

단순한 구조의 카메라폰 렌즈에 대한 Stray Light 해석

Stray light analysis of a simple mobile phone camera

박광우, 이종웅

청주대학교 대학원 레이저광정보공학과

hoyal2234@nate.com

Stray light은 광학기계에서 정상적인 굴절이나 반사이외의 원인으로 생기는 잡음광을 의미하며, 경통 내부에서의 산란, 렌즈면에서의 내부반사, 영상센서 표면에서의 산란, 광학면과 소재 내부의 결합과 기포에 의한 산란 등의 원인에 의하여 발생한다. 이 연구에서는 단순한 2매 구성의 VGA급 카메라 폰 렌즈계의 경통에서 특정한 비율의 산란광이 Lambertian 형태로 발생한다고 가정하고, Light Tools를 사용하여 stray light의 크기와 분포를 분석하였다.

Stray light의 해석에서는 광학면과 경통을 이상적인 경우와 산란이 있는 실제의 경우로 나누고 이를 조합하여 다음 3가지 형태의 광학계 모델을 정의하고, 각각 형태에서 얻어진 조도분포를 비교하여 stray light의 크기와 분포를 분석하였다.

Case I. 이상적인 광학면(100% 투과)과 이상적인 경통(100% 흡수)의 경우

Case II. 실제 광학면(내부반사가 없도록 강제로 설정)과 이상적인 경통의 경우

Case III. 실제 광학면(내부반사 고려)과 산란이 있는 경통의 경우

위의 분석에서 Case II의 조도와 Case I의 조도 비율은 AR coating에 따른 광학계의 유효투과율을 나타내며, Case III와 Case II의 조도 차이는 stray light의 크기와 분포를 나타낸다.

그림 1은 분석에 사용된 카메라 폰용의 렌즈계를 보여주고 있으며, VGA급 Magnachip사의 1/7.4" CMOS 센서를 사용하고 있다. 그림 2는 조도분포를 분석한 한 예이며, 10% 산란을 가정한 Case III의 조도분포이고, 점선으로 표시된 사각형이 센서면이다. 그림 3은 Case I과 II 단면의 조도 분포이며, 이로부터 계산된 유효투과율은 평균 82.9% 이었다. 그림 4는 Case II와 III에서 얻어진 단면의 조도 분포이며, Case III에서는 10%의 경통 산란을 가정하였다. 그림 5와 그림 6은 각각 stray light의 분포와 Case III의 조도분포에서 stray light가 차지하는 비율을 보여주고 있다. 그림 6에서 stray light의 비율은 중심부에서 0.5% 이나 주변부에서 급격하게 증가하고 있고, 센서면의 x-축 끝단에서는 11.8% 까지 증가하고 있다. 이 연구는 경통에서의 산란을 10%로 가정하였기에 실제 카메라 폰의 경우와는 다르지만, 경통 산란에 의하여 주변부의 해상력이 심하게 저하될 수도 있다는 것을 보여준다. 실제 카메라 폰의 광학계에 대한 stray light 해석은 보다 더 정확한 산란 모델이 필요하며, 이것은 앞으로의 연구를 통하여 계속적으로 보완될 예정으로 있다.

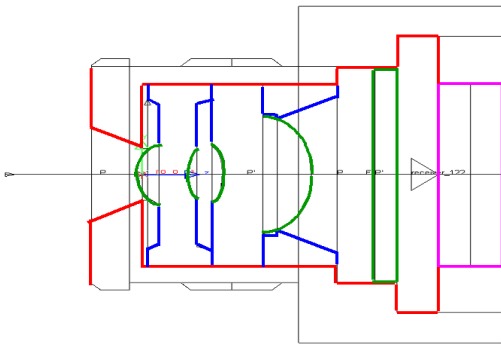


그림 1. 카메라 폰 광학계의 구조 (EFL 2.08mm, F/3, FOV 60°).

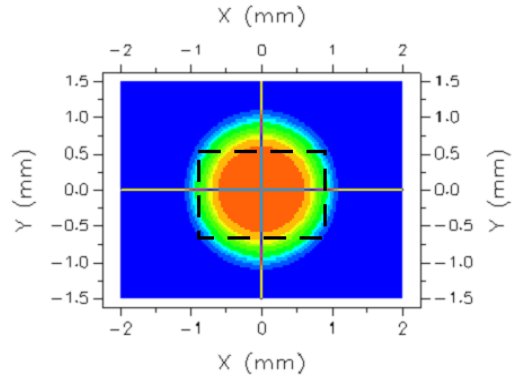


그림 2. 상면의 조도분포(10% 산란, Case III, 점선의 사각형은 센서임).

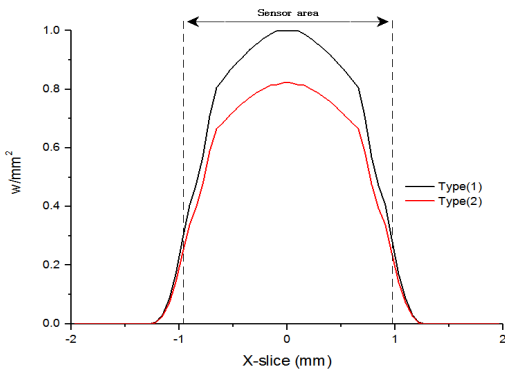


그림 3. 단면의 조도분포(Case I: 이상광학계, Case II:투과율만 고려한 경우).

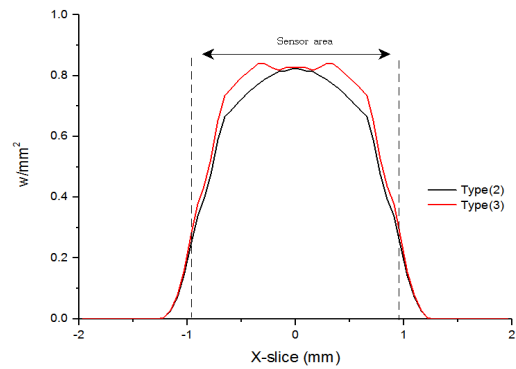


그림 4. 단면의 조도분포, Case II와 Case III (10% 경통 산란을 가정).

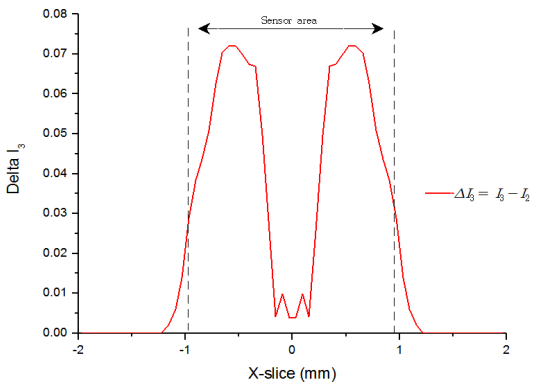


그림 5. 단면의 stray light 분포(10% 경통 산란).

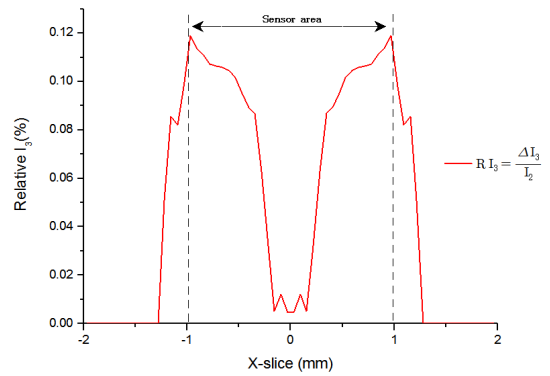


그림 6. Stray light의 비율(Case III 기준, 10% 경통 산란).

참고문헌

[1] Duncan T. Moore, Hand Book of optics II (Mc Graw-Hill Inc. 1995), Chap. 37.
 [2] Susan H.C.P.Mc Call, " The importance of scatter in stray light analysis", Proc. Optics & Photonics News, Vol. 12, pp 40-47, 2001
 [3] Jean-Claud Perrin, "Methods for rapid evaluation of the stray light in optical system", Proc. SPIE, Vol. 5249, pp. 392-399, 2004