

경사 단면의 광섬유를 이용한 낮은 반사 손실의 멤스형 2x2 광 스위치

A micromachined 2x2 optical switch aligned with beveled fibers for low return loss

권호남, 심유석, 박종삼*, 이종현
광주과학기술원 기전공학과, *(주)세협
jonghyun@kjist.ac.kr

1. 서론

파장 다중화(WDM) 방식의 광통신시스템에서 그림 1(a),(b)에 나타낸 바와 같이 한 쌍의 입출력 포트의 신호 방향을 바꾸는 광 가감기(Optical Add Drop Multiplexer)용의 2x2 광 스위치가 사용된다. 특히 멤스형 광 스위치는 삽입손실, 누화, 편광 및 파장 의존 손실 등이 낮아 많은 연구가 이루어지고 있다⁽¹⁻³⁾. 광 스위치의 삽입손실을 낮추기 위해, 렌즈나 굴절률 맞춤액을 사용하는데, 광섬유를 정렬, 혹은 패키징할 때 렌즈나 맞춤액의 취급이 어렵다는 문제점이 있다. 한편, 광섬유 연결기 등에서 반사 손실을 낮추기 위해 끝이 경사진 광섬유가 사용될 수 있다⁽⁴⁾. 본 논문에서는 2x2 광 가감기에 적용하기 위해, 8도 경사각의 광섬유를 정렬한 멤스형 광 스위치의 설계, 제작 및 광학적 성능에 대해 다루고자 한다.

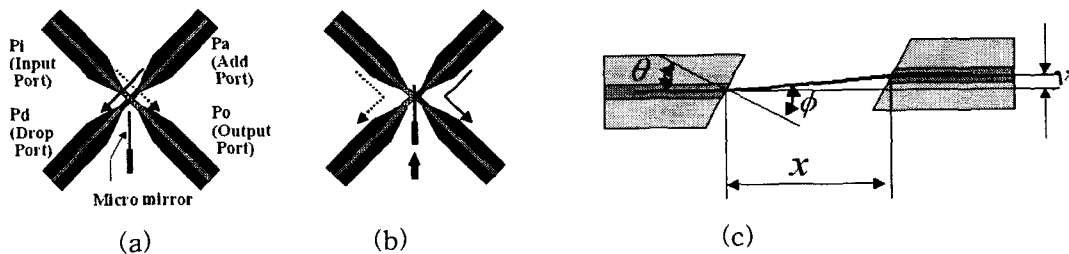


Fig. 1. Schematic of the 2x2 optical switch with a micro mirror and tapered fibers, (a) off-state, (b) on-state, and (c) light refraction at the ends of input and output fiber.

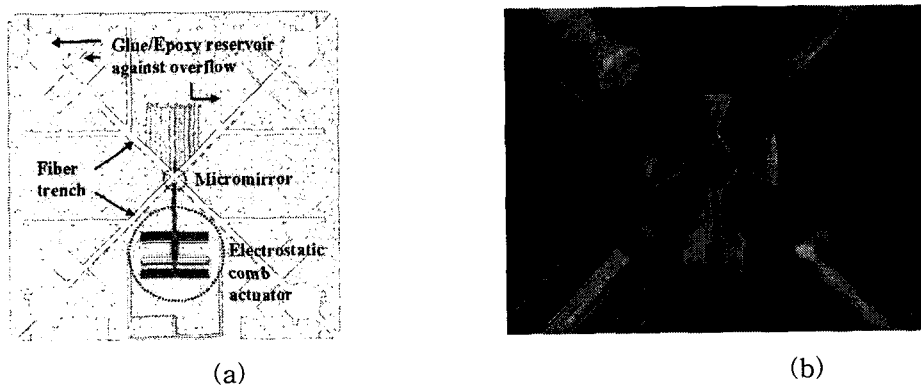


Fig. 2. Design and fiber alignment of the optical switch, (a) overall view of designed optical switch, and (b) microscope image of the optical switches aligned with 4 tapered beveled fibers (BFs)

2. 광 스위치 설계 및 제작

그림 1(c)에 나타낸 바와 같이, 광섬유와 공기의 굴절률 차이에 의해 8도 경사진 광섬유로부터 나온 빛이 굴절하므로, 입출력 광섬유 사이에 측면방향으로 인위적인 이격을 주어 삽입 손실이 발생하지 않도록 하였다. 그림 2(a)은, 광 신호의 방향을 바꾸기 위하여 광 경로에 미세거울이 드러나도록 빗살형 정전력 구동기를 채용한 광 스위치를 보여준다. 광 스위치의 제작을 위해서 73 μm의 구조층을 갖는 SOI(Silicon On Insulator) 웨이퍼에 깊은 비등방성 건식식각(DRIE)을 수행하고, 불산으로 희생층을 식각하여 구조층을 부양하였다. 이후, 전극 및 거울면 제작을 위해 금을 도금하고, 끝이 8도로 경사지고, 예각으로 가공된 광섬유를 그림 2(b)와 같이 정렬하였다.

3. 광 특성 분석

미세 거울이 광경로에서 빠져 있는 off-state의 삽입 손실은 각각 -4.35, -4.38 dB이며, 광 경로에 들어가 있는 on-state에서는, 각각 -2.98, -4.86 dB 이었다. 이것은 광섬유 축의 회전오차와 광섬유 사이의 간격이 증가한 이유로 삽입 손실이 커진 것이며, 거울이 광경로에 들어가 있을 때는 반대로 삽입 손실이 감소하는 효과를 나타낸 것으로 해석된다. 또, 삽입손실의 시간에 따른 변동은 0.04 dB 이하였으며, 그림 3과 같이, 편광 및 파장의존성은 각각 0.05, 0.71dB이하의 값을 가졌다. 반사 손실은 경사 단면 화이버의 사용으로 -44 dB 이하의 값을 보였으며, 24 V의 계단 신호가 가해졌을 때, 5 밀리초 이내에 빛의 경로가 바뀌었다.

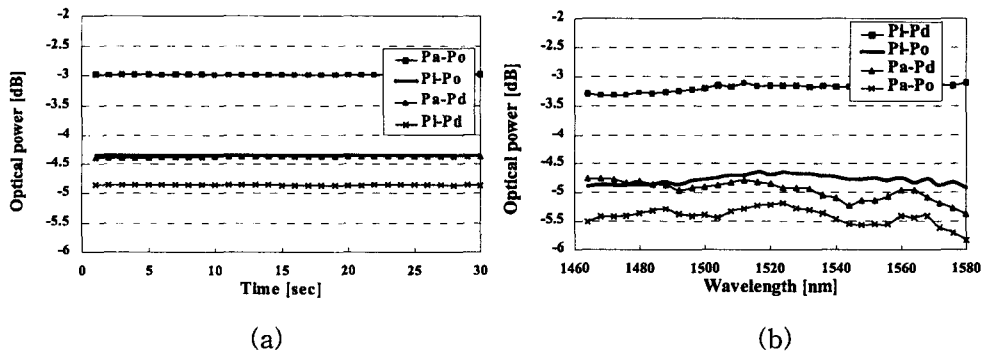


Fig. 3. Optical characteristics of the fabricated optical switch, (a) Time dependent loss(TDL), and (b) wavelength dependent loss(WDL).

Table 1. Optical characteristics of the micromachined 2x2 optical switch with BFs. (unit:dB)

state	port	IL	TDL	PDL	WDL	RL	state	port	IL	TDL	PDL	WDL	RL
off	Pi-Po	-4.35	0.01	0.05	0.28	-46	on	Pi-Pd	-2.98	0.01	0.03	0.71	-51
	Pa-Pd	-4.38	0.04	0.05	0.68	-44		Pa-Po	-4.86	0.03	0.05	0.24	-51

감사의 글

본 연구는 산자부 연구비 지원으로 수행되었으며, 세협(주)과 포랩(주)의 기술지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. J. E. Fouquet, et al., IEEE LEOS 98, pp.169-170, 1998.
2. C. Marxer, et al., J. Lightwave Technol., vol.17 no.1, pp.2-6, Jan. 1999.
3. S. S Lee, et al., J. Lightwave Technol., vol.17 no.1, pp.7-13, Jan. 1999.
4. K. Y. Lee, et al., Electronic Components Conference, pp.362-364, 1989.

