

고분해능 이중배율 열상카메라 광학계 설계

Optical Design for High Resolution Thermal Imaging Camera with Double Magnification

김현규*, 김현숙, 이국환, 김창우, 홍석민

국방과학연구소 기술연구본부

*hkim@add.re.kr

1. 개요

최근 열상장비의 수요가 점차 증가하고 있으며, 고성능 고밀도 적외선 검출기의 개발이 진전되면서 고분해능 열상카메라의 개발이 가속화되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 원거리 표적 영상정보 획득을 위하여 $8\mu\text{m}$ - $12\mu\text{m}$ 대역의 파장에서 16:9의 양상비를 갖고, 60만화소의 고품질 HDTV 구현이 가능한 광시계 열상카메라 광학계를 설계하였다.

열상카메라는 망원경 광학계와 주사광학계로 구분되며 병렬주사방식을 채택하고 이중배율 기능을 갖도록 하였다. 이중배율 망원경은 저배율 3배, 고배율 11배로 전환하여 쓸 수 있도록 하였다. 본 논문은 이중배율 망원경 광학계 설계를 위주로 기술하였으며, 주사광학계 설계에 대한 부분은 별도의 논문에서 자세히 기술하였다.^[1]

2. 설계 사양

이중배율 망원경 광학계의 배율 구현방식은 배율렌즈를 광축의 앞·뒤로 움직여 배율을 바꾸고 표적의 거리에 따른 초점조절의 역할도 동시에 하게 한다. 이중배율 망원경 광학계의 시야는 고배율 시야를 $3.56^\circ \times 2.0^\circ$, 저배율 시야를 $13^\circ \times 7.3^\circ$ 로 하였으며, 망원경 배율은 11배 및 3.0배가 된다.

망원경 광학계는 480x6 배율 검출기를 사용하며 망원경의 출사동에서 556 cycle/rad 의 기준 주파수를 갖는다. 따라서 망원경 광학계에 대한 목표성능은 기준 주파수에서 축상(on-axis)에서 회절 한계값의 90%인 0.48로 하였으며, 주사광학계의 수평시야 끝인 40° 에서는 회절 한계값의 60% 수준인 0.3으로 정하였다. 또한 망원경의 광 투과율은 78% 이상으로 하였으며 각 렌즈면의 반사방지 코팅 투과율과 Ge의 흡수계수를 기준으로 망원경 전체의 렌즈 매수는 6대 내외로 제한하였다.

3. 설계 개념

이중배율 망원경 광학계는 슬라이딩 방식의 배율전환 대물부와 시준렌즈로 구성된다. 배율전환 대물부는 제일 앞의 대물렌즈와 배율전환 및 초점조절 역할을 담당하는 배율렌즈 및 보정렌즈로 구성되며, 시준렌즈에 의해 대물부에 의해 1차 결상된 광선을 평행광으로 바꾸어 무초점(afocal) 망원경을 구성한다. 이중배율 망원경의 구성 개념은 그림 1과 같다.

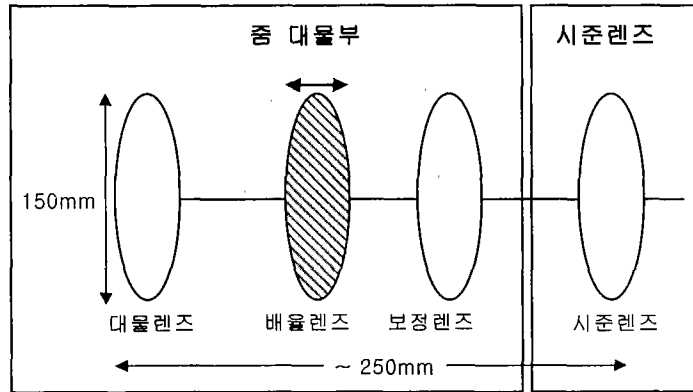


그림 1. 이중배율 망원경 광학계 구성개념

3. 설계 결과

이중배율 망원경 광학계를 설계하는데 있어 광학계의 성능 이외에 중점을 두었던 부분은 외부의 진동충격에도 견딜 수 있도록 가능한 한 렌즈의 형상을 복잡하지 않게 설계하는 것이었으며 렌즈의 축 두께와 edge 두께도 여유를 두어 설계되도록 관심을 기울였다. 또한 배율전환을 위해 움직이는 배율렌즈의 stroke도 짧게 이동하도록 하여 전체적인 시스템을 콤팩트하게 구성하도록 노력하였다. 주사광학계를 포함하여 최종 설계된 이중배율 망원경 광학계의 layout은 그림 2와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 이중배율 망원경 광학계는 4군 7매의 렌즈로 콤팩트하게 설계되었다.

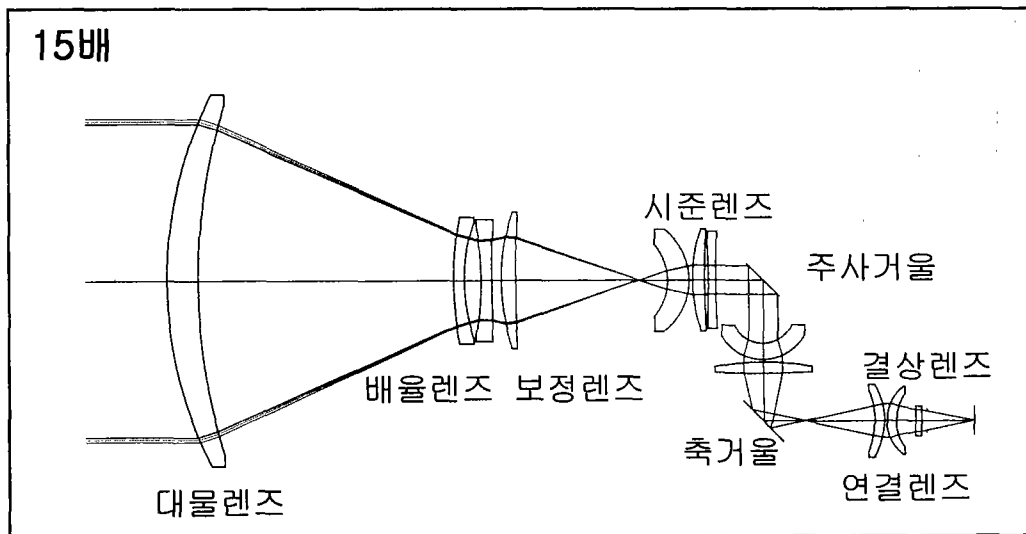


그림 2. 이중배율 열상카메라 광학계 layout

참고문헌

1. 이국환, 김현숙, 김현규, 김창우 “고분해능 열상카메라 주사광학계 설계” 한국광학회 하계학술발표회(2001)