variabil

În continuare am luat în considerare influența reflectivității fațetei frontale asupra puterii emergente a laserului DBR MOPA cu mai multe secțiuni. Menționăm că, reflectivitatea fațetei frontale poate fi ușor controlată. Valoarea inițială o considerăm a fi egală cu zero, iar ulterior ea va crește până la 10^{-2} (vezi Fig. 2b).

Concluzii

În această lucrare sunt prezentate investigațiile teoretice ale caracteristicii dinamice a laserului DBR MOPA cu mai multe secțiuni. Am folosit modelul undelor progresive pentru calcule numerice. Am evaluat influența valorilor reflectivității asupra puterii emergente.

Mulțumiri. Lucrarea dată a fost efectuată în cadrul proiectului 20.80009.5007.08.

Bibliografie

1. ZINK, C., et al, *Diffraction limited 1064 nm monolithic DBR-master oscillator power amplifier with more than 7 W output power*, Proc. SPIE 10553, Novel In-Plane Semiconductor Lasers XVII, Photonics West, San Francisco, USA, Jan 27 - Feb 01, 105531C (2018).
2. WENZEL, H., et al, *10W continuous-wave monolithically integrated master oscillator power-amplifier*, Electronic Letters, 2007, 43, pp. 160-162.

3. TRONCIU, V., et al, *Improving the stability of distributed-feedback tapered master-oscillator power-amplifiers*, Opt Quant Electron, 2009, 41, p. 531–537.
4. RADZIUNAS, M., WÜNSCHE, H. J., *Multisection lasers: longitudinal modes and their dynamics*, in: J. Piprek (Ed.), Optoelectronic Devices, Springer: New York, 2005, p. 121–150.
5. RADZIUNAS, M., et al, *Mode transitions in distributed Bragg reflector semiconductor lasers: Experiments, simulations and analysis*, J. Phys. B: Atomic, Molecular and Optical Physics, 2011, 44, (10), p. 105-401