

## (19) 대한민국특허청(KR)

### (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 3/00  
G02B 3/02  
G02B 3/08

(11) 공개번호 10-2005-0106480  
(43) 공개일자 2005년11월09일

(21) 출원번호 10-2005-7016339  
(22) 출원일자 2005년09월02일  
번역문 제출일자 2005년09월02일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/005103  
국제출원일자 2004년02월20일

(87) 국제공개번호 WO 2004/079431  
국제공개일자 2004년09월16일

(30) 우선권주장 60/451,963 2003년03월05일 미국(US)

(71) 출원인 쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자 모스코비히 자콥  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠센터

(74) 대리인 주성민  
김영

**심사청구 : 없음**

### (54) 회절 렌즈

#### 요약

마이크로 디스플레이(4)와, 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경(10)을 포함하는 머리 장착형 표시 장치 내에서 사용하기 위한 광학 시스템이 제공된다. 확대경(10)은 회절 표면을 포함하고, 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면(S1)을 갖는 제1 요소(1), 광학 재료의 블록(3), 및 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면(S2)을 갖는 제2 요소(2)를 순서대로 갖는다. 제1 표면(S1)이 양호하게는 회절 표면이다. 확대경은 최소의 구성 요소를 가지고 긴 아이 릴리프, 큰 출사동, 및 큰 시야각을 제공한다.

#### 대표도

도 1

#### 색인어

마이크로 디스플레이, 확대경, 회절 표면, 텔레센트릭, 머리 장착형 표시 시스템

#### 명세서

#### 기술분야

본 발명은 회절 표면을 채용한 광학 설계에 관한 것이고, 특히 머리 장착형 표시 시스템 내에서 사용하기 위한 회절 표면을 채용한 광학 설계에 관한 것이다.

### 배경기술

머리 장착형 표시 시스템 내에서 사용하기 위한 광학 시스템은 양호하게는 다음의 특징을 갖는다.

- (1) 사용자 착용 안경에 의한 편안한 관찰을 허용하기에 충분히 긴 아이 릴리프(eye relief),
- (2) 관찰자 눈의 위치에 대한 제약을 최소화하기에 충분히 큰 출사동,
- (3) 시스템의 마이크로 디스플레이의 편안하게 확대된 영상을 제공하기에 충분히 큰 시야각.

또한, 광학 시스템이 경량이며 사용자에 의해 편안하게 착용될 수 있는 전체 패키지 내로 끼워지는 것도 바람직하다.

대부분, 머리 장착형 표시 시스템 내에서 사용되는 마이크로 디스플레이는 LCD 광학 벨브 장치이다. 이러한 유형의 장치에 대해 영상의 최대 콘트라스트를 보장하기 위해, 마이크로 디스플레이의 확대된 영상을 생성하기 위해 사용되는 광학 시스템은 양호하게는 그의 짧은 접합면, 즉 마이크로 디스플레이가 위치되는 면 상에서 텔레센트릭(telecentric)하다.

기술 분야에 공지된 바와 같이, 텔레센트릭 렌즈는 무한대에서 적어도 하나의 동공을 갖는 렌즈다. 주광의 측면에서, 무한대에서 동공을 갖는 것은 주광이 (a) 입사동이 무한대에 있으면 대상 공간 내에서 또는 (b) 출사동이 무한대에 있으면 영상 공간 내에서, 주축에 대해 평행하다는 것을 의미한다.

실제 적용 시에, 텔레센트릭 동공은 실제로 무한대에 있을 필요가 없고, 이는 렌즈의 광학 표면으로부터 충분히 긴 거리에 입사동 또는 출사동을 갖는 렌즈가 본질적으로 텔레센트릭 시스템으로서 작동할 것이기 때문이다. 그러한 렌즈에 대한 주광은 실질적으로 광학 축에 대해 평행할 것이고, 따라서 렌즈는 통상 동공의 이론적인 (가우스) 위치가 무한대에 있는 렌즈와 기능적으로 동등할 것이다.

따라서, 본원에서 사용되는 바와 같이, "텔레센트릭" 및 "텔레센트릭 렌즈"라는 용어는 렌즈의 요소로부터 긴 거리에 동공을 갖는 렌즈를 포함하도록 의도되고, "텔레센트릭 동공"이라는 용어는 렌즈의 요소로부터 긴 거리의 그러한 동공을 설명하도록 사용된다. 본 발명의 렌즈 시스템에 대해, 텔레센트릭 동공 거리는 통상 렌즈의 초점 길이의 적어도 약 두 배일 것이다.

### 발명의 상세한 설명

제1 태양에 따르면, 본 발명은,

- (A) 마이크로 디스플레이(4)와,

(B) 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이(4)의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경(10)을 포함하는 광학 시스템을 제공하고,

상기 확대경은 초점 길이( $f_0$ ), 사람의 눈의 방향으로의 긴 접합면, 마이크로 디스플레이의 방향으로의 짧은 접합면, 및 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로 통과하는 광에 대한 f수( $f\#$ )를 갖고,

상기 확대경은 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로의 순서로, (I) 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면(S1)을 가지며 초점 길이( $f_1$ )를 갖는 제1 요소(1)와, (II) 광학 재료의 블록(3)과, (III) 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면(S2)을 가지며 초점 길이( $f_2$ )를 갖는 제2 요소(2)를 포함하고,

- (a)  $f_1 > 0$ ,

(b)  $f_2 > 0$ ,

(c) 제1 표면(S1)이 회절 표면이거나, 또는 제2 표면(S2)이 회절 표면이거나, 또는 확대경(10)이 제1 및 제2 표면으로부터 분리된 회절 표면을 포함하고,

(d) 긴 접합부로부터 짧은 접합부로 광학 시스템을 통과하여 마이크로 디스플레이에서 수렴하는 축방향 광은 최대값이 d인 회절 표면에서의 비임 직경을 갖고,

(e) 비임 직경  $d$ , 초점 길이( $f_0$ ), 및 f수는  $(f\# \cdot d)/f_0 > 0.4$  (양호하게는,  $(f\# \cdot d)/f_0 > 0.8$ )의 관계를 만족시킨다.

제2 태양에 따르면, 본 발명은,

(A) 마이크로 디스플레이(4)와,

(B) 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이(4)의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경(10)을 포함하는 광학 시스템을 제공하고,

상기 확대경은 초점 길이( $f_0$ ), 사람의 눈의 방향으로의 긴 접합면, 및 마이크로 디스플레이의 방향으로의 짧은 접합면을 갖고,

상기 확대경은 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로의 순서로, (I) 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면(S1)을 가지며 초점 길이( $f_1$ )를 갖는 제1 요소(1)와, (II) 광학 재료의 블록(3)과, (III) 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면(S2)을 가지며 초점 길이( $f_2$ )를 갖는 제2 요소(2)를 포함하고,

(a)  $f_1 > 0$ ,

(b)  $f_2 > 0$ ,

(c)  $f_1/f_2 > 1.0$ ,

(d) 제1 표면(S1)이 회절 표면이거나, 또는 제2 표면(S2)이 회절 표면이거나, 또는 확대경(10)이 제1 및 제2 표면으로부터 분리된 회절 표면을 포함한다.

제3 태양에 따르면, 본 발명은,

(A) 마이크로 디스플레이(4)와,

(B) 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이(4)의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경(10)을 포함하는 광학 시스템을 제공하고,

상기 확대경은 초점 길이( $f_0$ ), 사람의 눈의 방향으로의 긴 접합면, 및 마이크로 디스플레이의 방향으로의 짧은 접합면을 갖고,

상기 확대경은 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로의 순서로, (I) 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면(S1)을 가지며 초점 길이( $f_1$ )를 갖는 제1 요소(1)와, (II) 광학 재료의 블록(3)과, (III) 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면(S2)을 가지며 초점 길이( $f_2$ )를 갖는 제2 요소(2)를 포함하고,

(a)  $f_1 > 0$ ,

(b)  $f_2 > 0$ ,

(c)  $f_1/f_0 > 1.3$ ,

(d) 제1 표면(S1)이 회절 표면이거나, 또는 제2 표면(S2)이 회절 표면이거나, 또는 확대경(10)이 제1 및 제2 표면으로부터 분리된 회절 표면을 포함한다.

제4 태양에 따르면, 본 발명은,

(A) 마이크로 디스플레이(4)와,

(B) 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이(4)의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경(10)을 포함하고,

상기 확대경은 사람의 눈의 방향으로의 긴 접합면, 및 마이크로 디스플레이의 방향으로의 짧은 접합면을 갖고, 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로의 순서로, (I) 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면(S1)을 가지며 초점 길이( $f_1$ )를 갖는 제1 요소(1)와, (II) 광학 재료의 블록(3)과, (III) 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면(S2)을 가지며 초점 길이( $f_2$ )를 갖는 제2 요소(2)를 포함하고,

(a)  $f_1 > 0$ ,

(b)  $f_2 > 0$ ,

(c) 확대경은 그의 짧은 접합면보다 그의 긴 접합면에 더 가까운 회절 표면을 포함한다.

양호하게는, 제1 표면(S1)이 회전 표면이다.

본 발명의 다양한 태양의 상기 요약에서 사용된 부호는 단지 독자의 편의를 위한 것이며, 본 발명의 범주를 제한하는 것으로 해석되도록 의도되지 않았고 그렇게 해석되지 않아야 한다. 특히, 상기 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 모두 본 발명을 예시할 뿐이며, 본 발명의 본질 및 특성을 이해하기 위한 개요 또는 틀을 제공하도록 의도되었다는 것을 이해해야 한다.

본 발명의 추가의 특징 및 장점은 다음의 상세한 설명에서 설명되고, 부분적으로 당업자에게 매우 명백하거나 본 발명을 본원에서 설명되는 바와 같이 실시함으로써 인식될 것이다. 첨부된 도면은 본 발명의 추가의 이해를 제공하도록 포함되었고, 본 명세서 내에 통합되어 그의 일부를 구성한다.

### 도면의 간단한 설명

도1 내지 도3은 본 발명에 따라 구성된 대표적인 광학 시스템의 개략적인 측면도이다. 도1은 예 1A 내지 1F의 구조를 일반적으로 도시하고, 도2 및 도3은 예 2 및 3의 구조를 각각 도시한다.

도면에서 사용된 도면 부호는 다음에 대응한다.

1 : 제1 요소

2 : 제2 요소

3 : 광학 재료의 블록

4 : 마이크로 디스플레이

5 : 구경 조리개(사용자 눈의 동공)

## 6 : 축방향 비임

### 10 : 확대경

#### 실시예

전술한 바와 같이, 본 발명은 예를 들어 머리 장착형 표시 시스템 내에서 사용하기 위한 광학 시스템을 제공한다. 본 발명이 사용될 수 있는 유형의 시스템의 예가 발명의 명칭이 "안경 또는 다른 머리 부착형 프레임을 위한 소형 영상 표시 시스템"인 스파찌의 미국 특허 제6,384,982호에서 찾을 수 있다.

몇몇 실시예에서, 본 발명의 광학 시스템의 확대경 부분은 광학 재료의 블록에 의해 분리된 두 개의 양의 요소를 포함한다. 몇몇 양호한 실시예에서, 확대경 부분은 두 개의 양의 요소 및 광학 재료의 블록으로만 구성된다.

광학 재료의 블록은 양의 광학 요소들 중 하나 또는 모두에 결합될 수 있다. 선택적으로, 광학 재료의 블록과 양의 광학 요소들 중 하나 또는 모두는 하나의 단일편으로서 형성(예를 들어, 성형)될 수 있다. 전체 광학 시스템을 단일 구성요소로서 형성하는 것은 제작 중에 머리 장착형 표시 시스템을 조립하는 공정을 크게 단순화시킬 수 있다.

양의 광학 요소들 사이의 광학 재료의 블록을 구성하는 재료의 굴절 지수에 비례하는 계수만큼 요소들 사이의 분리를 연장시키도록 사용된다. 이는 머리 장착형 표시 시스템 내에 패키징되기에 적합한 광학 시스템을 제작하기 위해 행해진다. 다양한 패키징 요구 조건을 맞추기 위해, 고체 블록을 통한 광학 경로가 접힐 수 있다.

광학 장치의 총 중량을 최소화하기 위해, 모든 광학 구성요소들, 즉 제1 및 제2 요소와 고체 블록은 양호하게는 플라스틱, 예를 들어 아크릴로 만들어진다.

비구면 표면이 단색 수차를 교정하도록 사용되고, 회절 표면이 시스템 내에 추가의 요소를 포함할 필요가 없이 색 교정을 제공하도록 사용된다. 예를 들어, 양의 요소들 각각은 비구면 표면을 포함할 수 있고, 양의 요소들 중 하나는 회절 표면을 포함할 수 있다. 회절 표면은 또한 필요하다면 비구면일 수 있다.

양의 요소들이 분리된 구성요소들인 시스템에 대해, 비구면 및 회절 표면은 요소의 일면, 즉 광학 시스템의 긴 접합 단부 또는 짧은 접합 단부와 대면하는 면 상에 있을 수 있다. 양의 요소가 광학 재료의 고체 블록과 조합되면, 요소의 자유 표면(즉, 블록과 조합되지 않은 표면)은 비구면이거나 비구면 및 회절성일 것이다. 회절 표면은 고체 블록이 자유 단부 표면을 갖는 시스템에 대해 광학 재료의 고체 블록의 단부 표면 상에 형성될 수 있다.

회절 표면은 양의 요소들 중 하나 상에서, 또는 두 개의 자유 단부 표면을 갖는 블록에 대해 광학 재료의 블록의 하나의 자유 단부 표면 상에서, 사용될 수 있다. 기생(parasitic) 회절 순서로 2차 영상과 관련된 고스트 현상(ghosting)은 회절 표면이 마이크로 디스플레이로부터 멀리 있을 때 최소화된다. 따라서, 회절 표면에 대한 양호한 위치는 머리 장착형 표시 시스템의 사용 중에 관찰자의 눈에 가장 가까운 요소 또는 광학 재료의 블록의 자유 표면이다. 양의 요소 및 고체 블록이 단일 구성요소인 시스템에 대해, 회절 표면은 양호하게는 마이크로 디스플레이로부터 가장 먼 구성요소의 단부에 있다.

시스템은 양호하게는 단 하나의 회절 표면을 포함하며, 이는 다중 회절 표면의 존재가 사용자에게 제공되는 영상을 열화시키는 회절 상호 작용을 생성할 수 있기 때문이다.

본 발명은 어떠한 방식으로도 제한되지 않으면서, 다음의 예에 의해 더욱 상세하게 설명될 것이다.

#### 예

다음의 예 1A 내지 1F, 2, 및 3은 광학 시스템이 다음의 특징을 갖는 머리 장착형 표시 시스템 내에서 사용하기에 적합한 광학 시스템을 설명한다.

- (1) 관찰자로부터 1 미터에서 12.5 인치 대각선 영상을 보는 것에 대응하는 18°의 시야각,
- (2) 마이크로 디스플레이로부터 사용자의 눈으로 이동하는 광에 대한 6.0 밀리미터의 출사동 직경,

## (3) 25.0 밀리미터의 아이 렐리프 거리.

예 1A 내지 1F, 2, 및 3에 대한 규정 표 내에서 설명되는 비구면 계수는 다음의 방정식에서 사용하기 위한 것이다.

$$z = \frac{cy^2}{1 + [1 - (1+k)c^2y^2]^{1/2}} + Dy^4 + Ey^6 + Fy^8 + Gy^{10} + Hy^{12} + Iy^{14}$$

여기서,  $z$ 는 시스템의 광학 축으로부터의 거리( $y$ )에서의 표면 처짐이고,  $c$ 는 광학 축에서의 표면의 곡률이고,  $k$ 는 표 1A 내지 1F, 2, 및 3의 규정에서 지시되는 것을 제외하고는 0인 원추 상수이다.

표에서 다양한 표면과 관련된 부호 "a"는 상기 방정식 내의 D, E, F, G, H, 또는 I 중 적어도 하나가 0이 아닌 표면을 나타내고, 부호 "c"는 상기 방정식 내의  $k$ 가 0이 아닌 표면을 지시한다. 청구범위 내에서 사용되는 바와 같이, 비구면 표면은  $k$ , D, E, F, G, H, 또는 I 중 적어도 하나가 0이 아닌 표면이다. 표에서 다양한 표면과 함께 사용되는 부호 "p"는 회절(위상) 표면을 나타낸다.

규정 표들은 광이 도면에서 좌측으로부터 우측으로 이동한다는 가정 하에서 구성된다. 실제 실시에서, 사용자의 눈은 좌측 상에 있을 것이고, 마이크로 디스플레이는 우측 상에 있을 것이고, 광은 우측으로부터 좌측으로 이동할 것이다. 특히, 대상/영상 및 입사동/출사동에 대한 규정 표의 참조는 이러한 적용의 나머지에서 사용되는 것으로부터 역전된다. 아래의 규정 및 표 4에서 주어지는 모든 치수는 밀리미터 단위이다. 예 1A 내지 1F의 규정의 표면(7), 예 2의 규정의 표면(6), 및 예 3의 규정의 표면(8)은 마이크로 디스플레이(촬상기)의 커버 클래스이다. 예 3의 표면(6)은 촬상기와 함께 사용되는 편광기이다. 예 3의 광학 재료의 블록의 굴절 및 분광 지수는 표준 6-숫자 형태, 즉 abcxyz로 주어지고, 여기서  $n = 1.abc$ 이고  $v = xy.z$ 이다.

회절은 예 1A 내지 1D에서 표면(5) 상에 그리고 예 1E 내지 1F, 2, 및 3에서 표면(2) 상에 형성된다. 예 1A 내지 1D에서, ZEMAX 기술의 회절 표면의 특징은 회절 차수: 1, 스케일링(정규화) 반경 구경: 10, 2차 위상 항: -1907.1533이고, 예 1E 및 3에 대해, 특징은 회절 차수: 1, 스케일링(정규화) 반경 구경: 10, P2 & P4 위상 항: -800.0 & 100.0이고, 예 1F 및 2에 대해, 특징은 회절 차수: 1, 스케일링(정규화) 반경 구경: 10, P2 & P4 위상 항: -1200.0 & 100.0이다.

예 1A 내지 1F, 2, 및 3의 확대경을 구성하는 요소들의 초점 길이 및 선택된 다른 특성은 표 4에서 설명되고, 여기서  $f_0$ 는 시스템의 초점 길이이고,  $f_1$ 은 사용자의 눈에 가장 가까운 요소의 초점 길이이고,  $f_2$ 는 마이크로 디스플레이에 가장 가까운 요소의 초점 길이이고, BFL은 마이크로 디스플레이의 면판을 포함하지 않는 무한대에서의 근축 역 초점 거리, 즉 도면에서 좌측으로부터 우측으로 이동하는 광에 대한 마이크로 디스플레이에 가장 가까운 요소로부터 초점면까지의 거리이고,  $d$ 는 회절 표면에서의 축방향 비임의 직경이다.

"T"에 대해, 이러한 파라미터는 광학 시스템의 제1 및 최종 광학 표면들 사이의 거리이다. 머리 장착형 표시 시스템에 대한 양호한 패키징 구성을 달성하기 위해, 광학 시스템의 구성요소들을 약 30 mm 내지 35 mm만큼 분리시키는 것이 바람직하고, 이는 대략 사용자 눈의 광학 축과 그의 대응하는 관자놀이 사이의 거리이다. 따라서, 광학 시스템의 제1 및 최종 표면들 사이의 총 거리는 양호하게는 30 mm를 초과한다. 다른 한편으로, 광학 시스템이 너무 길지 않도록, T는 양호하게는 45 mm 미만이다.

표 4로부터 알 수 있는 바와 같이,  $f_0$ ,  $f_1$ , 및  $f_2$ 는 양호하게는 다음의 관계를 만족시킨다.

$$f_1/f_2 > 1.0, \text{ 및/또는}$$

$$f_1/f_0 > 1.3$$

색수차의 측면에서 효과적인 회절 표면에 대해, 회절 표면에서의 축방향 비임의 최소 직경은 양호하게는 다음의 관계를 만족시킨다.

$$(f\# \cdot d)/f_0 > 0.4$$

여기서, f#은 광학 시스템의 f수, 즉 긴 접합부로부터 짧은 접합부를 향해 이동하는 광에 대해 입사동 직경에 의해 나누어 진 초점 길이( $f_0$ )이다. 예 1A 내지 1F, 2, 및 3 각각에 대해, f#는 5이다. 가장 양호하게는, 회절 표면은  $(f\# \cdot d)/f_0$  비율이 0.8을 초과하는 위치에 위치된다.

본 발명의 특정 실시예들이 설명되고 예시되었지만, 본 발명의 범주 및 취지를 벗어나지 않는 다양한 변형이 상기 개시 내용으로부터 당업자에게 명백할 것이라는 것을 이해해야 한다.

### [ 표1A ]

표면 번호	유형	반경	두께	유리	유효 구경 직경
1		구경 조리개	25.00000	6.09	
2	ac	23.2851	5.00000 ACRYLIC	14.29	
3		∞	28.00000 ACRYLIC	14.28	
4		∞	0.50000	14.22	
5	p	∞	5.00000 ACRYLIC	14.22	
6	a	-21.0877	11.70000	14.30	
7		∞	1.00000 BSC7	10.20	
8		∞	-0.01315	10.00	

#### 부호 설명

- a - 다항 비구면
- c - 원주 쟈선
- p - 위상 표면

균일 다항 비구면 및 원주 상수

표면 번호	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.8457E-05	-1.1805E-06	3.2326E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

표면 번호	G	H	I
2	-2.9215E-10	-1.9562E-12	3.4875E-14
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

#### 1차 데이터

f수	5.00	전체 길이	-923.851
배율	0.0305	전방 정점 거리	76.1868
대상 높이	160.00	경동 길이	76.2000
대상 거리	1000.04	입사동 거리	0.00
유효 초점 길이	30.0003	출사동 거리	59.8232
상 거리	-131546E-01	조리개 직경	6.093
조리개 표면 수	1	조리개까지의 거리	0.00

요소들의 1차 특성

요소 표면 번호	번호	배율	f'
1	2 3	0.21206E-01	47.157
3	5 6	0.26471E-01	37.778

### [ 표1B ]

표면 번호	유형	반경	두께	유리	유효 구경 직경
1		구경 조리개	25.00000		6.09
2 ac		23.3136	5.00000	ACRYLIC	14.29
3		∞	28.00000	ACRYLIC	14.28
4		∞	0.50000		14.24
5 p		∞	5.00000	ACRYLIC	14.24
6 a		-21.0877	11.73460		14.11
7		∞	1.00000	BSC7	10.15
8		∞	0.00420		9.95

## 부호 설명

- a - 다항 비구면
- c - 원주 색션
- p - 위상 표면

균일 다항 비구면 및 원주 상수

표면 번호	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

표면 번호	G	H	I
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

## 1차 데이터

f수	5.00	전체 길이	-924.045
배율	0.0305	전방 경점 거리	76.2388
대상 높이	160.00	경통 길이	76.2346
대상 거리	1000.28	입사동 거리	0.00
유효 초점 길이	30.0078	출사동 거리	59.8511
상 거리	0.419694E-02	조리개 직경	6.095
조리개 표면 수	1	조리개까지의 거리	0.00

요소들의 1차 특성

요소 표면 번호	번호	배율	f'
1	2 3	0.21180E-01	47.215
3	5 6	0.26471E-01	37.778

[ 표1C ]

표면 번호	유형	반경	두께	유리	유효 구경 직경
1	구경 조리개	25.00000		6.09	
2 ac	23.2851	3.50000	ACRYLIC	14.29	
3	∞	31.00000	ACRYLIC	14.28	
4	∞	0.65000		14.22	
5 p	∞	3.50000	ACRYLIC	14.22	
6 a	-21.0877	11.70000		14.09	
7	∞	1.00000	BSC7	10.13	
8	∞	-0.00967		10.00	

## 부호 설명

- a - 다항 비구면
- c - 원주 색선
- p - 위상 표면

균일 다항 비구면 및 원주 상수

표면 번호	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.8457E-05	-1.1805E-06	3.2326E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

표면 번호	G	H	I
2	-2.9215E-10	-1.9562E-12	3.4875E-14
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

## 1차 데이터

f수	5.00	전체 길이	-927.210
배율	0.0305	전방 정점 거리	76.3403
대상 높이	160.00	경통 길이	76.3500
대상 거리	1003.55	입사동 거리	0.00
유효 초점 길이	30.1001	출사동 거리	59.3244
상 거리	- .967404E-02	조리개 직경	6.115
조리개 표면 수	1	조리개까지의 거리	0.00

요소들의 1차 특성

요소 표면	번호	번호	배율	f'
1	2 3	0.21206E-01	47.157	
3	5 6	0.26549E-01	37.667	

[표1D]

표면 번호	유형	반경	두께	유리	유효 구경 직경
1		구경 조리개	25.00000	6.09	
2 ac	23.3136		3.50000 ACRYLIC	14.29	
3	∞		31.00000 ACRYLIC	14.28	
4	∞		0.65000	14.24	
5 p	∞		3.50000 ACRYLIC	14.24	
6 a	-21.0877	11.73460		14.11	
7	∞		1.00000 BSC7	10.15	
8	∞		0.00784	10.00	

## 부호 설명

- a - 다항 비구면
- c - 원주 색션
- p - 위상 표면

균일 다항 비구면 및 원주 상수

표면 번호	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

표면 번호	G	H	I
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

## 1차 데이터

f수	5.00	전체 길이	-927.398
배율	0.0305	전방 정점 거리	76.3924
대상 높이	160.00	경통 길이	76.3846
대상 거리	1003.79	입사동 거리	0.00
유효 초점 길이	h 30.1075	출사동 거리	59.3507
상 거리	0.783791E-02	조리개 직경	6.116
조리개 표면 수	1	조리개까지의 거리	0.00

요소들의 1차 특성

요소 표면	번호	번호	배율	f'
1	2 3	0.21180E-01	47.215	
3	5 6	0.26549E-01	37.667	

[ 표1E ]

표면 번호	유형	반경	두께	유리	유효 구경 직경
1		구경 조리개	25.00000	6.09	
2	acp	23.3136	3.50000	ACRYLIC	14.29
3		∞	31.00000	ACRYLIC	14.28
4		∞	0.65000		14.30
5		∞	3.50000	ACRYLIC	14.24
6	a	-21.0877	11.10000		14.11
7		∞	1.00000	BSC7	10.15
8		∞	0.02818		10.00

## 부호 설명

- a - 다항 비구면
- c - 원추 쇡선
- p - 위상 표면

균일 다항 비구면 및 원추 상수

표면 번호	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

표면 번호	G	H	I
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

## 1차 데이터

f수	5.00	전체 길이	-956.598
배율	0.0305	전방 경점 거리	75.7782
대상 높이	160.00	경통 길이	75.7500
대상 거리	1032.38	입사동 거리	0.00
유효 초점 길이	31.0579	출사동 거리	75.7006
상 거리	0.281843E-01	조리개 직경	6.290
조리개 표면 수	1	조리개까지의 거리	0.00

요소들의 1차 특성

요소 번호	번호	배율	f'
1	2 3	0.22570E-01	44.306
3	5 6	0.23415E-01	42.707

[ 표1F ]

표면 번호	유형	반경	두께	유리	유효 구경 직경
1	구경 조리개	25.00000		6.09	
2	acp	23.3136	3.50000	ACRYLIC	14.29
3	"	31.00000	ACRYLIC	14.28	
4	"	0.65000		14.30	
5	"	3.50000	ACRYLIC	14.24	
6	a	-21.0877	10.50000		14.11
7	"	1.00000	BSC7	10.15	
8	"	-0.02904		10.00	

## 부호 설명

- a - 다항 비구면
- c - 원주 색션
- p - 위상 표면

균일 다항 비구면 및 원주 상수

표면 번호	k	d	e	f
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

표면 번호	G	H	I
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

## 1차 데이터

f수	5.00	전체 길이	-948.861
배율	0.0305	전방 정점 거리	75.1210
대상 높이	160.00	경통 길이	75.1500
대상 거리	1023.98	입사동 거리	0.00
유효 초점 길이	h 30.7991	출사동 거리	73.8276
상 거리	-.290390E-01	조리개 직경	6.239
조리개 표면 수	1	조리개까지의 거리	0.00

요소들의 1차 특성

요소 표면 번호	번호	배율	f'
1	2 3	0.23266E-01	42.982
3	5 6	0.23415E-01	42.707

[ 표2 ]

표면 번호	유형	반경	두께	유리	유효 구경 직경
1		구경 조리개	25.00000		6.09
2 acp		23.3136	3.50000	ACRYLIC	14.29
3		"	31.00000	ACRYLIC	14.28
4		"	3.50000	ACRYLIC	14.24
5 a		-21.0877	10.50000		14.11
6		"	1.00000	BSC7	10.15
7		"	0.31123		10.00

## 부호 설명

a - 다항 비구면  
 c - 원주 색션  
 p - 위상 표면

균일 다항 비구면 및 원주 상수

표면 번호	K	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
5		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

표면 번호	G	H	I
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14
5	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

## 1차 데이터

f수	5.00	전체 길이	-937.929
배율	0.0305	전방 경점 거리	74.8112
대상 높이	160.00	경통 길이	74.5000
대상 거리	1012.74	입사동 거리	0.00
유효 초점 길이	30.4668	출사동 거리	74.4743
상 거리	0.311233	조리개 직경	6.171
조리개 표면 수	1	조리개까지의 거리	0.00

요소들의 1차 특성

요소 표면	번호	번호	배율	f'
1	2 3	0.23266E-01	42.982	
3	4 5	0.23415E-01	42.707	

[ 표3 ]

표면 번호	유형	반경	두께	유리	유효 구경 직경
1		구경 조리개	25.00000		6.55
2	acp	23.3136	3.50000 ACRYLIC		14.38
3		"	34.00000 533558		14.33
4		"	3.50000 ACRYLIC		13.71
5	a	-21.0877	7.67000		13.66
6		"	1.00000 BSC7		11.12
7		"	2.60000		10.94
8		"	0.70000 BSC7		10.21
9		"	0.00187		10.09

## 부호 설명

- a - 다항 비구면
- c - 원주 색션
- p - 위상 표면

균일 다항 비구면 및 원주 상수

표면 번호	k	d	e	f
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
5		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

표면 번호	G	H	I
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14
5	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

1차 데이터					
f수		5.00	전체 길이		-967.869
배율		0.0305	전방 경점 거리	ce	77.9719
대상 높이		160.00	경통 길이		77.9700
대상 거리		1045.84	입사동 거리	ce	0.00
유효 초점 길이	h	31.4555	출사동 거리		75.2397
상 거리		0.187063E-02	조리개 직경		6.372
조리개 표면 수		1	조리개까지의 거리		0.00

요소들의 1차 특성

요소 표면	번호	번호	배율	f'
1	2	3	0.22570E-01	44.306
3	4	5	0.23415E-01	42.707

[ 표4 ]

예	f0	f1	f2	T	BFL	d
1A	30.0	47.16	37.78	38.50	13.26	3.00
1B	30.0	47.21	37.78	38.50	13.31	2.97
1C	30.1	47.16	37.67	38.65	13.27	2.82
1D	30.1	47.21	37.67	38.65	13.32	2.83
1E	31.1	44.31	42.71	38.65	12.94	6.12
1F	30.8	42.98	42.71	38.65	12.07	6.24
2	30.5	42.98	42.71	38.00	12.40	6.17
3	31.5	44.31	42.71	41.00	12.35	6.20

## (57) 청구의 범위

## 청구항 1.

광학 시스템이며,

(A) 마이크로 디스플레이와,

(B) 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경을 포함하고,

상기 확대경은 초점 길이( $f_0$ ), 사람의 눈의 방향으로의 긴 접합면, 마이크로 디스플레이의 방향으로의 짧은 접합면, 및 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로 통과하는 광에 대한 f수( $f\#$ )를 갖고,

상기 확대경은 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로의 순서로, (I) 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면을 가지며 초점 길이( $f_1$ )를 갖는 제1 요소와, (II) 광학 재료의 블록과, (III) 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면을 가지며 초점 길이( $f_2$ )를 갖는 제2 요소를 포함하고,

$$(a) f_1 > 0,$$

$$(b) f_2 > 0,$$

(c) 제1 표면이 회절 표면이거나, 또는 제2 표면이 회절 표면이거나, 또는 확대경이 제1 및 제2 표면으로부터 분리된 회절 표면을 포함하고,

(d) 긴 접합부로부터 짧은 접합부로 광학 시스템을 통과하여 마이크로 디스플레이에서 수렴하는 축방향 광은 최대값이 d인 회절 표면에서의 비임 직경을 갖고,

(e) 비임 직경  $d$ , 초점 길이( $f_0$ ), 및 f수는  $(f\# \cdot d)/f_0 > 0.4$ 의 관계를 만족시키는 광학 시스템.

## 청구항 2.

제1항에 있어서, 비임 직경  $d$ , 초점 길이( $f_0$ ) 및 f수는  $(f\# \cdot d)/f_0 > 0.8$ 의 관계를 만족시키는 광학 시스템.

## 청구항 3.

제1항에 있어서,  $f_1/f_2 > 1.0$ 인 광학 시스템.

## 청구항 4.

제1항에 있어서,  $f_1/f_0 > 1.3$ 인 광학 시스템.

## 청구항 5.

제1항에 있어서,

$$f_1/f_2 > 1.0, \text{ 및}$$

$f_1/f_0 > 1.3$ 인 광학 시스템.

## 청구항 6.

제1항에 있어서, 회절 표면은 확대경의 짧은 접합면보다 확대경의 긴 접합면에 더 가까운 광학 시스템.

#### 청구항 7.

제6항에 있어서, 제1 표면이 회절 표면인 광학 시스템.

#### 청구항 8.

제7항에 있어서, 제1 표면이 회절성 및 비구면인 광학 시스템.

#### 청구항 9.

제1항에 있어서, 제1 및 제2 표면이 비구면인 광학 시스템.

#### 청구항 10.

제1항에 있어서, 확대경은 그의 짧은 접합면 상에서 텔레센트릭한 광학 시스템.

#### 청구항 11.

제1항에 있어서, 제1 요소, 광학 재료의 블록, 및 제2 요소는 하나의 단일편으로서 성형되는 광학 시스템.

#### 청구항 12.

제1항에 있어서, 광학 재료의 블록을 통한 광학 경로가 접히는 광학 시스템.

#### 청구항 13.

제1항에 있어서, 제1 및 제2 표면들 사이의 거리( $T$ )는  $30 \text{ mm} \leq T \leq 45 \text{ mm}$ 의 관계를 만족시키는 광학 시스템.

#### 청구항 14.

광학 시스템이며,

(A) 마이크로 디스플레이와,

(B) 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경을 포함하고,

상기 확대경은 초점 길이( $f_0$ ), 사람의 눈의 방향으로의 긴 접합면, 및 마이크로 디스플레이의 방향으로의 짧은 접합면을 갖고,

상기 확대경은 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로의 순서로, (I) 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면을 가지며 초점 길이( $f_1$ )를 갖는 제1 요소와, (II) 광학 재료의 블록과, (III) 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면을 가지며 초점 길이( $f_2$ )를 갖는 제2 요소를 포함하고,

(a)  $f_1 > 0$ ,

(b)  $f_2 > 0$ ,

(c)  $f_1/f_2 > 1.0$ ,

(d) 제1 표면이 회절 표면이거나, 또는 제2 표면이 회절 표면이거나, 또는 확대경이 제1 및 제2 표면으로부터 분리된 회절 표면을 포함하는 광학 시스템.

### 청구항 15.

제14항에 있어서,  $f_1/f_0 > 1.3$ 인 광학 시스템.

### 청구항 16.

제14항에 있어서, 회절 표면은 확대경의 짧은 접합면보다 확대경의 긴 접합면에 더 가까운 광학 시스템.

### 청구항 17.

제16항에 있어서, 제1 표면이 회절 표면인 광학 시스템.

### 청구항 18.

제17항에 있어서, 제1 표면이 회절성 및 비구면인 광학 시스템.

### 청구항 19.

제14항에 있어서, 제1 및 제2 표면이 비구면인 광학 시스템.

### 청구항 20.

제14항에 있어서, 확대경은 그의 짧은 접합면 상에서 텔레센트릭한 광학 시스템.

### 청구항 21.

제14항에 있어서, 제1 요소, 광학 재료의 블록, 및 제2 요소는 하나의 단일편으로서 성형되는 광학 시스템.

### 청구항 22.

제14항에 있어서, 광학 재료의 블록을 통한 광학 경로가 접히는 광학 시스템.

**청구항 23.**

제14항에 있어서, 제1 및 제2 표면들 사이의 거리( $T$ )는  $30 \text{ mm} \leq T \leq 45 \text{ mm}$ 의 관계를 만족시키는 광학 시스템.

**청구항 24.**

광학 시스템이며,

(A) 마이크로 디스플레이와,

(B) 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경을 포함하고,

상기 확대경은 초점 길이( $f_0$ ), 사람의 눈의 방향으로의 긴 접합면, 및 마이크로 디스플레이의 방향으로의 짧은 접합면을 갖고,

상기 확대경은 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로의 순서로, (I) 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면을 가지며 초점 길이( $f_1$ )를 갖는 제1 요소와, (II) 광학 재료의 블록과, (III) 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면을 가지며 초점 길이( $f_2$ )를 갖는 제2 요소를 포함하고,

(a)  $f_1 > 0$ ,

(b)  $f_2 > 0$ ,

(c)  $f_1/f_0 > 1.3$ ,

(d) 제1 표면이 회절 표면이거나, 또는 제2 표면이 회절 표면이거나, 또는 확대경이 제1 및 제2 표면으로부터 분리된 회절 표면을 포함하는 광학 시스템.

**청구항 25.**

제24항에 있어서, 회절 표면은 확대경의 짧은 접합면보다 확대경의 긴 접합면에 더 가까운 광학 시스템.

**청구항 26.**

제25항에 있어서, 제1 표면이 회절 표면인 광학 시스템.

**청구항 27.**

제26항에 있어서, 제1 표면이 회절성 및 비구면인 광학 시스템.

**청구항 28.**

제24항에 있어서, 제1 및 제2 표면이 비구면인 광학 시스템.

**청구항 29.**

제24항에 있어서, 확대경은 그의 짧은 접합면 상에서 텔레센트릭한 광학 시스템.

**청구항 30.**

제24항에 있어서, 제1 요소, 광학 재료의 블록, 및 제2 요소는 하나의 단일편으로서 성형되는 광학 시스템.

**청구항 31.**

제24항에 있어서, 광학 재료의 블록을 통한 광학 경로가 접히는 광학 시스템.

**청구항 32.**

제24항에 있어서, 제1 및 제2 표면들 사이의 거리( $T$ )는  $30 \text{ mm} \leq T \leq 45 \text{ mm}$ 의 관계를 만족시키는 광학 시스템.

**청구항 33.**

광학 시스템이며,

(A) 마이크로 디스플레이와,  
 (B) 사람의 눈에 의해 관찰되는 마이크로 디스플레이의 확대된 영상을 생성하기 위한 확대경을 포함하고,

상기 확대경은 사람의 눈의 방향으로의 긴 접합면, 및 마이크로 디스플레이의 방향으로의 짧은 접합면을 갖고, 긴 접합면으로부터 짧은 접합면으로의 순서로, (I) 긴 접합부의 방향으로 볼록한 제1 표면을 가지며 초점 길이( $f_1$ )를 갖는 제1 요소와, (II) 광학 재료의 블록과, (III) 짧은 접합부의 방향으로 볼록한 제2 표면을 가지며 초점 길이( $f_2$ )를 갖는 제2 요소를 포함하고,

(a)  $f_1 > 0$ ,

(b)  $f_2 > 0$ ,

(c) 확대경은 그의 짧은 접합면보다 그의 긴 접합면에 더 가까운 회절 표면을 포함하는 광학 시스템.

**청구항 34.**

제33항에 있어서, 제1 표면이 회절 표면인 광학 시스템.

**청구항 35.**

제34항에 있어서, 제1 표면이 회절성 및 비구면인 광학 시스템.

**청구항 36.**

제33항에 있어서,

- (a) 광학 재료의 블록은 긴 접합 표면을 갖고,
- (b) 제1 요소는 제1 표면인 긴 접합 표면과, 짧은 접합 표면을 갖고,
- (c) 제1 요소의 짧은 접합 표면은 광학 재료의 블록의 긴 접합 표면으로부터 이격되고,
- (d), 제1 요소의 짧은 접합 표면 또는 광학 재료의 블록의 긴 접합 표면이 회절 표면인 광학 시스템.

### 청구항 37.

제33항에 있어서, 제1 및 제2 표면이 비구면인 광학 시스템.

### 청구항 38.

제33항에 있어서, 확대경은 그의 짧은 접합면 상에서 텔레센트릭한 광학 시스템.

### 청구항 39.

제33항에 있어서, 제1 요소, 광학 재료의 블록, 및 제2 요소는 하나의 단일편으로서 성형되는 광학 시스템.

### 청구항 40.

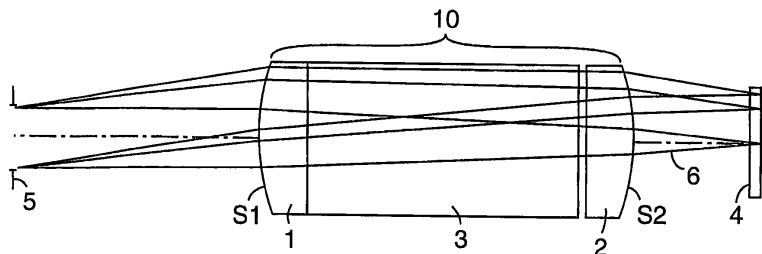
제33항에 있어서, 광학 재료의 블록을 통한 광학 경로가 접히는 광학 시스템.

### 청구항 41.

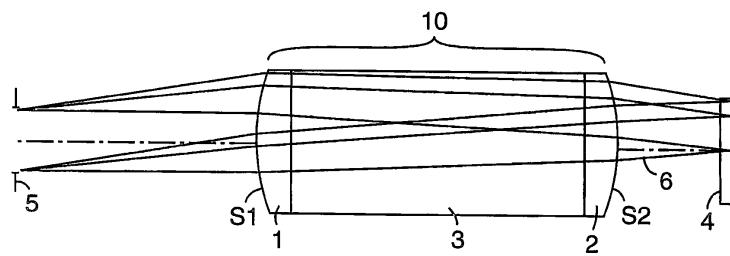
제33항에 있어서, 제1 및 제2 표면들 사이의 거리( $T$ )는  $30 \text{ mm} \leq T \leq 45 \text{ mm}$ 의 관계를 만족시키는 광학 시스템.

### 도면

도면1



도면2



도면3

