

렌즈모듈을 이용한 컴팩트 줌 렌즈 설계 및 분석

Compact Zoom Lens Design and Analysis using Lens Modules

이상훈⁺, 박성찬

단국대학교 물리학과

neptune2921@dankook.ac.kr

본 논문은 3군으로 구성된 컴팩트 줌 렌즈계에 대해 렌즈모듈의 개념을 이용한 최적의 초기 설계와 렌즈 모듈의 1차량(first order)을 고려하여 각각의 렌즈군을 분리하여 렌즈모듈(lens modules)에서 실제렌즈로 변환하는 설계방법 및 최적화방법을 제안하였다. 각 군의 역할에 따라 적절히 선정된 각각의 렌즈군의 초점거리 및 1차량이 렌즈모듈의 값과 일치하도록 독립적으로 설계한 후, 각군 사이의 공기 간격을 조정함으로써 렌즈모듈의 줌 궤적과 일치시켰다. 이러한 과정을 통해 독립적으로 설계된 렌즈군들을 결합시켜 얻은 줌 렌즈계는 렌즈모듈로 구성된 원래의 초기설계된 줌 렌즈계와 동일한 1차특성을 갖는다.^[1] 결과적으로 고차 수차 보정을 위해 비구면을 사용함으로써 성능향상을 통한 고성능의 광학계와 더불어 비구면 렌즈에 플라스틱 재질을 사용하여 경량화를 만족시킨 3군 3배 줌 렌즈를 얻을 수 있었다.

줌렌즈 설계는 일반적으로 두가지의 과정으로 나눌 수 있다. 1차량 설계를 통한 줌렌즈계의 layout을 설정하는 초기설계와 이를 바탕으로 하여 수차보정을 행하는 과정으로 분류된다. 본 논문에서는 렌즈모듈의 개념을 이용하여 근축해석적인 접근방법의 단점을 해결하고자 한다. 초기설계 과정에서 사용한 렌즈모듈은 곡률, 두께 및 굴절률과 같은 파라미터를 이용하여 구체적으로 광학계의 특성을 기술하는 대신에 임의의 conjugate에서 주어진 Eikonal함수에 의해서 표현된 렌즈에 대한 광선추적을 행하는 mock ray tracing에 기초를 두고 있다^[2]. 따라서 상세한 설계 data없이도 복잡한 광학계를 모델링하여 설계 및 평가 하는 것이 가능하다. 즉 렌즈모듈의 파라미터(parameter)는 유효초점거리(Effective Focal Length), 후초점거리(Back Focal Length), 전초점거리(Front Focal Length), 배율(Magnification) 및 3차 수차량으로 주어지므로, 이를 이용하여 대부분의 광학계를 설계 및 평가 할 수 있다.

본 논문에서는 3군 3배의 줌비를 만족시키고 고해상도와 컴팩트한 구성을 위해 음(-), 양(+), 양(+)의 구조를 갖는 retro-focus형으로 군의 power를 구성하였다^[3]. 또한, 제품에서 필요한 사양 또는 요구조건을 구속조건으로 설정하여 최적화 설계과정을 통해 이들을 만족시키는 초기렌즈모듈 광학계를 얻을 수 있었으며, 이를 바탕으로 최적화 과정을 통해 최적설계된 3군 3배 컴팩트 줌광학계를 얻을 수 있었다.

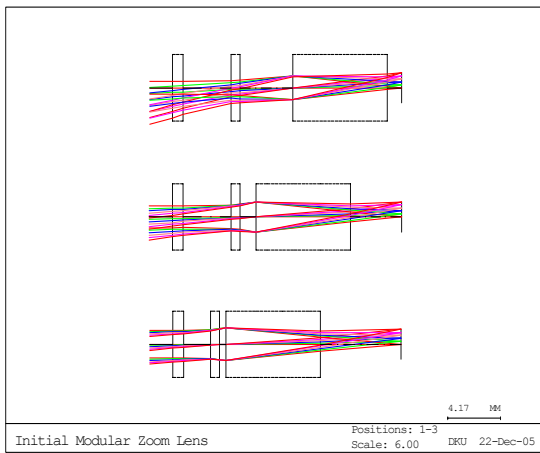


그림 1. Initial Modular Zoom Lens

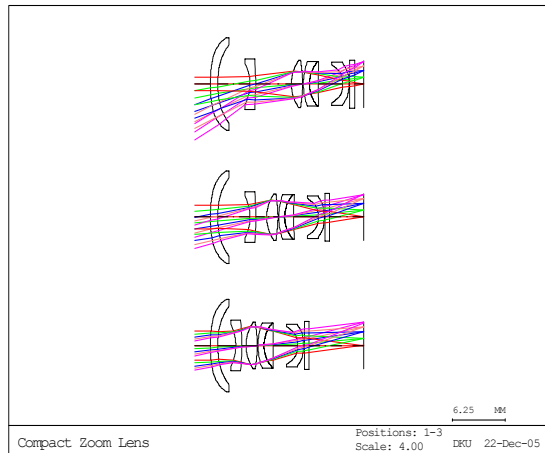


그림 2. Optimizes Zoom Lens

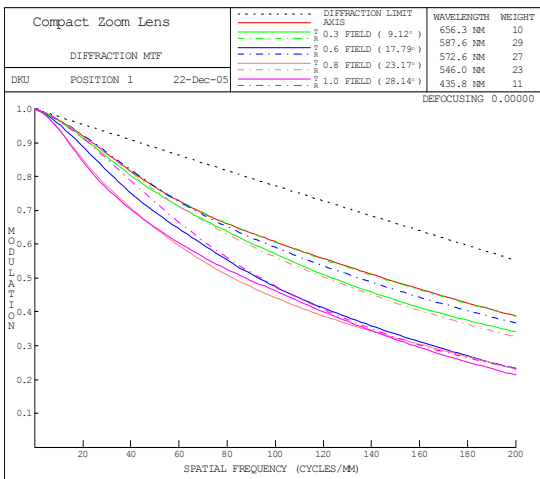


그림 3. MTF Plot at Wide Mode

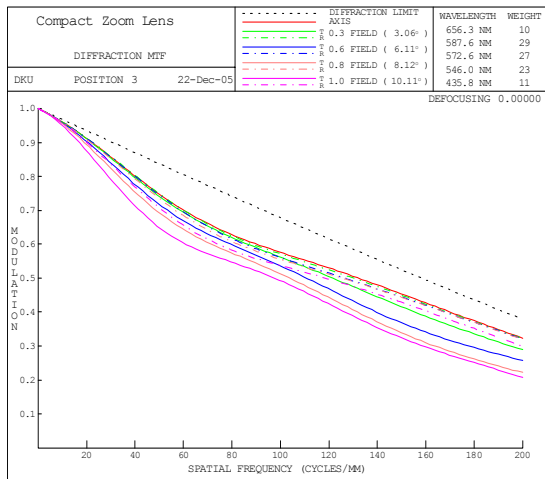


그림 4. MTF Plot at Tele Mode

참고문헌

[1] S. C. Park and R. R. Shannon, "Zoom lens design using lens modules," Opt. Eng. 35(6), 668-1676 (1996).
 [2] T. G. Kuper and M. P. Rimmer, "Lens modules in optical design", Proc. SPIE 892, (1988)
 [3] 박성찬, 김영식, "렌즈모듈을 이용한 광학계 설계 I : 줌렌즈의 First Order 최적 설계", 한국광학회지, Volume 8, (1997)