

# MEMS를 이용한 OXC 스위치 패브릭 구조 및 제어

## OXC switch Fabric Structure and Control using MEMS

이상화, 김병휘, \*김광준, \*박혁, \*이왕주

한국전자통신연구원 네트워크연구소 액세스기술연구부, \*광통신연구부  
swl@etri.re.kr

광회선 분배 시스템(OXC)은 전광통신망(Optical Transport Network)에서 광신호 간 연결을 원격으로 설정해 줄 수 있는 노드(Optical Network Element)이다. OXC는 다수의 입력/출력 링크를 가지며 하나의 입력/출력 링크에는 다수의 파장 다중된 광신호 채널이 존재한다. OXC는 하나의 입력 링크를 통하여 입력되는 다수의 파장 채널을 서로 다른 출력 링크로 연결해 주거나, 다수의 입력 링크로부터 입력되는 파장채널을 하나의 출력 링크로 연결해 줄 수 있는 optical grooming 기능을 수행한다. 또한 자국에서 광신호를 Add/Drop할 수 있는 기능을 가질 수 있다.

OXC를 구성하기 위하여 필요한 광스위치는 MEMS 기술을 사용한 공간 스위치, 광도파로로 구성되는 열광학 스위치, 잉크젯 기술을 사용한 스위치, 액정 기술을 사용한 스위치 등이 있고 주요 특성은 포트 수, 손실, crosstalk, switching time 등이다. 현재로서는 MEMS 기술을 사용하는 소자가 가장 가능성이 높고 현재 상용화 수준은 16x16 정도이다. 이러한 소자를 이용하여 Clos switch 또는 Lambda plane 스위치 등을 구성할 수 있다. 본 논문에서는 파장변환 기능을 갖고 있는 Lambda plane 스위치 패브릭을 그림 1과 같이 구성하여 스위치 제어부를 통한 스위치의 동작 특성을 보여준다.

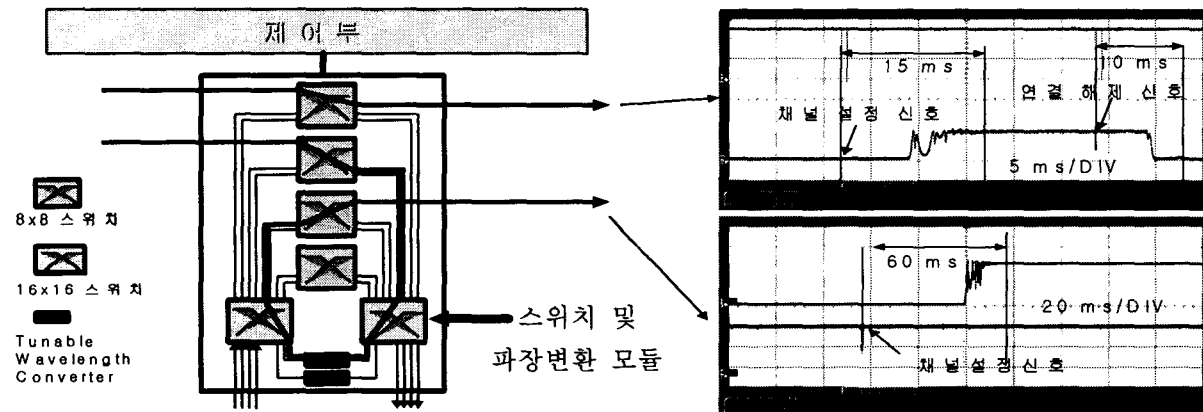


그림 1: MEMS 스위치를 사용한 파장변환기능이 있는 Lambda plane 스위치 패브릭 구조 및 동작특성

그림 2에서는 스위치 패브릭에서 파장변환 모듈을 거치지 않고 링크경로만 변경되어 스위칭 되는 경우를 보여준다.

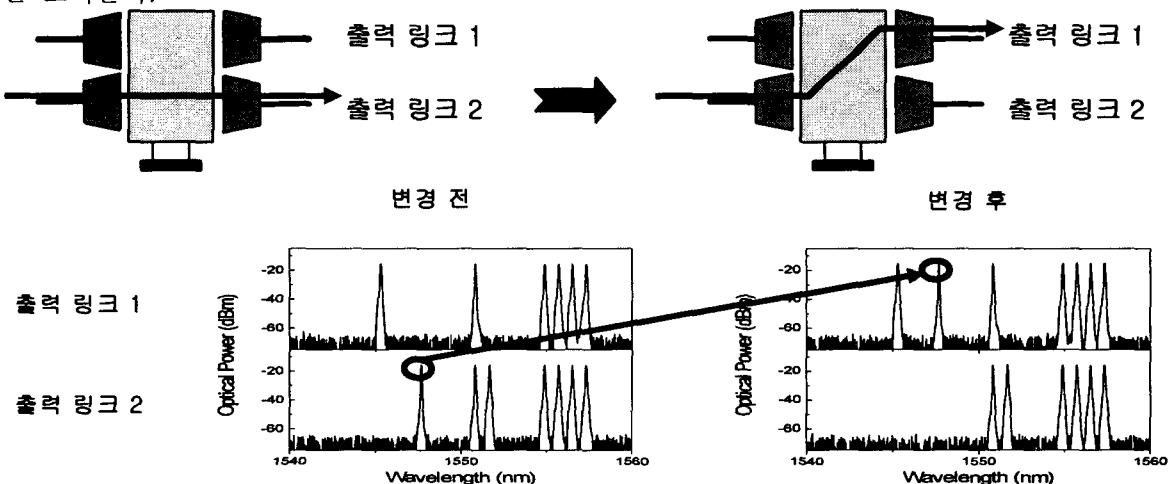


그림 2: 변경하고자 하는 경로에 파장채널이 점유되어 있지 않은 경우 파장변환 없이 경로 변경  
 원하는 출력링크의 파장이 점유되어 있는 경우에는 그림 1의 적색 화살표로 표시한 부분과 같이 Lambda plane  
 하단부의 파장변환 모듈로 스위칭되어 파장변환기에서 파장변환 되어 원하는 출력링크로 출력된다. 이  
 러한 경우를 그림 3에서 설명한다.

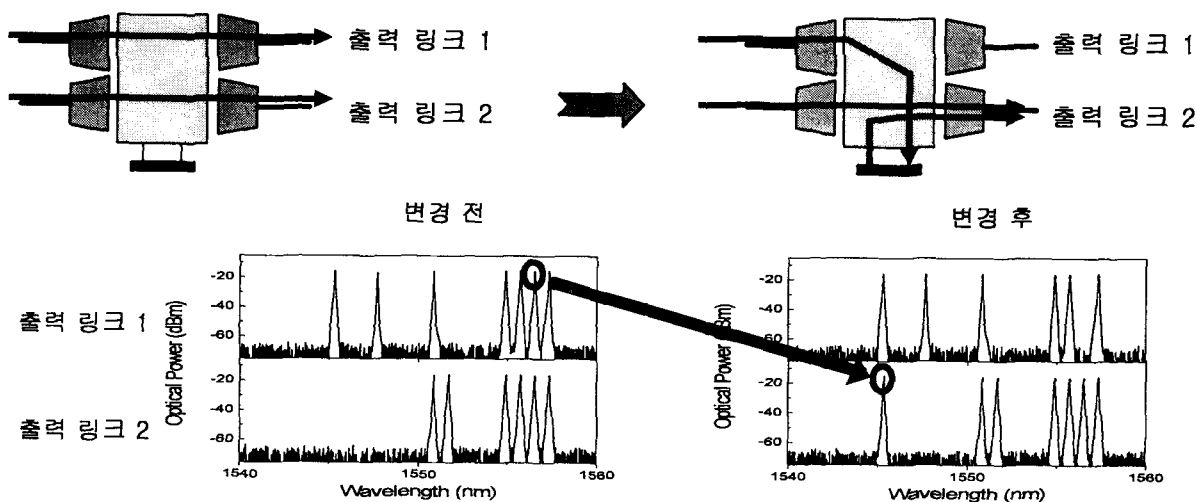


그림3: 변경하고자 하는 링크의 파장채널이 점유되어 있는 경우 파장변환을 통하여 회선경합 회피

OXC를 구성하기 위하여 필요한 파장다중/역다중 기술은 Fiber Bragg Grating, Microoptics, AWG 등을 사용하여, 채널 수, 채널 간격, 패스밴드의 폭, 손실, crosstalk, 편광의존 손실 등의 특성을 고려하여야 하며 AWG와 가변 광감쇠기를 병용하면 다양한 경로를 가지는 광채널이 노드에서 출력될 때 동일한 광세기를 가지도록 할 수 있다. 파장 변환 기술은 파장 변환을 수행한 후 장거리 전송할 수 있는 광 성능을 갖추고 인접 채널과의 간섭을 없앤다. 현재 사용 가능한 기술중에는 광전변환을 수반하는 3R 재생이 가장 좋은 특성을 가지는 방법이지만 가격이 비싸고 부피가 큰 단점이 있다. 그 외에도 SOA를 이용한 위상변조방법, 3차 비선형 효과를 이용한 4광파 혼합 방법(FWM), 2차 비선형 효과를 이용한 parametric amplification 방법 등이 있다. 광성능 감시 기술은 광전송 시스템에서 각 채널의 세기 및 누적되는 광잡음 등을 감시하는 기술이다. 광스위치를 사용하여 구성하는 망에서는 각 노드에서 채널 별로 분기 결합이 이루어지므로 하나의 광섬유를 통과하는 광채널은 서로 다른 경로를 갖고 통과하는 광 증폭기의 수도 달라지므로 채널별 광세기 및 광잡음의 감시가 필요하며 회절 격자와 어레이 광검출기를 이용하면 다채널 광신호를 검출하는 기술을 개발할 수 있다. OXC 제어 및 관리 기술에는 OXC 시스템 요소, 스위치제어, 운용관리, 보전관리, 망 구성 기능 등을 device, virtual device, resource, controller, agent, manager 계층으로 구분하여 분산 객체 지원 미들웨어를 사용하여 open programmable interface 를 분산 객체화 할 수 있다. 광전달망 경로 구성 및 복구 기술은 광전달망 경로 선정 알고리즘으로 인터넷 망 구조 및 트래픽 특성을 고려하여 광전달망 망 형상과 constraint-based QoS를 만족시킬 수 있다. 광네트워킹 서버 기술은 광 인터넷에 라우팅 및 트래픽 엔지니어링을 위하여 QoS 및 Policy Server 기술을 적용한 광 네트워킹 서버 기술 및 광 인터넷 컨트롤러(ONC), 라우팅 & 파장할당(Routing and Wavelength Assignment)서버 기술도 필요하다.

본 논문에서는 OXC에서 MEMS 스위치를 이용한 파장변환모듈이 있는 Lambda Plane 스위치구조를 제안 하였고 실험에서 스위치 제어부를 통하여 파장변환이 없는 스위칭과 파장변환이 있는 스위칭의 경우를 나누어서 보여주었다. 이러한 스위치 구조는 단위모듈을 추가함으로써 채널수를 확장할 수 있는 modular structure이므로 용량확장성을 갖고 있다. 또한 OXC 시스템을 구성하는데 반드시 필요로 하는 여러 기술들을 함께 소개하였다. 앞으로는 Strictly Non-Blocking 구조를 갖고 있는 Clos 스위치에서 파장변환기능을 첨가한 OXC의 구조와 이의 제어에 관하여 연구할 필요가 있다.

참고문헌

1. Optical Cross-Connect Generic Requirements, Telcordia Technologies generic Requirements, GR-3009-CORE, Issue2, December, 1999.

TF