

사각물체를 이용한 변조전달함수 측정

Measurement of MTF using a Square Object

조희성, 이원웅, 황보창권, 이윤우⁺, 이회윤⁺인하대학교 물리학과, ⁺한국표준과학연구원(KRISS)cod@korea.com

새로운 광학계를 개발하기 위해서는 그 성능을 정확하게 평가하는 것이 매우 중요한 일이다. 현재 세계적으로 객관성이 인정되는 결상계 성능평가방법은 광전달함수(Optical Transfer Function)를 측정하는 것이며 매우 종합적이고 효과적인 방법이므로 국제표준화기구(ISO)에서도 인증되어 널리 보급되고 있다. 그리고 모든 광학 및 광전자회사에서는 광전달함수(OTF) 측정장치를 필수 성능평가장비로 사용하고 있다.

복소함수인 광전달함수(OTF)의 진폭을 나타내는 MTF(modulation transfer function)를 측정하는 방법은 세계적으로 20 가지 이상이 제안되었으나 현재까지 많이 사용되고 있는 방법으로는 광학계에 의해 맺혀진 상을 주사하는 방법이다. 주사방법은 직접 주사방법(direct scanning method)과 간접 주사방법(indirect scanning method)으로 나눌 수 있다. 직접 주사방법은 여러 가지 공간 주파수를 가지는 주기적인 격자의 상을 슬릿에 의해 주사하여 변조전달함수(MTF)를 얻는 방법이고 간접 주사 방법은 핀홀이나 슬릿의 상을 슬릿, 칼날, 혹은 CCD(charge-coupled-device)에 의해 주사한 후 이를 푸리에 변환하여 변조전달함수(MTF)를 얻는 방법이다. 간접 주사방법에 의한 MTF 측정은 연구가 활발하게 진행되어 측정 장치가 자동화되고 측정 정확도가 높아졌으며 국제적인 비교 측정을 위한 표준렌즈가 제작되어 사용되고 있다. 현재 국제적인 측정비교 오차는 $\pm 2\%$ 미만으로 유지되고 있다.

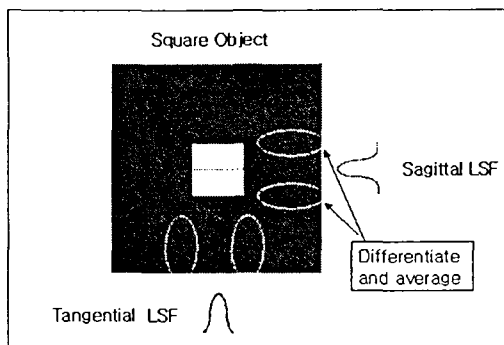


그림1. 사각물체의 상 .

현재 제작되고 있는 OTF 장비는 핀홀과 슬릿의 상을 이용해 MTF를 얻고 있으나, 핀홀과 슬릿 제작의 어려움으로 인해 제작비용이 증가하고, 광량이 적은 단점으로 인해 적외선 광학계의 성능평가에 어려움이 있으며, 광픽업 렌즈 또는 초소형 광학계 등은 작은 렌즈크기로 인해 광량이 낮아져서 측정이 어려워지고, 또한 실제 현장에서 측정할때 핀홀과 슬릿의 상 찾는 소요시간이 많이 걸린다.

본 연구에서는 기존의 몇십 마이크로 크기의 핀홀과 슬릿 대신에 1000배 이상 큰 사각물체를 사용해서 ESF(edge spread function)를 구하고, 이것을 미분한

LSF(line spread function)를 푸리에 변환을 해서 MTF를 구할 수 있다.

실험에서 사용한 장비는 인하대학교 광기술교육센터에서 보유하고 있는 OTF 측정 장비를 이용했고,

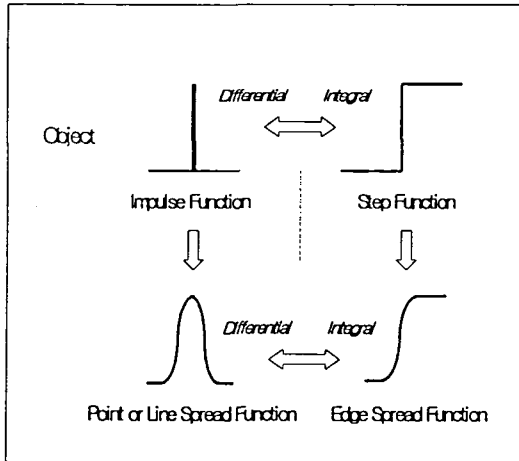


그림2. 임펄스 함수와 계단함수 관계

Test 렌즈는 한국표준과학연구원(KRISS)에서 인증 받은 50mm Standard Test Lens를 사용해, 공인된 (KRISS) MTF 값과 사각물체를 이용해 구한 MTF 값과 설계치 MTF 값을 비교하여, 측정과 렌즈 제작의 정확성 등을 확인할 수 있다.

사각물체를 사용하므로써 낮은 광량 문제를 해결하고, 쉽게 상을 찾아 측정 시간을 단축 할 수 있고, 소비 전력도 50% 이상 줄일 수 있으며, 보다 많은 data로 인해 안정적인 측정을 할 수 있다.

T
C

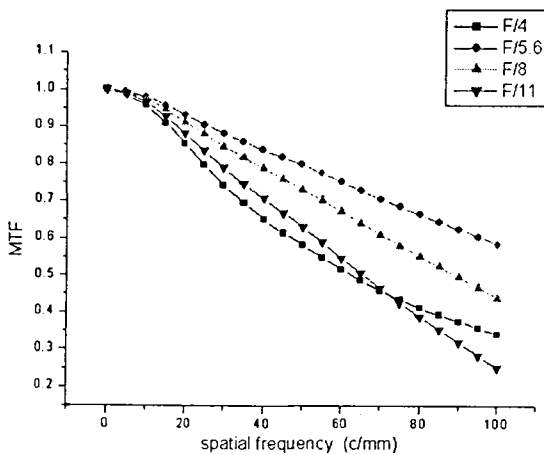


그림3. 50mm 표준렌즈 설계치 MTF

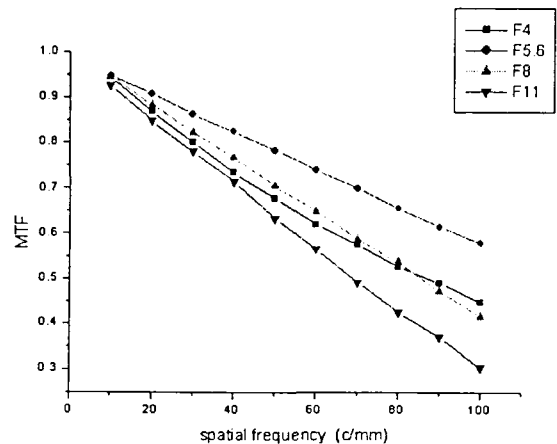


그림4. 50mm 표준렌즈 KRISS 인증 MTF

참고문헌

1. 이운우 외 6명, "광정보 입출력장치의 성능평가", 한국표준과학연구원, 1-12 (1998).
2. 이운우, 조현모 외3명, "광전달 함수(OTF) 측정 및 응용", 한국표준과학연구원, 15-42 (2001).
3. GLENN D. BOREMAN, Modulation Transfer Function in Optical and Electro-Optical Systems, SPIE PRESS, pp. 73-76 (2001)
4. Tom L Williams, The Optical Transfer Function of Imaging Systems, Institute of Physics Publishing, pp 63, (1999)