

집적형 광 배선의 최적화

Optimization Of Integrated Optics Waveguide

염준철*, 김현준, 이현식, 이승걸, 박세근, 오범환, 이일항

인하대학교 정보통신공학부 micro-PARC

sglee@inha.ac.kr

마이크로프로세서의 전송대역 증가와 함께 요구되어지는 집적형 광자기술은 좁은 영역에서 복잡한 광 배선들을 나열함에 따라 기존의 Electrical Interconnection들의 전자기적 분산이나 방출에 의한 결합 문제를 극복함으로써, 높은 전송 효율을 갖는 Optical Interconnection을 구현 할 수 있게 되었다. 그러나 집적화시 고려되는 배선들 간의 상호 연관성과 효율적인 특성이 문제시 되는데 이를 위한 경향성과 최적화 요소들이 필요하게 되었다.^{(1) (2)}

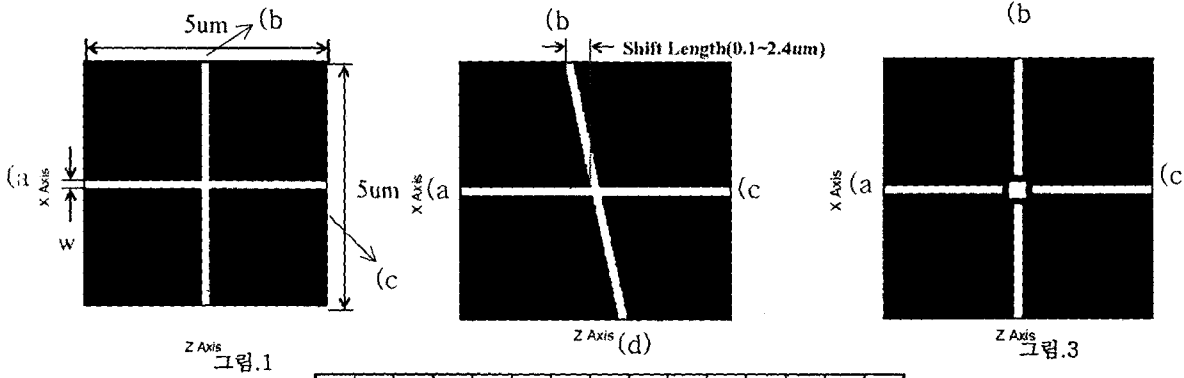
본 논문에서는 FDTD(Finite Difference Time Domain)를 이용하여 Crossing Waveguide의 광 배선 문제와 공진기를 인가한 도파로의 광 효율을 분석함으로써, 집적화된 광배선 문제의 경향 성을 제시하였다.

도파로는 굴절율이 높은 InP($n=3.2@1.55\mu m$)이고, 구조는 폭이 $0.2\mu m$ 인 2-D slab mode waveguide를 적용 하였으며, 입력 소스로는 중심 짜장이 $1.55\mu m$ 인 sinc함수를 인가하였다. 그림.1에 crossing되어진 도파로를 나타내었다. (a)로 빛이 입사 될 때, (b)와 (c) 에서 각각 Crosstalk, Transmission되는 Power를 계산했으며, 이 때 (a)로 반사되는 광의 power는 아래의 표.1에 나타내었다. 입사광에 따른 투과율이 80%이상이며, (b)로 도파된 손실은 4%정도로 분석되었다. 이러한 crossing waveguide를 집적화시 다중 광소자들과의 연결에서 발생 할 수 있는 배선의 휘어짐 현상(Tilted Crossing Waveguide)을 분석을 통하여 광소자들 간의 배선의 효율적인 문제를 분석하였다.

계산과정은 Crossing되어진 도파로 한 쪽을 $0.1\mu m$ 씩 양쪽 끝을 대칭이동 하여 shift되어진 각도를 계산하였으며, FDTD로 각각 port에서 power를 분석했다. 그림.2는 Tilted Crossing Waveguide를 나타내었다. 45° 각도 이상 큰 Tilt가 없다고 가정하여 0° 부터 43.83° 까지 도파로가 휘어짐에 따른 특성을 분석하여 표.2에 나타내었다. 그림.2에서 (a)로 빛이 입사 될 때 (c)로 투과 되며, (b),(d)로 Crosstalk된다. 이때 반사 투과되는 power와 양쪽으로 빠져 나가는 빛의 Crosstalk power를 측정하여 표.4에 나타내었다. Shift Length가 $0.0-1.0\mu m$ 까지 (a)는 0.2%정도의 작은 변화를 보이며, (c)는 $0.5-0.7\mu m$ 에서 약 2%정도 감소하는 것으로 계산되었다. (b),(d)는 $1.0\mu m$ 까지 (b)는 증가 (d)는 감소하는 경향을 보이고 있으며, $0.5-0.7\mu m$ 구간에서는 (b)는 급격히 변하는 반면에 (d)는 거의 변하지 않는 특성을 볼 수 있는데, 이는 투과 효율의 2%감소 원인으로 볼 수 있다. 또한 큰 각도에서의 변화를 분석하였는데, $1.0-2.4\mu m$ 까지 (b),(d)의 변화는 반대로 나타났으며, 이 변화로 인하여 (c)의 투과가 증가하는 경향이 나타나고 있다. 이런 Tilted Crossing Waveguide를 분석함으로써, 광 배선시 배선의 휘어짐 현상에 대한 경향성을 파악하였다.

이런 Crossing Waveguide에 투과 효율을 높이고, Crosstalk 효율을 줄이기 위하여 공진기가 인가된 도파로를 그림.3 분석하여 최적 수치를 계산해 보았다. 투과율이 가장 좋은 공진기의 크기는 $3.16 \times 3.16\mu m$ 공진기와 도파로 간의 gap은 $0.06\mu m$ 일 때 95.3%로 계산 되었으며, Crosstalk이 제일 낮은 공진기의 크기는 $3.16 \times 3.16\mu m$, gap은 $0.08\mu m$ 일 때 0.11%로 나타났다. 공진기의 크기와 gap에 대한 효율을 표.3에 나타내었다.

본 연구에서 광 배선의 경향성에 효율적 측면을 FDTD로 분석했으며, 이 결과를 바탕으로 광 배선의 최적 구현을 위한 개선점과 최적 조건을 찾는데 커다란 방법론을 제시하였다.



SI	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	2.4
Angle	0.0	2.25	4.57	6.84	9.09	11.31	13.50	15.64	17.74	19.80	21.80	30.96	38.66	43.83

Shift Length에 따른 각도 변화
그림.2

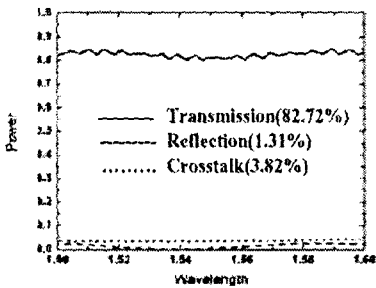
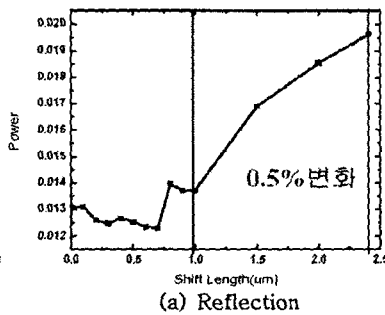
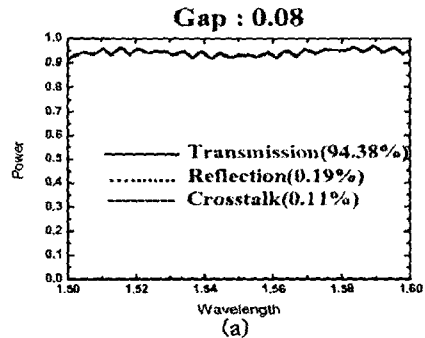


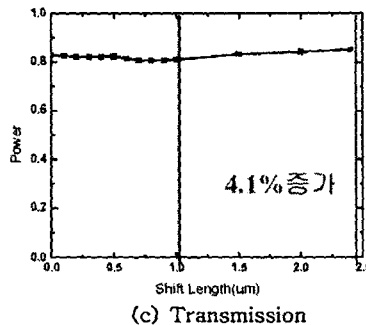
표.1



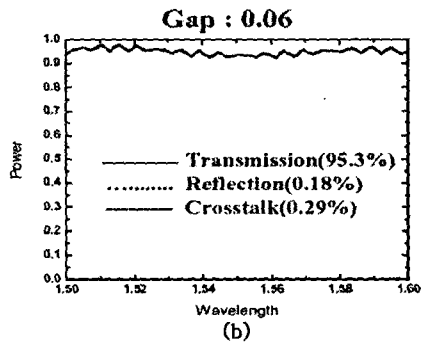
(a) Reflection



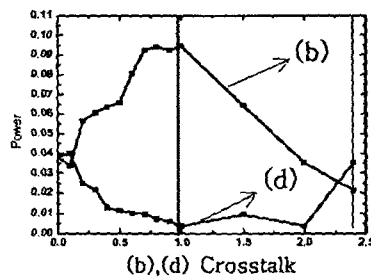
(a)



(c) Transmission



(b)



(b), (d) Crosstalk

표.3 (a) (b) 공진기의 크기가 0.36x0.36um 일 때 gap에 따른 효율

표.2 (a)Reflection (c)Transmission (b),(d)Crosstalk 1,2

참고문헌

1. C. Manolatou, Steven G. Johnson, Shanhui Fan, Pierre R. Villeneuve, H. A. Haus, and J. D. Joannopoulos, "High-Density Integrated Optics," *Journal of Lightwave Technology*, vol 17, no 9, september, 1999
2. H. A. Haus, *Waves and Fields in Optoelectronics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.