

첨단광학기술 활용을 위한 광학부품의 사용방법과 유의점⑬

광학세계에서는 일본 캐논의 연구개발부장을 지낸 末田哲夫씨가 집필한 <광학부품의 사용법과 유의점>이란 책 내용을 연재하고 있다. 본 내용은 일본의 월간 OPTRONICS 에서 1982년부터 30회에 걸쳐 연재된 바 있고, 연재한 내용만 묶어 한 권의 책으로 나온 이후 지금까지 많은 광학인들이 애독하고 있는 핸드북이다. 월간 OPTRONICS는 1990년에 책 내용을 세부에 걸쳐 수정함과 동시에 렌즈에 대한 기초를 보다 충실히 하고 비구면 렌즈, Rod 렌즈, 홀로그램, 고체 촬상디바이스, 회절광간섭방식 엔코더 등을 새롭게 첨가하여 보다 알찬 내용으로 보강하여 증보개정판을 내놓았다.

국내에서는 (주)그린광학에서 본 자료를 입수하여 사내자료로 활용하고 있을만큼 시대와 장소를 초월하여 아직도 광학산업현장에서 유용한 자료로 읽혀지고 있다. 비록 일부 내용들은 우리나라 산업현실과 다소 차이가 있을 부분도 있을 것이나 광학기술의 역사와 기반이 앞서있다고 생각하는 일본의 실질적인 기술관련 자료이기 때문에 국내 업체 관련분야에 종사하시는 분들에게 일독을 권해드리고 싶은 마음에 광학세계에서도 2009년 7월호부터 연재를 하게 되었다.

전체 내용을 살펴보면, 제1부에는 대표적인 광학부품에 대한 설명, 제2부에는 그것들을 사용한 광학시스템과 그것들에 관한 기본적인 사항의 해설, 제3부에는 광학부품을 수입하는 경우의 측정방법과 그것들을 시스템으로 조립하는 경우의 조정방법 예 등을 소개했다. 기술내용은 응용범위가 넓다고 생각되는 구체적인 예를 기본으로 소개했다.

〈편집자 주〉

연재 순서

제1부 광학부품의 종류와 사용방법

- 제1장 평면을 베이스로 한 광학부품
- 제2장 구면을 베이스로 한 광학부품
- 제3장 다양한 광학부품

제2부 광학시스템과 광학부품

- ▶ 제1장 광학시스템의 빛의 포착방법과 기능

제2장 광학시스템과 광학부품

제3부 광학부품의 검사와 시스템으로의 조립·조정

- 제1장 광학부품의 검사·측정
- 제2장 광학부품의 조립조정

저자약력: 末田哲夫

1947년 5월 25일생
1971년 學齋院대학 이학부 물리학과 졸업
1973년 同수사과정 수료
1973년 캐논(주) 입사

각종 광학계에 관한 계측·물리광학을 주제로 한 계측방법과 화상처리에 관한 연구개발 등에 종사, 현재 연구개발본부 G-CDS추진부 부장

<지난호에 이어서>

2.3 결상위치의 검지(檢知)

빛을 화상으로서 취급하는 시스템에서는 결상위치의 검지 혹은 일정위치에 설치한 감광면 등으로 가장 핀트가 잘 맞는 상을 형성시키는 것이 필요하다.

여기서, “핀트가 맞다”라는 것에 대해서 생각하자. 그림2.53과 같이 물점으로서 광축상에 존재하는 점광원을 생각하자. 이 경우의 결상렌즈에 완전히 수차(이 경우는 구면수차)가 존재하지 않는 이상적인 것이라면 기하광학적으로는 빛은 한 점에 결상하고, 그 장소가 “핀트가 맞는 장소”라고 말할 수 있다. 그러나 실제의 렌즈에서는 많거나 적거나 수차가 존재하고, 이 때문에 빛은 한 점에 결상하지 않는다. 가장 광선이 수렴(收斂)해 있는 부분을 [최량상점]으로 하면, 최량상점과 수차가 존재하지 않는 경우의 이상점은 일반적으로 일치하지 않는다. 게다가 최량상점의 광축방향 위치는 조리개를 조정함에 따라 이동한다. 이 조정함에 의한 “핀트 이동”은 렌즈의 구면수차커브에서 어느 정도 상상할 수 있다. 즉 구면수차커브는 동(瞳)의 높이에 대응해서 광축을 횡절하는 위치를 나타내고 있기 때문에 동의 룬대(輪帶)에 입사하는 광선밀도와 구면수차커브의 관계

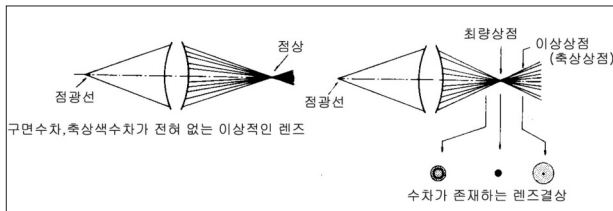


그림2.53 이상적인 렌즈와 수차가 존재하는 렌즈의 결상

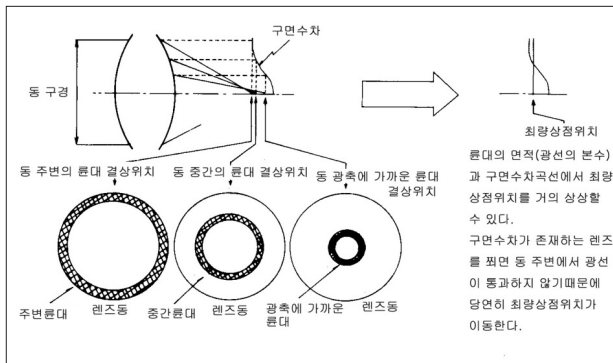


그림2.54 최량상점 위치

에서 최량상점을 상상하는 것이 가능하다(그림2.54). 단 최량상점은 점광원상의 직경이 가장 적게 되는 경우에 “해상력”이 가장 크게 되는 점이라고는 한정할 수 없다. 상의 콘트라스트는 낮지만 해상력이 높은 상점이 약간 다른 상면에 있는 것도 있고, 이것들의 상면의 선택은 시스템의 목적과 사양에 따라 다르다(그림2.55).

다음에 핀트위치의 검출방법 혹은 그 설정방법의 대표 예에 대해서 설명하겠다.

(1) 스크린을 사용하는 방법

상을 맺는 위치 혹은 그것과 동등한 위치에 스크린을 두고, 그곳에 맺힌 상을 관찰하면서 핀트를 맞추는 방법이다(그림2.56). 핀트를 맞추는 정도를 높이기 위해 확대경을 사용하는 경우가 많지만, 정확히 상을 관찰하기 위해서는 눈을 스크린에 정확히 맞추는 것이 필요해서, 인간에 의한 개인차(시도차)가 있기 때문에 주의가 필요하다. 또 스크린을 두지 않고, 공중에 생긴 상

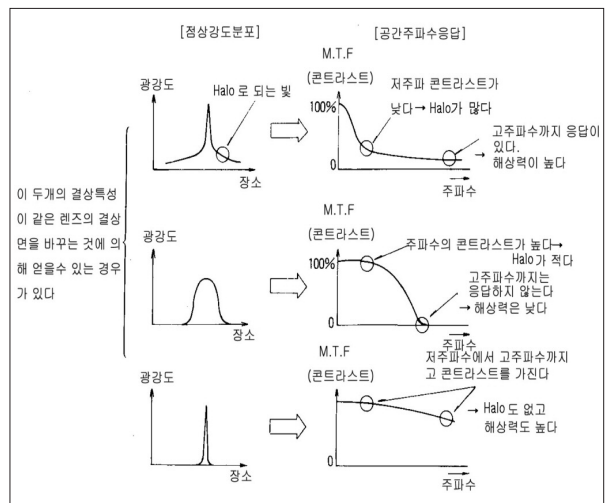


그림2.55 결상특성 예

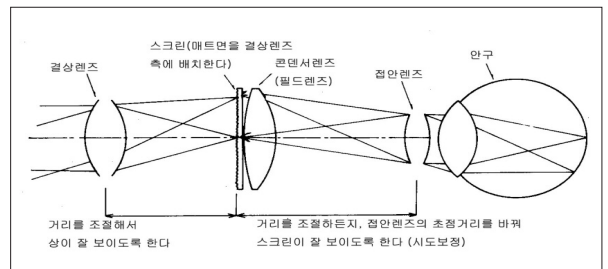


그림2.56 스크린을 사용한 핀트위치의 검출

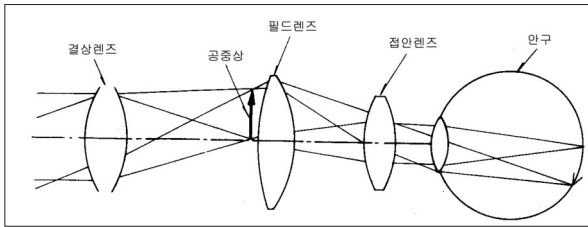


그림2.57 공중상에 의한 핀트위치의 검출

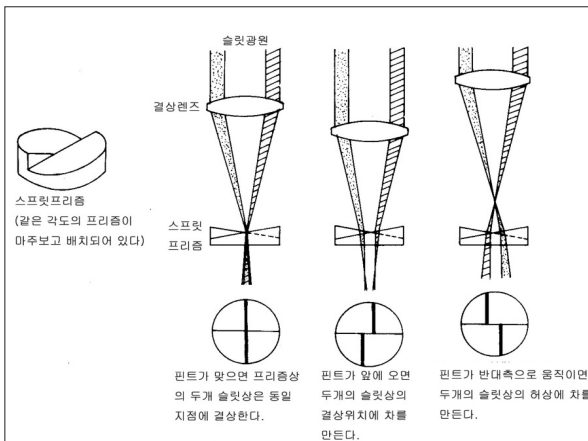


그림2.58 스피릿이미지에 의한 핀위치 검출

을 관찰하는 것도 있고, 현미경과 망원경은 이 방법에 상당한다(그림2.57). 이 방법을 사용해서 핀트를 맞추고, 예를 들면 필름 등에 결상조작을 행하는 경우, 시도(視度)의 차이 등에 의해 스크린법 보다도 정도가 약하기 때문에 주의할 필요가 있다. 또 스크린관찰법 및 공중상 관찰법은 눈과 관찰광학계의 입체각을 생각할 필요가 있고, 결상광학계의 F값에 의한 입체각을 커버하는 것이 필요하게 된다. 예를 들면 매우 확산성이 좋은 스크린을 사용하는 등의 필요성이 있다.

(2) Split Image를 사용한 방법

일안 리플렉스 사진기 등에 사용되고 있는 핀트 검출법이다. 상을 맺는 위치 혹은 그것과 동등한 위치에 Split프리즘을 설치하고, 상의 핀트 오차를 상의 위치 변화로 검출하는 것이다. 그림2.58은 Split Image를 사용한 핀트맞춤의 원리를 설명한 것으로 Split프리즘 상에 상이 핀트를 맺으면 상하의 상이 연결해서 보고, 프리즘 상에서 상이 어긋나면 위의 프리즘을 투과하는 상과 아래의 프리즘을 투과하는 상에 횡변위를 만들고, 상이 연결해서 볼 수 없게 된다. 이 방법의 이점은 상의 흐림을 두 개 상 사이의 장소 변위로 바꿔둔 점이다.

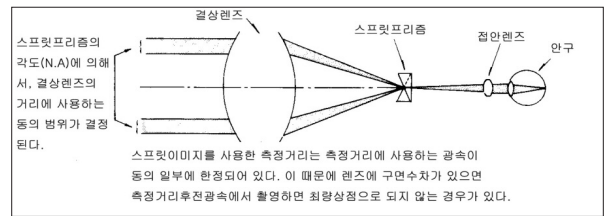


그림2.59 스피릿이미지에 의한 측정거리의 주의점

그러나 결점으로서는 Split프리즘의 각도에 의해서 결상 광속 중의 입체각이 결정되어 버리고, 구면수차가 큰 결상렌즈에 대해서 이 방법을 사용하면 핀트를 맞춘 장소가 최량점이 되지 않는 경우를 만드는 것이 있다(그림2.59).

(3) 삼각측량을 사용하는 방법

렌즈의 결상상태를 직접적으로 관찰해서 핀트위치를 검출하지 않고, 렌즈위치와 기계적으로 연동해서 삼각측량을 행해 핀트위치를 검출하는 방법이다. 이 방법은 사진기의 중급기에 자주 사용되는 방법으로 그림2.60은 그 대표적인 예를 나타낸 것이다. 즉 일정거리에 설정한(이 거리를 기선장이라고 한다) 두 개의 개구를 통해 관찰한 상이 중첩되어 보이도록 측거광로(測距光路)중의 반사경과 렌즈 등을 기울거나 횡 이동해서, 그 양과 결상렌즈의 광축방향의 위치를 연동시키는 것에 의해 결상면상에 핀트를 맞추는 것이 가능하게 된다.

삼각측량을 사용한 핀트맞춤의 수단은 기선(基線)길이를 충분히 취해 관찰광학계와 기계적인 연동기구의 정도를 높게 유지하면 Split Image에 의한 측정거리보다도 원리적으로는 측정거리정도는 높다. 이 때문에 지형의 측량 등에 사용되고 있다.

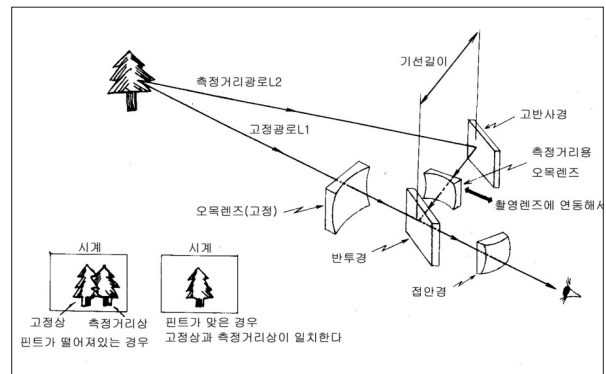


그림2.60 Range Finder(삼각측량방식의 측정거리, 핀트맞춤)

표2.1 AF방식의 분류

측거(測距)원리에서	삼각측량방식
	선예도(鮮銳度)방식
	직접측거방식
측거의 정보원에서	수동방식
	능동방식
측거광학계와 촬영렌즈의 관계에서	외부측거방식
	TTL측거방식

(4) 오토포커스(AF)

근래 IC등의 전기회로의 고기능화·저가격화에 의해 사진기에는 핀트를 자동적으로 정하는 오토포커스의 방법이 성행하고 있다. 이와 같은 AF화의 경향은 현미경등, 화상을 취급하는 모든 광학시스템으로 이후 확장해 갈 것이다.

AF원리는 기본적으로 (1)~(3)에서 설명한 방법을 원가의 전기적인 수단으로 바꾼 방법과 소리와 빛의 속도 등을 피사체에 조사해서 그 왕복시간에서 직접적으로 거리를 측정하는 방법이 있다. 표2.1은 다양한 AF방식의 분류에 대해서 정리한 것이다. 다음에 대표적인 AF에 대해서 그 개요를 설명한다.

(a) 삼각측량방식

이 방법은 주로 외부측정거리방식이 되고, 촬영광학계 외에 측정거리광학계를 설치하는 것으로 된다. 그림 2.61은 LED광원을 피사체에 조사하는 것에 의해 측정거리를 행하는 방법이다. 즉 LED를 기계적으로 이동

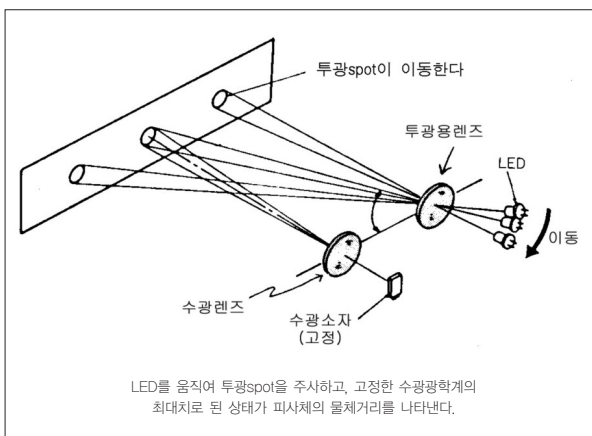


그림2.61 삼각측량방식의 AF예(개논AF35M의 AF시스템)

해서 피사체상을 광속이 주사해서 그 반사광속을 일정 기선 길이로 떨어트린 장소에 일정 방향으로 설치한 수광광학계로 수광해서, 가장 높은 강도의 빛을 수광하는 주사각도에서 물체거리를 검출하는 방법이다. 이때에 주사각도와 촬영렌즈를 연동해서 움직이도록 하여 초점을 맞추는 것도 가능하다.

상기의 빛을 투광하는 능동형 외에 수동형의 AF시스템도 있고, 그림2.62에 나타내듯이 고체촬상소자를 사용해서 2상의 상대간격을 전기적으로 연산해서, 거리 정보를 구하는 방법이 있다.

(b) 결상면상의 선예도(鮮銳度)의 검출

이 방법은 촬영광학계에 의한 상을 해석해서 핀트위치를 설정하는 방법으로 Split Image와 스크린의 상을 눈으로 관찰하는 방법의 AF화에 상당한다.

이와 같은 방법의 대표 예를 그림2.63에 나타냈다. 즉 광축방향의 3개소의 상을 하프미러와 Random dot미러 등과 1차원 촬상소자의 조합으로 검출한다. 그림의 예에서는 A열은 촬상상면(필름면)보다 전측에, C열은 후측에, B열은 올바른 위치에 각각 등가적이 되도록 설치되어 있다. 3개소의 촬상소자에 의해 얻어진 화상 신호에서 각각 선예도가 검출된다. 가장 핀트가 잘 맞는 상태는 B열의 선예도가 가장 높은 한편 A열과 C열의 선예도가 같은 것이 되고, 이 조건이 되도록 촬영렌즈의 광축방향 위치를 정하는 것으로 된다.

(c) 면 위치의 검출방법

상기 두 개의 방법은 일반 사진을 촬영하도록 범용도

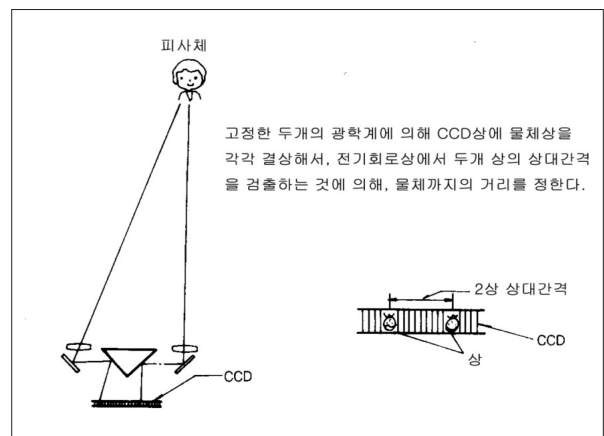


그림2.62 수동형 삼각측량방식의 AF예(개논SSTAF시스템)

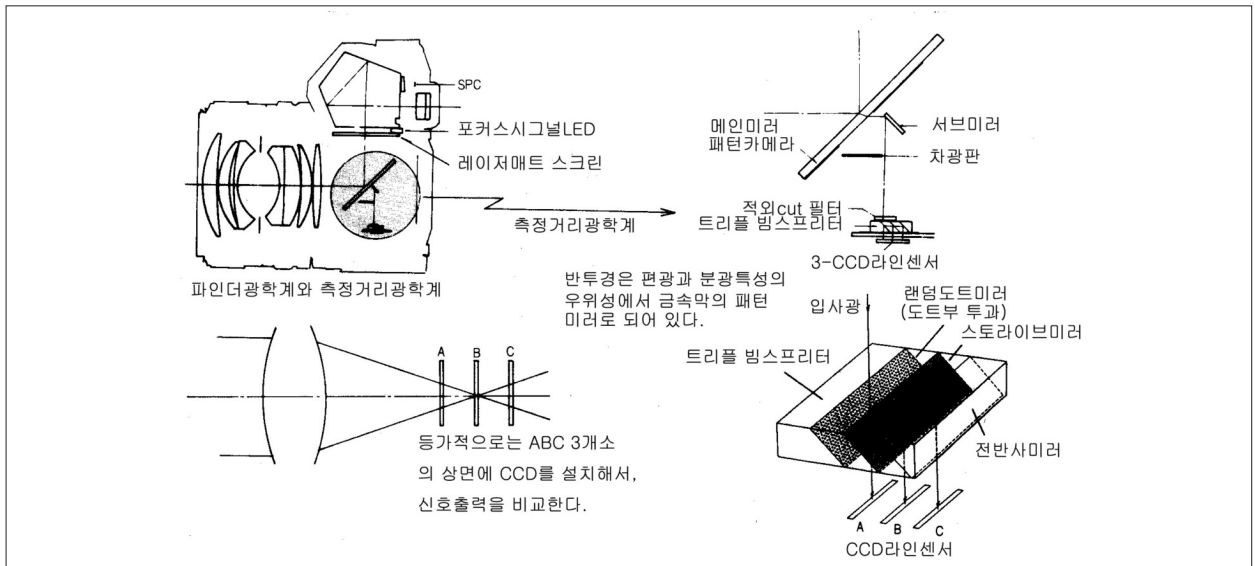


그림2.63 결상면상에서의 선예도를 사용한 AF예(캐논AL-1)

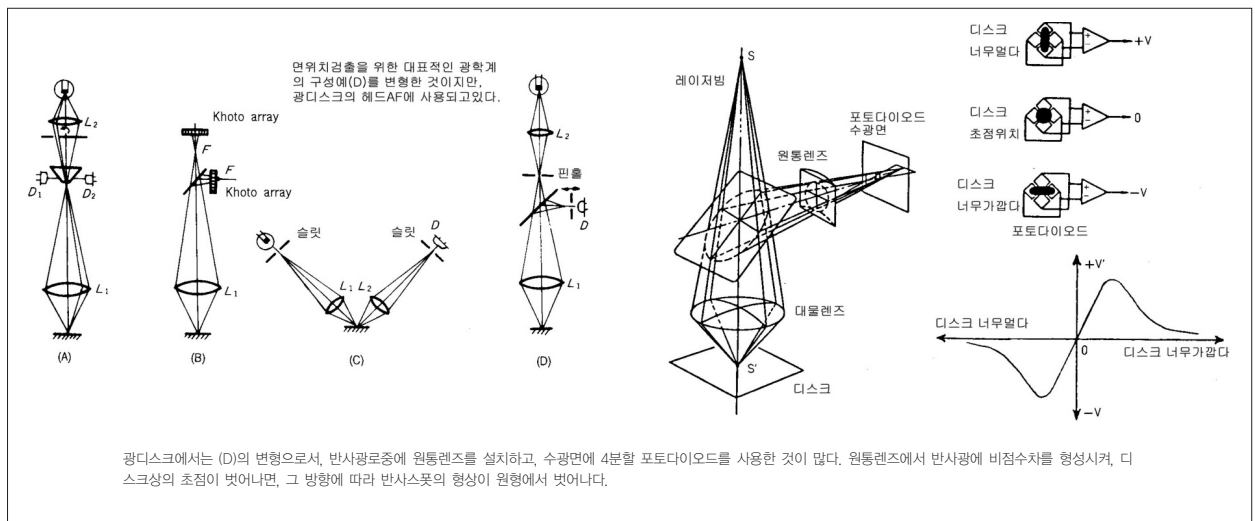


그림2.64 면 위치 검출방법

가 비교적 높은 방법이다. 이와 같은 AF기술은 현재 사진기 등의 광학기계에서 미래에 “로봇 눈”과 같이 매우 고도한 화상관련 광학시스템에도 활용할 수 있다고 생각된다.

한편, 공장 생산라인의 감시시스템과 DAD(Digital Audio Disk)와 같이 한정된 조건하에서 정도 좋은 AF 기술이 필요로 한 경우도 있다. 이것들의 대표적인 광학계의 배치를 그림2.64에 나타냈다.