

소형, 경량의 Eye Glass Display 광학계 설계

Optical design of small and light weight Eye Glass Display

박영수, 석종민, 김휘운, 김태하*, 박광범*, 문현찬*
 방주광학(주), *전자부품연구원
 parkys@bj4u.biz

Eye Glass Display(EGD)에 사용되는 광학계를 비구면과 Diffractive Optical Element(DOE)를 이용한 플라스틱 렌즈로 구성하여 소형, 경량으로 제작이 가능하게 설계하였다. 비구면과 DOE를 최적화한 1매의 렌즈로 광학계를 구성하여 display의 길이를 줄이고, 왜곡과 색수차를 보정하며 해상력을 향상 시켰다. 더불어, 광학계는 안경 착용자가 불편하지 않을 정도의 eye relief와 눈의 움직임에 여유를 가질 수 있는 크기의 eye motion box(exit pupil)를 가진다.

1. 서론

정보통신 기술의 발달로 야외나 지하철을 타고 있을 때나 이동 중에도 영화 감상이나 정보 검색을 할 수 있는 시대가 왔고, 통신 단말기는 소형화 되어가고 있으며 정보의 양은 더욱 많아지고 있다. 이러한 환경에 EGD는 비교적 작은 크기의 장치로 큰 화면의 효과를 낼 수 있어 매우 적합한 디스플레이 장치라고 할 수 있다. Head Mounted Display(HMD)는 초기에 군사용으로 개발 되었고 크기도 현재의 것에 비해서는 매우 크고 무거웠다.⁽¹⁾ 마이크로 디스플레이 산업의 발전으로 작은 디스플레이 panel에 높은 해상력을 구현할 수 있게 되면서 HMD도 소형, 경량화 되어 안경에 착용할 수 있을 정도가 되어 EGD라는 이름을 사용하는 것이 자연스러워졌다. 디스플레이 panel은 과거 CRT가 사용되기도 했으나⁽²⁾ LCD, FED, LCoS, OLED등이 현재 사용되고 있다.

광학계는 EGD의 성능과 크기, 무게를 결정하는 중요한 요소이다. 높은 성능을 위해서는 다수의 렌즈가 필요하지만, 크기와 무게에 제약을 많이 받게 되므로 렌즈의 수를 줄이는 것이 필요한데, 비구면과 빛의 회절 현상을 이용하는 DOE를 사용하여 렌즈를 제작한다면 성능과 제약 조건에 모두 근접한 효과를 낼 수 있다. 이 논문에서는 비구면과 DOE를 최적화 하여 소형, 경량의 1 매의 렌즈 설계에 대해 논의 한다.

2. EGD 광학계의 설계와 결과

Image source로는 Himax의 0.614" LCoS panel을 사용하였고, 렌즈는 Zeonex E48R 소재의 플라스틱 1매로 구성하고, FOV는 35°이상으로 virtual image가 2m에서 50inch 이상이 되고, eye relief는 안경 착용자가 불편함을 느끼지 않을 정도인 25mm, 렌즈에서 panel까지의 거리는 30mm이고, 렌즈의 두께는 7mm로 하였다. 눈의 동공의 크기는 4mm로 두고, eye motion box(exit pupil)의 크기는 12.5로서 눈의 움직임에 여유가 많이 있다.⁽³⁾ 광학성능 개선을 위하여 panel쪽 면에 DOE를 사용하였으며, Kinoform으로 4개의 계수를 사용하였고, 주요 광학 성능은 MTF가 35 lp/mm에서 중심 50%이고, 왜곡이 1.6% 미만이며, lateral color가 19 μ m 이하이다.

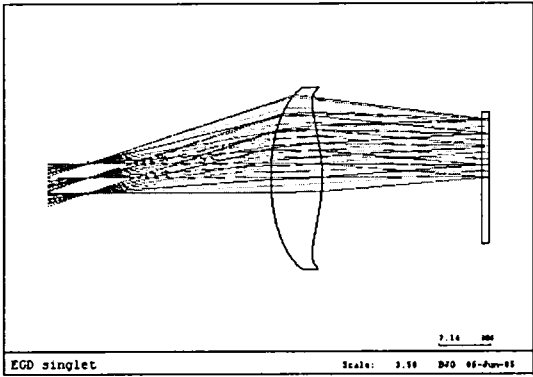


그림 1. 형상

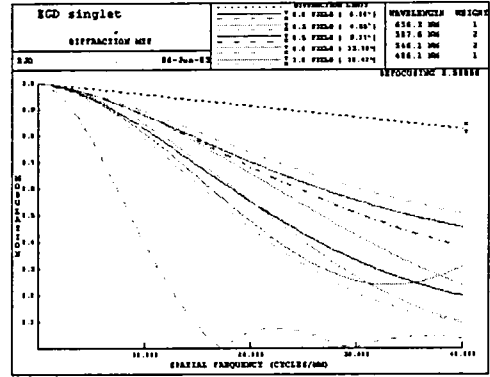


그림 2. MTF

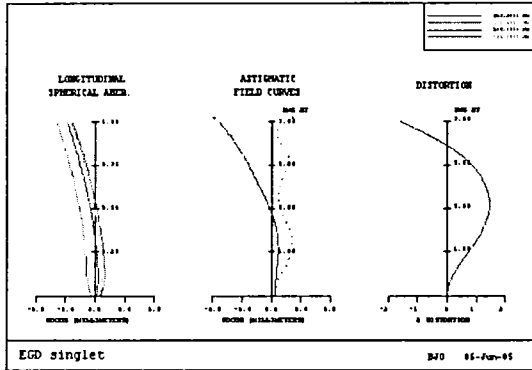


그림 3. 구면수차, 상면만곡, 왜곡

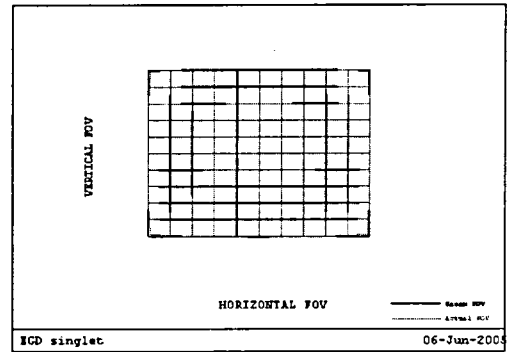


그림 4. 실제 왜곡의 정도

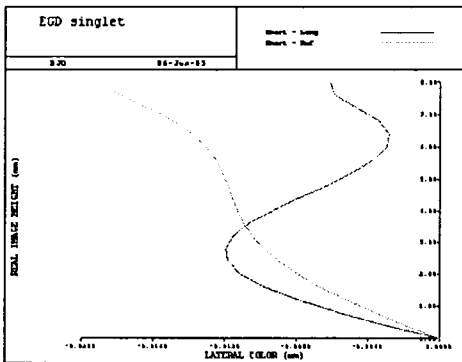


그림 5. Lateral Color

3. 결론

EGD용 소형, 경량의 렌즈를 플라스틱 렌즈 1매에 비구면과 DOE를 적용하여 설계하였으며, 중심 MTF가 35 lp/mm에서 50% 이고 왜곡이 1.6%미만이며 lateral color가 19 μm 이하인 눈의 움직임에 여유가 있는 광학계가 구성 되었다.

4. 감사의 글 : 이 연구는 산업자원부와 정보통신부의 지원 금으로 진행되고 있습니다.

참고문헌

- [1] James E. Melzer, Kirk Moffitt, "Head Mounted Displays", McGraw-Hill, 4-8(1997).
- [2] Frank JF., "Selecting new miniature display technologies for head mounted applications. Proc. SPIE 3058, 115-124(1997)
- [3] James E. Melzer, Kirk Moffitt, "Head Mounted Displays", McGraw-Hill, 72-73(1997)