

정보통신 단말기용 절삭형 DOE 렌즈 설계

Design of DOE(Diffractive Optical Element) lens for portable telecommunication device

이환선*, 임천석, 조재홍, 장수
한남대학교 자연과학부 광·전자물리학 전공
(306-791) 대전광역시 대덕구 오정동 133
hseonlee@hanmai.net

일반 굴절렌즈계에 비해 매우 큰 마이너스 고분산 특성(Abbe 수=-3.45)을 가지는 회절광학소자를 굴절 렌즈와 일체형으로 조합하여 단매의 렌즈로도 색수차를 보정할 수 있고, 또한 회절면의 비구면 효과를 이용하여 고차의 수차 보정이 가능한 장점들이 널리 알려지면서 회절/굴절 혼합형 렌즈에 대한 연구 및 실용화가 활발히 진행되고 있다^[1]. 이미 DVD 픽업용 대물렌즈와 같이 상용된 것들도 있고, 휴대용 영상 기기, 디지털 카메라, HMD(Head Up Display), 레이저 현미경용 대물렌즈 등 다양한 광학기기에 적용하려는 시도도 활발해지고 있다^[2-3]. 물론 회절/굴절 혼합형 DOE(Diffractive Optical Element) 렌즈의 회절 효율이 형상과 파장에 매우 크게 의존하여 설계 기준 파장 이외의 다른 파장에서 회절효율이 현저하게 저하되는 점, 사출 방식에 의한 제작시 회절면의 형상과파로 인한 결상성능저하와 같은 문제점들도 상존한다^[4-10]. 그러나 저가 및 소형화가 가능한 DOE 렌즈는 IMT-2000 단말기, 휴대용 개인정보단말기(PDA, Personal Digital Assistant) 및 노트북 PC용 화상카메라 등에 장착할 수 있는 중요한 결상소자로 큰 역할을 할 것으로 예상된다.

따라서 본 논문에서는 고성능의 초소형 카메라의 시장요구가 높아지고 있음에 착안하여, 단매의 DOE 렌즈 대비 우수한 성능을 가지면서, 한편 제조 측면(사출방식의 대량생산 시)에서는 비용상승 효과가 미미한 2매의 동일 렌즈로 구성된 DOE 렌즈를 제시하고자 한다.

회절광학소자의 마이너스 고분산 특성을 이용하여, 굴절면과 일체형으로 구성함으로써 단매의 렌즈로도 색수차 및 기타의 고차 수차를 보정할 수 있었으나 단매의 렌즈는 실용적인 f/# 2.8에서 왜곡수차 5%, 회절링의 수가 30개로 실제작시 성능상에 여러 가지 제약이 예상되었다. 반면, 대칭원리를 적극 활용하여 그림1과 같이 대칭으로 구성된 2매의 DOE 렌즈계는 f/# 2.8에서 성능적으로는 왜곡수차 0.3%, 회절링의 수가 11로 대폭 향상시킬수 있었고, 제작적인 측면에서는 약간의 비용상승만 추가되는 고성능 및 광화각(1/4 인치 CCD)의 초박형(전장길이 6.8 mm) DOE 렌즈를 제안할 수 있었다. 1/4 인치 CCD 카메라를 기준으로 설계하였고, 단매의 DOE 렌즈와 성능을 비교·분석하였다. 그리고 대칭형 DOE 렌즈계에 대한 다양한 활용 가능성을 제안하고자 한다.

참고 문헌

[1] 이환선, 임천석, "영상 전송 모듈용 DOE(Diffractive optical element) 렌즈의 설계 및 평가," 한국광

학회지, 제 12권 3호, pp.240-249,2001

- [2] Michael D. Missing and G. Michael Morris, "Diffractive optics applied to eyepiece design," Appl. Opt., vol. 34, no. 14, 2452-2461, 1995.
- [3] 鹿島伸悟, 回折光學素子入門 (オプトロニクス社, 東京, 1997), pp. 117-130.
- [4] W. C. Sweatt, "Mathematical equivalence between a holographic optical element and an ultra-high index lens", J. Opt. Soc. Am., vol. 69, 486-487, 1979.
- [5] Thomas Stone and Nicholas George, "Hybrid diffractive-refractive lenses and achromats," Appl. Opt., vol. 27, no. 14, pp. 2960-2971, 1988.
- [6] D. A. Buralli, G. M. Morris and J. R. Rogers, "Optical performance of holographic kinoforms," Appl. Opt., vol. 28, pp. 976, 1989.
- [7] W. C. Sweatt, "New Method of Design Holographic Optical Element", SPIE, vol. 126, pp. 46-53, 1977.
- [8] W. C. Sweatt, "Describing and constructing thick holographic optical elements," Appl. Opt. vol. 17, no. 8, pp. 1220-1227, 1978.
- [9] W. C. Sweatt, "Achromatic triplet using holographic optical elements," Appl. Opt., vol. 16, no. 5, pp. 1390-1391, 1977.
- [10] W. C. Sweatt, "Mathematical equivalence between a holographic optical element and an ultra-high index lens", J. Opt. Soc. Am., vol. 69, 486-487, 1979.

