

## 입력 빔 형태에 따른 회절광학소자에서의 빔 효율 시뮬레이션

### Numerical Simulation of Input Beam Effects on Diffractive Optical Elements

김종기, 정윤섭, 서용곤, 오경환  
연세대학교 물리 및 응용물리사업단  
koh@yonsei.ac.kr

1. 초록 : 본 논문에서는 Iterative Fourier Transform Algorithm Method(IFTA)<sup>(1)</sup>를 사용하여 Diffractive Optical Element(DOE)를 통과한 빛의 Shape이 Input Beam의 각 조건에 따라 얼마나 원하는 형태에 가까워지는지를 Input 대비 Output의 Efficiency와 Signal to Noise Ratio(SNR) Simulation을 통해 알아보았다. Input beam의 종류는 Gaussian, Supergaussian, Plane, Spherical, Quadratic wave으로 하고 각각의 경우에 대해 Beam Diameter, Polarization, Wavelength를 변화시키며 DOE에서의 회절 현상을 simulation하였다. 이때 Polarization은 Linear, Circular, Elliptical 형태로 변화시켰고 Wavelength는 332.8nm에서 832.8nm까지의 범위에 대해 연구하였다. 또한 relative edge가 있을 때와 없을 때를 비교하여 가장 효율이 높은 Input Beam의 형태와 그 parameter에 대해 연구하였다.

2. 시뮬레이션 실험 : 본 논문에서의 시뮬레이션 실험은 세부분으로 나눌 수 있다. 첫 번째는 Plane, Gaussian, Supergaussian, Spherical, Quadratic wave에 따라 Beam Diameter, Polarization, Wavelength를 변화시켜 Conversion efficiency와 SNR를 관측한다. 두 번째는 Plane, Spherical, Quadratic wave의 경우 Gaussian beam type과 달리 그 경계가 Step function으로 끝날 수 있다. 그래서 각 wave에 relative edge가 있는 경우와 없는 경우에 대해서 Conversion efficiency와 SNR를 관측한다. 세 번째는 Gaussian wave의 경우 반드시 amplitude가 decay되는 부분이 존재하기 때문에 beam의 크기를 결정하는 요소가 diameter뿐만 아니라 waist가 있다. diameter와 waist를 조정하여 둘 사이의 관계에서 가장 높은 Conversion Efficiency와 SNR를 찾는다. 첫째 시뮬레이션 실험의 목적은 Beam type과 wave의 polarization, wavelength, diameter에 따른 Conversion Efficiency와 SNR의 연관성을 찾는 것이었다. Conversion Efficiency와 SNR은 polarization, wavelength와 diameter에 아무런 연관 관계를 찾을 수 없었다. 그렇지만 Beam type에 대해서는 Gaussian beam type과 Non-gaussian beam type사이에 명확한 차이가 존재했다. Non-gaussian beam type에서는 Conversion Efficiency가 86%, SNR는 53dB 였으며, Gaussian beam type에서는 Conversion Efficiency가 79%, SNR가 Gaussian wave가 20dB, Supergaussian이 29dB로 아래 그래프에서 그 차이가 명확했다. 두 번째 시뮬레이션 실험은 Non-gaussian beam type 경계에 relative edge를 0~80%까지 설정하고 각각의 Conversion Efficiency와 SNR를 측정했다. Beam type에 따른 특징은 없었으며, Conversion Efficiency는 relative edge가 0%일 때 efficiency는 86%, SNR은 52dB로 relative edge를 늘릴수록 efficiency와 SNR은 떨어지며, Gaussian beam type의 값에 수렴함을 보여준다. 세 번째 실험은 beam에서 decay되는 부분이 많을수록 Gaussian beam형태의 값을 보여주고 decay되는 부분이 적을수록 Non-gaussian beam type값을 보여준다.

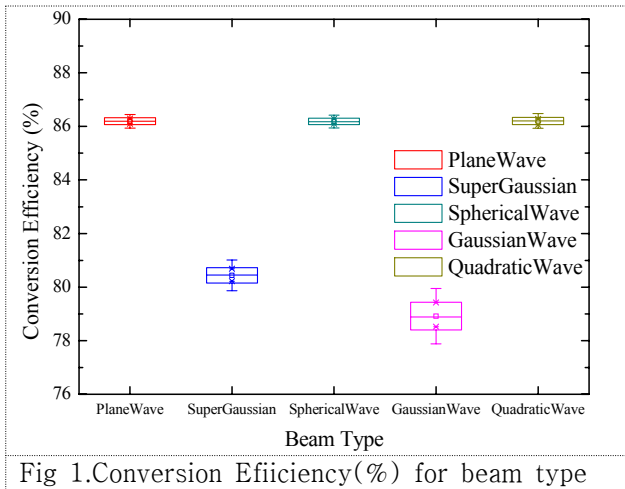


Fig 1. Conversion Efficiency(%) for beam type

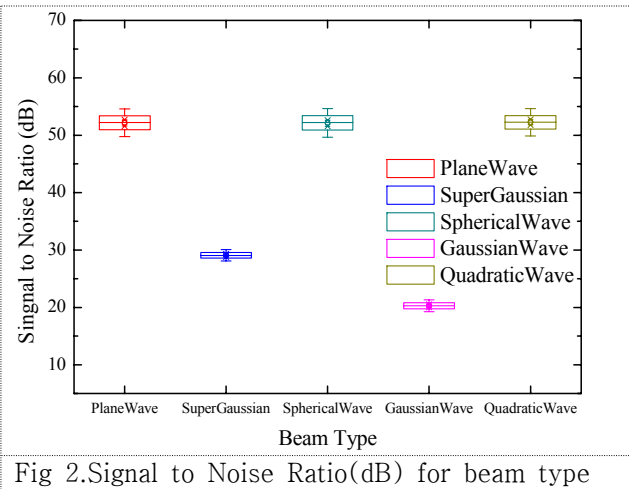


Fig 2. Signal to Noise Ratio(dB) for beam type

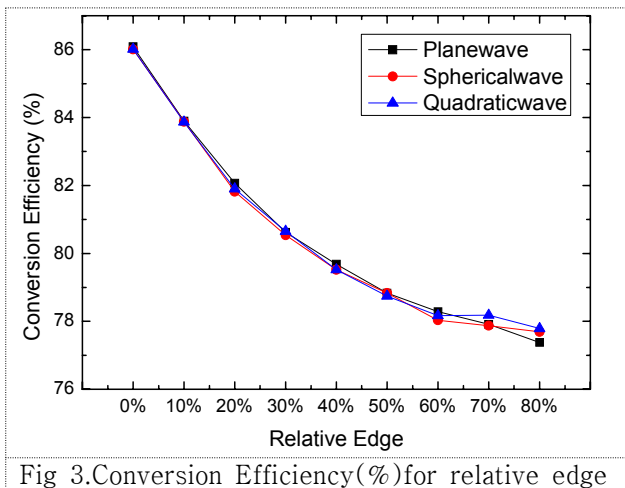


Fig 3. Conversion Efficiency(%)for relative edge

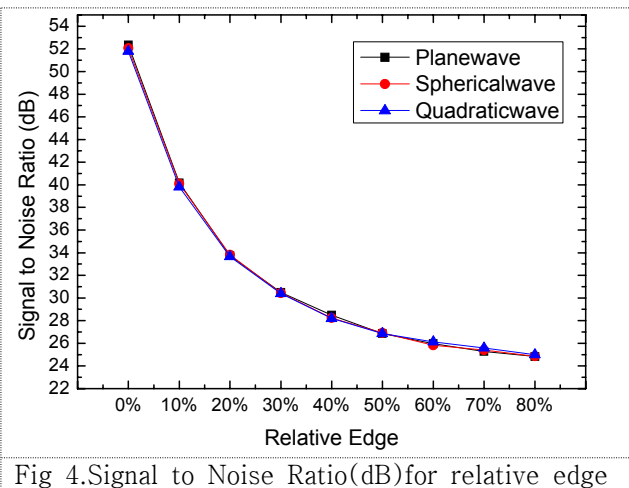


Fig 4. Signal to Noise Ratio(dB)for relative edge

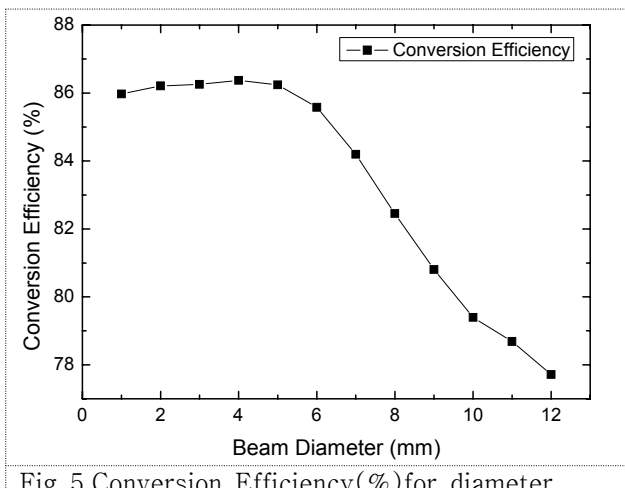


Fig 5. Conversion Efficiency(%)for diameter

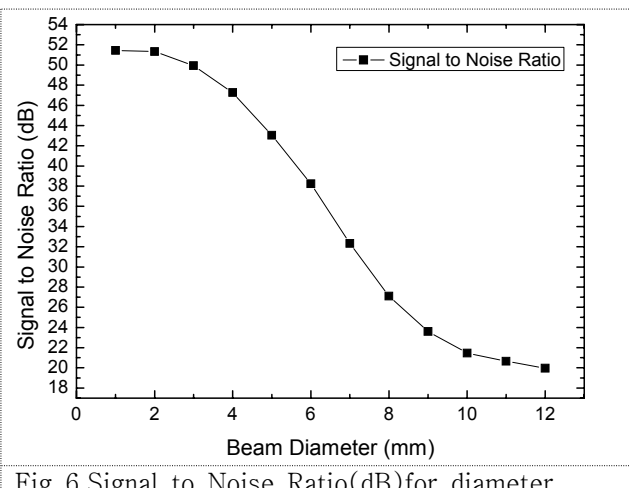


Fig 6. Signal to Noise Ratio(dB)for diameter

[Reference]

(1)F.Wyrowski, Diffractive optical elements: Iterative calculation of quantized, blazed phase structures

Acknowledgment

이 논문은 한국과학재단 (과제번호 R01-2006-000-11277-0, R15-2004-024-00000-0), 국제과학기술협력재단 (과제번호 2007-8-0536), 그리고 교육인적자원부 한국학술진흥재단 두뇌한국 21 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.