

WDM 적용을 위한 홀로그래픽 격자 필터의 색분산 특성 조절

한승훈, 정승환, 김태수, 이병호
 국가지정 홀로그래피기술연구소
 서울대학교 전기공학부
 byoungho@snu.ac.kr

Chromatic dispersion management of holographic grating filter for WDM applications

Seunghoon Han, Seunghwan Chung, Taesu Kim, and Byoungho Lee
 National Research Laboratory of Holography Technologies
 School of Electrical Engineering, Seoul National University

요 약

홀로그래픽 격자 필터의 WDM 응용을 위한 모델을 제안하고 그 구체적인 응용으로 WDM demultiplexer의 색분산 (chromatic dispersion)을 조절하는 방식을 제안하였다. 홀로그래픽 격자의 체적회절 특성은 1 차 Born 근사를 기반으로 묘사될 수 있으며, 이는 일반적인 렌즈계의 수차 특성과 결합하여 전체 홀로그래픽 격자 필터의 스펙트럼 특성을 결정짓게 된다. 이러한 필터 시스템은 파장 성분에 따른 회절각의 공간분산 특성을 이용할 수 있기 때문에 Dense WDM 적용과 관련하여 다중 채널 demultiplexer로 유용하게 이용될 수 있다. 이 경우 렌즈계의 수차 요소들은 각 채널 안, 그리고 채널 간 색분산 문제를 일으키는 주요 요인이 되며, 이는 홀로그래픽 격자의 위상특성을 조절함으로써 전반적인 demultiplexer의 색분산 감소와 균등화를 이룰 수 있다. 렌즈계 수차의 색분산 특성을 3 차 수차 요소 구분에 따라 정리하고 이를 홀로그래픽 격자의 위상 구조 조절을 통하여 상쇄시키는 방식을 제안한다.

I. 서론

광통신 시스템이 dense WDM (wavelength division multiplexing) 시스템으로 발전함에 따라서 많은 채널 수, 빠른 data rate, reconfigurability와 같은 특성들이 요구되고 있다 [1]. 이러한 시스템의 많은 채널 수요 특성에 부합하기 위해서 고성능의 파장 multiplexer/demultiplexer가 필요하며, 그 결과 자유 공간 (bulk) 격자를 이용한 소자들이 최근 상당한 관심을 끌고 있다. 이러한 소자들은 FBG 기반 소자와는 달리 부가의 circulator를 필요로 하지 않으며, 채널 수가 늘어남에 따라서도 채널간 crosstalk를 매우 낮게 유지할 수 있는 장점을 가지게 된다 [2].

홀로그래픽 격자를 이용한 소자도 이러한 자유 공간 격자 소자의 하나로써 최근 많이 연구되고 있으며, 제작이 상대적으로 쉽고, 격자 구조에 쉽게 변조를 도입할 수 있으며, 다중화가 가능하다는 유용한 특성들을 가진다 [3-5]. 본 논문에서는 이러한 홀로그래픽 격자의 필터로서의 일반적인 모델을 1 차 Born 근사와 렌즈계의 수차 특성을 적용하여 제안한다. 제안된 모델은 필터의 스펙트럼을 분석하고 변화시키는데 적용할 수 있으며, 색분산 특성을 다룰 수 있는 장점이 있다. 그 구체적인 적용으로써 홀로그래픽 격자를 이용한 파장 demultiplexer [6]에서의 색분산 특성 문제를 밝히고 그 조절 기법을 제시한다. Demultiplexer의 주요 색분산 유발 요소는 렌즈계의 일반적인 수차 성분들 (3 차

수차)이 되며, 각 성분별 색분산 특성을 홀로그래픽 격자의 위상 구조를 이용하여 감쇄시킴으로써 전반적인 demultiplexer의 채널 내부 및 채널 간 색분산 특성을 균등화시키고 감소시킬 수 있다.

II. 홀로그래픽 격자 필터

그림 1은 홀로그래픽 파장 demultiplexer의 개념으로써 일반적인 홀로그래픽 격자 필터를 모델링하는데 이용할 수 있다. 필터의 입력단은 입력 단일모드광섬유 (single mode fiber, SMF)로부터 나오는 광파를 평행광으로 만드는 렌즈계 (collimating optics)로 구성된다. 이를 통해 평행화된 입사 광파는 홀로그래픽 격자 (HG)를 통과하면서 특정 회절각으로 회절되며, 이 회절된 광파는 필터의 출력 성분으로 집속광학 (coupling optics)를 통하여 출력 SMF으로 연결되게 된다. 이 과정에서 홀로그래픽 격자의 위상 특성 및 공간분산 특성들을 이용하여 다양한 필터 및 소자로서의 응용이 이루어지게 된다.

그림 2는 홀로그래픽 격자를 제작하고 필터로서 이용하는 상관 관계 및 방법을 나타낸다. 격자의 제작시에는 일반적으로 가시광 영역의 레이저 광원을 이용하게 되는데, 이는 대부분의 홀로그래픽 기록 매질이 적외선의 광통신 파장영역이 아닌 가시광 영역에 유효하게 반응하기 때문이다. 홀로그래픽 격자는 두 coherent 간섭 빔의 파수 벡터의 차로써 매질에 기록되게 되는데 본 연구진에서는 위상 마스크의