

인접 역설계 메타표면과 Active tiling을 통한 Full color 대면적 SLM 설계

김용섭, 박성재, 전영진, 김휘*
고려대학교 세종캠퍼스 전자·정보공학과
*hwikim@korea.ac.kr

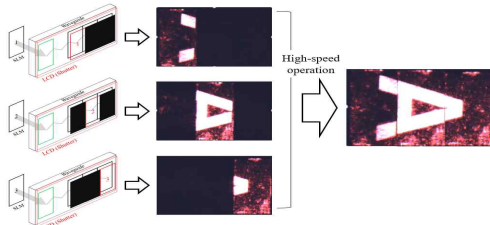
Abstract— 본 연구에서는 기존의 Spatial Light Modulator(SLM)가 갖는 Field of View(FOV)와 Output의 면적에 대한 트레이드 오프를 개선할 수 있는 Active tiling을 통한 대면적 SLM의 방법에 대한 소개와 Full color 구현을 위한 메타표면의 adjoint-based topology 최적화를 통한 Inverse Design 설계에 대해 소개한다.

I. 서론 및 배경

증강현실(Augmented Reality:AR)은 최근 광학에서 가장 주목받는 분야 중 하나이다. 그중에서도 특히 간섭과 회절을 통한 홀로그래픽 디스플레이가 적용된 AR 차량용 헤드업 디스플레이(Head Up Display:HUD)에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

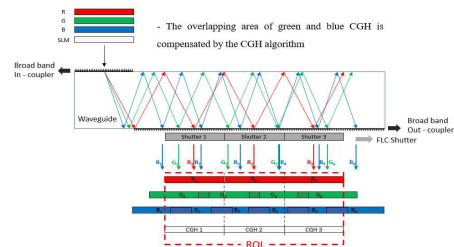
AR HUD에서의 홀로그래픽 디스플레이 구현을 위해 Computer Generated Hologram(CGH)을 동작시킬 수 있는 SLM이 필요한데, 넓은 FOV를 가지는 홀로그래픽 디스플레이를 구현하기 위해서는 SLM의 픽셀피치가 작아 큰 회절 각을 가져야 한다. 하지만 픽셀 피치가 작아질수록 SLM은 큰 화면을 제공할 수 없게 된다는 단점이 있다. 이것을 해결하기 위해 SLM의 크기를 키우거나 관측자가 SLM의 바로 앞까지 이동하면 큰 화면을 얻을 수 있지만, SLM이 커진다는 것은 비용적인 부분에서 불가능한 부분이 있고, 관측자의 위치에 제한을 두는 것은 시스템이 사용되는 어플리케이션에 따라 불가능한 경우가 존재한다. 본 연구에서는 waveguide의 active tiling을 통해 이것을 해결하고 넓은 시야를 제공하는 대면적 SLM의 구현과 이것의 RGB Full Color 적용을 위해 adjoint-based topology 최적화를 이용한 메타표면 설계에 대해 소개한다.

II. 연구 내용 및 결과



[그림 1] Active tiling을 통한 대면적 SLM의 개략도와 실험 결과

[그림 1]의 좌측 부분과 같이 광원이 SLM을 지나 Waveguide에 도달할 때 In-coupler를 맞고 회절되어 Out-coupler에 의해 Input 대비 3배의 면적에 해당하는 Output을 얻는다. 이때, Out-coupler 앞에 위치한 고속셔터를 이용하여 SLM이 1번 Out-coupler에 해당하는 CGH를 띄울 때 2, 3번을 셔터로 막고, 2번 Out-coupler에 해당하는 CGH를 띄울 때 1, 3번을 3번 Out-coupler에 해당하는 CGH를 띄울 때 1, 2번을 막는 과정을 고속셔터와 SLM에 띄워지는 CGH의 시간동기화를 통해 빠른 속도로 진행하면, [그림1]의 우측 결과와 같이 SLM의 3배에 해당하는 Output을 얻을 수 있다.



[그림 2] Inverse Design을 통해 설계한 메타표면을 이용한 Active tiling의 Full Color 구현에 대한 개략도

[그림 2]는 adjoint-based topology 최적화를 이용한 Fourier Modal Method(FMM) 기반 Rigorous coupled-wave analysis(RCWA) 시뮬레이션 툴을 이용해 Red 파장을 기준으로 Output이 복제되고, Green과 Blue에서는 Output 들이 중첩되어 복제되도록 inverse design을 통해 설계한 메타표면이 사용된 waveguide의 active tiling을 통한 대면적 Full color Output 구현에 대한 개략도이다.

사사

본 연구는 산업통상자원부(20021798)의 소재부품기술개발 사업의 지원을 받아 수행되었음.

This research was supported by the MOTIE (Ministry of Trade, Industry & Energy) (20021798).