

## 카메라폰용 최소형 줌렌즈계 설계 및 분석

### Ultra-Compact Zoom Lens System Design and Analysis for Camera Phone

유 병 택\*, 박성찬\*\*

\*단국대학교 물리학과/(주)포엠 기술연구소, \*\*단국대학교 전자물리학과  
yoobt72@biz4m.com,

본 논문은 2군 구성의 카메라폰용 최소형 줌렌즈계에 대해 렌즈모듈의 개념을 이용한 최적의 초기설계와 렌즈모듈의 1차량(First Order)을 고려하여 각각의 렌즈군 단위로 렌즈모듈(Lens Modules)에서 실제렌즈로 변환하는 설계방법 및 최적화방법을 제안하였다. 이러한 과정을 통해 독립적으로 설계된 군들을 결합시켜 얻은 줌렌즈계는 렌즈모듈로 구성된 원래의 초기설계된 줌렌즈계와 동일한 1차특성을 갖는다. 결과적으로 고차수차 의존도가 높은 렌즈를 비구면화하여 고차수차 보정을 통해 고해상도를 만족시켰으며 또한 비구면렌즈에 플라스틱 재질을 적용하여 경량화를 만족시킨 카메라폰용 최소형 2군 2배 줌렌즈를 얻을 수 있었다.

우선 카메라폰용 최소형 줌렌즈계 설계시, 고려해야 하는 3가지 요소를 먼저 언급하기로 하겠다.

첫째, 카메라폰은 휴대폰에 디지털 카메라가 장착되는 것인데, 점차적으로 고해상도의 카메라가 장착되어 디지털 카메라를 별도로 마련하지 않아도 될 정도의 성능을 갖는 카메라폰을 시장에서 요구하고 있다. 따라서 비구면이 적용된 렌즈의 매수가 증가하는 추세이다.

둘째, CMOS 및 CCD와 같은 이미지센서를 사용하는 휴대폰 및 디지털 스틸 카메라(Digital Still Camera) 렌즈계는 경량화, 최소형 및 고해상도를 만족시켜야 하며, 센서의 밝기를 극대화하기 위해 이미지 센서에 적용된 마이크로렌즈 어레이는 전체적으로 센서의 밝기를 증가시키는 장점을 갖는다. 하지만 광선다발의 수렴각이 작아지는 문제점이 발생한다. 따라서 마이크로렌즈 어레이 쉬프트량을 고려하여 센서의 입사각을 20~25도 이하로 설계해야 한다. 또한 줌렌즈의 경우에는 wide에서 tele모드 사이에 센서의 입사각도 차이를 5~7도 이하로 설계해야 한다.

셋째, 카메라폰 렌즈계 설계시 적외선 차단 필터, 광 저역 통과 필터 또는 자동 초점 구동 장치를 삽입할 공간을 확보하기 위해, 플렌지백(Flange Back)을 최소 1.5mm 정도로 확보해야 하는데 그러기 위해 후초점길이(Back Focal Length)가 긴 렌즈계가 필요하다.

줌렌즈계 설계는 일반적으로 두개의 과정으로 나눌 수 있다. 1차량설계를 통한 줌렌즈계의 layout을 설정하는 초기설계와 이로부터 수차보정을 행하는 과정으로 분류된다. 본 논문에서는 렌즈모듈 개념을 이용하여 근축해석적인 접근방법의 단점을 해결하고자 한다. 렌즈모듈은 곡률, 두께 및 굴절률과 같은 파라미터를 이용하여 구체적으로 광학계의 특성을 기술하는 대신에 임의의 conjugate에서 주어진 Eikonal 함수에 의해서 표현된 렌즈에 대한 광선추적을 행하는 mock ray tracing에 기초를 두고 있다. 따라서 상세한 설계제원이 없이도 복잡한 광학계를 모델링하여 설계 및 평가하는 것이 가능하다. 즉, 렌즈모듈의 파라미터(parameter)는 유효초점거리(Effective Focal Length), 후초점거리, 전초점거리(Front Focal Length), 배율(Magnification) 및 3차 수차량으로 주어지므로, 이를 이용하여 대부분의 광학계를 설계 및 평가 할 수 있다.<sup>[1, 2]</sup>

본 논문에서는 휴대폰에 장착되는 카메라는 상기의 조건들을 만족시키는 동시에 고해상도 및 최소형

조건을 만족시킬 수 있는 줌렌즈계의 파워구성 음(-), 양(+), 양(+)을 갖는 retro-focus타입의 2군 줌렌즈계로 구성하였다.<sup>[3]</sup> 또한, 제품에서 필요한 사양 또는 요구조건을 구속조건으로 설정하여, 최적화 설계과정을 통해 이들을 만족시키는 초기모듈렌즈를 구할 수 있다. 이를 통해 최적의 초기모듈렌즈의 1차량을 고려하여 실제렌즈를 설계하고자 한다.<sup>[4]</sup>

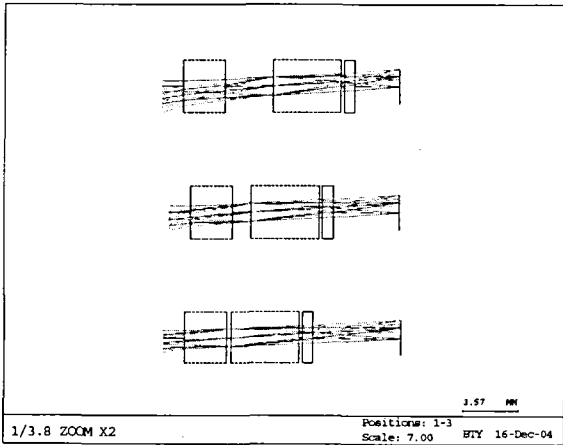


그림1. Modular Zoom Lens

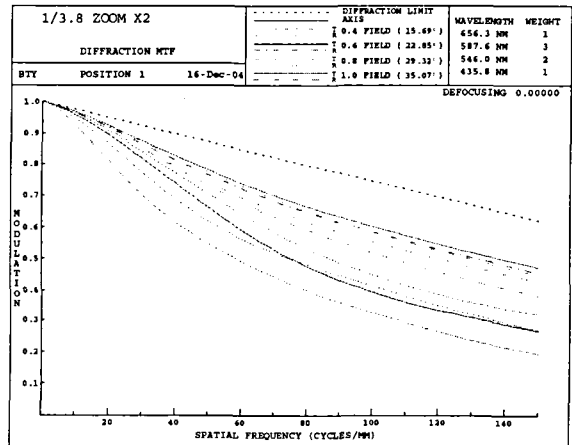


그림3. MTF Plot at Wide Mode

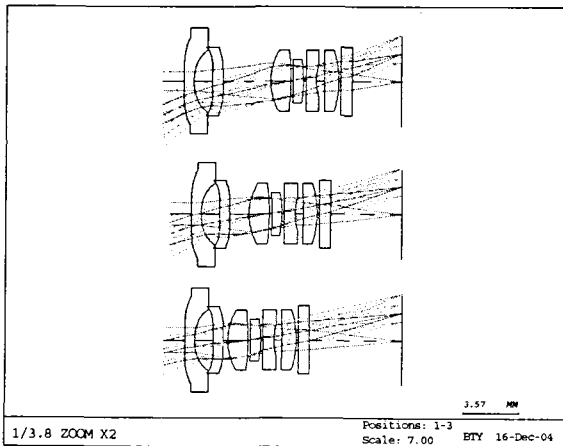


그림2. Optimized Zoom Lens

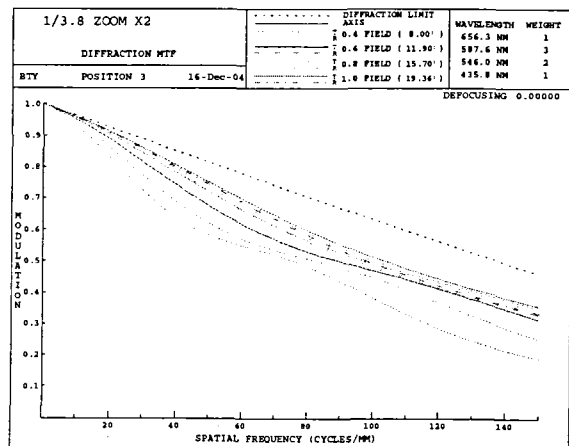


그림4. MTF Plot at Tele Mode

참고문헌

- [1] S. C. Park and R. R. Shannon, "Zoom lens design using lens modules," Opt. Eng. 35(6), 1668-1676 (1996).
- [2] T. G. Kuper and M. P. Rimmer, "Lens modules in optical design," Proc. SPIE 892, 140-151 (1988).
- [3] K. Tanaka, "A novel configuration of compact zoom lenses," Optik, Vol. 81(1), pp. 33-34 (1988).
- [4] S. C. Park and Y. S. Kim, "Optical system design using lens modules 1 : Optimum first order design in zoom lens," OSK. (1996).

