

氏名	Iip Syarif Hidayat
授与した学位	博士
専攻分野の名称	学術
学位授与番号	博甲第2540号
学位授与の日付	平成15年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科知能開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	A Study on Optical Microring-Resonator for Optical Wavelength Filter (波長フィルター用のマイクロリング共振器に関する研究)
論文審査委員	教授 古賀 隆治 教授 森川 良孝 教授 野木 茂次

学位論文内容の要旨

The rapidly increase in demand for bandwidth from end users forces network infrastructure to be replaced by Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM). A key device for DWDM is wavelength add/drop filter, multiplexer and demultiplexer. This device should have wide FSR (THz order). However in fact, it is difficult to fabricate wavelength filter with FSR of THz order.

Microring-resonator is expected to be a key device for wavelength filter due to small size and can be integrated with other devices. In order to obtain THz order of FSR in ring-resonator, it needs to reduce ring radius since FSR is inversely proportional to ring radius. However, reducing ring radius will face with large bending loss. Here, we proposed the new structure to expand FSR in microring-resonator without decreasing radius of microring-resonator, and we called it as multi-path ring-resonator (MPRR). The investigation result shows that MPRR has better performances compared with other proposed structure to expand FSR such as double-cavity ring-resonator (DCRR) or triple-coupler ring-resonator (TCRR). For a typical expansion factor of 10, crosstalk of -18dB with low ripple ratio of 0.2dB and -1dB-bandwidth of 4GHz are obtained in this study. The device size is also 50% smaller than DCRR.

The dissertation also presents comparison study of serial- and parallel-cascaded microring-resonator when they are used as an interleaver. Optimization result shows that -1dB-bandwidth of 22GHz is obtained in 3-stage serial-cascaded. With parameters on this condition, risetime of 30ps and settling time of 220ps are observed. Comparison with the same order of parallel structure (3-stage parallel-cascaded), 3-stage serial-cascaded shows advantages of bandwidth and crosstalk performances but not in insertion loss and response time. For crosstalk requirement ≤ -20 dB, 3-stage parallel-cascaded shows -1dB-bandwidth of 12GHz, settling time of 60ps and risetime of 30ps. For the system permitted insertion loss 2dB, 3-stage parallel-cascaded permits waveguide loss ≤ 9.6 dB/cm, but 3-stage serial-cascaded permits waveguide loss ≤ 4.2 dB/cm.

論文審査結果の要旨

利用者からの急激な帯域幅の要求増により、ネットワークの基盤は高密度波長分割方式 (DWDM) に移行しつつある。そこでは THz オーダーの自由スペクトル幅 (FSR) を持つフィルターが必要である。

マイクロリング共振器はこの波長フィルターのキーデバイスとして期待されるが、必要な FSR を得るためには寸法が過小になり、損失の増大により実用には不適である。そこで、著者はデバイスのサイズを保ちながら広い FSR を確保する新しい構造を提案し、これをマルチパス長リング共振器 (MPRR) と命名した。研究の結果、MPRR は従来から知られていた二重共振器型リングフィルタ (DCRR) や三重共振器型リングフィルタ (TCRR) に比べ実用上望ましい特性を持つことが立証された。たとえば、拡大率を 10 に選んだ場合でも、クロストークは -18dB 、リップ率は 0.2dB 、 -1dB バンド幅は 4GHz という性能が得られ、デバイスのサイズは DCRR に比べて半分に収まった。

論文では、インターリーパーとして用いるマイクロリング共振器の縦続配置と並列配置の優劣も比較している。最適化の結果、3 段の縦続カスケード配置の場合、 -1dB バンド幅が 22GHz も得られ、立ち上がり時間は 30ps 、整定時間は 220ps という結果が得られた。同様の並列カスケード配置に比べ、バンド幅とクロストークについては優れていたが、挿入損失と応答時間は劣っていた。

以上のように本論文の内容は、平面光回路の設計に新しい方法をもたらすもので、学術的にも有意義であり、記述は簡潔にして要を得ている。従って、博士 (学術) の論文として価値あるものと認める。