

A

메타표면 격자의 기하학을 최적화하여 최대 회절 효율과 각도 응답의 균일성을 달성하기 위해, 우리는 **엄밀 결합 파동 해석 솔버**를 사용합니다. 우리의 **메타표면 결합기**는 **횡전기 편광 모드**에서 작동하여 보다 균일한 광학 응답을 제공합니다. 최적화 과정은 2D 공간 도메인에서 무작위로 초기화된 기하학에서 시작하여 Adam **솔버**를 사용하여 **메타표면 격자**의 프로파일을 정제하는 **경사 하강법**을 사용합니다. 최적화 루프의 **손실 함수**는 빨강, 초록 및 파랑 파장(638 nm, 521 nm 및 445 nm)에 대한 첫 번째 회절 차수 효율의 합을 최대화하면서, 이 세 가지 파장에 대해 -5°에서 5°까지의 다양한 입사각에 대한 효율의 표준 편차를 최소화합니다. 우리는 x 축 대칭을 가정하여 설계 과정을 1 차원으로 단순화하고, **가우시안 블러**를 추가하여 이러한 대면적 **메타표면**의 제조 공차를 고려합니다. 결과적으로 Fig. [2c]에 나타난 것처럼 이중선 **메타표면 격자**로 수렴되었습니다. 이 기하학은 전기장 프로파일과 중첩된 **포인팅 벡터**(Fig. [2b])에 의해 확인된 바와 같이, 빨강, 초록 및 파랑 파장에 대해 입사파를 높은 회절 각도로 유도하는 **메타표면 결합기**를 제공합니다. 중요한 것은, 최적화된 **비대칭 나노구조**가 한 방향에서 회절 효율을 향상시킬 뿐만 아니라 입사각에 대한 균일성도 개선한다는 점입니다.

B

metasurface gratings의 최대 회절 효율과 각도 응답의 균일성을 최적화하기 위해, 우리는 **rigorous-coupled-wave-analysis solver**를 사용합니다. 우리의 **metasurface couplers**는 보다 균일한 광학적 응답을 제공하기 위해 **transverse electric polarization mode**에서 작동합니다. 최적화 과정은 2D 공간 도메인에서 무작위로 초기화된 기하학에서 시작하여 Adam **solver**를 사용하여 **metasurface gratings**의 프로파일을 정제하는 **gradient descent method**를 사용합니다. 최적화 루프의 **loss function**은 빨강, 초록 및 파랑 파장(638 nm, 521 nm 및 445 nm)에 대한 첫 번째 회절 차수 효율의 합을 최대화하면서, 이 세 가지 파장에 대해 -5°에서 5°까지의 다양한 입사각에 대한 효율의 표준 편차를 최소화합니다. 우리는 x 축 대칭을 가정하여 설계 과정을 1 차원으로 단순화하고, **Gaussian blur**를 추가하여 이러한 대면적 **metasurfaces**의 제작 허용 오차를 고려합니다. 결과 설계는 Fig. [2c]에 표시된 것처럼 이중선 **metasurface grating**으로 수렴되었습니다. 이 기하학은 Fig. [2b]에 표시된 전기장 프로파일과 중첩된 **Poynting vectors**에 의해 확인된 바와 같이 빨강, 초록 및 파랑 파장에 대해 높은 회절 각도로 입사파를 조향하는 **metasurface couplers**를 제공합니다. 중요하게도, 최적화된 **asymmetric nanostructure**는 한 방향으로 회절 효율을 향상시킬 뿐만 아니라 입사각에 대한 균일성도 개선합니다.