

# 差分進化法を用いた高次直列結合マイクロリング波長フィルタの設計

## Design of high-order series-coupled microring resonator wavelength filter with differential evolution method

横浜国大院 理工学府<sup>1</sup>, 工学研究院<sup>2</sup> ○(M1) 宇田川 悠大<sup>1</sup>, 荒川 太郎<sup>2</sup>

Graduate School of Engineering, Yokohama National University,

○Yudai Udagawa, Taro Arakawa

E-mail: udagawa-yudai-zk@ynu.jp

### 1 はじめに

光波長フィルタはフォトニックネットワークにおけるキーデバイスの一つであり、特に、高次直列結合マイクロリング共振器波長フィルタは構造が比較的小型で設計性に優れる。一般的にリング次数が高次になると設計パラメータが増え、設計が複雑になる。その設計法としてデジタルフィルタ設計手法も提案されているが [1], 汎用性が十分とはいえず、その設計法はまだ確立されていない。そこで本研究では、フィルタ設計への機械学習の適用を試みた。光デバイス設計における機械学習の適用の例としてはフォトニック結晶デバイス設計があるが [2], マイクロリングフィルタ設計へ適用された例はない。これまで多スタート局所探索法で最適化を行っていたが [3], リング次数が大きくなったときに探索性能が低くなる問題があった。本研究では差分進化法 [4] の導入、リングの性質を利用したリング周長の組み合わせの導出方法の変更によって探索性能の改善に成功したので、それを報告する。

### 2 多重直列マイクロリング共振器の最適化

設計対象の異径  $m$  次リングの模式図を Fig. 1. に示す。初期条件からリング周長  $L$  の組み合わせを決定する。そこから差分進化法により結合率  $K$  の最適化を行う。一般的に異径のリングを結合すると、バーニャ効果により共振波長間隔  $FSR$  が大きくなり、同径のリングを結合すると、フィルタの透過スペクトルが箱型化する。リング周長  $L$  の組み合わせはこれらの性質を考慮して決定する。差分進化法は進化的アルゴリズム

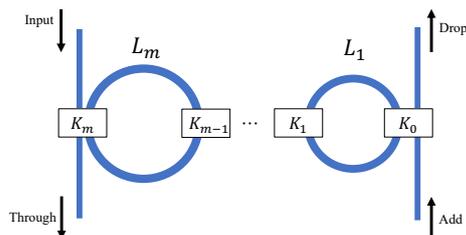


Fig. 1. Calculation model for  $m$ -th microring filter.

の一種であり、多目的最適化問題を解くことに用いられる。解の探索性と局所解に陥らない多様性を両立している点で優れている。多目的最適化問題ではトレードオフの関係になる評価がしばしば出てくる。本研究では評価の重み付けによって、これを解決する。この重み付けを教師あり機械学習により最適化する。

### 3 異径 6 次リング波長フィルタの設計例

$FSR$  を 20 nm, 中心波長  $\lambda_0$  を 1550 nm, 3 dB 波長帯域を 1 nm を設計条件としたときに導出した異径 6 次リングの最適化の結果を Fig. 2. に示す。ただし、伝搬損失係数はシリコン細線導波路を想定して 2.3 dB/cm とし、結合損失はないものとした。設計値は結合率は  $K = (0.55, 0.10, 0.08, 0.08, 0.09, 0.04, 0.24)$  となり、リング周長は  $L = (83.6 \mu\text{m}, 83.6 \mu\text{m}, 55.7 \mu\text{m}, 83.6 \mu\text{m}, 55.7 \mu\text{m}, 55.7 \mu\text{m})$  となり、3 dB 波長帯域が 1.0 nm となった。バーニャ効果により  $FSR$  が拡大され、同径のリングの組み合わせによって透過スペクトルの箱型化されていることがわかる。設計条件を満たすような結果は得られたが、クロストークがやや大きいのでリングの順番のさらなる検討が必要である。

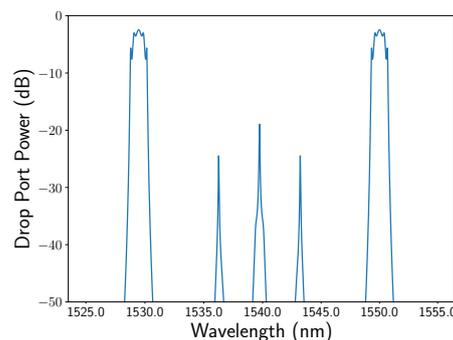


Fig. 2. Spectral response of 6th-order microring filter.

### 参考文献

- [1] 小松原ほか, 第 78 回秋季応物, 7p-C14-7 (2017).
- [2] T. Asano et al., Opt. Express 26, 32704 (2018).
- [3] 宇田川悠大ほか, 信学会ソ大会, C-3/4-44 (2020).
- [4] R.Storn et al, J. Global Optim 11,341 - 359 (1997).