

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ G02B 15/16 G02B 9/64	(45) 공고일자 2001년03월02일 (11) 등록번호 10-0277210 (24) 등록일자 2000년10월07일
(21) 출원번호 10-1997-0066669 (22) 출원일자 1997년12월08일	(65) 공개번호 특1999-0048061 (43) 공개일자 1999년07월05일

(73) 특허권자	국방과학연구소 최동환
(72) 발명자	대전광역시 유성우체국사서함 35호 김창우 대전광역시 유성구 신성동 153 하나 아파트 110동 805호 김현숙 대전광역시 중구 문화동 1-38 기계창 아파트 에이동 103호 홍석민 대전광역시 서구 월평동 300 무지개 아파트 102동 1302호
(74) 대리인	박장원

심사관 : 공인복

(54) 적외선 줌 망원경 광학계

요약

본 광학계는 7.5 μm ~11.0 μm 의 원적외선 파장대역에 사용되는 열상장비용 무초점 줌 망원경 광학계로, 배율을 2.0배에서 8.1배까지 연속적으로 가변할 수 있으며, 모든 배율에서 회절한계 성능을 만족시키는 광학적 성능을 갖는다. 망원경 광학계는 5개의 렌즈군에 총 9개의 렌즈로 구성되며, 줌 대물부는 텔리포토 형태로 설계되어 f수가 1.3으로 작고 초점거리에 비하여 장비의 길이가 매우 짧다. 색수차 보정을 위하여 총 9개의 렌즈중 1개의 재질만 ZnSe를 사용하고, 나머지 렌즈는 모두 Ge재질로 사용하였으며, 9개의 렌즈 총 18면의 곡률중에서 수차보정을 위하여 1면만 비구면으로 형성하고, 나머지 면은 모두 구면을 사용한다. 또한 초점조절렌즈를 줌링(zooming)렌즈 후방에 배치함으로써, 물체까지의 거리에 따라 초점조절렌즈를 조절하여도, 모든 배율에서 초점이 맞음과 동시에 수차변동이 작다는 특징을 가진다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 줌 망원경 광학계에 있어서, 고배율인 8.1배에서의 광학요소의 배치를 보이는 단면도이다.

도 2는 본 발명에 의한 줌 망원경 광학계에 있어서, 중간배율인 5배에서의 광학 요소의 배치를 나타내는 단면도이다.

도 3은 본 발명에 의한 줌 망원경 광학계에 있어서, 저배율인 2.0배에서 광학 요소의 배치를 나타내는 단면도이다.

도 4는 고배율인 8.1배인 경우에 본 발명에 의한 줌 망원경 광학계의 중심파장(9 μm)에 대한 축상 변조 전달 함수를 나타낸다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 원적외선 영역에서 우수한 성능의 회절한계(diffraction limited)를 가지며, 배율을 연속적으로 변화시킬 수 있는 열상장비용 무초점 줌 망원경 광학계에 관한 것이다.

종래의 8 μm 내지 12 μm 파장대역의 적외선 줌 망원경의 줌 대물부는 통상 4렌즈군으로 구성되고 있으며, 4개의 렌즈군 각각은 줌 렌즈 기능을 위한 고유의 역할을 수행한다. 각 렌즈군의 굴절능 배치는 보통 +, -, -, + 또는 +, -, +, +의 형태중 하나로 설계되며, 각 렌즈군은 설계에 따라 한 개 또는 여러

개의 렌즈로 구성될 수 있다.

이러한 4:1 이상의 줌비를 가지는 종래의 적외선 줌 망원경은 시스템의 전체 길이가 비교적 길다. 또한 수차보정을 위하여 렌즈 매수가 많아지거나, 비구면이나 회절면을 많이 사용하여야 하기 때문에 렌즈의 가공이 어렵고 제작 비용이 많이 든다는 단점을 가지고 있다. 또한 변조 전달함수(MTF)의 값이 시계(視界)의 중심부근에서는 우수한 성능의 값을 가지지만, 가장자리로 갈수록 그 성능이 급격하게 떨어진다. 단점도 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 수차변동이 적게 하기 위하여, 광학요소의 재질선택과 구면의 형태 및 배치를 적절하게 함으로써, 수차변동이 적은 무초점 줌 망원경 광학계를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은, 2배 내지 8.1배까지의 배율변환이 가능하고, 모든 배율에서 회절한계의 광학적 성능을 가지는 적외선 무초점 망원경 광학계를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

이하에서 본 발명에 의한 적외선 무초점 줌 망원경 광학계의 구성과 작용을, 실시예를 나타내는 첨부도면을 참조하여 설명한다.

본 발명에 의한 광학계는 5개의 렌즈군, 총 9매의 렌즈로 구성되며, 줌 대물부는 렌즈계의 전방볼록면으로부터 상면까지의 거리가 초점거리보다 짧은 텔리포토(telephoto)형태로 설계되므로써, f 수가 1.3으로 작고 초점거리에 비하여 전장 길이가 매우 짧다. 망원경의 대물부는 4개의 렌즈군으로 이루어져 줌 역할 담당하고, 접안렌즈는 1개의 렌즈군으로 구성된다. 본 발명인 적외선 줌 망원경을 구성하는 광학계의 특징은 다음과 같다.

제 1 렌즈군은 줌 대물부의 제일 앞에 놓이며, 양의 굴절능을 가지는 단일의 렌즈 1이다. 도면에서 볼 수 있는 바와 같이, 이 렌즈의 직경은 약 $\Phi 174\text{mm}$ 로서 망원경을 구성하는 렌즈들 중 가장 크며, 그 크기와 무게, 장비의 밀폐 등을 고려하여 고정된다. 또한 이 렌즈는 고배율에서 상대적으로 큰 구경을 사용함으로써 인하여 발생하는 구면수차를 줄이기 위하여 의도적으로 구면수차를 과 보정(over-corrected)하도록 설계되었다.

제 2 렌즈군은 두 개의 음의 굴절능을 가지는 단일 렌즈 2와 3으로 구성된다. 이 렌즈군의 주된 역할은 광축을 따라 움직이며 망원경의 배율을 바꾸는 것이며, 이 때 렌즈 2와 3의 상대적 거리는 고정된다. 이 렌즈군은 고배율에서 구면수차가 덜 보정(under-corrected)되도록 설계되므로써, 제 1 렌즈군의 과 보정된 구면수차를 보상하게 된다. 또한 렌즈 2의 재료는, 시스템 전체의 색수차 보정을 위하여, 다른 렌즈들보다 색분산이 큰 ZnSe를 사용하고, 나머지 8매의 렌즈는 모두 Ge재질을 사용하였다. 적외선 영역에서 사용되는 광학계는 가시광선에 비해서 넓은 파장대역을 사용하기 때문에 색수차의 보정이 중요한 문제로 대두된다. 따라서 본 적외선 줌 망원경에서도 색수차 보정을 위하여 음의 굴절능을 가지는 렌즈 2에 분산계수가 큰 ZnSe렌즈를 사용하였고, 나머지는 Ge렌즈를 사용한다. 여기서 색수차 보정을 위한 ZnSe렌즈는 반드시 렌즈 2에 한정되는 것은 아니지만, 렌즈 2에 사용하는 것이 색수차 보정에 가장 효율적이다.

제 3 렌즈군은 양의 굴절능을 가지는 단일렌즈이며, 제 2 렌즈군과 마찬가지로 광축을 따라 움직이며 배율의 변화에 따른 초점면의 이동을 보상한다.

제 4 렌즈군은 양의 굴절능을 가지는 두 개의 단일렌즈 5, 6으로 구성된다. 이 렌즈군은 물체까지의 거리 변화에 따라 초점을 맞추는 초점조절 렌즈의 역할을 하며, 5와 6 사이의 상대적 거리는 고정된다. 즉 초점조절 렌즈가 줌 렌즈 후방에 배치되므로 초점조절 렌즈를 조절하여도 모든 배율에서 초점이 맞음과 동시에 수차변동이 작다는 특징을 가진다. 또한 본 적외선 줌 망원경은 통상의 구면수차뿐 아니라, 큰 텔레포토비(telephoto ratio)로 인한 비교적 큰 비축수차를 보정하기 위하여, 렌즈 5의 물체측 면을 비구면으로 설계하고, 나머지 모든 면(17면)은 모두 구면으로 형성시킨다. 이때 비구면 렌즈는 반드시 렌즈 5에 한정되지는 않지만, 전술한 비축수차 및 구면수차를 효과적으로 보정하기 위해서는, 비구면을 광학계의 조리개(stop)나 동공(pupil)으로부터 멀리 떨어진 면에 적용할 필요가 있기 때문에, 이러한 관점에서 렌즈 5의 물체측 면을 비구면으로 형성하는 것이 가장 효과적이다.

제 5 렌즈군은 세 개의 단일 렌즈 7, 8, 9로 구성되며 줌 대물부에 의하여 초점면에 맺힌 상(像)을 시준하여 무초점 망원경계의 접안렌즈의 역할을 한다.

발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 의한 적외선 줌 망원경은 구경이 174mm가 됨에도 불구하고 망원경 전체의 길이가 309mm내외로 작고 콤팩트하며, 망원경의 광학적 성능도 도 4의 다파장 변조전달함수에서 볼 수 있듯이 회절한계에 가까운 성능을 가지게 된다.

또한 다수의 렌즈중 하나를 분산계수가 큰 ZnSe로 제작하여 색수차를 보정하고, 하나의 렌즈면만을 비구면으로 하여 광학계의 구면수차 및 비축수차를 간단하게 보정함으로써, 저렴하고 간단하면서도 광학성능이 우수한 적외선 줌 망원경을 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

7.5 μm 내지 11.0 μm 의 원적외선 파장대역에서 사용되는 열상장비용 적외선 줌 망원경 광학계에 있어서, 상기 광학계는 양의 굴절능을 가지며 물체의 상을 결상하도록 하는 고정된 제 1 렌즈군과; 음의 굴절능을 가지고 망원경의 배율을 변화시키도록 상기 광학계의 광축을 따라 이동하는 제 2 렌즈군과; 상기 제 2 렌

즈군의 이동에 따른 망원경의 배율 변화시, 양의 굴절능을 가지고 상기 광학계의 상점을 고정된 위치에 맺도록 상기 광축을 따라 이동하는 제 3 렌즈군과; 양의 굴절능을 가지고 물체까지의 거리변화에 따른 초점을 조절하도록 상기 광축을 따라 이동하는 제 4 렌즈군과; 상기 제 1 렌즈군 내지 상기 제 4 렌즈군에 의해 초점면에 맺힌 상을 시준하도록 고정된 제 5 렌즈군으로 구성되고, 상기 광학계의 배율이 상기 제 2 렌즈군과 상기 제 3 렌즈군을 이동시킴으로써 2.0에서 8.1까지 연속적으로 변할 수 있는 것을 특징으로 하는 적외선 줌 망원경 광학계.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제 1 렌즈군은 1매의 볼록렌즈로 구성되고, 상기 제 2 렌즈군은 2매 이하의 오목렌즈로 구성되고, 상기 제 3 렌즈군은 1매의 볼록렌즈로 구성되고, 상기 제 4 렌즈군은 2매 이하의 볼록렌즈로 구성되고, 상기 제 5 렌즈군은 3매 이하의 볼록렌즈로 구성되는 것을 특징으로 하는 적외선 줌 망원경 광학계.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제 1 렌즈군 내지 제 4 렌즈군의 중 대물부를 텔리포토(telephoto)형태로 구성함으로써, F수가 1.3으로 작고, 최고배율까지도 초점거리에 비하여 광학계의 길이가 매우 짧은 것을 특징으로 하는 적외선 줌 망원경 광학계.

청구항 4

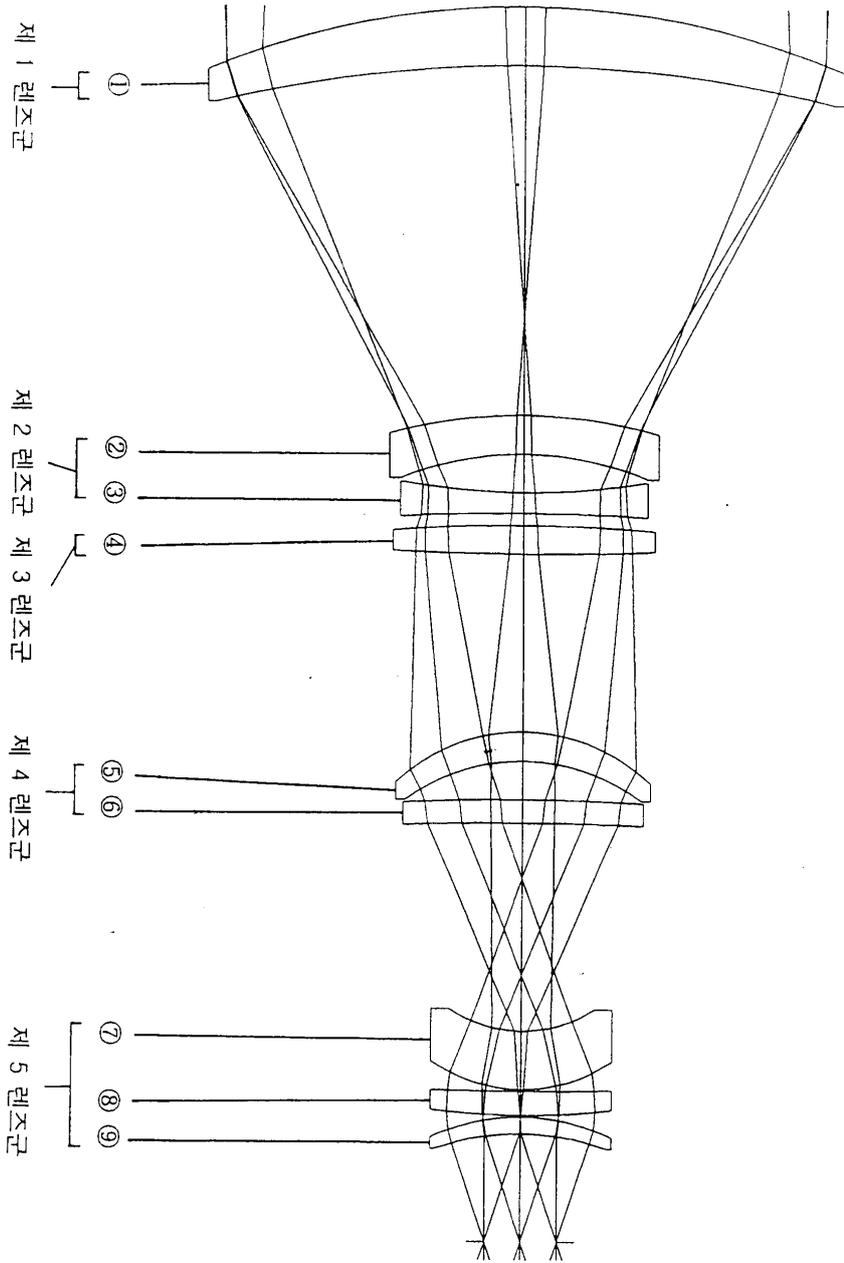
제2항에 있어서, 상기 제 2 렌즈군의 2매의 렌즈 중 물체측에 있는 렌즈가 ZnSe로 이루어지고, 나머지 모든 렌즈는 Ge로 이루어지는 것을 특징으로 하는 적외선 줌 망원경 광학계.

청구항 5

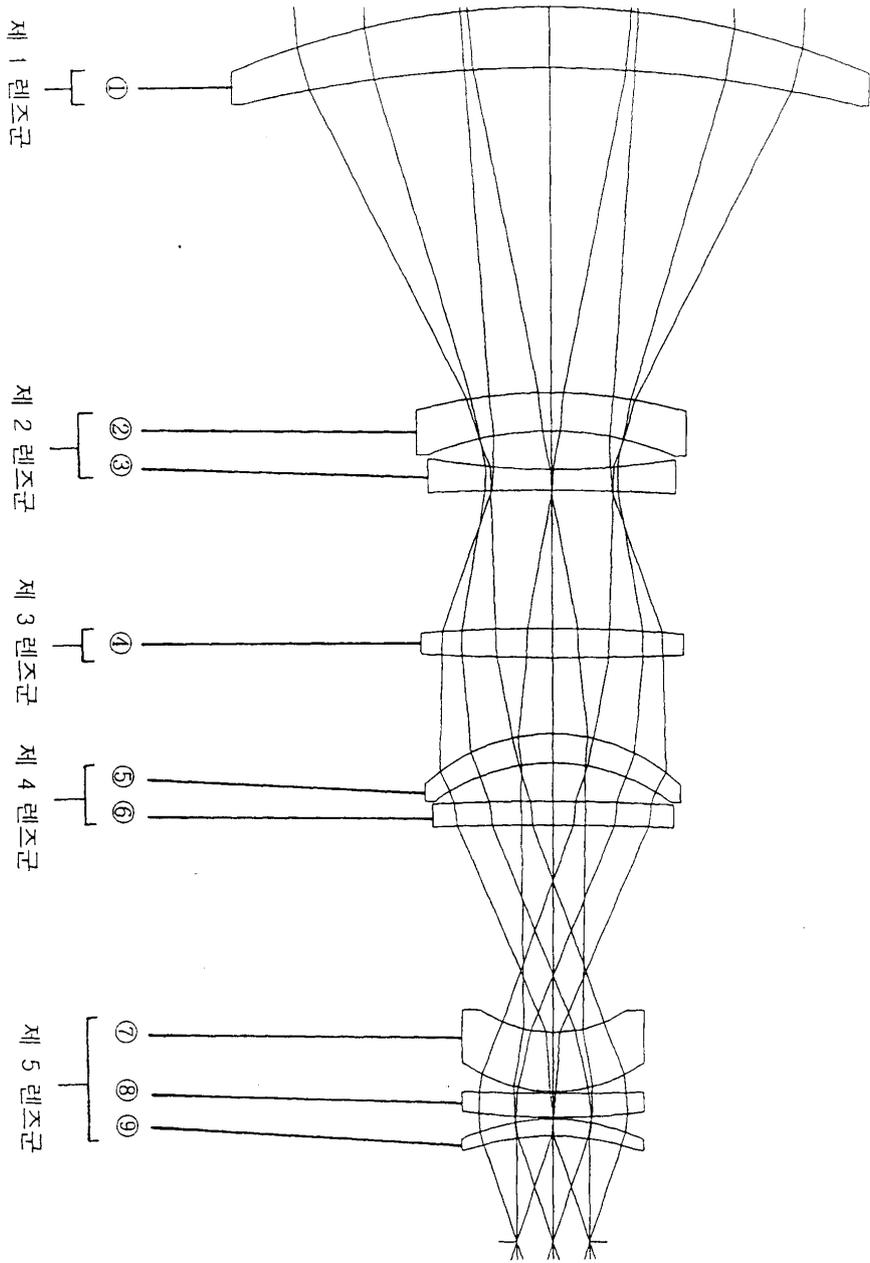
제2항에 있어서, 상기 제 4 렌즈군 중 물체측에 있는 렌즈의 물체측 곡면이 수차보정을 위하여 비구면으로 형성되고, 나머지 모든 렌즈 곡면은 구면으로 형성되는 것을 특징으로 하는 적외선 줌 망원경 광학계.

도면

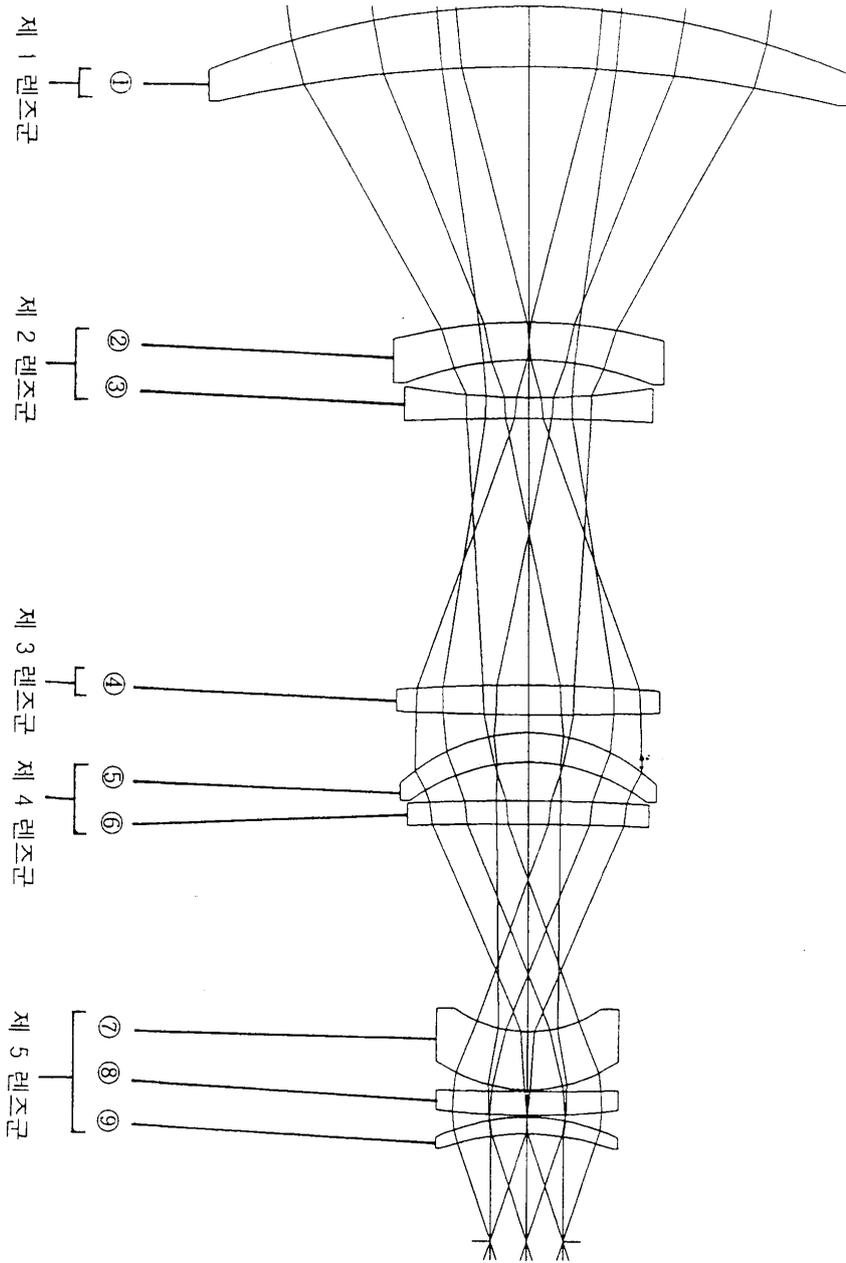
도면1



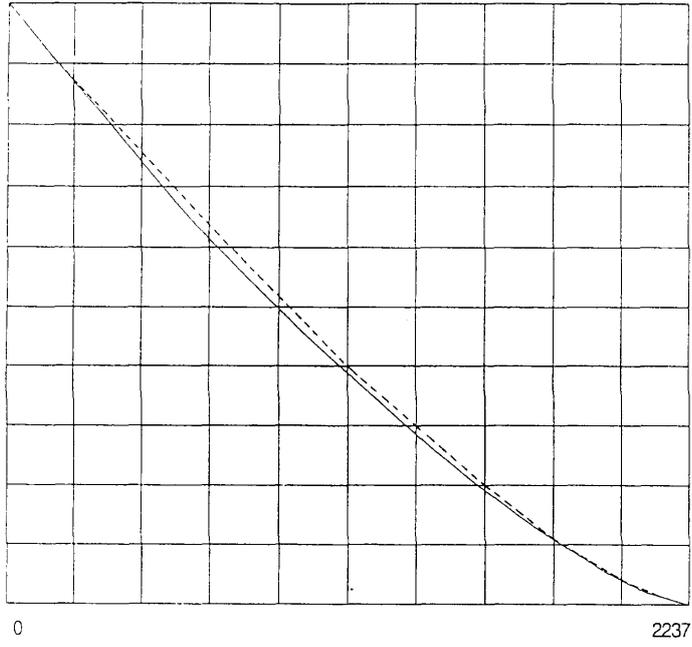
도면2



도면3



도면4



--- 회절한계 MTF값
 — 설계된 MTF값