



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0037378
(43) 공개일자 2018년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 3/02 (2006.01) G02B 27/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 3/02 (2013.01)
G02B 27/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0127442
(22) 출원일자 2016년10월04일
심사청구일자 2016년10월04일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
오범환
인천광역시 연수구 청능대로 124 (동춘동, 동아아파트) 104-1306호
지병관
인천광역시 연수구 먼우금로83번길 49 (동춘동, 대림3차아파트) 305동 602호
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 3 항

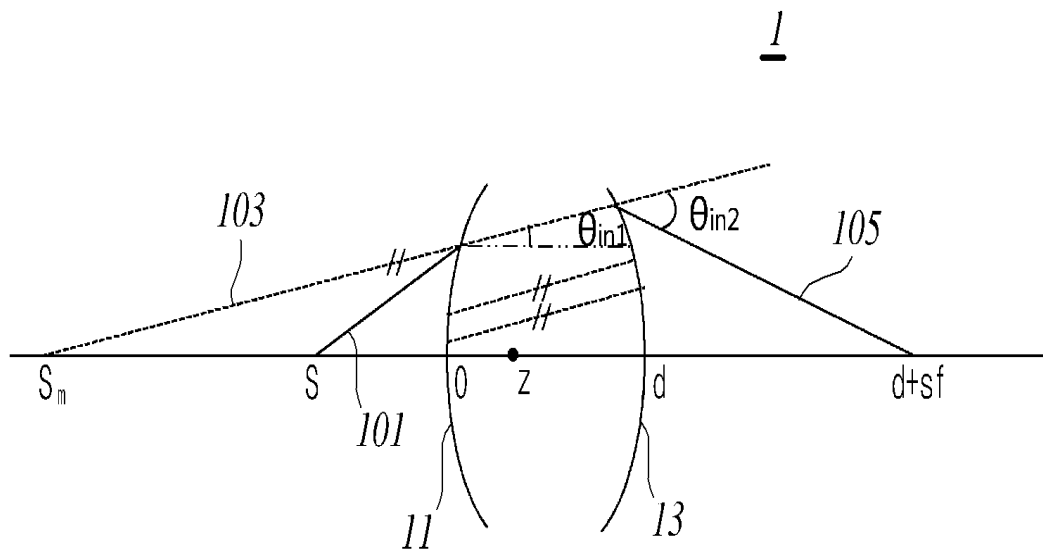
(54) 발명의 명칭 비구면 렌즈

(57) 요약

본 발명은, 비구면 렌즈에 있어서 렌즈 외부의 광이 제1 입사각으로 입사되어 제1 출사각으로 굴절되는 제1 굴절면; 및 상기 제1 굴절면을 통과한 광이 제2 출사각으로 굴절되어 외부로 출사되는 제2 굴절면을 포함하고, 상기 제1 굴절면으로 입사된 광이 상기 제1 굴절면과 상기 제2 굴절면 사이에서 평행광을 형성하며, 상기 평행광이 지

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



면과 이루는 각도가 상기 제1 입사각과 상기 제1 출사각의 차이각으로 형성되도록 설계된 것을 특징으로 한다. 특히, 상기 평행광과 상기 제2 굴절면으로부터 출사된 광이 이루는 각도가 상기 제1 출사각과 상기 제2 출사각의 합각에 해당되도록 설계된 것을 특징으로 한다. 또한, 상기 제1 출사각이 상기 제1 입사각과 상기 제2 출사각의 합을 이등분한 각도에 ± 10 도의 오차범위 내에 형성되도록 설계된 것을 특징으로 한다.

본 발명은, 일반적으로 구현되어 있는 타원, 포물선, 쌍곡선 등의 외형을 본따서 만든 비구형 렌즈를 제공하지 않으며, 상면 변이 수차를 최소화 하기 위한 설계변수를 추가적으로 적용하여 렌즈의 굴절면을 제작함으로써 조건에 따른 맞춤형 비구면 렌즈를 제작할 수 있는 이점이 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

비구면 렌즈에 있어서,

렌즈 외부의 광이 제1 입사각으로 입사되어 제1 출사각으로 굴절되는 제1 굴절면; 및

상기 제1 굴절면을 통과한 광이 제2 출사각으로 굴절되어 외부로 출사되는 제2 굴절면을 포함하고,

상기 제1 굴절면으로 입사된 광이 상기 제1 굴절면과 상기 제2 굴절면 사이에서 평행광을 형성하며, 상기 평행광이 지면과 이루는 각도가 상기 제1 입사각과 상기 제1 출사각의 차이각으로 형성되도록 설계된 것을 특징으로 하는 비구면 렌즈.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제2 굴절면은,

상기 평행광과 상기 제2 굴절면으로부터 출사된 광이 이루는 각도가 상기 제1 출사각과 상기 제2 출사각의 합각에 해당되도록 설계된 것을 특징으로 하는 비구면 렌즈.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제2 굴절면은,

상기 제1 출사각이 상기 제1 입사각과 상기 제2 출사각의 합을 이등분한 각도에 $\pm 10^\circ$ 의 오차범위 내에 형성되도록 설계된 것을 특징으로 하는 비구면 렌즈.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 상면 변이 수차(Extended imaging range aberration)가 최소화된 비구면 렌즈에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 렌즈면의 기본원리는 공간의 굴절률과 빛의 진행경로에 관한 법칙인 스넬의 법칙을 따른다. 렌즈는 두 개의 구면으로 구성되며, 외부공간에서 렌즈 내부로 빛이 입사하며 경유하는 제1 면, 렌즈 내부의 빛이 외부공간으로 출사되며 통과하는 제2 면으로 구분될 수 있다. 제1 면과 제2 면은 일정한 곡률을 가지며 특히 제1 면 입사각 지표인 s 와 제1 면 출사각 지표인 s_m 및 제2 면 출사각 지표인 s_r 를 이용하여 렌즈의 특성을 도출해낼 수 있다.

[0004] 다만, 렌즈 1개의 구면 렌즈로는 광축에 매우 가까운 광선밖에 정확히 한 점으로 수렴하지 못한다(구면 수차의 발생). 때문에, 구면 수차가 존재하지 않는 렌즈를 만들기 위해서 여러 개의 구면 렌즈를 조합하거나 구면 이외의 곡면을 굴절면으로 이용해야 한다.

[0005] 구면 수차란, 광축 방향으로 렌즈의 근위부(proximal)를 통과하는 빛과, 접선 방향으로 렌즈의 원위부(distal)를 통과하는 빛의 초점위치가 어긋나 있기 때문에, 점 모양의 화상 대신에 작은 원판의 형태로 초점이 맺히는

현상을 의미한다. 따라서, 구면 수차는 수직 수차로 표현된다. 이와 같은 구면 수차를 없애기 위하여 비구면 렌즈를 사용하게 된다.

[0006] 비구면 렌즈는 하나 이상의 면에 비구면을 채용한 렌즈이다. 적은 면수로 필요한 수차 보정을 하기 위해 사용된다. 특히, 비구면 렌즈는 유리를 원하는 모양으로 연마하여 제작하는 과정을 통하여 구면 수차를 줄일 수 있는 장점이 있다.

[0007] 비구면 렌즈와 관련된 종래기술로서, 대한민국공개특허 제10-2012-0089613호(이하 '선행기술'이라 약칭함)는 이심률의 정의와 좌표계 상에서의 수치적용에 대한 수학적 원리에 기초하여, 타원과 포물선 그리고 쌍곡선의 좌표를 산출하여 전체 렌즈형상을 설계하는 일련의 과정에 관하여 개시하였다. 상기 선행기술의 실시예에서, 수학적 함수에 의한 타원, 포물선 그리고 쌍곡선의 이차곡선상의 렌즈는 정렬 등의 문제로 그 실제 시스템상 성능에 한계가 있고 보정이 쉽지 않다.

[0008] 즉, 비구면 렌즈와 관련된 선행기술은 s 와 s_f 값이 거의 유사한 값을 가질 수 있는 구조, 다시 말해, 대칭에 가까운 구조를 가질 때는 적절한 설계로 받아들여 진다. 하지만, 동작 범위가 비대칭으로 요구됨에 따라 상면 변이 수차가 심해지는 문제점이 있으며 선행기술은 이러한 문제점에 대한 대안을 제시하지 못했다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허 제10-2012-0089613호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 동작 범위가 비대칭일지라도, 상면 변이 수차가 발생되지 않는 비구면 렌즈를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 비구면 렌즈에 있어서 렌즈 외부의 광이 제1 입사각으로 입사되어 제1 출사각으로 굴절되는 제1 굴절면; 및 상기 제1 굴절면을 통과한 광이 제2 출사각으로 굴절되어 외부로 출사되는 제2 굴절면을 포함하고, 상기 제1 굴절면으로 입사된 광이 상기 제1 굴절면과 상기 제2 굴절면 사이에서 평행광을 형성하며, 상기 평행광이 지면과 이루는 각도가 상기 제1 입사각과 상기 제1 출사각의 차이각으로 형성되도록 설계된 것을 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게, 상기 제2 굴절면은 상기 평행광과 상기 제2 굴절면으로부터 출사된 광이 이루는 각도가 상기 제1 출사각과 상기 제2 출사각의 합각에 해당되도록 설계될 수 있다.

[0014] 바람직하게, 상기 제2 굴절면은 상기 제1 출사각이 상기 제1 입사각과 상기 제2 출사각의 합을 이등분한 각도에 ± 10 도의 오차범위 내에 형성되도록 설계될 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 동작 범위가 비대칭으로 요구되어 상면 변이 수차가 나타나는 문제점을 가진 비구면 렌즈에 특정 조건을 가진 설계변수를 적용하여 상면 변이 수차를 최소화 할 수 있다.

[0017] 다시 말해, 본 발명에 따르면 일반적으로 구현되어 있는 타원, 포물선, 쌍곡선 등의 외형을 본따서 만든 비구형 렌즈를 제공하지 않으며, 제1 굴절면을 기준으로 상면 변이 수차를 최소화 하기 위한 설계변수를 적용하여 제2 굴절면을 가공하여 동작 조건에 범용적으로 적용시킬 수 있는 맞춤형 비구면 렌즈를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 제1 굴절면을 나타낸다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 제2 굴절면을 나타낸다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 비구면 렌즈를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.

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.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 비구면 렌즈(1)의 제1 굴절면(11)으로 입사되는 입사광(101)과 제1 굴절면(11)에서 굴절되어 출사되는 평행광(103)을 나타낸다.

비구면 렌즈(1)는 제1 굴절면(11)과 제2 굴절면(13, 도 2)을 포함한다.

비구면 렌즈(1)는 동작 범위 오차를 최소화 하기위해 설계조건을 가진 제1 굴절면(11)을 가공한 렌즈를 의미한다. 또한, 비구면 렌즈(1)는 상기 제1 굴절면(11)으로부터 형성된 평행광(103)이 상면 변이 수차를 최소화하는 조건으로 출사되도록 제2 굴절면(13)을 가공하게 된다.

비구면 렌즈(1)는 제1 굴절면(11)으로 입사된 광이 제1 굴절면(11)과 제2 굴절면(13, 도 2) 사이에서 평행광(103)을 형성하며, 평행광(103)이 지면과 이루는 각도(θ_{in1} , 도 3)가 제1 입사각(θ_s)과 제1 출사각(θ_m)의 차이 각으로 형성하도록 설계될 수 있다. 다시 말해, 비구면 렌즈(1)의 설계변수는 다음 [수학식 1]을 만족한다.

[수학식 1]

$$\theta_{in1} \approx \theta_s - \theta_m$$

또한, 비구면 렌즈(1)의 굴절면은 스넬의 법칙을 만족한다. 따라서, 제1 입사각(θ_s)과 제1 출사각(θ_m)은 공기층 굴절률(n_1)과 비구면 렌즈(1)의 굴절률(n_2)과의 관계식인 다음 [수학식 2]를 만족한다.

[수학식 2]

$$n_1 \times \sin \theta_s = n_2 \times \sin \theta_m$$

여기서, 일반적인 렌즈설계 방식은 $s_m = \infty$ 인 특성을 기준으로 $\theta_m = 0$ 이 되었고, 제1 굴절면(11)과 제2 굴절면(13, 도 2)사이에 형성되는 평행광(103)이 광축과 평행하게 형성되었다.

다만, 본 실시예의 렌즈설계 방식은 $s_m \neq \infty$ 인 특성을 기준으로 설계되어, 제1 굴절면(11)과 제2 굴절면(13, 도 2) 사이에 형성되는 평행광(103)은 도 3에 실시예에 개시된 평행광(103)과 같이 광축과 평행하지 않을 수 있다. 이를 통해, 본 실시예에 따른 비구면 렌즈(1)는 평행광(103)이 광축과 평행한 임의의 선과 형성하는 각도(θ_{in1} , 도 3)가 새로운 설계변수로 설정 될 수 있다. 또한, 비구면 렌즈(1)는 평행광(103)이 도 3의 출사광(105)과 형성하는 각도(θ_{in2} , 도 3)가 새로운 설계변수로 설정 될 수 있다.

제1 굴절면(11)은 렌즈 외부에서 제1 입사각(θ_s)으로 입사된 광을 제1 출사각(θ_m)으로 굴절시킬 수 있다. 제1 굴절면(11)은 렌즈의 광축상에 위치한 일점 S에서 출사된 렌즈 외부의 입사광(101)을 제1 입사각(θ_s)으로 입사

시켜 제1 출사각(θ_m)으로 출사시킬 수 있다. 본 실시예의 따른 제1 굴절면(11)은 외부광원에서 출사된 광이 입사되는 면을 의미할 수 있다. 제1 굴절면(11)은 광축상의 임의의 광원 s_m 에서 출사된 광을 통과시켜 제1 굴절면(11)과 제2 굴절면(13) 사이의 렌즈 내부에 도 3과 같은 평행광(103)을 형성시킬 수 있다.

[0034] 제1 굴절면(11)은 평행광(103)의 상을 s_m 에 맺을 수 있다. 제1 굴절면(11)은 제2 굴절면(13, 도 2)과 비대칭일 수 있다. 제1 굴절면(11)은 제2 굴절면(13, 도 2)과 곡률이 다를 수 있다. 본 실시예의 제1 굴절면(11)은 굴절면을 통과한 모든 광의 경로가 평행광(103, 도 3)을 형성하도록 가공됨에 주목한다.

[0035] 본 실시예에서, 입사광(101)은 광축상의 일점 s 에서 출사되어 제1 굴절면(11)으로 입사될 수 있다. 입사광(101)은 광축과 평행한 임의의 선과 제1 입사각(θ_s)을 형성할 수 있다. 입사광(101)은 제1 굴절면(11)에서 굴절되어 평행광(103)을 형성할 수 있다.

[0036] 본 실시예로, 제1 입사각(θ_s)은 광축상의 일점 s 에서 출사된 입사광(101)과 광축과 평행한 임의의 선에 의해 생성될 수 있다. 본 실시예로, 제1 입사각(θ_s)은 후술하게 될 비구면 렌즈(1)의 설계변수인 θ_{in1} (도 3)과 θ_{in2} (도 3)의 범위를 한정하는 구성요소로 쓰일 수 있다.

[0037] 본 실시예로, 평행광(103)은 제1 굴절면(11)에서 굴절되어 광축 위의 일점 s_m 으로 상점을 맺을 수 있다. 평행광(103)은 제1 출사각(θ_m)을 형성할 수 있다. 평행광(103)은 비구면 렌즈(1)내부에서 진행되어 제2 굴절면(13, 도 2)으로 출사되어 출사광(105, 도 2)을 형성할 수 있다.

[0038] 본 실시예로, 제1 출사각(θ_m)은 렌즈의 광축과 평행한 임의의 선과 제1 굴절면(11)을 통과한 평행광(103)이 이루는 각도를 의미한다. 렌즈의 광축과 평행한 임의의 선과 제1 출사각(θ_m)을 이루는 경로를 가지는 광은 렌즈의 광축 상의 일점 s_m 에 상점을 갖는다. 본 실시예로, 제1 출사각(θ_m)은 후술하게 될 비구면 렌즈(1)의 설계변수인 θ_{in1} (도 3)과 θ_{in2} (도 3)의 범위를 한정하는 설계변수로 쓰일 수 있다.

[0039] 0점은 제1 굴절면(11)의 위치를 의미한다. 본 실시예에서는 0점을 기준으로 다른 상점의 위치를 정의한다. d 는 비구면 렌즈(1)의 두께를 의미한다. 또한, d 는 제1 굴절면(11)과 제2 굴절면(13, 도 2) 사이의 거리를 나타낸다.

[0040] s 는 입사광(101)의 광원의 위치를 의미한다. s 는 실시예에 따라 변경될 수 있다. 본 실시예에 따른 s 는 무한대보다 현저히 작은 특정위치를 나타낼 수 있다.

[0041] s_m 은 제1 출사각(θ_m)으로 제1 굴절면(11)을 출사한 광원의 상이 맺히는 상점의 위치를 의미한다. 본 발명의 실시예에 따른 s_m 은 무한대가 아닌 값을 가질 수 있다. s_m 은 s 과 s_f 가 변동됨에 따라 변동될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 비구면 렌즈(1)는 추가적인 설계변수 θ_{in1} (도 3)과 θ_{in2} (도 3)에 의해 s_m 이 조정되어 설계된다.

[0042] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 비구면 렌즈(1)의 제2 굴절면(13)을 투과하는 평행광(103)과 평행광(103)이 굴절되어 출사되는 출사광(105)을 나타낸다.

[0043] 제2 굴절면(13)은 제1 굴절면(11)을 통과한 광을 제2 출사각(θ_f)으로 굴절시켜 외부로 출사시킬 수 있다. 제2 굴절면(13)은 평행광(103, 도 3)과 제2 굴절면(13)으로부터 출사된 광이 이루는 각도(θ_{in2})를 제1 출사각(θ_m)과 제2 출사각(θ_f)의 합각에 해당하도록 형성시킬 수 있다. 다시 말해, 제2 굴절면(13)은 다음 [수학식 3]을 만족시키는 설계변수를 형성할 수 있다.

[0044] [수학식 3]

$$\theta_{in2} \approx \theta_f + \theta_m$$

[0046] 도 2를 참조하면, 제2 굴절면(13)은 제1 굴절면(11)을 통과한 평행광(103)을 굴절시켜 제2 출사각(θ_f)을 형성하

는 출사광(105)으로 출사시킬 수 있다. 본 실시예에 따른 제2 굴절면(13)은 제1 굴절면(11)을 통과한 광이 렌즈 외부로 출사되는 면을 의미할 수 있다. 제2 굴절면(13)은 제2 출사각(θ_f)으로 출사된 출사광(105)의 상점을 광축상의 일점 s_f 으로 맺을 수 있다. 제2 굴절면(13)은 제1 굴절면(11)과 비대칭일 수 있다. 제2 굴절면(13)은 제1 굴절면(11)과 곡률이 다를 수 있다. 제2 굴절면(13)은 비구면 렌즈(1)의 상면 변이 수차를 최소화 하기 위해 가공될 수 있다.

[0047] 또한, 제2 굴절면(13)은 제1 출사각(θ_m)을 제1 입사각(θ_s)과 제2 출사각(θ_f)의 합을 이등분한 각도에 ± 10 도의 오차범위 내에 형성시킬 수 있다. 다시 말해, 제2 굴절면(13)은 설계변수들이 [수학식 4]를 만족하도록 설계될 수 있다.

[0048] [수학식 4]

$$\theta_m = \frac{(\theta_s + \theta_f)}{2} \pm \frac{\pi}{18}$$

[0050] 출사광(105)은 제2 굴절면(13)을 통과할 수 있다. 출사광(105)은 광축 위의 일점(s_f)으로 상점을 맺을 수 있다. 출사광(105)은 평행광(103, 도 3)과 제2 출사각(θ_f)을 형성할 수 있다.

[0051] 제2 출사각(θ_f)은 광축과 평행한 임의의 선과 출사광(105) 사이에 형성될 수 있다. 제2 출사각(θ_f)은 제2 굴절면(13)의 가공에 의해 그 크기가 변경될 수 있다. 제2 출사각(θ_f)은 후술하게 될 비구면 렌즈(1)의 설계변수인 θ_{in1} (도 3)과 θ_{in2} (도 3)를 제한하는 설계변수를 형성할 수 있다.

[0052] s_f 는 제2 출사각(θ_f)으로 제2 굴절면(13)을 출사한 광원의 상이 맺히는 상점의 위치를 의미한다. s_f 는 제2 굴절면(13)의 곡률에 따라 변동될 수 있다. s_f 는 제2 출사각(θ_f)이 변경됨에 따라 그 위치가 변경될 수 있다.

[0053] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 비구면 렌즈(1)의 설계변수를 포함한 모식도이다.

[0054] 도 3을 참조하면 설계변수는 θ_{in1} 과 θ_{in2} 를 포함할 수 있다. 본 실시예로, 제1 굴절면(11)과 제2 굴절면(13) 사이에는 평행광(103)이 형성될 수 있다.

[0055] 본 실시예로, 평행광(103)은 렌즈의 광축에 위치한 일점 s_m 에서 출사되어 제1 굴절면(11)과 제2 굴절면(13)을 굴절없이 경유하는 빛의 경로와 평행을 이룬다. 평행광(103)은 비구면 렌즈(1)의 설계변수인 θ_{in1} 과 θ_{in2} 를 정의하는 요소로 쓰일 수 있다. 평행광(103)은 광축을 기준으로 대칭을 이룰 수 있다.

[0056] θ_{in1} 은 광축과 나란한 임의의 선과 평행광(103) 사이에 형성될 수 있다. 본 실시예에서 θ_{in1} 은 제1 입사각(θ_s)에서 제1 출사각(θ_m)을 뺀 값으로 설계됨이 바람직하다. 따라서, θ_{in1} 은 s_m 과 s_f 가 변경됨에 따라 그 크기가 변경될 수 있다.

[0057] 본 실시예에서, θ_{in2} 은 평행광(103)과 출사광(105) 사이에 형성되는 각도이다. θ_{in2} 은 출사된 출사광(105)의 상을 $d + s_f$ 의 위치에 형성할 수 있다. 본 실시예에서, θ_{in2} 은 제1 출사각(θ_m)과 제2 출사각(θ_f)의 합에 해당하도록 설계됨이 바람직하다. 제2 출사각(θ_f)은 제2 굴절면(13)의 가공에 따라 변동될 수 있다. 그러므로, θ_{in2} 은 제2 굴절면(13)의 가공에 의하여 그 크기가 변경될 수 있다. 이를 통해, 사용자는 θ_{in2} 가 θ_{in1} 과 유사한 크기를 가지는 렌즈를 설계 및 제작할 수 있다. 바람직하게, θ_{in2} 가 θ_{in1} 과 동일하도록 제2 굴절면(13)이 설계된다. 상기의 설계조건으로 본 발명의 실시예에 따른 비구면 렌즈(1)는 동작 범위에 관계없이 상면 변이 수차가 최소화 될 수 있다.

[0058] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정

해져야 한다.

부호의 설명

[0060]

1: 비구면 렌즈

11: 제1 굴절면

13: 제2 굴절면

101: 입사광

103: 평행광

105: 출사광

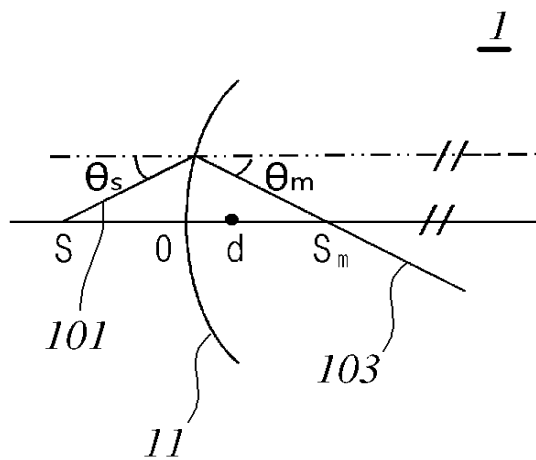
θ_s : 제1 입사각

θ_m : 제1 출사각

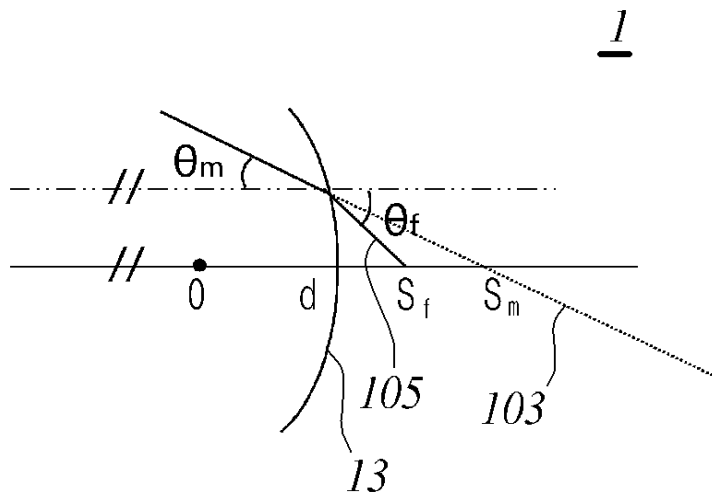
θ_i : 제2 출사각

도면

도면1



도면2



도면3

