

# DOE 렌즈 개발 현황과 전망

향후 초박형 렌즈에 있어서 플라스틱 DOE Lens가 주도적으로 사용될 전망이고, 광통신분야에서도 WDM(wavelength Division Multiplexer)등에 응용 가능성이 높다.

DOE Pattern의 회절광학 해석기술, DTM(Diamond Turning Machine)과 Laser가공기의 정밀도 향상 등으로 금형가공기술의 급속한 발전과 함께 DOE의 보편화는 조만간 이뤄질 것으로 보인다.

글 / 삼성전기 (주) 종합연구소 김영준 선임 연구원

Glass Lens는 지금까지도 망원경, 사진기, 복사기, 기타 광응용제품 등에 널리 사용되고 있을 만큼 보편화 됐고, 특히 빛의 굴절을 이용하는 광제품에 있어서는 절대적으로 사용된다. 체계적인 해석과 분석으로 16세기 망원경에 사용된 것을 시작으로 긴 역사를 가진 Glass 렌즈는 현재 다양한 특성을 갖는 재질이 개발되어 간단한 광학제품에서 초정밀 광제품에 이르기까지 광범위하게 사용되고 있다.

자외선영역을 투과하는 실리카계열의 재질에서부터 굴절률이 2가 넘는 재질까지 그 종류는 수백가지 이상이 되는데, 이러한 다양한 재질을 조합하여 고품질의 광학제품이 가능하게 되었다. 특히 굴절률이 상이한 재질을 조합하여 색수차를 보정하는 방법으로 사용하는데, 이러한 렌즈를 제작하기 위하여 렌즈표면을 구면으로 하는 연마를 통해 제작되어졌다.

## Glass 렌즈에서 플라스틱 렌즈로의 변천사

이런 렌즈의 역사는 길게는 수백년을 생각할

수 있지만 몇년전부터 상의 왜곡의 보정과 고해상도를 위해 비구면을 렌즈표면에 적용하는 방법이 일반화되고 있다. 이러한 경우에도 색보정을 위해서는 저분산재질을 사용하거나 굴절률이 상이한 Glass 재질을 적용한다.

Glass Lens에 비구면을 적용하기 위해 현재로는 Glass Molding으로 생산하게 되는데 이는 기존렌즈보다 가격면에서 고가일뿐만 아니라 색보정에도 큰 효과를 보기가 어렵다는 문제가 있다. 이 문제를 극복하기 위해 사출이 가능한 플라스틱재질로 렌즈를 구성하게 되었다.

플라스틱은 사출방식으로 렌즈형성이 가능하므로 초기에는 안경이나 카메라의 뷰파인더용으로 많이 사용되어 왔다. 하지만 플라스틱의 복굴절, Glass보다 낮은 투과율, 환경변화에 따른 낮은 신뢰성, 높은 분산값, 성형공차 등의 이유로 고품질의 제품에는 아직도 적용이 곤란하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 플라스틱업체에서는 흡습성이 적은 재질을 개발하는 등 플라스틱 재질의 품질향상을 위해 많은 노력을 하였다. 플라스틱의 장점은 사출이 용이하여 비구면이 가능하고 무게는 Glass에 비해 1/2이하로 상당히

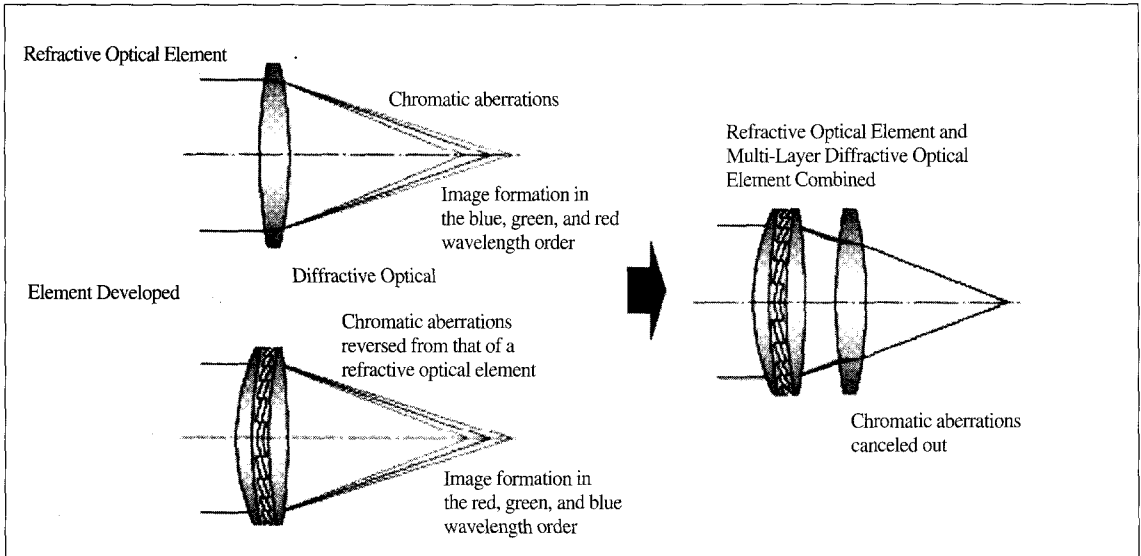


그림 1 : 회절방식에 의한 색보정

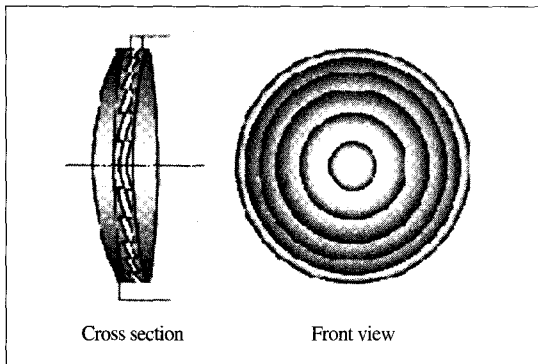


그림 2. DOE pattern

가볍다는 것이다. 또한 대량 생산시에는 가격이 기존 Glass에 비해 절반이하 수준으로 떨어지게 된다. 하지만 Glass만큼 재질이 다양하지 못하고 고굴절 재질은 복굴절이 심해 카메라등에 적용하기에는 한계가 있었다.

### DOE 렌즈로 플라스틱 렌즈의 색보정 문제 해결

이러한 한계를 극복하기 위해 빛의 굴절이 아

닌 회절을 이용하여 색보정을 할 수 있다.(그림 1) 이러한 회절을 이용하기 위해서는 렌즈표면에 높이가 약 1um정도의 원형의 미세한 Pattern을 형성한다.(그림2)

결과적으로 비구면이 가능한 플라스틱 렌즈 위에 DOE(Diffractive Optical Element)를 형성함으로써 회절과 굴절을 조합하여 색보정이 가능하게 하여 플라스틱 렌즈의 색보정 문제를 해결할 수가 있었다.

이러한 렌즈를 1998년부터 미국의 AIG, Kodak에서 Low end 제품인 CIS(CMOS Image Sensor) PC camera에 상품화를 시작하였다. 그 전에는 일본 샤프등에서 1997년경에 초슬림 카메라모듈에 DOE렌즈를 적용한 바가 있었고, 현재 일부 업체에서 CIS PC camera용 DOE Lens를 개발하여 판촉을 하고 있다.

국내에서는 2000년에 국내최초로 삼성전기에서 자체적으로 개발하여 CIS PC camera에 DOE 렌즈를 상품화하였고 최근 미국, 일본 등에서 많은 주목을 받고 있는 IMT-2000용에 사용될 초슬림 카메라모듈 DOE 렌즈를 순수 자체

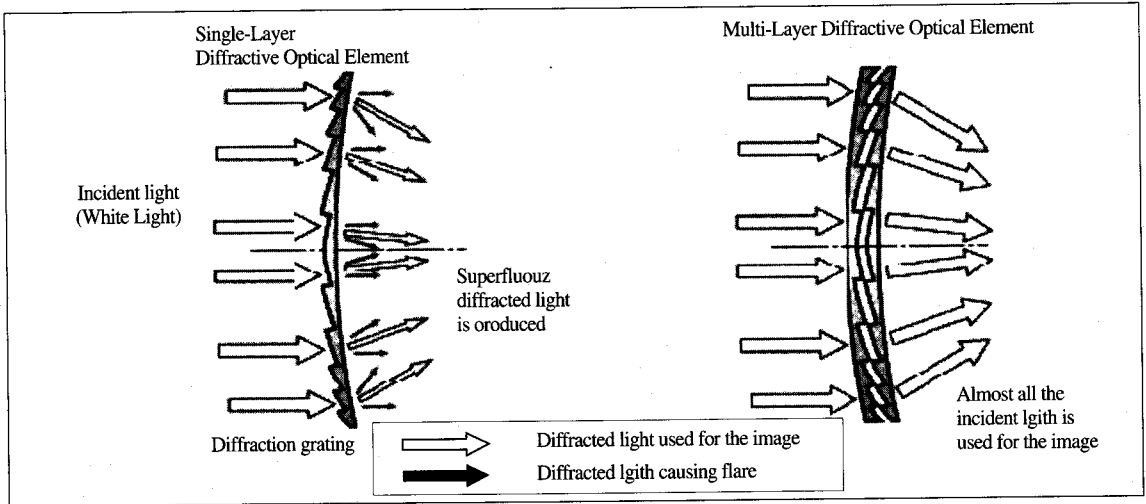


그림 3. Diffraction Properties of a Single-Layer Diffractive Optical Element and Multi-Layer Diffractive Optical Element

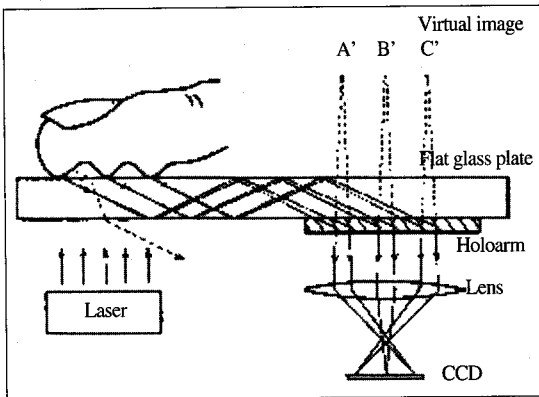


그림 4 : DOE 를 이용한 지문인식 시스템

금형가공기술을 통해 Multi-Layer DOE를 적용하여 Pattern 형상오차를 줄이고 고차항을 제거하여 SLR 카메라에 적용하는 기술이 일본등에서 개발되어 상품화가 진행중에 있다.(그림 3)

### 광통신분야로의 응용 등 DOE의 보편화 예상

DOE는 광 PickUp, 스펙트럼 분광기 등에서는 과거에도 많이 사용되어 왔다. 최근에는 DOE의 Fourier Transform 관계를 이용하여 e-commerce에서 보안을 위한 초박형 지문인식(그림 4)과 顔面인식 시스템과 같이 화상인식에 응용되어 지고 있다. 따라서 앞으로 초박형 렌즈에 있어서 플라스틱 DOE Lens가 주도적으로 사용될 전망이다. 광통신분야에서도 WDM(wavelength Division Multiplexer)등에 응용 가능성이 높다.

DOE Pattern의 회절광학 해석기술, DTM(Diamond Turning Machine)과 Laser 가공기의 정밀도 향상 등으로 금형가공기술의 급속한 발전과 함께 DOE의 보편화는 조만간 이뤄지리라 예상된다.

기술로 개발하였다. 아직은 DOE 렌즈의 형상공차 및 고차항에 의한 회절로 인해 상을 악화시키는 flare 현상등으로 고품질에는 못 미치고 있으나 DOE Pattern 개수를 제한함으로써 200만화소급 DSC(Digital Still Camera) 3배 줌 렌즈용으로 삼성전기에서 대정부 과제로 개발된 바 있다.

앞으로 설계 및 금형가공기술로 이러한 문제점등을 차차 개선해 나갈 계획이다. 이를 위해 레이저 금형가공기술 및 Pattern 형상공차 해석기술의 개발이 요구되고 있다. 최근에는 초정밀