

손실이 있는 도파구조에서 결합 링 반사기의 파장선택성과 반사율 분석

(Analysis of Wavelength Selectivity and Reflectivity of Coupled-Ring Reflector in Lossy Waveguide Structure)

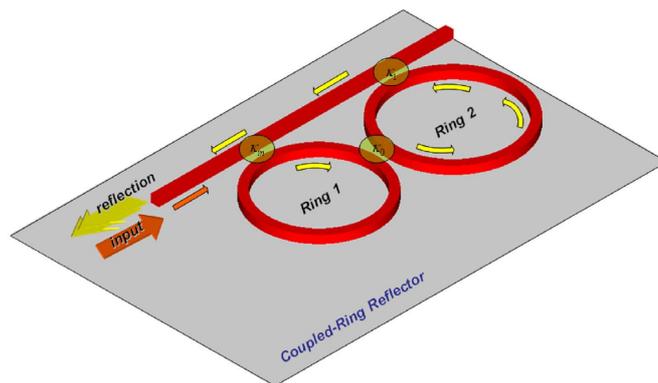
이태형, 이동현, 박준오*, 정영철

광운대학교 전자통신공학과, *(주) LGS

taehyung@kw.ac.kr

최근에 마이크로 링 공진기(MMR: Micro-ring resonator)를 이용한 광소자 개발에 많은 노력들이 이루어지고 있다⁽¹⁾. 이를 바탕으로 두개의 링과 하나의 직선 도파로에서 서로 커플링 효과를 통한 coupled-ring reflector (CRR)에 대한 연구가 몇몇의 연구 팀들에 의해 활발히 진행 되고 있다⁽²⁾. 본 논문에서는, 전송행렬 방법을 통해 손실이 있는 도파구조에서 링 반경 변화에 따른 결합 링 반사기의 파장선택성과 반사율을 분석하였다.

CRR이 반사기로 작동하는 원리는 그림 1에서 보는 바와 같이 직선 도파로와 첫 번째 링 도파로에서 커플링이 된 빛이 다시 두 번째 링 도파로로 커플링이 되고, 이는 다시 직선 도파로로 커플링 되어 파장선택성 반사가 일어나게 된다. 여기서 결합된 두 링 공진기의 FSR(Free Spectral Range)을 서로 약간 다르게 하고 굴절률을 적절히 조절하면, FSR 주기로 발생하는 반사율의 크기가 특정 파장에서 가장 크고, 최대 반사율을 나타내는 파장으로부터 FSR 주기의 정수배만큼 떨어진 파장에서 발생하는 반사율 최대치는 점차적으로 감소하는 형태를 보이게 된다.

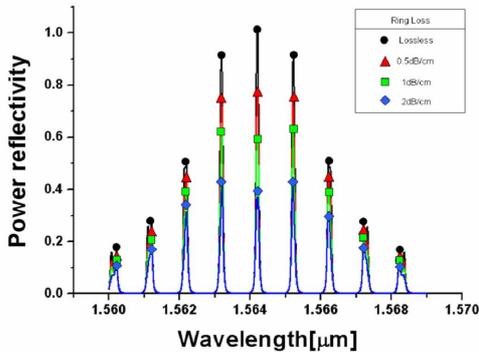


<그림 1 결합링 반사기의 개략적 구조>

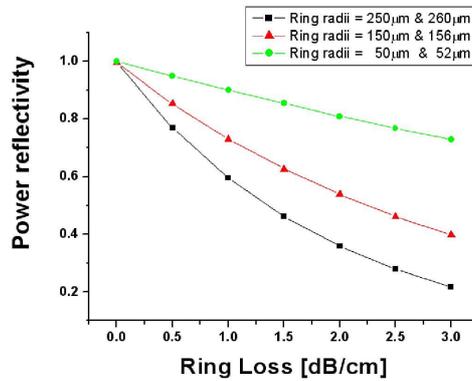
이와 같은 구조의 결합 링 공진기의 반사특성의 척도는 파장선택성과 반사율이다. 파장선택성과 결합 링 공진기의 반사율은 링 도파로의 반경과 링 도파로에서 발생하는 손실 값에 의하여 많은 영향을 받는다.

그림 2는 $R_1 = 250\mu m, R_2 = 260\mu m$ 인 경우 손실에 따른 결합 링 반사기의 반사율을 나타내었다. 여기

서 $n_{eff_1} = 1.469185, n_{eff_2} = 1.469151, n_g = 1.5, \lambda_0 = 1.55\mu\text{m}$ 라고 가정하였고, 링-버스 커플링은 0.6, 링-링 커플링은 0.1이다. 이상적으로 손실이 없는 링 도파로로 구성된 결합 링 반사기의 반사율은 1이 되지만 점차 손실이 증가함에 따라 반사율과 파장선택성은 악화됨을 알 수 있다.



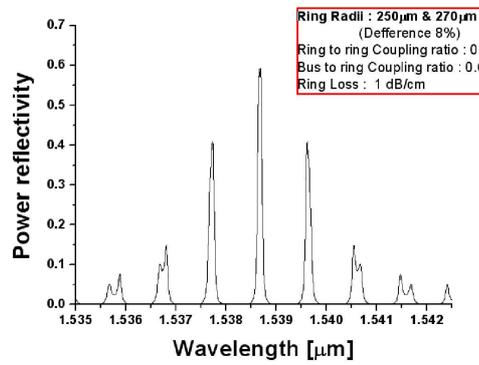
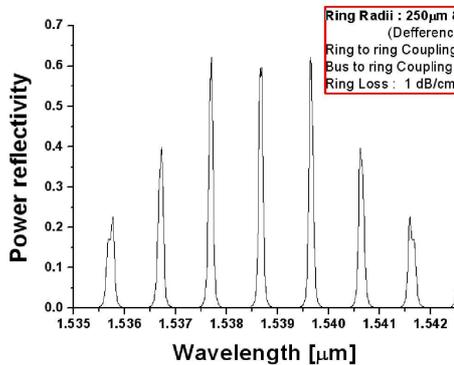
<그림 2 링 도파로의 손실과 CRR의 반사율>



<그림 3 링의 반경과 CRR의 반사율>

하지만 그림 3과 같이 링 도파로 반경을 작게 설정하면 링 도파로에서 손실이 존재하더라도 반사특성이 개선됨을 확인할 수 있다. 링의 반경이 줄어들수록 특정 파장에서의 최대 반사율은 손실 값에 다소 둔감한 특성을 나타냈다.

또한 그림 4에 보였듯이 두 링의 FSR의 차이가 커지도록 링 반경을 8% 이상 차이 나게 설계할 경우 특정파장의 파장선택성이 높아지는 것을 확인하였다.



<그림 4 두 링의 반경차이 변화에 따른 CRR의 파장선택성>

[감사의 글] 이 논문은 2006년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (R01-2006-000-10751-0).

참고 문헌

[1] A. Agarwal, P. Toliver, R. Menendez, S. Etemad, J. Jackel, J. Young, T. Banwell, "Fully-programmable ring resonator based integrated photonic circuit for phase coherent applications" Journal of Lightwave Technology, Vol. 6, pp. 77-87, March 2005.
 [2] Youngchul Chung, Doo-Gun Kim, and Nadir Dagli, "Reflection Properties of Coupled-Ring Reflectors" Journal of Lightwave Technology, Vol. 24, No.4, pp. 1865-1874, April 2006.