



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월02일

(11) 등록번호 10-2211618

(24) 등록일자 2021년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 30/60 (2020.01) G02B 1/10 (2015.01)

(52) CPC특허분류

G02B 30/60 (2020.01)

G02B 1/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0090947

(22) 출원일자 2019년07월26일

심사청구일자 2019년07월26일

(56) 선행기술조사문헌

KR101951123 B1*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

오범환

인천광역시 연수구 인천타워대로 253-25 (송도동, 아트원 푸르지오) 102동 509호

유동일

인천광역시 미추홀구 재민이길 86 (용현동) 302호

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 4 항

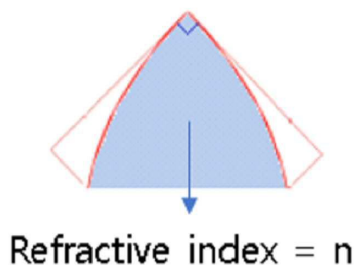
심사관 : 김병찬

(54) 발명의 명칭 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이

(57) 요약

프레임; 상기 프레임의 일면에 배열되는 복수의 마이크로 반사체 구조물; 및 상기 반사체 구조물 표면에 형성된 보호층;을 포함하며, 상기 마이크로 반사체 구조물은 임의의 꼭지점으로부터 형성된 제1 포물선이 일 방향으로 신장된 제1 포물면과 상기 꼭지점으로부터 형성된 제2 포물선이 타 방향으로 신장된 제2 포물면으로 이루어진 반사면을 갖고, 상기 제1 및 제2 포물면은 각 포물면의 초점을 공유하고, 상기 꼭지점에서 상호 수직하며, 상기 보호층의 굴절률은 1 이상인 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이가 제공된다. 본 발명의 일 측면에서 제공되는 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이는 각종 영상장비에 적용되어 개선된 화질을 제공할 수 있으며, 보호층에 의하여 반사체 구조물의 보호가 가능하고, 광도를 향상시킬 수 있다는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

US20040125347 A1*

KR100692449 B1

KR100724081 B1

KR100702019 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

프레임; 상기 프레임의 일면에 배열되는 복수의 마이크로 반사체 구조물; 및 상기 반사체 구조물 표면에 형성된 보호층;을 포함하며,

상기 마이크로 반사체 구조물은 임의의 꼭지점으로부터 형성된 제1 포물선이 일 방향으로 신장된 제1 포물면과 상기 꼭지점으로부터 형성된 제2 포물선이 타 방향으로 신장된 제2 포물면으로 이루어진 반사면을 갖고,

상기 제1 및 제2 포물면은 각 포물면의 초점을 공유하고, 상기 꼭지점에서 상호 수직하며,

상기 보호층의 굴절률은 1 이상이고,

상기 프레임은 곡면 형태로 제공되며, 상기 곡면의 중심에서 광원까지의 거리 및 상기 곡면의 중심에서 상기 광원이 역반사된 초점까지의 거리가 동일하며,

상기 곡면의 중심에서 광원까지의 거리 및 상기 곡면의 중심에서 상기 광원이 역반사된 초점까지의 거리는 상기 곡면의 곡률반경과 동일한,

3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 포물선 및 제2 포물선의 준선 값이 $2p'$ 이고, 상기 보호층의 굴절률이 n 일 때,

상기 꼭지점으로부터 $2p'/n$ 의 위치에 빛이 역반사되어 모이는 초점이 형성되는 것을 특징으로 하는 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 곡면은 원기둥 또는 타원 기둥의 곡면 형태인 것을 특징으로 하는 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이는 하기 수학식 1을 만족하는 것을 특징으로

로 하는 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이

<수학적식 1>

$$R = 2p' / n = d$$

(상기 R은 상기 곡면의 곡률반경이고,

상기 2p'은 상기 제1 포물선 및 제2 포물선의 준선 값이고,

상기 n은 상기 보호층의 굴절률이고,

상기 d는 상기 곡면의 중심에서 상기 광원까지의 거리 또는 상기 곡면의 중심에서 상기 광원이 역반사된 초점까지의 거리이다).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 3차원(3D) 이미지(image)를 구현하는 기술방식은 스테레오-스코픽 디스플레이방식과 3D 디스플레이 방식으로 나눌 수 있다.

[0005] 스테레오-스코픽 디스플레이 방식 중 안경 방식은 안경을 착용해야 하고 이미지가 어둡고 특수 스크린이 필요하다는 단점이 있다. 또한, 무안경 방식은 안경을 착용하지 않는 대신 정해진 위치에서 관찰해야 하기 때문에 유효시야가 상당히 좁다는 단점이 있다.

[0007] 한편, 3D 디스플레이 방식은 스테레오-스코픽 방식과 달리 이미지의 확인에 있어서 안경의 착용이 요구되지 않아 실제적인 관찰이 가능하며 추가적인 여러 장점을 가진다. 그 중, 체적형 디스플레이(Volumetric display) 방식은 가상현실이 아닌 실제 세계에 이미지가 놓여있게 되는 플로팅 이미지(floating image)를 나타내는데 이러한 3D 플로팅 이미지는 공중에 떠있는 실상이기 때문에 직접적으로 관찰하며 서로 상호작용이 가능하며, 매우 큰 각도로 이미지를 볼 수 있다는 장점이 있다.

[0009] 한편, 이미지 개선장치와 관련하여 한국등록특허 제10-0206689호(이하 '선행기술'이라 약칭함)는 코너 큐브가 면 배열된 평판으로서 각각의 코너 큐브에서 반사된 반사광이 입사광의 진행 방향을 역으로 되돌아 나가는 특성을 갖는 홀로그래픽 스크린이 개시되었다. 다만, 선행기술과 같이 체적형 디스플레이 방식을 구현하기 위해 코너 큐브 역반사체(Corner Cube Reflector: CCR)로 이루어진 어레이는 단순평면 육면체의 구성만으로 이루어져 있어 개별 CCR마다 회귀반사된 빛은 정초점이 존재하지 않으며, 가상 이미지(virtual image)가 선명하지 않고 뿌옇게 보이는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0206689호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 일 측면에서의 목적은 포물면 형태의 반사체 구조물에 굴절률이 상이한 보호층을 형성함으로써, 반사면의 보호 및 부양영상의 광도 개선이 가능한 마이크로 미러 어레이를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에서
- [0015] 프레임; 상기 프레임의 일면에 배열되는 복수의 마이크로 반사체 구조물; 및 상기 반사체 구조물 표면에 형성된 보호층;을 포함하며,
- [0016] 상기 마이크로 반사체 구조물은 임의의 꼭지점으로부터 형성된 제1 포물선이 일 방향으로 신장된 제1 포물면과 상기 꼭지점으로부터 형성된 제2 포물선이 타 방향으로 신장된 제2 포물면으로 이루어진 반사면을 갖고,
- [0017] 상기 제1 및 제2 포물면은 각 포물면의 초점을 공유하고, 상기 꼭지점에서 상호 수직하며,
- [0018] 상기 보호층의 굴절률은 1 이상인 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이가 제공된다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이는 각종 영상장비에 적용되어 개선된 화질을 제공할 수 있으며, 보호층에 의하여 반사체 구조물의 보호가 가능하고, 광도를 향상시킬 수 있다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 역반사 마이크로 미러를 보여주는 모식도이고,
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 역반사 마이크로 미러 어레이를 보여주는 모식도이고,
- 도 4는 본 발명의 실시예의 역반사 마이크로 미러 어레이의 구현 원리를 보여주는 모식도이고,
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 곡률이 결합된 포물면 방식의 역반사 마이크로 미러 어레이를 보여주는 모식도이고,
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 곡률이 결합된 포물면 방식의 역반사 마이크로 미러 어레이를 보여주는 평면도 및 측면도이고,
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라서 보호층의 굴절률을 고려하여 설계하였는지 여부에 따른 역반사 마이크로 미러 어레이의 이미지 플로팅 결과를 나타내는 것이고,
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 두 포물선이 수직으로 만났을 경우 및 그러지 않았을 경우 빛의 집광 여부를 보여주는 모식도이고,
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 굴절률 n 의 보호층이 적용되었을 경우의 초점거리 계산을 보여주는 모식도이고,
- 도 10은 본 발명의 일 실시예 및 일 비교예에 따라 보호층 유무에 따른 재귀반사의 과정을 보여주는 모식도이고,
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 미러 어레이의 설계를 보여주는 모식도이고,
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 미러 어레이의 포물선의 설계를 보여주는 모식도이고,
- 도 13은 본 발명의 일 실시예 및 일 비교예에 따라 보호층 유무에 따른 광도 개선 효과를 비교하여 보여주는 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.
- [0024] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0026] 본 발명의 일 측면에서

- [0027] 프레임; 상기 프레임의 일면에 배열되는 복수의 마이크로 반사체 구조물; 및 상기 반사체 구조물 표면에 형성된 보호층;을 포함하며,
- [0028] 상기 마이크로 반사체 구조물은 임의의 꼭지점으로부터 형성된 제1 포물선이 일 방향으로 신장된 제1 포물면과 상기 꼭지점으로부터 형성된 제2 포물선이 타 방향으로 신장된 제2 포물면으로 이루어진 반사면을 갖고,
- [0029] 상기 제1 및 제2 포물면은 각 포물면의 초점을 공유하고, 상기 꼭지점에서 상호 수직하며,
- [0030] 상기 보호층의 굴절률은 1 이상인 3차원 플로팅 이미지 구현 장치용 역반사 마이크로 미러 어레이가 제공된다.
- [0032] 이하, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 역반사 마이크로 미러 어레이를 각 구성별로 상세히 설명한다.
- [0034] 먼저, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 역반사 마이크로 미러 어레이는 프레임 및 상기 프레임의 일면에 배열되는 복수의 마이크로 반사체 구조물을 포함한다.
- [0035] 상기 프레임의 일면에 복수의 마이크로 반사체 구조물이 배열될 수 있다.
- [0036] 상기 마이크로 반사체 구조물은 임의의 꼭지점으로부터 형성된 제1 포물선이 일 방향으로 신장된 제1 포물면과 꼭지점으로부터 형성된 제2 포물선이 타 방향으로 신장된 제2 포물면으로 이루어진 반사면을 갖는다.
- [0037] 상기 제1 포물면 및 제2 포물면은 프레임보다 작거나 같은 길이까지 신장될 수 있다.
- [0038] 상기 제1 및 제2 포물면은 영상 초점을 공유할 수 있다. 이를 도 2에서 확인할 수 있다.
- [0039] 일 실시예에서, 제1 포물면으로 입사된 광은 영상 초점으로 집속될 수 있다. 또한, 제2 포물면으로 입사된 광은 영상 초점으로 집속될 수 있다. 이처럼 2 개의 포물면으로 구성된 반사면은 각각의 포물면이 영상 초점을 공유할 수 있다. 즉, 동일한 반사면에 포함된 각 포물면으로 입사된 광이 역반사되어 동일한 지점으로 영상 초점이 형성되어, 플로팅 이미지를 나타내는 경우 이미지의 화질이 향상될 수 있다.
- [0040] 상기 제1 및 제2 포물면은 꼭지점에서 상호 직교한다. 도 1, 도 2 및 도 3에 도시된 반사면의 단면은 상이한 포물선이 꼭지점에서 교차함을 확인할 수 있다. 즉, 상이한 2개의 포물면을 포함하는 반사면에서는 포물면이 접하는 부분이 접점이 아닌 접선을 유지하게 되며, 해당 접선에서 각 포물면의 단면은 제1 포물선 및 제2 포물선이 꼭지점에서 수직상태로 만나는 것을 확인할 수 있다.
- [0041] 포물면의 기본적인 성질은 초점에서 나온 빛이 평행광으로 반사되어 나오거나 입사된 평행광을 초점에 모으는 것이다. 하지만 두 포물면이 초점을 공유하더라도 마주보지 않으면 초점으로 빛이 돌아오질 않게 되며, 공유된 초점 조건에서 다시 돌아오는 조건은 두 포물선이 반드시 마주봐야 한다. 이를 도 8을 통하여 확인할 수 있다. 이와 같이 두 포물선이 마주하는 경우 교차점에서의 각도가 자연스럽게 수직이 되게 된다.
- [0043] 상기 프레임은 평면 형태 또는 곡면 형태로 제공될 수 있다.
- [0044] 또한, 상기 프레임은 원기둥 또는 타원기둥의 곡면 형태로 제공될 수 있다.
- [0045] 또한, 상기 프레임이 곡면 형태로 제공되며, 상기 곡면의 중심에서부터 상기 광원까지의 거리 및 상기 광원이 역반사된 초점까지의 거리가 동일하게 설정될 수 있다.
- [0046] 또한, 상기 곡면의 중심에서부터 상기 광원까지의 거리 및 상기 광원이 역반사된 초점까지의 거리는 상기 곡면의 곡률반경과 동일하게 설정될 수 있다.
- [0048] 다음으로, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 역반사 마이크로 미러 어레이는 상기 반사체 구조물 표면에 형성된 보호층을 포함한다.
- [0049] 상기 보호층의 굴절률은 1 이상일 수 있다.
- [0050] 상기 보호층의 굴절률이 1 이상이 됨에 따라, 프레임에 대하여 수직에 가깝게 입사할 수 있으며, 이 경우 빛의 최대 수광 각도가 개선되므로, 보호층이 없는 경우에 비하여 광도가 향상될 수 있다.
- [0051] 즉, 도 10의 좌측 도면을 통하여 확인할 수 있는 바와 같이, 보호층이 형성되지 않은 경우 수직에 가깝게 입사한 빛은 RRMA의 가장자리에 입사 시 2번째 반사면에서 반사가 가능하지만, 경사각이 일정한 한계를 넘어 입사되는 경우, 재귀 반사가 일어나지 않게 된다.
- [0052] 반면, 도 10의 우측 도면과 같이 굴절률을 가지는 보호층 물질을 적용하면, 적절한 범위에서 재귀 반사 각도와 범위 영역을 확장하게 되며, 굴절율에 따라 변화하지만, 5% 내지 15% 정도의 효율 개선을 얻을 수 있다.

- [0053] 보호층의 적용으로 인하여 그 굴절률이 증가함에 따라, 스넬의 법칙에 의하여 빛의 진행방향이 변경될 수 있으며, 이에 따라 상기 빛이 모이는 초점의 위치가 변경될 수 있다.
- [0054] 예를 들어, 상기 보호층의 굴절률이 n 이라고 한다면, 포물선의 준선 값이 $2p'$ 일 때 빛이 역반사되어 모이는 초점은 꼭지점으로부터 $2p'/n$ 의 위치에 형성될 수 있다.
- [0056] 상기 보호층의 두께는 상기 반사체 포물면 사이의 틈을 충분히 채울 수 있는 두께임이 바람직하고, 덜 채워지는 경우 반사체의 보호 및 광도 개선 효과를 충분히 얻을 수 없다는 문제점이 있다.
- [0057] 보호층의 두께가 두꺼워지는 경우, 빛의 투과율이 낮아질 수 있다는 문제점이 있으며, 보호층의 투명도가 높다면 투과도 측면에서 두께가 두꺼워지는 것은 크게 문제되지 않으나, 재료가 낭비되며 중량이 무거워진다는 점에서 비효율적이라는 문제가 있다.
- [0058] 상기 보호층은 반사체 구조물을 물리적, 화학적으로 보호함으로써, 반사체 구조물의 손상을 방지할 수 있고, 반사체 구조물의 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0059] 상기 보호층은 투명한 광학 소재면 제한되지 않고 사용될 수 있으며, 예를 들어, 플라스틱 렌즈의 소재로서 CR-39, 아크릴, 폴리카보네이트 또는 PS 등이 사용될 수 있다.
- [0061] 이하, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 역반사 마이크로 미러 어레이의 설계 원리를 상세히 설명한다.
- [0063] 상기 프레임은 원기둥 또는 타원기둥의 곡면 형태일 경우, 곡면의 곡률반경이 R 이라면, 상기 포물선은 하기 수학적 식 1을 이용하여 설계될 수 있다.
- [0065] <수학적식 1>
- [0066]
$$d = 2p'/n = R$$
- [0068] 여기서 d 는 '광원에서 영상 초점까지의 진행경로의 반'을 의미하며, 도 4에서는 곡면의 중심에서 광원까지의 거리에 해당한다.
- [0069] 또한, $2p'$ 은 설계된 포물선의 준선 값에 해당한다.
- [0070] 즉, 설계된 포물선의 준선 값을 n 으로 나눈 값이 d 및 R 과 일치하도록 설계되어야 하는 것이다.
- [0072] 이를 상세히 설명하면, 회귀광의 상하방향의 재집광을 위한 진행방향과 거리는 반사체의 곡면중심에서 광원까지의 거리가 기준이며, 이는 좌우방향의 회귀와 정확하게 결맞아야 한다.
- [0073] 상하방향의 재집광은 타원(이중 초점)의 성질을 이용하여 광원의 빛을 다른 초점에 모으는 원리인데, 다만, 이중초점이 가까운 경우 제작상의 편의를 위하여 원으로 근사할 수 있으므로, 타원의 곡률을 원기둥 곡률 R 로 근사시켜 적용할 수 있다.
- [0074] 이 때, 이중 초점 간에 광선의 이동거리를 최적으로 설계하기 위하여는 $d = R$ 인 조건을 만족하여야 한다.
- [0075] 또한, 앞서 설명한 바와 같이, 좌우방향의 재집광은 초점에서 나온 빛이 평행광으로 반사되어 나오거나 입사된 평행광을 초점이 모이는 포물선의 성질을 이용하여, 기 설정된 초점거리에 빛을 모으는 원리이다.
- [0076] 따라서, 상하방향의 회귀는 좌우방향의 회귀와도 결맞아야 하므로, 좌우방향의 재집광에 따른 초점거리와 상하방향 재집광에 따라 설정된 d 및 R 이 일치하여야 한다.
- [0078] 다만, 도 9에서 확인할 수 있는 바와 같이, 보호층의 적용으로 인하여 그 굴절률이 증가함에 따라, 스넬의 법칙에 의하여 빛의 진행방향은 변경되게 되며, 이에 따라 설계되어야 하는 포물면의 준선 값 또한 변경되게 된다.
- [0079] 포물선의 준선 값을 $2p' = 2np$ 로 설정한다면, 보호층이 없다면(즉 굴절률은 1)에 빛이 모이는 초점은 $2np$ 의 거리에 위치하겠지만, 굴절률 n 인 보호층이 적용되었을 때에는, 그 진행 경로가 변경됨에 따라 $2p$ 의 위치에 초점이 위치하게 된다. 즉, 굴절률 n 을 고려하여, 설정한 초점거리의 n 배가 되는 포물선의 준선 값을 갖도록 포물면을 설계하여야 하며, 예를 들어 초점이 $2p$ 의 위치에 형성되기 위해서는 포물선의 준선 값 $2p' = 2np$ 가 되도록 포물면을 설계하여야 한다.
- [0081] 따라서, 상기 수학적 식 1과 같이, $d = R =$ 초점거리를 만족하여야 하며, 포물선의 준선 값이 $2p'$ 이라면 초점거리는 $2p'/n$ 이므로, $d = R = 2p'/n$ 을 만족하여야 한다.
- [0083] 즉, 보호층의 굴절률 n 을 고려하여 포물선을 설계하여 좌우방향의 회귀를 고려하고, 이를 상하방향의 회귀와도

일치시킬 수 있도록 프레임의 곡면을 설정함으로써, 화질 및 광도가 개선된 3차원 플로팅 이미지를 얻을 수 있다.

[0085] <실시예 1> 역반사 마이크로 미러 어레이의 제조 1

[0086] 곡면 형태의 프레임의 일면에 배열되는 복수의 마이크로 반사체 구조물을 형성하였고, 상기 반사체 구조물 표면에 보호층을 형성하였다.

[0087] 반사체의 중심에서 광원까지의 거리 $d = 200 \text{ mm}$ 로 설정하였으며, 이는 곡면의 곡률 R 과 동일하게 설정하였다.

[0088] 상기 마이크로 반사체 구조물은 초점을 공유하며 일 꼭지점에서 상호 수직하는 두 포물면을 포함하며, 상기 보호층의 굴절률 n 은 1보다 큰 값인 1.3으로 설정하였으며, 초점거리 $2p = 200 \text{ mm}$ 로 설정한 후, 보호층을 고려하여 포물선의 준선 값 $2p' = 260 \text{ mm}$ 으로 적용하여 설계하였다.

[0090] 즉 $d = 2p'/n = R$ 을 만족하도록 설계하였다. 이는 도 11 및 도 12를 통하여 이해할 수 있다.

[0092] <실시예 2> 역반사 마이크로 미러 어레이의 제조 1

[0093] 상기 실시예 1과 동일하게 역반사 마이크로 미러 어레이를 제조하되, 보호층을 고려하여 포물선을 설계하지 않고, 포물선의 준선 값을 초점거리 $2p = 200 \text{ mm}$ 와 동일한 값으로 설정하여 설계하였다.

[0095] <비교예 1> 보호층이 없는 역반사 마이크로 미러 어레이의 제조

[0096] 상기 실시예 2와 동일하게, 포물선의 준선 값을 초점거리 $2p = 200 \text{ mm}$ 와 동일한 값으로 설정하여 설계하되, 보호층을 형성하지 않았다.

[0098] <실험예 1>

[0099] 실시예 1 및 실시예 2에 대한 역반사 마이크로 미러 어레이의 이미지 플로팅 결과를 도 7에 나타내었다.

[0100] 도 7에서 확인할 수 있는 바와 같이, 보호층의 굴절률 n 을 고려하여 역반사 마이크로 미러 어레이를 설계하는 경우 화질이 현저히 개선되는 것을 확인할 수 있다.

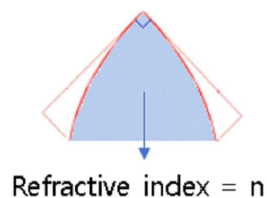
[0102] <실험예 2>

[0103] 실시예 1 및 비교예 1에 대하여 형성초점에 형성된 수신면 입사 광선의 수(샘플 수)를 시뮬레이션 결과로 확인하여 도 13에 나타내었다.

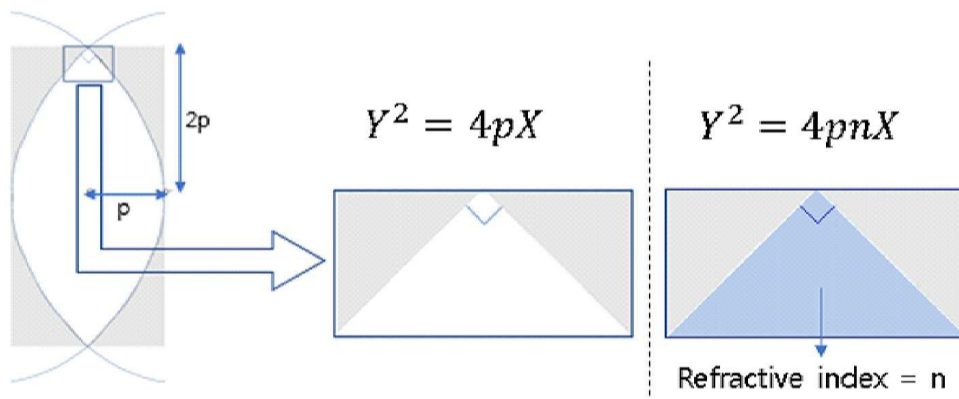
[0104] 도 13에서 확인할 수 있는 바와 같이, 보호층이 있는 경우, 보호층이 없는 경우에 비하여 샘플 수가 3000 이상 증가되었는 바, 광도가 개선되었음을 확인할 수 있다.

도면

도면1



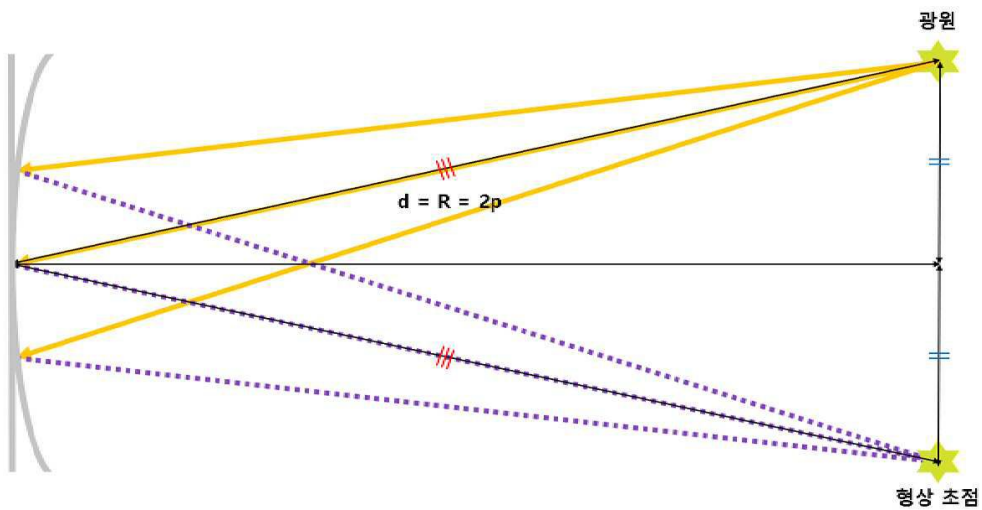
도면2



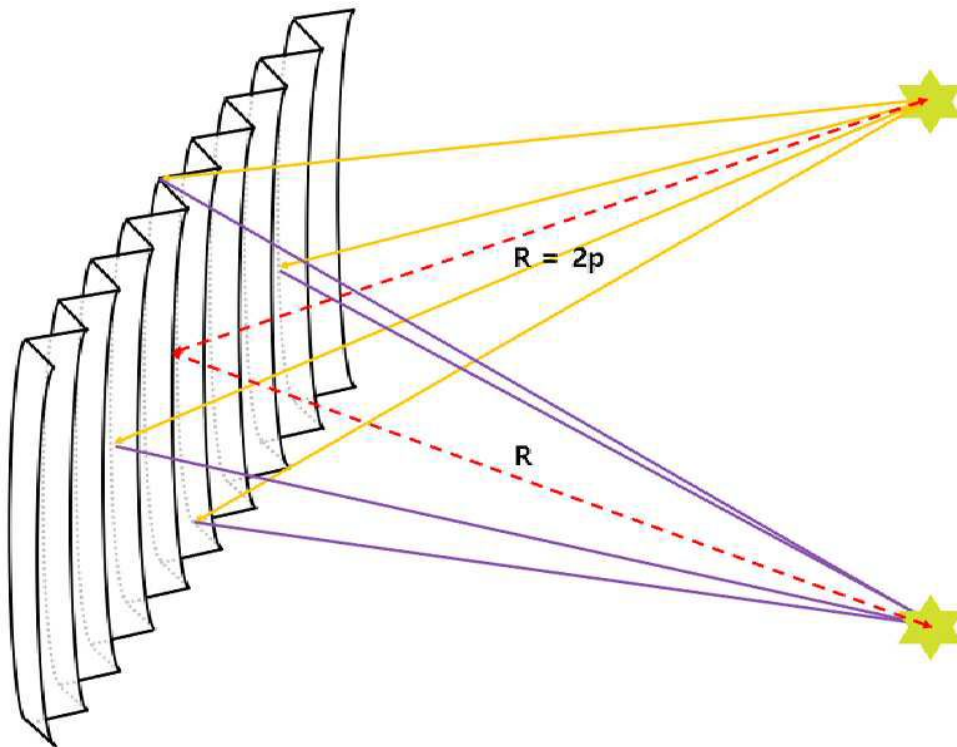
도면3



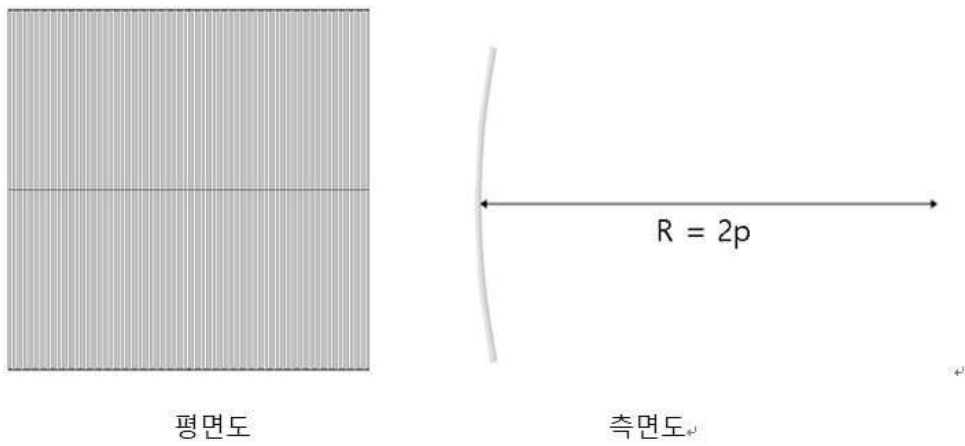
도면4



도면5



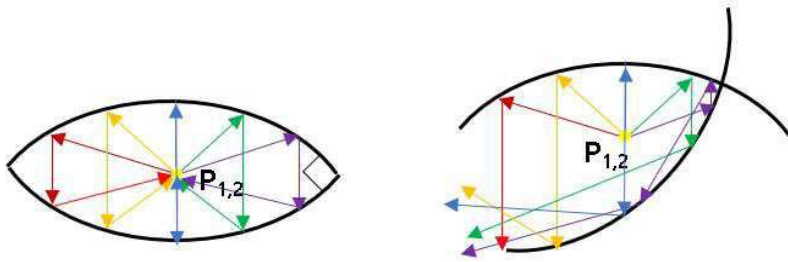
도면6



도면7

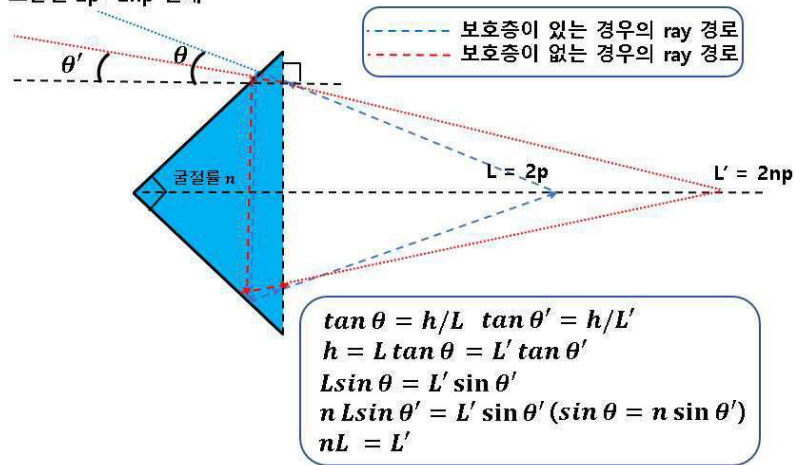


도면8

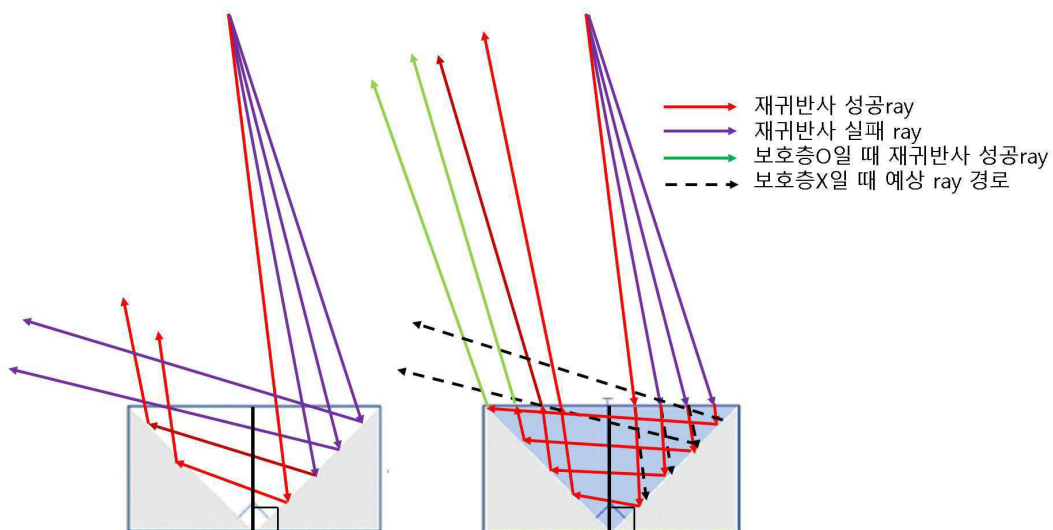


도면9

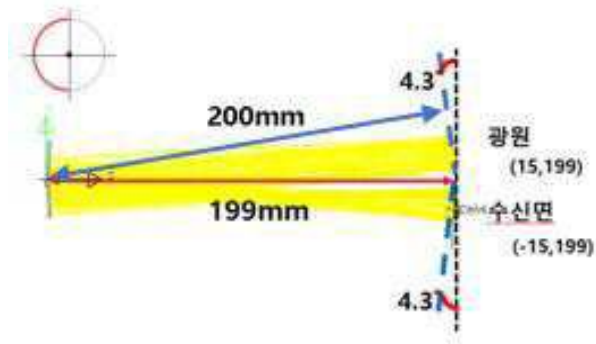
포물선 $2p'=2np$ 설계



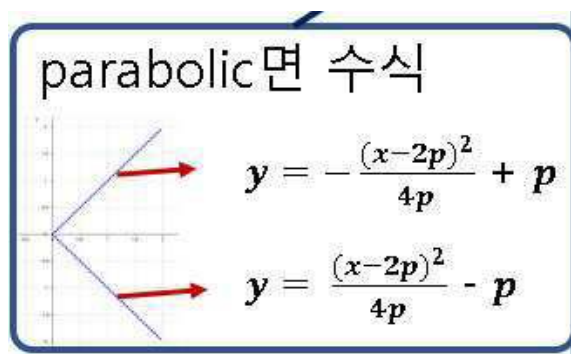
도면10



도면11



도면12



도면13

