

光通信用 DFB レーザの注入電流/温度協調制御による双方向高速高信頼波長切替 High-speed High-reliability Bi-directional Wavelength Switching at DFB-LD with Current/Temperature Cooperative Control

○(M2)葉 聖鴻¹, (P)車 明¹, 久保木 猛¹, 加藤 和利¹

Kyushu Univ.¹, °Shenghong Ye¹, Ming Che¹, Takeshi Kuboki¹, Kazutoshi Kato¹
E-mail: ye.shenghong.453@s.kyushu-u.ac.jp

1. まえがき

我々は低消費電力かつ高速な光ネットワークの実現に向けて広帯域かつ高速波長切替が可能な光源波長可変 DFB レーザアレイ (TLA : Tunable Distribute Feedback Laser Array)^[1]に着目している。TLA は 400GHz ずつ異なる光周波数(波長)で発振する 12 個の DFB レーザを InP 基板上に集積化したデバイスである。DFB レーザの発振波長を切り替える手法としては主に、温度制御器により TLA モジュール温度を変える手法と、レーザに注入する電流を変化させる手法とがある。前者はチップ全体の温度を変化させるため、数秒から数十秒程の時間を要する。一方で後者の場合、注入電流を変化させることでレーザ内の活性層の温度が局所的に変化するため、数百ミリ秒程度で高速に波長が変化する。しかし、目標とする波長帯によっては DFB レーザに大きな電流を注入する必要がある。レーザの平均寿命時間はおよそ注入電流の 2 乗に反比例するため、大きな電流を注入し続けるとレーザの寿命が劣化してしまう。そこで、高速かつ高信頼な波長切替を実現するために、これら 2 つの波長調整手法を組み合わせた新しい波長切替法を提案した。

2. 注入電流および温度協調制御手法と実験結果

図 1 は 1 つの DFB レーザについてチップ温度をパラメータとし、注入電流と発振周波数の関係を測定した結果である。図中のポイント A, B, C は波長変化時のレーザの状態の例を示している。従来の高速波長切替手法は A 点と B 点の間に大きな注入電流変化により高速に波長切替をしていた。目標とする波長帯によっては大きな電流を DFB レーザに注入する必要があり、信頼性の劣化が懸念される。

一方、注入電流/温度協調制御では、低周波側への波長切替の場合、まず、図の実線が示すように注入電流を大きく変化させ、周波数を初期値 A 点から目標値 B 点まで切替える。次に、大きな電流がレーザに注入され続けるのを避けるために、B 点から C 点まで徐々に注入電流を減少させる。ここで、注入電流の減少によりレーザの波長が高周波側へシフトすることなく、波長を一定に保つように温度調整器の設定温度を上昇させることが提案手法の特徴である。実験の結果、注入電流制御を施した低周波側への 400GHz 幅の波長切替時間は 130ms であり、切り替え後 30 秒で温度制御器の設定温度を 15°C から 45°C まで徐々に増加することで最終的に注入電流を 402mA から 52mA まで減らすことができた。次に高周波側への波長切替の場合、図の破線が示すように C 点から B 点まで温度調整器の設定温度を徐々に減少させ、それと同時に注入電流を徐々

に増加させて波長を一定に保つ。B 点に達した後、注入電流を減少して目標値 A 点に切り替える。実験の結果、B 点から A 点への高周波側へ 400GHz 幅の波長切替時間は 94ms であり、切り替え前の 30 秒かけて温度制御器の設定温度は 45°C から 15°C まで徐々に減少させ、注入電流は 52mA から 402mA まで増加させた。

以上の手順で波長切替を行うことにより、従来の注入電流変化による波長切替の高速性を維持しつつ、低周波数を保つため必要な注入電流を 402mA から 52mA まで減少させ、懸念されていた信頼性の劣化を抑制することが可能となった。

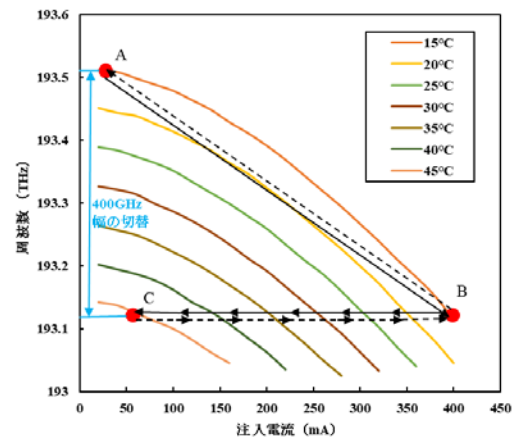


図 1 異なる温度条件下での注入電流と発振周波数の関係と注入電流及び温度協調制御の手順

3. まとめ

今回、TLA 内の一つの DFB レーザの発振帯域全域である 400 GHz の切替幅において注入電流/温度協調制御による波長切替制御を行った。注入電流制御によりミリ秒レベルの高速波長切替を達成し、低周波数側の波長を保つため必要な注入電流を 402mA から 52mA まで減少させ、懸念されていた信頼性の劣化の要因を大幅に改善した。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 (グラント番号 JP20H00253) および電気通信普及財団の助成を受けたものです。

参考文献

[1] H. Ishii et al, IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron., 15, no. 3, pp. 514–520, 2009.