

# 고분해능 열상카메라 주사광학계 설계

## Scanning Optical System Design for High Resolution Thermal Imaging Camera

이국환, 김현숙, 김현규\*, 김창우  
국방과학연구소 기술연구본부  
\*hkim@add.re.kr

### 1. 개요

야간에 원거리 표적의 영상정보 획득을 위한 열상카메라의 개발은 고성능 고밀도 적외선 검출기의 발전속도에 따라 선진국들이 앞 다투어 경쟁을 벌이고 있다. 본 연구에서는  $8\mu\text{m}$  -  $12\mu\text{m}$  파장대역의 1차원 배열을 갖는 480X6 검출기를 이용하여 HDTV에 적용이 가능하도록 양상비 16:9를 갖는 60만 화소의 고해상도 열상카메라를 위한 주사광학계를 설계하였다. 특히 이 주사광학계는 병렬주사방식을 이용하여 넓은 수평시야를 확보하고, 고분해능 열상카메라 구현을 위한 무초점 이중배율 망원경 및 줌 망원경을 동시에 만족할 수 있도록 설계하였다.

### 2. 설계 사양

주사광학계는 검출기 cold shield의 F/수인 F/2.5로 설계하였으며, 주사광학계의 시야는 무초점 망원경을 다양하게 수용할 수 있도록 수평시야를 최대한 넓게 하고 16:9의 양상비에 맞추어  $40^\circ \times 22.5^\circ$  로 두고, 유효초점거리는 검출기의 수직방향의 크기인 12.2mm와 수직시계인  $22.5^\circ$  에 의해서 30.7mm로 결정되었다. 입사동의 직경은 유효초점거리와 F/수에 의해서 12.3mm로 결정되었다. 특히 주사광학계는 cold shield 효율을 100%로 하고 나르시서스(Narcissus)를 최소화하도록 하기 위하여 연결렌즈를 두어 재결상 광학계로 설계하였다.

### 3. 설계 개념

본 설계에서는 다음의 조건 및 제한사항을 고려하였다.

첫째, 비열화는 무초점 망원경의 궤적 보상을 통하여 주사 광학계의 온도에 따른 초점면의 이동을 보정할 수 있다고 판단하여 고려하지 않았다.<sup>[1]</sup>

둘째, 주사 광학계의 길이는 콤팩트한 시스템을 구성하기 위해 광로를 접을 수 있도록 주사거울 외에 축거울을 사용하였다.

셋째, 광 투과율이 82% 이상이 되도록 하기 위하여 렌즈 매수를 4매 내외로 제한하였다.

넷째, 연결렌즈는 가급적 검출기 가까이 붙여 렌즈들의 직경을 작게 하였다.

검출기면에 입사하는 주광선의 비축각이 매우 크므로 렌즈가 검출기에서 떨어질수록 필요한 렌즈 직

경은 늘어나게 된다. 주사거울 뒤의 결상렌즈의 경우는 주사거울까지의 거리가 가까울수록 렌즈의 직경은 작게 할 수 있으나 광선수차를 최적화하는 과정에서 이 거리는 필히 변수로 들어가야 하므로 지나치게 커지지 않는 한 제약을 두지 않았다.

#### 4. 설계 결과

최종설계 완료된 주사광학계의 광계통은 그림 1과 같다.

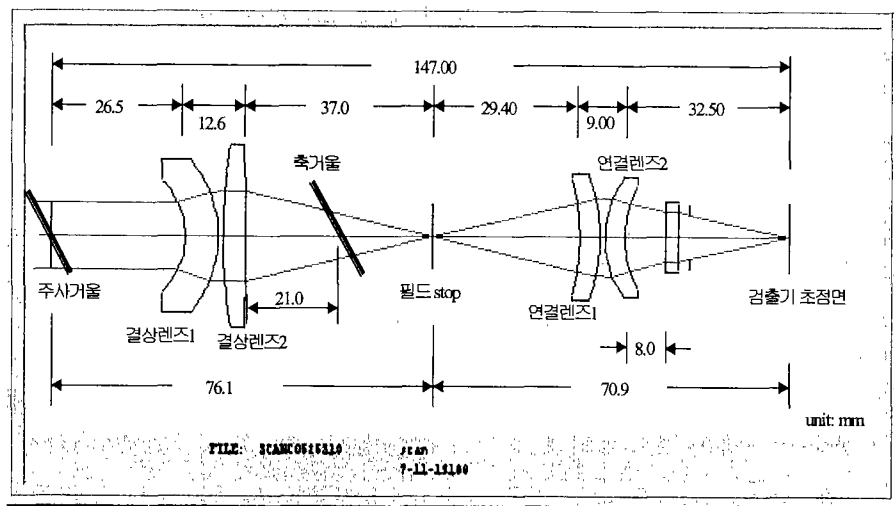


그림 1. 주사광학계 광계통

그림 .1에서 결상렌즈1의 재질은 색수차를 보정하기 위하여 ZnS로 하였으며, 나머지 렌즈는 일반적으로 적외선 대역에서 많이 사용하는 Ge로 하였다. 그리고 결상렌즈1의 전면과 결상렌즈2의 후면, 연결렌즈2의 후면은 비구면으로 구성하였다. 결상렌즈에 의해 1차 초점이 맺히는 부분에 필드 stop을 설치하여 망원경 광학계에 의해 반사되는 나르시스스를 줄일 수 있으며 표적 바깥의 주변광 및 장비내부의 복사광이 검출기로 들어가는 것을 차단할 수 있다. 그래서 필드 stop의 위치에 통과하는 최외곽 광선의 광로를 분석하고, 여유 공간을 주어 필드 stop의 크기를 2mm × 18mm로 하였다. 주사 광학계 전체길이는 147mm로 시스템 요구조건을 만족하도록 하였다. 결과적으로 설계된 주사광학계가 무초점 이중배율 망원경과 줌 망원경에 공통으로 적용될 수 있음을 확인하였다.<sup>[2-3]</sup>

#### 참고문헌

1. J. M. Lloyd, Thermal Imaging System(Honeywell Inc. Radiation Center, Lexington, Ma., 1975), Chapter 6.
2. 김현규, 김현숙, 이국환, 김창우 “고분해능 이중배율 열상카메라 광학계 설계” 한국광학회 하계학술발표회(2001)
3. 김현규, 김현숙, 이국환, 김창우 “고분해능 줌 열상카메라 광학계 설계” 한국광학회 하계학술발표회(2001)