

Double Sided Deep Ridge 도파관 구조를 가지는 수직 방향성
 결합기의 코어와 클래딩의 굴절율 차이가 소자의 특성에 미치는 영향
 Effect of refractive index difference between core and cladding on
 the characteristics of a vertical directional coupler using the
 double sided deep ridge waveguide structure

윤정현*, 정병민, 김부균
 숭실대학교 정보통신전자공학부
 yjh3215@sunbee.ssu.ac.kr

Effect of refractive index difference between core and cladding on the characteristics of a vertical directional coupler using the double sided deep ridge waveguide structure is investigated.

매우 짧은 결합길이를 가지고 편광에 무관한 특성을 가지며 제작 공정이 비교적 간단하다는 장점이 있는 double sided deep ridge (DSDR) 도파관 구조를 가지는 수직 방향성 결합기가 연구되어지고 있다⁽¹⁾. 이러한 구조의 수직 방향성 결합기에서 코어(InGaAsP)의 굴절율은 3.37 클래딩(InP)의 굴절율은 3.17로 고정시켰을 경우 편광에 무관한 결합길이를 가지는 코어의 폭이 약 $1\mu\text{m}\sim 1.4\mu\text{m}$ 에 존재함을 알 수 있었다⁽²⁾. 코어의 폭이 넓은 경우가 실제 소자 제작시 여러 가지 장점을 제공한다. 본 논문에서는 편광에 무관한 결합길이를 가지는 코어의 폭을 증가시키기 위해 클래딩의 굴절율은 고정시키고 코어의 굴절율을 3.27로 변화시켜 (코어와 클래딩의 굴절율 차이가 0.1 감소) 수직 방향성 결합기의 특성을 연구하였다. 특성 연구를 위하여 3차원 BPM시뮬레이터를 이용하였고 사용한 파장은 $1.55\mu\text{m}$ 이었다.

그림 1 (a) 와 (b) 는 각각 코어와 클래딩의 굴절율 차이가 0.2 와 0.1인 경우에 DSDR 수직 방향성 결합기의 구성 요소인 deep-ridge 도파관의 단일모드 조건을 도시한 그림이다. 코어와 클래딩의 굴절율 차이가 0.2인 경우에는 단일모드 조건을 만족하는 코어의 두께는 약 $0.5\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 이고 코어의 폭은 약 $0.8\mu\text{m}\sim 1.4\mu\text{m}$ 이고 코어와 클래딩의 굴절율 차이가 0.1인 경우에는 단일모드 조건을 만족하는 코어의 두께는 약 $0.8\mu\text{m}\sim 1.5\mu\text{m}$ 이고 코어의 폭은 약 $1.2\mu\text{m}\sim 2.3\mu\text{m}$ 임을 볼 수 있었다. 코어와 클래딩의 굴절율 차이가 감소할수록 단일모드 조건을 만족하는 코어의 두께와 폭이 증가함을 알 수 있었다.

표 1은 코어의 굴절율이 3.27이고 클래딩의 굴절율이 3.17일 때 여러 가지 내부 클래딩의 두께와 코어 두께에 대하여 편광에 무관한 결합길이를 가지는 코어의 폭과 결합길이 그리고 소자 특성이 변화하지 않기 시작하는 최소 링의 폭과 소자의 폭을 보인다. 코어와 클래딩의 굴절율이 3.37과 3.17일 때와 비교해 보면 편광에 무관한 결합길이 특성을 갖는 코어의 폭이 약 $0.67\mu\text{m}$ 증가함을 알 수 있었고 소자의 특성이 변화하지 않기 시작하는 최소 소자 폭은 약 $1\mu\text{m}$ 증가함을 알 수 있었다.

그림 2는 각각 코어의 두께가 $0.8\mu\text{m}$, $0.9\mu\text{m}$ 와 $1.0\mu\text{m}$ 일 때 여러 가지 내부 클래딩의 두께에 대하여 링 두께를 변화시켜가며 편광에 무관한 결합길이를 가지는 코어 폭을 도시한 그림이다. 내부 클래딩의 두께와는 관계없이 코어 두께가 $0.8\mu\text{m}$, $0.9\mu\text{m}$ 와 $1.0\mu\text{m}$ 인 경우 편광에 무관한 결합길이를 가지는 코어의 폭이 존재하기 위한 최소 링의 두께는 각각 $0.08\mu\text{m}$, $0.06\mu\text{m}$ 와 $0.04\mu\text{m}$ 임을 볼 수 있었다.

코어와 클래딩의 굴절율 차이를 줄여 편광에 무관한 결합길이 특성을 가지는 코어의 폭을 증가

시킬 수 있었다. 또한 코어의 두께가 증가하고 결합길이가 증가하며 최소 링 두께는 감소함을 알 수 있었다.

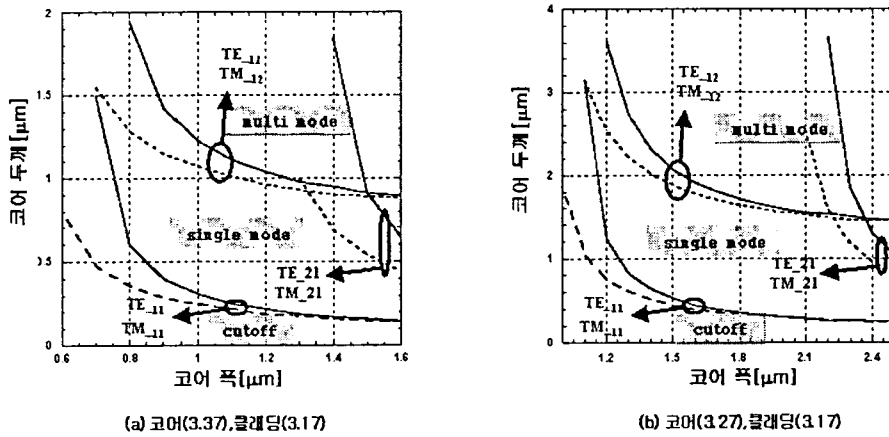


그림 1. deep ridge 도파관의 코어와 클래딩의 굴절을 차이가 0.2와 0.1일 때의 단일모드 조건
표 1. 코어의 굴절율이 3.27이고 클래딩의 굴절율이 3.17일 때 여러 가지 내부 클래딩의 두께와 코어 두께에 대하여 편광에 무관한 결합길이를 가지는 코어의 폭과 결합길이, 최소 링 폭과 소자 폭

내부 클래딩의 두께(링의 두께) [μm]	코어 두께 [μm]	코어 폭 [μm]	최소 링 폭 [μm]	최소 소자 폭 [μm]	결합길이 [μm]
0.7(0.5)	0.8	1.78	0.46	2.7	80.22
	0.9	1.82	0.44	2.7	98.40
	1.0	1.88	0.46	2.8	119.81
0.8(0.6)	0.8	1.8	0.55	2.9	100.76
	0.9	1.86	0.52	2.9	125.25
	1.0	1.94	0.53	3	154.29
0.9(0.7)	0.8	1.87	0.615	3.1	127.44
	0.9	1.92	0.59	3.1	159.92
	1.0	2	0.6	3.2	198.85

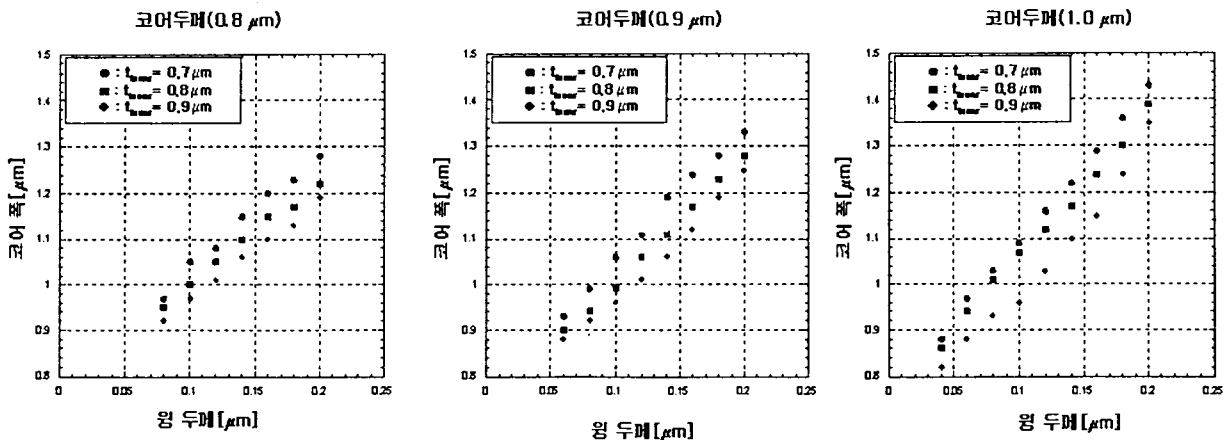


그림 2. 코어 두께가 각각 0.8μm, 0.9μm, 1.0μm 일 때 여러 가지 내부클래딩의 두께에서 링 두께 변화에 따른 편광에 무관한 결합길이를 가지는 코어의 폭
참고문헌

1. 정병민, 김부균, 한국광학회지, vol. 14, no. 4, pp. 359-363, 2003.
2. 윤정현, 정병민, 김부균, Proceeding of Phothnic Conference 2003, pp. 299-300, 2003.

