

Sidelobe-Suppression by Pair Grating in a Grating-Assisted Codirectional Coupler Type Wavelength-Tunable Optical Filter

박찬용, 김정수, 김덕봉*

한국전자통신연구원 원천기술연구본부, *삼성전자 광소재사업부 광응용연구그룹
cypark@cadvax.etri.re.kr

Sidelobe-suppression techniques in a grating-assisted codirectional coupler (GACC) tunable optical filter (TOF) are discussed. This technique is very important for the system application of the TOF resulting in lowering optical crosstalk. We also demonstrate the fabrication technology as well as the transmission characteristics of the device.

WDM 통신에서는 매우 다양한 소자들이 요구되고 있으며, Arrayed Waveguide Grating (AWG)와 같은 고정파장분리형 필터 뿐만이 아니라 수 나노초 정도의 빠른 속도를 갖는 파장가변필터도 매우 중요하다. 고속 파장가변 필터 중에는 AWG에 반도체 광증폭기(Semiconductor Optical Amplifier:SOA)가 집적된 파장선택기(Wavelength Selector)와 Grating-Assisted Codirectional Coupler(GACC)형 파장가변 필터를 들 수 있다. 파장선택기의 경우 SOA를 단일기판에 집적할 수 있는 InP/InGaAsP 파장선택기와 실리카 AWG에 SOA를 하이브리드로 집적하는 두가지로 발전해 가고 있으며 각기 장단점을 갖고 있다. 반면에 GACC형 파장가변 광필터의 경우 굴절률 변화에 의해 선택하는 파장을 바꾸게 되므로 빠른 속도와 넓은 범위의 파장가변을 위해 InP 반도체를 재료로 하는 GACC형 파장가변 필터가 가장 유리하다. 본 논문에서는 반도체를 재료로 하는 파장가변 필터 중 GACC형 파장가변 광필터의 동작 특성 및 채널간 잡음을 초래할 수 있는 sidelobe 제어 기술에 관해 논의 한다.

그림 1은 GACC형 광필터의 개념도를 나타낸 것으로 두 도파로(WG1, WG2)와 격자로 구성된다. 두 도파로는 그림 2의 실선에서 보인 바와 같이 파장에 대한 유효굴절률이 서로 다르도록 구성되며 따라서 WG1을 지날 때와 WG2를 지날 때 속도가 서로 다르다. WG1으로 입사된 빛은 격자가 존재하는 영역에서 WG2로 결합이 일어나며 각 격자에서 WG2로 결합(couple)된 빛은 이전 격자에서 WG2로 결합된 빛과 합쳐지는데 보강간섭이나 상쇄간섭이냐에 따라 광결합의 발생 유무가 결정된다. 이를 수식적으로 표현한 것이 phase matching 조건이며 Λ 를 격자의 주기라 할 때

$$|\beta_1 - \beta_2| = \frac{2\pi}{\Lambda} \quad (1)$$

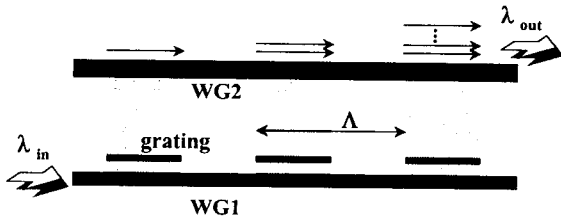
로 표현되고 그림 2에 보인 바와 같이 특정 중심파장(λ_c)에서 광결합이 일어나게 된다.

두 격자를 묶어서 쌍으로 하고 쌍격자 내부의 한 격자의 위치를 그림 3과 같이 이동시킨 경우를 생각해 보자. 격자가 이동된 영역(그림의 영역③)에서 WG2로 결합되는 파동은 그 앞쪽의 격자에서 결합된 파동과 위상이 달라지므로 상쇄간섭에 의해 같은 영역만큼(그림의 ②) 상쇄하게 되어 순수한 결합세기(coupling strength)는 그림의 영역①과 영역④만큼만 작용하게 된다. 따라서 쌍격자에서 격자 하나의 이동위치 τ 를 조절하면 결합세기를 조절할 수 있게 된다.

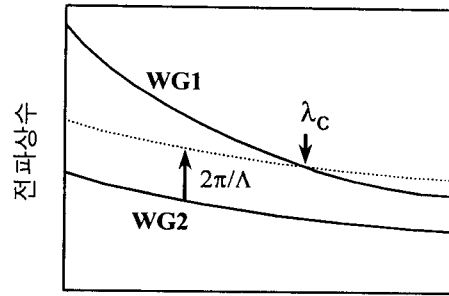
이와 같이 공간적으로 결합세기를 조절할 수 있는 현상을 이용하여 필터의 투과 특성을 나쁘게 제한하는 sidelobe를 억제시킬 수 있다.^[1] 공간적으로 유한한 결합길이를 갖는 필터의 경우 이의 푸리에 변

환에 해당하는 투과 특성 곡선은 sinc 함수 형태로 나타나며 sidelobe를 필수적으로 발생시킨다. 따라서 결합세기의 공간적 분포를 가우시안 또는 다른 특정 함수 형태로 바꿀 수 있다면 sidelobe를 크게 줄일 수 있게 된다. 그림 4의 a는 소자의 중앙에서 양 끝으로 갈수록 선형적으로 τ 를 증가시킨 쌍격자의 일부를 보인 것이고 그림 4의 b는 이러한 선형적 증가에 대한 결합계수의 변화를 보인 것이다. 제작된 필터의 투과 특성을 그림 5에 나타내었으며 sidelobe가 제어되었음을 확인할 수 있다.

1. D.B.Kim *et al.*, *IEEE Photon. Tech. Lett.*, **10**, pp.1593-1595(1998)

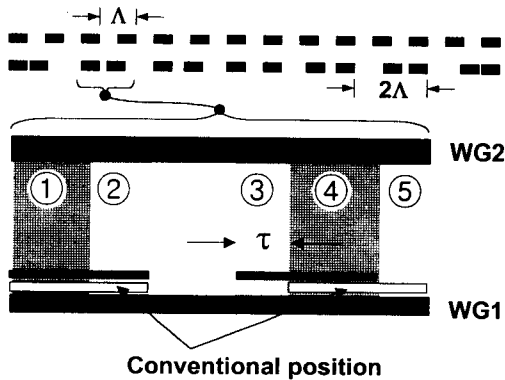


(그림 1) GACC형 광필터의 광결합 발생 개념도



빛의 파장

(그림 2) 두 도파로의 $\lambda - \beta$ 곡선

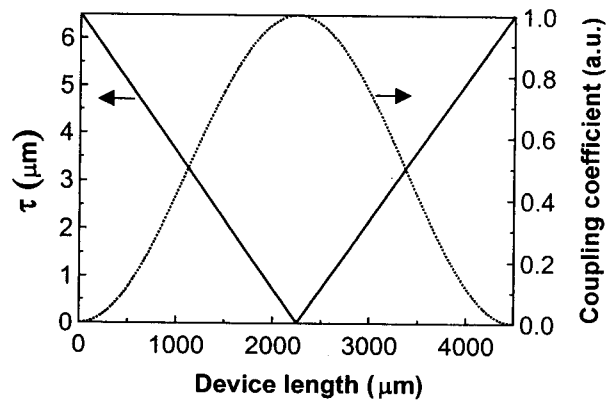


Conventional position

(그림 3) 쌍격자 구조 및 내부격자 이동에 의한 결합세기 조절 모델

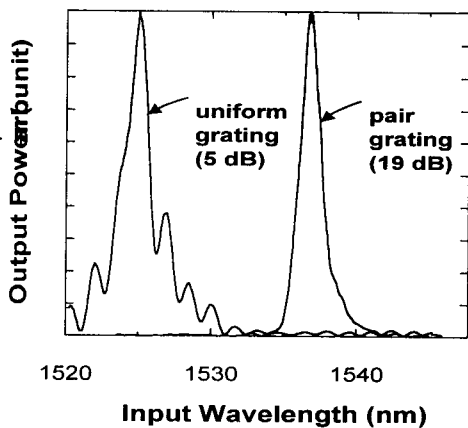


(그림 4-a)



(그림 4-b)

(그림 4) 쌍격자 구조 사진(a) 및 쌍격자 내부의 격자의 선형적 이동에 의한 결합세기 분포 곡선(b)



(그림 5) 쌍격자 구조에 의해 sidelobe가 억제된 투과 특성