

## Axial GRIN Lens를 이용한 2 Mega급 Mobile Phone용 광학계 설계

### Optical Design of 2 Mega Mobile Phone Systems using Axial GRIN Lens

최민영, 이종웅

청주대학교 대학원 레이저광정보공학과

daechoo2@nate.com

Axial GRIN lens는 재질내의 광축방향으로 굴절률이 변하는 재질로서 기존의 균일한 재질에 비해 추가적인 자유도를 제공하여 기존의 구면 렌즈에 비하여 보다 성능이 향상된 광학계를 설계 할 수 있는 가능성이 있다. 본 연구에서는 이를 확인하기 위하여 일반적으로 사용되는 플라스틱 또는 유리 비구면 렌즈 대신 axial GRIN lens를 사용한 2 Mega급 mobile phone 광학계 설계에 대하여 연구하였다.

Axial GRIN lens의 굴절률 분포는

$$N(z) = N_{00} + N_{01}z + N_{02}z^2 \dots$$

로 주어진다. Axial GRIN lens의 굴절률 분포를 갖는 소재로는 현재 LightPath Technologies에서 시판되고 있으며 GRADIUM이 있다. 본 연구에서는 GRADIUM 소재 중 G14SFN의 재질을 이용하여 F/# 2.8의 1/4" 2 Mega급 mobile phone 광학계를 설계하였다. G14SFN는 축상두께 0.4 mm 기준으로 0.0122의 굴절률 변화를 갖는다. 2 Mega급 mobile phone 광학계는 1 개의 구면 axial GRIN lens와 3 개의 비구면 플라스틱 렌즈로 구성되었으며, G14SFN이 사용되었다. 이 광학계의 설계제원은 표 1에 나타나있고, 형태는 그림 1과 같다. 이 광학계의 LSA와 상면만곡은  $\pm 0.05$ , 왜곡은  $\pm 1\%$ 안에 들어가므로 비교적 잘 보정 되었으며 그림 2에 나타나 있다. MTF는 180 lp/mm에서 30%를 목표로 하였고, 그림 4에서 설계목표에 만족한 것을 확인 할 수 있다.

본 연구를 통하여 axial GRIN lens를 이용한 2 Mega급 mobile phone용 광학계의 설계가 가능함을 확인하였다. 그러나 기존의 유리 구면렌즈를 사용한 설계에 비하여 큰 성능개선 효과를 거두지 못하였다. mobile phone 광학계의 경우 두께가 얇아 축상 굴절률의 변화가 작기 때문으로 이해된다. 따라서 axial GRIN 소재가 mobile phone용 광학계에 효율적으로 이용되기 위해서는 보다 축상 굴절률변화가 큰 소재의 개발이 필요하다.

표 1. 2 Mega급 mobile phone 광학계의 설계사양

Item		Target	Design
Focal length		3.6mm $\pm$ 5%	3.681mm
Back focal length		>1.45mm (IR Filter = 0.3mm)	1.53mm
F/#		< 2.8	2.8
Distortion	Optical	< $\pm$ 1%	0.9%
Field of view		63 $\pm$ 3	61.5
MTF	Center	> 30% R/T (at 180 lp/mm)	58.9%
	0.7 Field	> 30% R/T (at 180 lp/mm)	58.9% / 52.8%
	1.0 Field	> 30% R/T (at 180 lp/mm)	54.8% / 31.8%
Sensor size		1/4" 2 Mega / Pixel: 2.2 $\mu$ m ( $\Phi$ 4.4mm)	

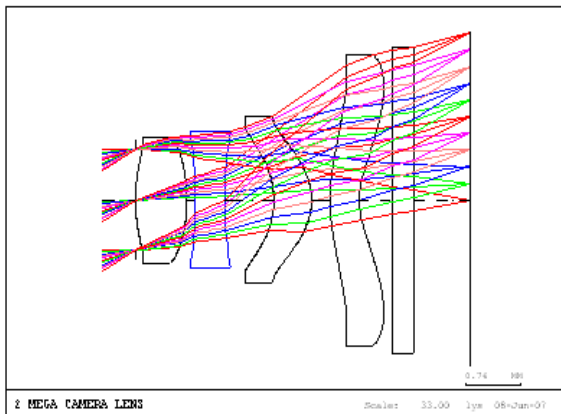


그림 1. Lay out

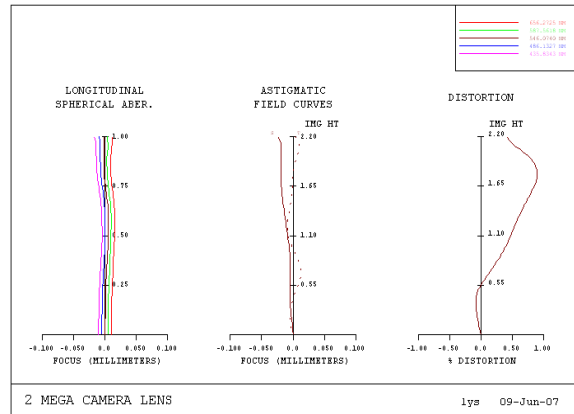


그림 2. Field curves

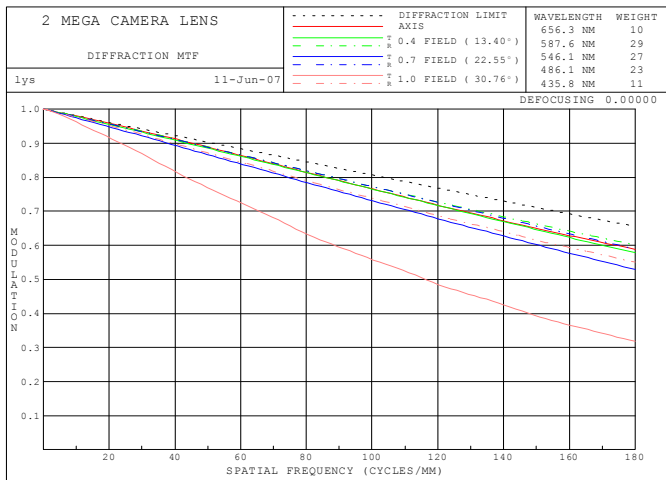


그림 3. MTF

참고문헌

[1] Erich W. Marchand, *Gradient Index Optics* (Academic Press, New York, 1978), Chap.4.  
 [2] Duncan T. Moore, *Hand Book of optics II* (Mc Graw-Hill Inc. 1995), Chap. 9.  
 [3] B. V. Hunter, V. Tyagi, D. A. Tinch, and P. Fournier, "Current developments in GRADIUM glass technology", Proc. SPIE, vol. 3482, pp. 789-800, 1998.