

大規模 Si 光スイッチの全自動キャリブレーション手法の検討

Fully-Automatic Calibration for Large-Scale Silicon Photonic Switch

産総研 ○須田 悟史, 谷澤 健, 鈴木 恵治郎, 松浦 裕之, 池田 和浩, 河島 整, 並木 周

S. Suda, K. Tanizawa, K. Suzuki, H. Matsuura, K. Ikeda, H. Kawashima, and S. Namiki

E-mail: s-suda@aist.go.jp

1. はじめに

我々は、熱光学効果を用いた 32×32 ノンブロッッキング型 Si 光スイッチの研究開発を行っている。本光スイッチは 1024 個のマッハツェンダー干渉型 (MZI) 2×2 光スイッチ (要素スイッチ) で構成され、上下アームには位相調整用のヒータが搭載されている。ヒータに最適な電力を印加する事で光の出力ポートを Cross 状態と Bar 状態に切り替える。

以前に 32×32 Si 光スイッチブレードを開発し、全 1024 ($=32 \times 32$) の経路パターンにおいて消光比約 30dB を達成している事を報告した [1]。しかし、各要素スイッチのキャリブレーションはヒータへの印加電力と出力光パワーを目視で行うマニュアル方式であったため、数日のオーダーの時間を要していた。光スイッチのキャリブレーション時間はコストに直接影響するため、キャリブレーションの高速化が必要不可欠である。また、測定点数の低減はキャリブレーション時間の高速化につながる。本発表では独自アルゴリズムによる高速かつ高精度な自動キャリブレーション手法を提案する。

2. アルゴリズム

ヒータへの探索ステップ電力と、外乱による光パワー変動閾値を設定する。MZI の伝達関数は $\cos$ 関数で表すことができ、極値周辺では 2 次関数で近似できる事から、隣接する 3 点の出力光パワー値からガウスジョルダン法によってキャリブレーション値を求める。また、キャリブレーション順序の最適化により、他出力ポートへの漏れ光の影響を下げる事は以前報告した [2]。それに加えて、探索電力ステップの最適化による高精度化、MZI の透過特性の周期性を用いて Cross 値から Bar 値を予測する手法によって、測定点の大幅な低減による高速化を目指す。

3. 解析結果

シミュレーションでは、実際に測定した Si 光導波路の製作誤差などのパラメータを正

規乱数で分布させた状態で本アルゴリズムを適応し、全パスの消光比を解析した。

図 1 は 32×32 光スイッチのキャリブレーション後の全 1024 経路パスの消光比特性 (最適探索ステップ電力と、完全に位相補償ができたと想定した場合の理想値) を示す。全 1024 通りの経路パターンにおいて、マニュアルでの実測値 [1] と同オーダーの消光比が得られている事が確認できる。探索ステップ電力を小さいと精度は上がるが測定時間を要し、大きいと測定時間は早いが精度が落ちる。今回は、最適値として 2mW を選択した。尚、MZI の透過特性の周期は約 54mW である。この時の測定点数は約 10800 であり、以前の理論 [2] と比較して測定点数を半分に削減した。

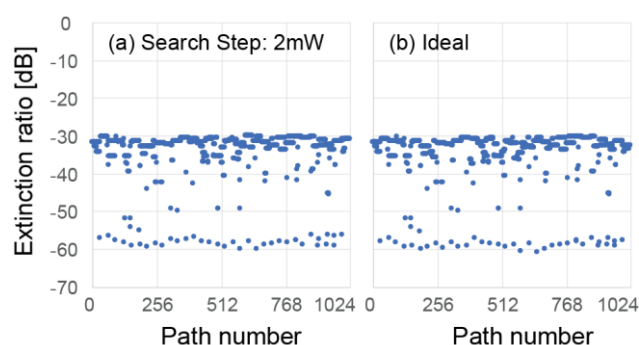


図 1 32×32 Si 光スイッチのキャリブレーション後の全 1024 経路パターンでの消光比 (最適探索ステップ電力と理想値)

4. 結論

32×32 Si 光スイッチの各要素スイッチに対して、探索電力ステップ、キャリブレーション順序の最適化、予測法を用いる事で、高速・高精度にキャリブレーションできる事を理論的に実証した。今後は、実機での検証を行う。

5. 謝辞

本研究は、文部科学省イノベーションシステム整備事業の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] K. Tanizawa et. al., OECC2016, PD2-3, Niigata
- [2] S. Suda, et. al., ACP2015, ASA4.2, Hong Kong