

재구성 응용을 위한 기전 플랫폼 기반의 새로운 미세테이퍼 소자

Development of Micro Optical Waveguide on Micro Actuating Platform Technologies for Re-configurable Optical Networking

신우진^{*1}, 오경환², 노영철¹, 고도경¹, 이종민¹광주과학기술원 고등광기술 연구소¹, 광주과학기술원 정보통신공학과²

Abstract

We propose and experimentally demonstrate a new hybrid technology for re-configurable optical networking by driving micron-scale fused-taper waveguides on micro electro-mechanical actuating platforms. The proposed technology can endow new degrees of freedom to control spectral response and port-to-port output power of the throughput of multi-port fiber fused taper devices. We discuss applications in a re-configurable optical switch, an inter-band router and a high power optical attenuator for optical networking.

I. 서론

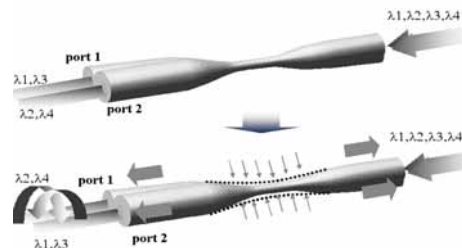
최근 들어 광통신망의 급속한 발전에 따라 장거리 광통신 망에서 주로 사용되던 파장다중(Dense Wavelength Division Multiplexing(DWDM)) 광통신 기술이 경제성과 유연한 재구성 기능이 요구되는 가입자 망으로 급속히 도입되고 있다. 광스위치, 광라우터 그리고 가변 광감쇄기 등은 광가입자망에서 자유로운 재구성 기능과 안정적인 서비스를 제공하기 위한 주요한 소자이다[1]. 이러한 광통신 환경의 변화와 시스템 요구에 의해 집적성과 폭넓은 응용성을 가지는 Micro electro-mechanical system(MEMS) 기술을 이용한 다양한 광소자가 개발되고 있다. 그러나 현재의 MEMS 기술은 공간상에서 미세 광학구조를 이용하여 빛의 도파 경로를 변화시키는 기본구조를 이용하기 때문에 파장의 선택성이나 결함, 분기등의 기능을 위해서는 Array Waveguide Grating (AWG)과 같은 부가적인 광소자가 요구된다. 따라서 스위칭 기능과 파장 다중 또는 분기의 복합적 기능을 가지는 재구성형 단일 광소자의 개발이 요구되고 있다[2,3,4].

또한 펌프광원 및 신호광원의 세기를 조정하기 위한 다양한 구조의 가변 광감쇄기가 개발되었다. 하지만 대부분의 가변 광감쇄기의 경우 광소자의 구조와 구성 재료의 특성에 의해

고출력 광원에 대한 입력 한계가 있거나 이에 대한 최적화가 필요하다. 따라서 고출력 광원에 대한 큰 감쇄특성을 가지고 낮은 삽입손실과 빠른 응답속도를 가지는 가변 광감쇄기에 대한 연구가 필요하다.

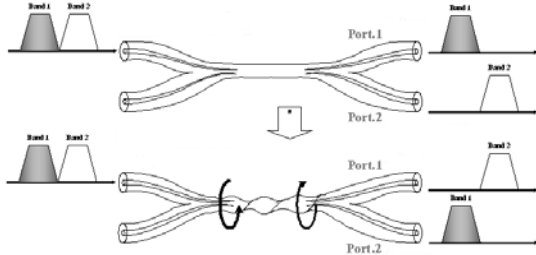
II. 본론

본 논문에서는 전기적 제어가 가능한 기계적 플랫폼(Micro Actuating Platform(MAP))과 미세 테이퍼(Micro Optical Waveguide (MOW)) 기술을 이용하여 능동적으로 연결 구조의 재구성성이 가능한 MOW-MAP 소자를 연구하였다. 이를 위해 광섬유 테이퍼와 용착형 커플러에 대한 이론적 고찰을 수행하였으며 이를 바탕으로 다양한 테이퍼 응용소자를 제작하고 미세 테이퍼 소자의 최적의 커플링 효율 변화를 유도하기 위한 전기적으로 제어가 가능한 기계적 플랫폼의 설계와 이를 응용한 다양한 재구성형 소자를 연구하였다.



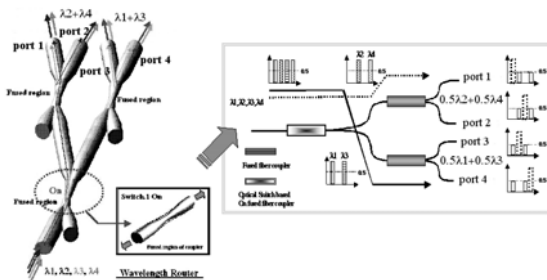
[그림.1] MOW-MAP 소자의 동작원리

그림.1 은 제안된 MOW-MAP 소자의 동작원리를 나타내고 있다. 그림.1 에서, 기계적인 인장 또는 회전에 의해 발생된 스트레스가 구조적으로 테이퍼의 중간 영역에 집중됨으로써 커플링 영역에서 입력된 광원에 대한 두 도파로 간의 결합 특성을 조절하고 이를 이용하여 다양한 파장 선택성 및 출력 가변형 광소자를 제작할 수 있다.



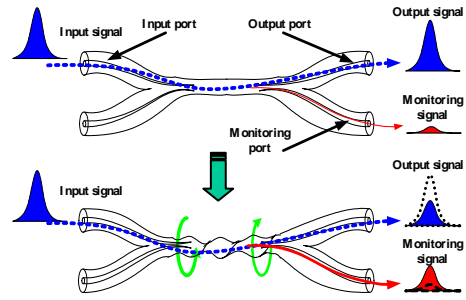
[그림.2] MOW-MAP 구조의 광대역 신호교환기

이러한 원리를 이용하여 광섬유 커플러의 커플링 영역에 전기적으로 기계적 인장이나 회전의 효과적인 제어를 통하여 커플링 효율을 조절하는 기계적 플랫폼을 제작하고 이를 이용하여 그림.2 에 나타난 새로운 개념의 광대역 신호 교환기(Optical Interband Router)를 제작하고 특성을 평가하였으며[5] 그림.3 에서 보는 바와 같이 4 채널 파장결합기와 MOW-MAP 기술을 접목하여 Coarse Wavelength Division Multiplexing 용 파장 선택성을 가지는 광스위치를 실험적으로 구현 하였다[6].



[그림.3] MOW-MAP 구조의 파장선택형 광스위치

또한 MOW-MAP 구조를 이용하여 고출력 Raman 증폭기의 이득 크기를 조절하거나 이득 대역의 크기조절을 위한 다채널 펌프광원의 감쇄 방법을 제시하고 고출력 광원을 위한 광감쇄기 연구를 수행하였다. 그림.4 에 개발된 가변 광감쇄기의 구조를 나타내었다.



[그림.4] MOW-MAP 구조의 가변광감쇄기

III. 결론

본 논문에서는 테이퍼 소자 연구와 MOW-MAP 구조를 이용한 광섬유 커플러의 커플링 효율 변화 기술을 연구하여 파장 및 광원세기의 재구성이 가능한 테이퍼 소자 개발과 이에 대한 다양한 응용을 실험적으로 고찰하였다.

인장형 MOW-MAP 구조를 이용하여 CWDM 용 파장선택형 스위치를 제작하였고 회전형 구조의 MOW-MAP 를 이용하여 광대역 신호 교환기와 고출력 광원용 가변 광감쇄기를 제작하였다. 제작된 MOW-MAP 구조의 소자들은 낮은 삽입손실과 높은 파장차단 특성등 뛰어난 광학적 특성을 가지며 고출력 광원에 사용이 가능하기 때문에 광통신 시스템에서 폭넓은 사용이 기대된다.

[Reference]

1. P. M. Hagelin, U. Krishnamoorthy, J.P. Heritage, and O. Solgaard, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, **12**, p. 882, 2000.
2. J. E. Fouquet, *Optical Fiber Communication Conference and Exhibit (OFC2000)*, OSA Technical Digest (Optical Society America, Washington, D.C., 2000), pp. 204-206, 2000.
3. M. B. J. Diemeer, W. J. Devries, and K. W. Benoit, *Electron. Lett.*, **24**, p. 457, 1988.
4. M.E. De Rosa, V.A. Bhagavatula, Q. Wu, Kmatuick, and K. Wanger, *Optical fiber communications conference(OFC 2001)*, OSA Technical Digest (Optical Society America, Washington, D.C., 2001), Tul5, 2001.
5. W. Shin and K. Oh, "Novel micro-optical waveguide on micro-actuating platform for reconfigurable wavelength selective optical switch," *Optics Express*, **12**, 19, p. 4378, 2004.
6. W. Shin, S. W. Han, C. S. Park, and K. Oh, "All fiber optical inter-band router for broadband wavelength division multiplexing," *Optics Express*, **12**, 9, pp.1818-1822, 2004