

半導体全光ゲートの高密度電流注入・高速化実験用に微小発熱体 を利用する負帰還温度制御・導波路結合安定化方式の開発

Development of the negative-feedback-temperature-control and waveguide coupling stabilizing system using minute heating element for ultra-high-speed all-optical-gate experiment by high-density current injection

電通大先進理工¹, ○吉川 恵太¹, 中原 康貴^{1a)}, 竹内 宏幸^{1b)}, 上野 芳康¹

Univ. of Electro-Communications¹, Keita Yoshikawa¹, Yasutaka Nakahara^{1a)}

Hiroyuki Takeuchi^{1b)} and Yoshiyasu Ueno¹

E-mail: yoshiyasu.ueno@uec.ac.jp

1. 序論

半導体光増幅器(SOA)を含む全光ゲートは、超高速動作、低消費電力、集積化が可能な点から超高速・大容量な光通信を実現する素子として期待されている^[1]。SOAの周波数限界速度は一般的にキャリアの回復速度に制限され、その回復速度を速める効果として光加速効果がある。光加速効果はいくつかの手法があるが最も簡単で効果的な方法として注入電流量の増大が挙げられる^[2]。しかし、注入電流量を増大するとともにSOAでのジュール熱も増大し、chip型SOAを支えるマウント-ステージ部の熱膨張につながる。この熱膨張により、chip型SOAと先球ファイバとの光結合がずれ、光結合損失増大を引き起こしていた。そこで新たに発熱体(チップ抵抗)を付加する温度制御方式を提案する^[3]。今回、chip型SOAの台座の温度制御系を見直し、新たな温度制御方式を提案し、高密度電流注入によるゲート動作高速化についての成果を報告する。

2. 発熱補償温度制御方式の原理

新たな温度制御方式として発熱補償温度制御方式を提案する。従来の一般的なペルチェ素子による温度制御方式と今回の発熱補償温度制御方式の概念を図1に示す。ペルチェ素子による温度制御方式ではペルチェ素子を温度調整器(以下温調)によって自動で制御し、温度を一定に保っている。しかし、ペルチェ素子からマウントへ排出される熱量は一定にはならない。発熱補償温度制御方式ではペルチェ素子で一定量の吸熱と排熱を行う。温調を発熱体につなぐことにより、発熱でchip型SOAの温度を制御する構成にした(図2)。chip型SOAの発熱量が変わった場合、自動的に発熱体の発熱量が変動するためchip型SOAの温度は一定に保たれる。この時マウント-ステージ部への排熱量は一定に保たれるため光結合損失増大が起きない(図3)。



図1. 温度制御方式の概念図

- (a) ペルチェ素子による温度制御方式
(b) 発熱補償温度制御方式

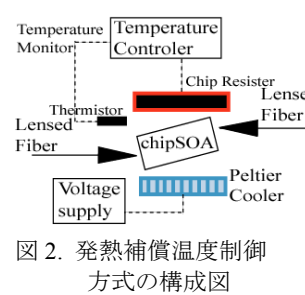


図2. 発熱補償温度制御方式の構成図

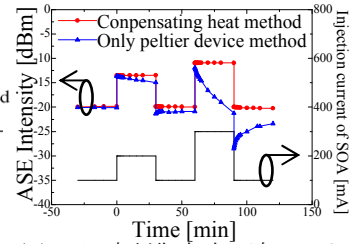


図3. 温度制御方式の違いによるASE強度の時間変動比較

3. 高密度電流注入時の緩和時定数

前述の発熱補償温度制御方式を用い、緩和時定数を測定した(図4)。cw光波長1540 nm、強度0 dBm、パルス光波長1555 nm、1つ当たりのパルスエネルギー300 fJをSOAに同時に入射し、相互利得変調(XGM)波形から緩和時定数を見積もった。chip型SOAは米国InPhenix社製、利得帯域1.5 μm 帯、活性層幅2 μm 、活性層長300、700、1000 μm の三種類を使用した。

従来の温度制御では測定困難だった高密度電流注入時(図4赤丸)の緩和時定数を見積もることが出来るようになった。また注入電流増大及び活性層長延長により、緩和時定数は短縮された。

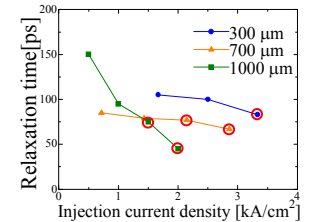


図4. 注入電流密度対緩和時定数

4. 結論

光結合損失増大の無い温度制御方式として発熱補償温度制御方式を提案し、それを実証した。この温度制御方式を用いることで測定困難だった高密度電流注入領域まで測定を行うことが出来る。今回はその例として緩和時定数を測定し、注入電流増大及び活性層長延長により、緩和時定数が短縮される結果を得た。発熱補償温度制御方式はどの研究機関においても簡単に構成でき、汎用性が高いため、今後のSOAを用いた全光ゲート研究の発展に期待できる。

参考文献

- [1] Y. Liu *et al.*, OSA/IEEE JLT, Vol. 25, pp. 103 (2007)
[2] Zhi Wang *et al.*, SPIE, Vol. 6838, 68380R-1 (2008)
[3] 中原 康貴他, 電子情報通信学会, 講演番号176 (2011)

a)現在: NTT コミュニケーションズ株式会社

b)現在: 三菱重工株式会社