

## 한 쌍의 파장 다중화기/역다중화기와 파장가변 광섬유 브래그 격자를 이용한 광 크로스-커넥트

### Optical cross-connects based on a WDM MUX/DEMUX pair and tunable fiber Bragg gratings

김정호, 정재훈, 김성철, 이병호  
서울대학교 전기공학부  
byoungho@plaza.snu.ac.kr

#### 1. 서론

재구성이 가능한 광 크로스-커넥트(optical cross connect)는 전광 네트워크를 구성하기 위한 핵심소자 중의 하나이다. 일반적인 구조의 파장분배기는 공간분할 스위치(space division switch)를 두 쌍의 파장 다중화기(multiplexer)와 역다중화기(demultiplexer)의 가운데에 삽입하여 구현된다<sup>(1)</sup>. 최근에, 광섬유 브래그 격자와 광스위치 쌍을 직렬 연결하여 재구성이 가능한 광 크로스-커넥트가 제안되었다<sup>(2)</sup>. 그러나, 이 구조는 광신호에 따라 광섬유 브래그 격자에 반사되면서 겪는 광스위치에 의한 삽입손실이 다르다는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 한 쌍의 파장 다중화기/역다중화기와 파장가변 광섬유 브래그 격자를 이용한 새로운 구조의 광 크로스-커넥트를 제안하고자 한다. 또한, 제안된 구조는 일반적인 구조의 파장분배기에 비해 파장 다중화기/역다중화기의 개수를 반으로 줄일 수 있는 장점이 있다.

#### 2. 광 크로스-커넥트의 구조

그림 1은 제안된 광 크로스-커넥트의 구조도이다. 여기서 AWG(arrayed-waveguide grating)는 파장 다중화기/역다중화기의 역할을 동시에 수행한다. I1으로 들어오는 광신호들은 3 단자 광써클레이터(optical circulator)의 1번 단자를 통과하고 위쪽의 AWG에 의해 파장 역다중화된다. AWG 각각의 출력단에는 온도나 스트레인으로 중심파장을 변화시킬 수 있는 광섬유 브래그 격자가 있어서 파장별로 분리된 광신호들의 연결 상태를 결정한다. 만약 광섬유 브래그 격자의 중심 파장이 AWG의 출력단의 파장과 일치한다면, 그 파장의 광신호는 광섬유 브래그 격자에 의해 반사되어 위쪽의 AWG에 의해 파장다중화된다. 이것은 광써클레이터의 2번 단자로 들어가서 O1으로 빠져나온다. 반면에 광섬유 브래그 격자의 중심 파장이 AWG의 출력단의 파장과 일치하지 않는다면 그 파장의 광신호는 아래쪽의 AWG에 의해 파장다중화되어 O2로 빠져 나온다. 이렇게 각각의 광섬유 브래그 격자의 중심 파장의 변화에 따라 각 파장의 광신호는 패스되거나 (I1→O1) 크로스 (I1→O2) 될 수 있다. 제안된 파장가감기는 대칭구조를 가지므로 I2에서 들어오는 광신호도 같은 방법으로 연결상태를 바꿀 수 있다.

#### 3. 실험 결과

그림 2는 제안된 파장가감기의 성능을 검증하기 위한 실험의 구성도이다. AWG의 투과 신호들의 채널 간격은 1.6 nm이고, 각 투과 파장의 3-dB 대역폭(bandwidth)은 1.0 nm, 평균적인 삽입손실은 5dB 정도이다. 두 개의 파장가변 레이저 다이오드는 중심 파장을  $\lambda_1 = 1553.84$  nm,  $\lambda_3 = 1557.08$  nm로 하여 I1에 입사시키고, 중심파장이  $\lambda_2 = 1555.48$  nm인 또 다른 파장가변 레이저 다이오드는 I2를 통해 입사시켰다. 세 파장가변 레이저 다이오드의 광출력은 I1, I2에서 각각 0 dBm이 되도록 하였다. 실험에서는 광신호  $\lambda_2$ 가 역다중화되는 AWG의 출력단에 파장가변 광섬유 브래그 격자를 연결하여 광신호  $\lambda_2$

의 연결상태를 변화시켰다. 그림 3은 중심파장이 1554.56 nm인 광섬유 브래그 격자에 스트레인을 가하여 중심파장을 변화시켰을 때, O2에 위치에서의 광스펙트럼이다. 크로스과 패스 상태간의 crosstalk은 약 -20 dB이며, 이것은 광섬유 브래그 격자의 roll-off에서의 반사 때문이다. 좀 더 좁은 반사대역폭을 갖는 광섬유 브래그 격자를 사용하면 crosstalk은 개선될 수 있을 것이다.

4. 결 론

본 논문에서는 한 쌍의 파장 다중화기/역다중화기와 파장가변 광섬유 브래그 격자를 이용한 광 크로스-커넥트를 제안하고 실험을 통하여 검증하였다. 크로스과 패스 상태간의 crosstalk은 약 -20 dB이며, 이것은 좀 더 좁은 반사대역폭을 갖는 광섬유 브래그 격자를 사용하면 개선될 수 있다.

1. C. A. Brackett, "Forward-Is there an emerging consensus on WDM networking?," *J. Lightwave Technol.*, vol. 14, no. 6, pp. 936-941 (1996).
2. S. K. Liaw *et al.*, "Multichannel add/drop and cross-connect using fiber Bragg gratings and optical switches," *Electron. Lett.*, vol. 34, 1601-1603 (1998).

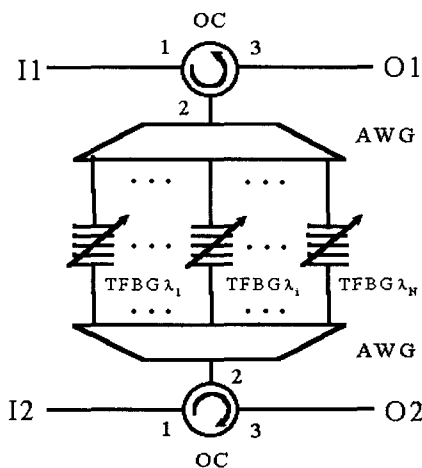


그림 1. 제안된 광 크로스-커넥터의 구조

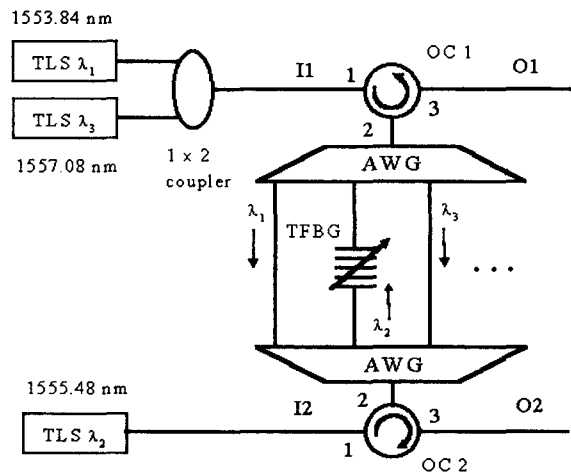


그림 2. 실험 구성도

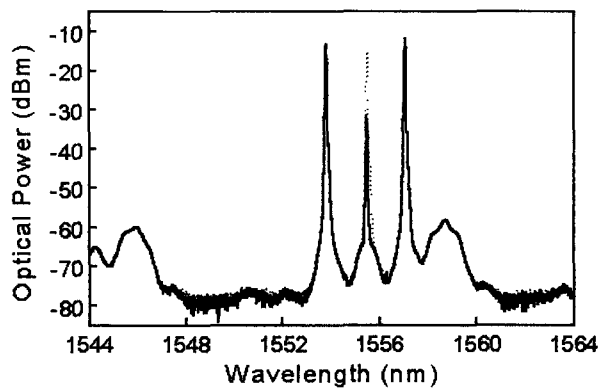


그림 3. O2 위치에서의 광스펙트럼  
 — cross state of  $\lambda_2$ , ..... passing state of  $\lambda_2$