

# WGP를 사용한 단일 RGB 도파관 메타표면 인커플러 설계 Metasurface In-coupler Design for Single RGB Waveguide with Wire Grid Polarizer

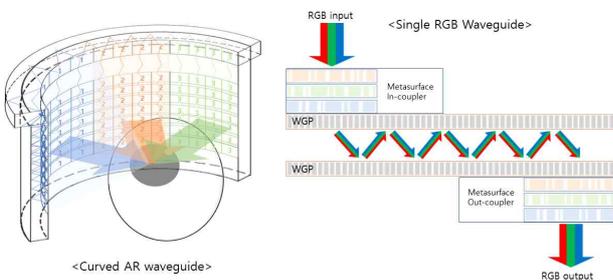
전영진, 김상윤, 김용섭, 김 휘\*  
고려대학교 세종캠퍼스 전자·정보공학과  
\*hwikim@korea.ac.kr

**Abstract**— 본 연구에서는 기존의 폼팩터가 크고 평판형 표면을 가지고 있는 AR 안경을 폼팩터가 작고 RGB에 대해 curved waveguide 하나로 설계하는 방법과 이를 구현하기 위한 메타표면 인커플러를 adjoint inverse design을 사용하여 설계하는 방법을 제시한다.

## I. 서론 및 배경

최근 광학 분야에서 가장 관심받는 연구 분야인 Augmented reality (AR)에 대한 연구가 전 세계적으로 활발히 진행되어 AR 기기 개발에 대한 경쟁이 치열하다. AR 기기의 이상적인 목표는 작은 구조형태로 고해상도의 이미지를 눈으로 볼 수 있는 것이다. 기존 waveguide를 사용한 AR 기기는 RGB 구현을 위해 3장의 waveguide를 적층하여 설계한다. 하지만 기존 방법은 waveguide가 3층이기 때문에 폼팩터가 크다는 단점을 가지고 있다. 또한 기존 AR 안경 컴바이너는 평판형이기 때문에 실제 안경과 비교하여 미관상 이질적이며 소비자가 선호하지 않는다는 큰 단점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 기존의 AR 안경의 단점인 큰 폼팩터와 평판형 표면을 개선시켜 curved single RGB waveguide 설계 방법을 제시하고 이를 구현하기 위한 고효율 메타 표면(Metasurface)을 adjoint-based topology optimization을 사용하여 설계하는 방법을 소개한다.

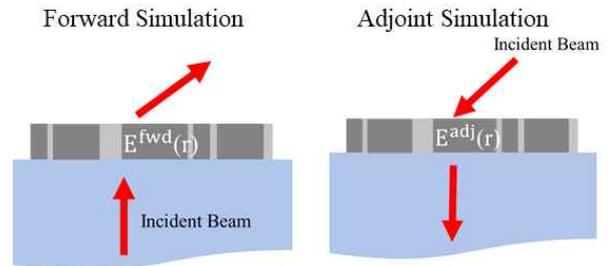
## II. 연구 내용 및 결과



[그림1] Curved AR waveguide 개념도 및 metasurface를 적용한 single RGB waveguide 구현 개념도

그림1의 왼쪽은 curved AR waveguide 개념도이다. curved waveguide로 복제되는 이미지는 가로축으로 겹치지 않고 세로축으로는 겹치는 구조로 되어 있다. 이를 구현하기 위해 waveguide는 위쪽

이 두꺼운 발굽 모양이며 세로축으로 얇은 두께를 가지고 있어 기존의 AR 안경보다 2배 이상 작은 폼팩터를 가지며 곡면 컴바이너의 장점인 넓은 Field of View (FoV)를 가진 AR 안경을 설계한다. 그림1의 오른쪽은 한 장의 waveguide로 RGB를 구현하기 위해 도파관 위아래층에 Wire Grid Polarizer (WGP) 층을 추가하여 RGB 모두 전반사가 가능한 구조에 대한 개념도이다.



[그림2] Adjoint inverse design을 사용한 metasurface 설계 개념도

메타표면 기반 RGB in-coupler는 adjoint based topology 최적화를 사용하여 진행하였으며 최적화 프로그램은 Fourier Modal Method(FMM) 기반으로 개발한 시뮬레이션 툴을 사용하여 진행하였다. 메타표면은 유전 물질의 상대적 유전율을 가진 픽셀로 구성된다고 가정하여 메타 격자 영역의 유전율 분포를 최적화의 설계 변수로 두어, iteration이 지남에 따라 공기층의 유전율을 변환한다. 결과적으로, 본 연구에서는 inverse design을 통해 설계한 메타표면과 WGP waveguide를 통해 single RGB waveguide를 구현하는 방법을 제시한다. 이를 이용하여 기존 AR안경의 한계를 뛰어넘는 제품의 개발에 응용이 가능할 것으로 판단한다.

## 사사

This work was supported by Alchemist Project grant funded by Korea Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT) & the Korea Government (MOTIE) (Project Number: 1415179744, 20019169).

## 참고문헌

[1] D.C.Kim, "Adjoint method and inverse design for diffractive beam splitters", Proc. SPIE 11261 (2020).