

광스위치 개발

박갑석 최신희 장은상 김성일 이병욱
한국통신 망관리기술연구소

Development of opto-mechanical switch

Kapseok Park, Shin-Ho Choi, Eunsang Jang, Seong-il Kim, Byeongwook Lee
Korea Telecom Network Management Technology Laboratory

Abstract - A switch is a component with two or more ports that selectively transmits, redirects, or blocks optical power in a fiber transmission line. Our switch uses rotation mechanism using stepping motor, hence the common optical fiber can scan and allign to one of the arrayed N optical fibers to provide optical path by electronic precise control. The developed switch is consisted of switching module and its control module. The performance parameters of a switching loss and a repeatability are considered very important. We performed the study to reduce the switching loss and improve the repeatability of switch.

The switch can be widely used as a test instrument of optical device and of optical cable in factory, also of optical cable monitoring systems.

1. 서 론

광스witch는 광전송로의 광신호를 선택적으로 전송하거나 광신호의 전송방향을 변경 혹은 차단하는데 사용되는 요소이다. 이 중에서 기계식 광스switch는 스위칭방식에 따라 자기식, 기계식, 3차원식으로 분류할 수 있다.

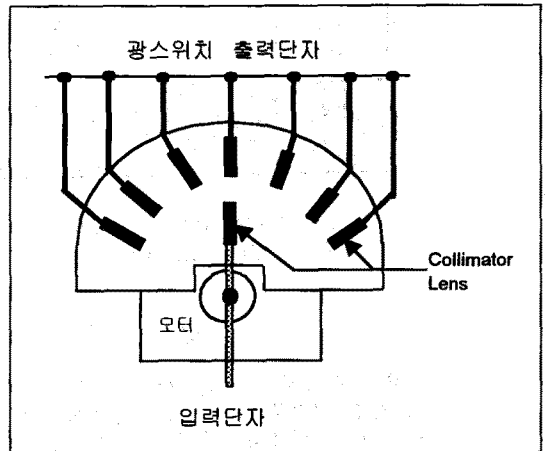
자기식 광스switch의 스위칭 원리는 자성물체와 프리즘 혹은 빔스플리터를 결합하여 전압을 이용하여 빛의 경로를 바꾸어주는 방식이며, 기계식 광스switch는 모터의 1축 제어방식으로 1xN의 구조를 가지며 양단 심선에 초소형 렌즈를 부착하여 공간스switch하는 비접촉 방식을 이용한다. 그러나 회전반경에 따른 심선용량의 제한, 초소형 콜리메이터 렌즈가격의 고가, 비접촉에 따른 정확한 위치제어가 주요 제한요소이다. 3차원식 광스switch는 모터의 3축 제어방식으로 1xN, MxN 구성을 가지며 주로 보조편과 굴절을 정합오일을 이용하여 양단 심선을 직접 접촉스switch하는 방식이다. 따라서 정확한 연결에 따른 삽입손실을 줄일수 있지만, 반복적인 결합에 따라 편마모와 심선 끝단의 표면손상으로 반복성, 신뢰성, 내구성 면에서 문제가 될 수 있다. 광스switch는 구조적인 면에서 콘넥터 구조, 초소형 렌즈를 이용한 콜리메이터 링커 구조, TEC 구조가 있다.

본 논문에서는 기계식 광스switch 중 콜리메이터 링커구조를 갖는 광스switch 개발에 대해 서술한다. 먼저, 광스switch의 스위칭 블록 및 제어구조에 대하여 설명하고, 성능 파라미터 중 스위칭손실 및 반복정밀도를 향상에 대해서 서술한다. 이렇게 개발된 광스switch의 성능규격을 보여주며, 결론으로 이의 응용분야 및 실제 적용결과에 대하여 서술한다.

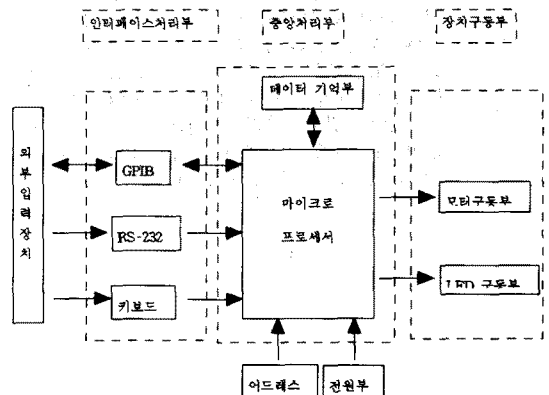
2. 본 론

2.1 광스switch 구조

개발한 광스switch는 스위칭 모듈과 제어모듈로 구성된다. 스위칭 모듈은 (그림 1)과 같이 1xN 구성을 가지며, 모터에 의한 회전방식으로 동작된다. 1xN 스위칭부의 양단에는 초소형 렌즈가 부착되어 있으며, 전기적 제어에 의하여 정확한 위치에 1:1로 스위칭된다. 제어모듈은 (그림 2)와 같이 명령어 해석/처리 및 데이터 저장기능을 수행하는 중앙처리부, 스위칭 블록 구동 및 시스템 상태 알람기능을 제공하는 장치구동부, 키보드 액세스 및 IEEE488, RS232 통신기능을 제공하는 인터페이스부로 구성된다.



(그림 1) 광스switch 스위칭 모듈 구조



(그림 2) 광스switch 제어모듈 구조

광스위치의 명령키의 기능과 광스위치의 상태 알림표시는 <표 1>과 <표 2>과 같다.

<표 1> 명령키의 기능

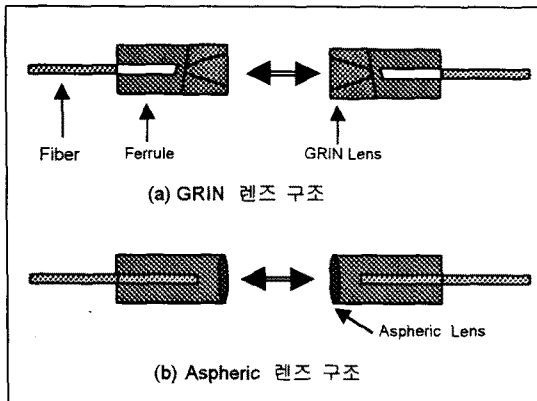
명령키	키설명	비고
Enter	포트번호를 입력	
Clear	입력취소	
Zeroing	Home 체크기능 수행	
Address	GPIB 어드레스 확인	
Reset	시스템이상시 하드웨어 리셋기능	

<표 2> 상태알림표시

분류	기능	상태알림 표시
운용모드	리모트(IEEE488) 모드	GPIB
	시리얼 통신모드	RS232
	키입력모드	MANUAL
GPIB모드	선택포트 취소 및 변경	TALK
	선택 포트번호 입력	LISTEN
	기기 상태정보 / 입력오류 보고	SRQ
시스템오류	모터 드라이브 / Home 체크기능 이상	SYS_ERR

2.2 광스위치 요소기술

광스위치의 주요 성능 파라미터는 스위칭손실 및 반복정밀도로 대표된다. 따라서 스위칭 손실을 줄이고 반복정밀도 향상이 요구된다. 본 스위칭 모듈에서는 입력포트에서 입사된 광신호를 출력포트로 전달하기 위하여 (그림 3)과 같은 콜리메이터 링커의 구조를 채택하였다. 콜리메이터 링커구조의 스위칭 모듈은 직경이 1~1.8mm인 소형렌즈를 사용하여 광화이버 코어로부터의 전달되는 직경 8 μ m의 빔을 0.5mm 직경의 평행빔으로 확장하여 1dB 이내의 손실을 갖고 공간 스위칭한다.



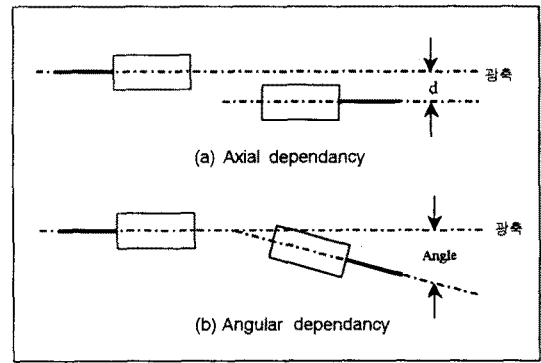
(그림 3) 콜리메이터 링커의 구조

2.2.1 스위칭 손실

스위칭 손실의 주요 원인은 양쪽 렌즈들의 물리적 정렬의 정확도에 의존한다. 즉 콜리메이터 링커의 광손실은 (그림 4)와 같이 정렬축 및 정렬각의 편이에 따라 스위칭 손실에 큰 영향을 미친다. <표 3>은 정렬축과 정렬각의 변화에 따라 발생하는 광손실값을 보여주고 있다. 실험결과 정렬축 보다 정렬각의 어긋남이 손실에 더 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

2.2.2 반복정밀도

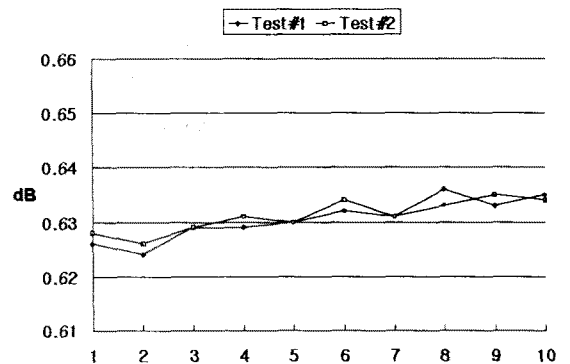
특정포트의 스위칭 손실값은 매번 스위칭시마다 일정해야 하는데 여러 요인에 의해 값이 변하게 된다.



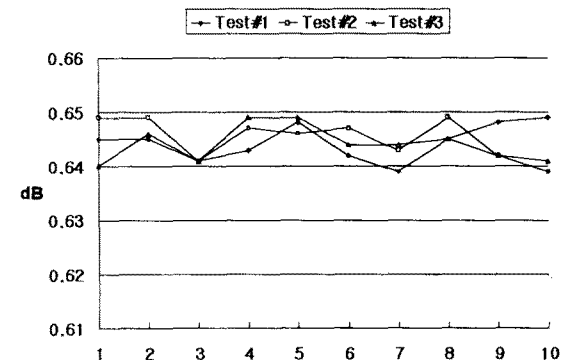
(그림 4) 스위칭 손실의 요인

<표 3> 정렬축 및 정렬각의 편이에 따른 손실

d/θ	Axial Dependency		Angular Dependency
	$\pm 25 \mu\text{m}$	$\pm 50 \mu\text{m}$	$\pm 0.3 \text{ mrad}$ (0.017 deg.)
1.31 μm	0.1dB	0.2dB	< 0.1-0.2dB
1.55 μm	0.1-0.2dB	0.2-0.6 B	< 0.1-0.2dB



(그림 5) 역방향 반복도 시험



(그림 6) 정방향 반복도 시험

이러한 요인중 하나가 모터의 기계적 특성으로 인한 것인데, 정방향으로 회전시와 역방향으로 회전시 이동특성이 다르다. 따라서 이러한 기계적 특성을 보상한 정확한 위치제어가 요구된다. 이를 해결하기 위해서는 모터의

상(Phase)전류 및 회전속도의 가감속 제어가 필요하다. (그림 5)와 (그림 6)은 반복도 향상을 위한 정방향, 역방향 패턴 테스트의 일례의 결과이다. 제어 조건이 최적화된 상태에서의 반복실험한 결과 0.01dB이하의 반복정밀도를 얻을수 있었다.

2.3 광스위치 성능

개발된 광스witch는 한국통신의 환경기준에 의해 고온 시험, 저온시험, 온습도시험, 진동시험 등을 실시하였다. 시험결과 광스switch는 2~50℃에서 스위칭 손실 0.85dB, 반사손실 -45dB, 반복정밀도 0.01dB이하의 광학적 특성을 얻었다. <표 4>는 일반적으로 요구되는 광스switch의 광학적 성능을 나타내며, <표 5>는 개발된 광스switch의 성능규격을 보여주고 있다.

<표 4> 일반적인 광스switch의 성능규격

삽입손실	반사손실	반복특성	스위칭시간(인접포트)
≤1.0dB	≤-40dB	≤0.1dB	≤30msec

<표 5> 개발된 광스switch의 성능규격

분류	항목	성능규격
일반	파장대역	1.2~1.6μm
	광섬유타입	단일모드(9μm/125μm)
	콘넥터타입	SC
광특성	포트수	96
	삽입손실	0.85 dB
	반사손실	-45 dB
	반복정밀도	0.01dB Max
	스위칭시간	≤ 30msec(인접포트)
환경특성	동작온도	2~50℃, 95%(습도)
기타	동작전원	48VDC, 110~220VAC
	인터페이스	IEEE488, RS232C

3. 결 론

우리는 광학적 성능규격을 만족하고 스위칭 용량이 96 포트인 기계식 광스switch를 개발하였다. 이 스위치는 한국통신에서 개발한 광케이블 유지보수 시스템에 적용함으로써, 광 요소기술 확보 및 경제적 효과를 얻었다. 광스switch는 광소자 측정분야, 광케이블 측정분야 및 광케이블 및 광센서를 이용한 시스템에 응용이 가능하다. 향후 연구방향은 리본형 광케이블에 적용할 수 있는 대용량 광스switch 개발을 계획하고 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] 한국통신, "광선로운용감시시스템 개발", 1994년
- [2] 한국통신, "광선로운용감시시스템 개발", 1995년