



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월12일
(11) 등록번호 10-1439746
(24) 등록일자 2014년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F21V 5/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0019920

(22) 출원일자 2013년02월25일

심사청구일자 2013년02월25일

(56) 선행기술조사문헌

JP3153647 U9*

JP03153647 U

논문(한국조명·전기설비학회 2012 추계학술대회
논문집, 2012.10, 70-72 (3 PAGES))

논문(한국정밀공학회 2010년도 춘계학술대회 논문
집(하), 2010.5, 879-880 (2 PAGES))

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

이승걸

인천 연수구 컨벤시아대로130번길 58, 101동 160
2호 (송도동, 송도자이하버뷰1단지아파트)

김대찬

인천광역시 남구 용현동 미래로 오피스텔 401호

양재석

경기 부천시 소사구 성주로 226, 7동 802호 (삼곡
본동, 부천극동아파트)

(74) 대리인

양성보

전체 청구항 수 : 총 4 항

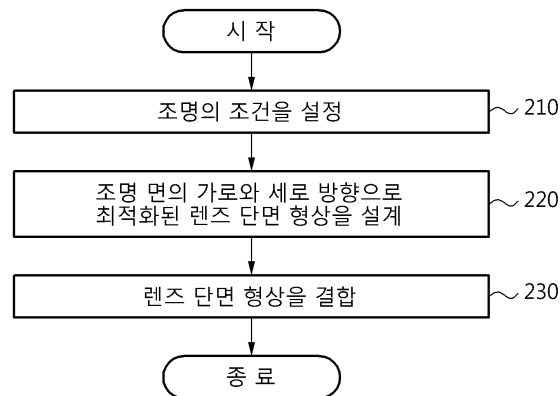
심사관 : 이승주

(54) 발명의 명칭 직사각형 영역의 고효율 균일 조도 조명을 위한 3차원 자유형상 렌즈 구현 방법과 시스템

(57) 요약

본 발명의 실시예는 직사각형 조명 면 영역의 고효율 균일 조도 조명을 위한 3차원 자유형상 렌즈를 구현하는 방법과 그 시스템에 관한 것이다. 조명의 조건을 설정하는 단계; 조명의 조건에 부합하면서 조명의 조명 면의 가로와 세로 방향 각각에 대해서 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계; 및 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 단계를 포함하고, 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계는 실제 조명의 폭을 기 설정된 만큼 배로 크게 설계하는 것을 특징으로 하는 자유형상 렌즈 구현 방법이 제공될 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	H0302-12-1010
부처명	지식경제부
연구사업명	대학 IT 연구센터 육성, 지원
연구과제명	고성능 LED 조명모듈 핵심기술
기 여 율	1/1
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2011.06.01 ~ 2014.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

조명의 조건을 설정하는 단계;

상기 조명의 조건에 부합하면서 상기 조명의 조명 면의 가로와 세로 방향 각각에 대해서 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계; 및

상기 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 단계

를 포함하고,

상기 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계는 실제 상기 조명의 폭을 기 설정된 만큼 배로 크게 설계하고,

상기 최적화된 렌즈 단면 형상은 서로 수직한 두 개의 2차원 렌즈 단면 형상인 가로 방향의 렌즈 단면 형상과 세로 방향의 렌즈 단면 형상으로 렌즈의 중앙 굴절부와 렌즈 측면인 전반사부의 단면 형상들을 포함하여 각각 설계되고,

상기 가로 방향의 렌즈 단면 형상과 상기 세로 방향의 렌즈 단면 형상에 대하여 렌즈 측면에 전반사면 형상이 설계되고,

상기 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 단계는,

상기 가로 방향의 렌즈 단면 형상과 상기 세로 방향의 렌즈 단면 형상을 결합하여 3차원 자유형상 렌즈를 형성하는 것으로,

상기 설계된 렌즈 단면 형상의 중앙부에 아나모픽(Anamorphic) 렌즈 면을 적용한 중앙 굴절부를 생성하고,

제공되는 원판과 상기 설계된 렌즈 단면 형상의 내부 측면 도형을 합한 후, 상기 합한 도형을 상기 중앙 굴절부로 잘라내며,

상기 설계된 렌즈 단면 형상의 전반사 도형을 상기 중앙 굴절부로 잘라낸 도형으로 다시 잘라냄으로써 타원형의 렌즈로 결합하는 것

을 특징으로 하는 자유형상 렌즈 구현 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 조명의 조건을 설정하는 단계는,

상기 조명의 광원, 상기 조명의 조도 분포, 상기 조명 면의 가로와 세로 비율에 대해서 설정하는 것

을 특징으로 하는 자유형상 렌즈 구현 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계는,

상기 조명의 광원에서 방출된 광선들이 상기 조명 면에 도달하는 위치 정보와 미리 목표로 설정한 예측 정보의 오차 값이 최소 값이 되는 렌즈 형상 계수를 구하도록 상기 방출된 광선들을 추적하는 과정을 반복하는 것

을 특징으로 하는 자유형상 렌즈 구현 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

조명의 조건을 설정하는 설정부;

상기 조명의 조건에 부합하면서 상기 조명의 조명 면의 가로와 세로 방향 각각에 대해서 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 설계부; 및

상기 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 결합부

를 포함하고,

상기 설계부는 실제 상기 조명의 폭을 기 설정된 만큼 배로 크게 설계하고,

상기 최적화된 렌즈 단면 형상은 서로 수직한 두 개의 2차원 렌즈 단면 형상인 가로 방향의 렌즈 단면 형상과 세로 방향의 렌즈 단면 형상으로 렌즈의 중앙 굴절부와 렌즈 측면인 전반사부의 단면 형상들을 포함하여 각각 설계되고,

상기 가로 방향의 렌즈 단면 형상과 상기 세로 방향의 렌즈 단면 형상에 대하여 렌즈 측면에 전반사면 형상이 설계되고,

상기 결합부는,

상기 가로 방향의 렌즈 단면 형상과 상기 세로 방향의 렌즈 단면 형상을 결합하여 3차원 자유형상 렌즈를 형성하는 것으로,

상기 설계된 렌즈 단면 형상의 중앙부에 아나모픽(Anamorphic) 렌즈 면을 적용한 중앙 굴절부를 생성하고,

제공되는 원판과 상기 설계된 렌즈 단면 형상의 내부 측면 도형을 합한 후, 상기 합한 도형을 상기 중앙 굴절부로 잘라내며,

상기 설계된 렌즈 단면 형상의 전반사 도형을 상기 중앙 굴절부로 잘라낸 도형으로 다시 잘라냄으로써 타원형의 렌즈로 결합하는 것

을 특징으로 하는 자유형상 렌즈 구현 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명의 실시예는 직사각형 조명 면 영역의 고효율 균일 조도 조명을 위한 3차원 자유형상 렌즈를 구현하는 방법과 그 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 스마트폰, 휴대용 태블릿 PC 등에 장착되는 초 소형 카메라를 위한 플래시 조명은 일반적으로 고휘도의 백색 LED를 광원으로 사용한다. 이러한 LED 광원은 기존의 제논 램프 등과 비교할 때, 전력효율이 높고 부피가 작은 장점을 가지는 반면, 광량에 제한이 있기 때문에 LED 광원이 단독으로 사용되기 보다는 높은 광속 효율과 조명 면에서의 조도 균제도를 높여주기 위한 2차 광학계가 함께 사용된다.

[0003] 2차 광학계는 도 1의 그림 (a)에 도시된 바와 같이, 둘 이상의 굴절면 및 측면의 전반사면을 포함한 자유형상 렌즈가 일반적으로 사용된다. 이러한 자유형상 렌즈의 횡단면이 회전 대칭성을 가지는 경우에는 원형의 조명을 얻을 수 있고, 보통의 4:3 비율을 갖는 촬영 영역에 대해서는 우수한 조명 성능을 얻을 수 있다.

[0004] 그러나 최근 16:9 이상의 와이드 화면에 대한 수요가 증가하면서 기존의 회전 대칭형 렌즈로는 원하는 조명 품질을 구현하는 것이 어렵게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 적당한 비율의 원통형 렌즈가 사용되거나 도 1의 그림 (b)와 같이 광축에 수직한 단면이 사각형 형태를 가지는 전반사 면을 포함한 자유형상 렌즈 등이

사용되기도 하지만, 렌즈 면 형상의 결정 과정이 경험에 의존하고 있는 수준으로서 최적화된 조명 성능의 재현성이 보장되지 않고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 상기의 문제를 해결하기 위한 것으로, LED로부터 방출되는 빛을 직사각형 영역에 높은 광속효율과 균일한 조도로 조명하기 위하여 조명 영역의 가로 및 세로 방향에 대하여 각각 최적화된 굴절면 및 전반사면이 복합된 2차원 단면 렌즈 형상을 구현하고, 두 2차원 단면 형상을 결합하여 3차원의 자유형상 렌즈를 구현함에 있어서, 렌즈의 횡 단면 형상이 타원형이 되도록 결합하는 것을 특징으로 하는 LED 조명용 렌즈를 제공한다.
- [0006] 또한, 기존의 회전 대칭형 렌즈 또는 단면 형상이 사각형이 되도록 결합한 렌즈에 비하여 높은 광속 효율과 높은 조도 균제도를 실현하는 LED 조명용 렌즈를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 조명의 조건을 설정하는 단계; 조명의 조건에 부합하면서 조명의 조명 면의 가로와 세로 방향 각각에 대해서 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계; 및 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 단계를 포함하고, 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계는 실제 조명의 폭을 기 설정된 만큼 배로 크게 설계하는 것을 특징으로 하는 자유형상 렌즈 구현 방법이 제공될 수 있다.
- [0008] 일측에 있어서, 조명의 조건을 설정하는 단계는, 조명의 광원, 조명의 조도 분포, 조명 면의 가로와 세로 비율에 대해서 설정할 수 있다.
- [0009] 또 다른 측면에 있어서, 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계는, 조명의 광원에서 방출된 광선들이 조명 면에 도달하는 위치 정보와 미리 목표로 설정한 예측 정보의 오차 값이 최소 값이 되는 렌즈 형상 계수를 구하도록 방출된 광선들을 추적하는 과정을 반복할 수 있다.
- [0010] 또 다른 측면에 있어서, 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 단계는, 설계된 렌즈 단면 형상의 중앙부에 아나모픽(Anamorphic) 렌즈 면을 적용한 중앙 굴절부를 생성하고, 제공되는 원판과 설계된 렌즈 단면 형상의 내부 측면 도형을 합한 후, 합한 도형을 중앙 굴절부로 잘라내며, 설계된 렌즈 단면 형상의 전반사 도형을 중앙 굴절부로 잘라낸 도형으로 다시 잘라냄으로써 타원형의 렌즈로 결합할 수 있다.
- [0011] 또 다른 측면에 있어서, 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 단계는 설계된 렌즈 단면 형상 중 어느 하나를 선택하여 360도 회전하여 원형 축대식 렌즈로 결합할 수 있다.
- [0012] 또 다른 측면에 있어서, 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 단계는 설계된 렌즈 단면 형상의 중앙부를 x-toroid, y-toroid 렌즈 면으로 대응 적용시켜 공통 영역을 추출한 중앙 굴절부를 획득하고, 제공되는 원판과 설계된 렌즈 단면 형상의 내부 측면 도형을 합한 후, 합한 도형을 상기 중앙 굴절부로 잘라내며, 설계된 렌즈 단면 형상의 전반사 도형을 중앙 굴절부로 잘라낸 도형으로 다시 잘라냄으로써 직사각형의 렌즈로 결합할 수 있다.
- [0013] 조명의 조건을 설정하는 설정부; 조명의 조건에 부합하면서 조명의 조명 면의 가로와 세로 방향 각각에 대해서 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 설계부; 및 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 결합부를 포함하고, 설계부는 실제 조명의 폭을 기 설정된 만큼 배로 크게 설계하는 것을 특징으로 하는 자유형상 렌즈 구현 시스템이 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명의 실시예를 통해 LED로부터 방출되는 빛을 직사각형 영역에 높은 광속효율과 균일한 조도로 조명하기 위하여 조명 영역의 가로 및 세로 방향에 대하여 각각 최적화된 굴절면 및 전반사면이 복합된 2차원 단면 렌즈 형상을 구현하고, 두 2차원 단면 형상을 결합하여 3차원의 자유형상 렌즈를 구현함에 있어서 렌즈의 횡 단면 형상이 타원형이 되도록 결합하는 것을 특징으로 하는 LED 조명용 렌즈를 제공할 수 있다.
- [0015] 또한, 조명 면의 가로 세로 비가 매우 큰 와이드 화면을 비추기 위한 조명에 있어서 기존 회전 대칭형 렌즈, 사각 결합 렌즈에 비하여 높은 광속효율과 조도 균제도를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 2차 광학계의 자유형상 렌즈의 실시예를 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 자유형상 렌즈의 구현 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 광원에서 방출되는 빛의 경로를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 조명의 배치와 빛이 도달하는 조명 면을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 가로 방향과 세로 방향으로 렌즈 단면 형상을 설계하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 타원형 결합 렌즈의 굴절부, 내부, 전반사면을 도시한 것이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 직사각형 결합 렌즈의 굴절부, 내부, 전반사면을 도시한 것이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 렌즈 결합 유형에 따라 어떻게 조합하는지 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일실시예에 있어서, 최종 타원형 결합 렌즈의 형상을 도시한 것이다.
- 도 10은 본 발명의 일실시예에 있어서, 자유형상 렌즈의 구현 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 자유형상 렌즈 구현 방법과 그 시스템에 대해서 첨부된 도면을 참조하여 자세히 설명한다.
- [0018] 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 자유형상 렌즈를 구현하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 자유형상 렌즈 구현 방법은 조명의 조건을 설정하는 단계(210), 조명 면의 가로와 세로 방향으로 각각 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 단계(220), 그리고 설계된 렌즈 단면 형상을 결합하는 단계(230)를 포함하여 3차원 자유형상 렌즈를 구현할 수 있다.
- [0019] 단계(210)에서는 조명 조건에 대해서 설정할 수 있다. 이때, 조명 조건은 광원, 렌즈와 조명이 도달하는 조명 면의 배치에 대한 설명을 포함하고, 광원에서 조명 면까지의 거리, 조명 면의 가로 세로 비율, 예컨대 16:9 정도의 보편 적인 비율 등에 대해서 설정할 수 있다.
- [0020] 단계(220)에서는 설정된 조명의 조건에 부합하면서, 조명의 조명 면 가로와 세로 방향 각각에 대해서 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계할 수 있다. 렌즈 단면 형상의 예시로 도 3을 참조할 수 있으며, 단계(220)에서는 도 3과 같은 렌즈 단면 형상이 조명 면의 가로 방향과 세로 방향 두 개로 설계될 수 있다.
- [0021] 높은 광속 효율과 높은 조도 균제도를 가지는 3차원의 자유형상 렌즈를 제공하기 위하여 본 발명은 하나의 고휘도 LED를 가지는 플래시 조명장치에 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계하는 방법에 대해서 설명한다.
- [0022] LED로부터 방출되는 빛이 LED 소자와 대향하는 제1 렌즈면(310)을 투과한 후, 상부의 제2 렌즈면(320)을 투과하여 조명 면에 도달하는 광속에 대해서, 그리고 제1 렌즈면(310)의 둘레를 수직으로 둘러싸는 원통면(330)을 투과하여 렌즈 측면의 전반사면(340)에 반사되어 제2 렌즈면(320)을 투과하여 조명 면에 도달하는 광속에 대해서 조명 면의 가로 방향에 대하여 각각 최적화된 광속 효율과 조도 균제도를 가질 수 있도록 제1 렌즈면(310), 제2 렌즈면(320) 그리고 전반사면(340)의 최적 단면 형상을 결정하도록 한다.
- [0023] 여기서, 도 4를 참조하면, 본 발명에 적용되는 LED 광원은 각도 별로 방출 특성이 있는 광원이며, 정해진 위치와 2차원 면적에 해당하는 조명 면에서 원하는 조명 성능을 획득하기 위해 렌즈 형상 단면을 최적화할 수 있다. 도 4에 도시된 요소들은 단계(210)에서 조명의 조건으로 설정되는 요소가 포함되어 있다.
- [0024] 도 5에 도시된 단면 최적화 알고리즘의 순서도를 통해 단계(220)에 대해서 자세히 설명할 수 있다. LED 광원에서 방출되고 렌즈 면을 교차하여 반사되거나 또는 굴절됨을 통해 방출된 광선들은 조명 면에 최종적으로 도달하게 된다.
- [0025] 이때, 도달된 정보, 즉 광선이 도달한 위치와, 미리 목표로 설정한 정보, 즉 광선의 도달 위치의 오차를 'Cost'라 정하고, Cost 값이 도 3을 통해 설명한 렌즈 형상 면들이 변하면서 Cost 값의 가장 최소값, 즉 렌즈 형상 계수들이 변할 수 있는 범위에서 최소 값으로 도달하기까지 광선 추적을 하여 미리 목표로 한 렌즈 성능에 최적화되도록 하는 과정을 도시하고 있다.

- [0026] 특히, 광선 추적 이후, Cost 값을 찾는 반복 과정의 초기에 Cost 값의 최소값을 찾는 과정에서 부분적 최소값을 찾는 경우가 발생할 수 있다. 이와 같은 상황을 방지하기 위하여 Cost 값을 구하는 반복 초기 횟수에서는 도 5의 좌측 하단에 기재한 것과 같이, Cost 값 계산을 정하는 구간을 확률적으로 판단하여 쉽게 변할 수 있도록 하며, 반복 횟수가 어느 정도 기 설정된 만큼 진행된 후에는 정해진 구간에서 Cost 값을 수렴시킴으로써 최소값을 구할 수 있다. 이렇게 산출해낸 최종 수렴 Cost 값의 렌즈 형상 계수가 최적화 렌즈 형상 계수가 되는 것이다.
- [0027] 실시예에 있어서, 렌즈 단면 최적화 과정에서 중요한 것은, 조명 면의 폭은 실제 조명 폭의 1.2배 내지 2배 크기에 대응하여 설계하도록 한다.
- [0028] 조명렌즈의 최적 설계에 있어서, 조명 영역의 경계에서 조도 분포를 계단형으로 분포시키는 것이 어렵기 때문에 일반적으로 광속 효율과 조도 균제도는 상충관계에 있다. 광속 효율과 조도 균제도가 가장 높도록 최적 설계된 조명 렌즈의 조도 분포는 일반적으로 중앙부는 일정하게 높은 조도를 보이나, 중앙부에서 일정 거리 이상이 되면 그 효율이 낮아지는 경향을 보인다.
- [0029] 따라서, 실제 조명되는 부분의 영역에 대해 일정하게 높은 조도를 제공하기 위해서 조명되는 영역보다 다소 큰 조명 영역에 최적화된 조명 렌즈를 제공한다면, 광속 효율은 다소 낮아질 수 있으나 조도 균제도는 매우 높일 수 있게 되기 때문에 실제 조명 면의 폭을 크게 설계한다.
- [0030] 실제 설계된 3:4 비율을 가지는 직사각형 형태 렌즈의 조명 결과에 따르면, 조명 영역에 맞게 최적화된 렌즈에 비해 120% 확대된 영역에 대하여 설계된 경우 광속 효율은 약 4% 감소한 반면, 균제도는 17.95~36.8%로 향상되며, 다른 실시예로서 1:2 비율을 가지는 경우에 대해서도 광속 효율은 거의 변화 없이 조도 균제도만 소폭 증가한다.
- [0031] 다음으로, 단계(230)에서는 단계(220)에서 설계한 렌즈 단면 형상을 결합할 수 있다. 실시예에 있어서, 조명 면의 가로와 세로 방향에 대하여 각각 최적 설계된 2차원 단면 렌즈 형상을 이용함으로써 3차원의 자유형상 렌즈를 구현해낼 수 있다.
- [0032] 조명 면의 가로와 세로 방향에 대하여 각각 최적 설계된 2차원 단면 렌즈 형상을 결합하여 3차원 형상의 자유형상 렌즈를 구현함에 있어서, 가로 및 세로 방향의 단면 형상을 정의하는 비구면 계수들을 아나모픽 함수(Anamorphic Function)를 이용하여 결합함으로써, 광축에 수직한 방향의 단면 형상을 이용한 렌즈의 형상을 구현할 수 있다.
- [0033] 렌즈의 형상을 표현하는 비구면식 함수의 정의식은 하기 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$z = \frac{C_r r^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_r) C_r^2 r^2}} + z_0 + \sum_{n=2}^N c_n r^{2n}$$

[0034]

- [0035] 또한, 아나모픽 비구면 차수를 계산하는 과정에 대해서는 수학식 2를 통해 알 수 있다.

수학식 2

B_{2n} : asymmetric, A_{2n} : symmetric

A. $C_{2ny} = 0, C_{2nx} = 0 \rightarrow A_{2n} = 0, B_{2n}$: Nontrivial number

B. $C_{2ny} \neq 0, C_{2nx} = 0 \rightarrow B_{2n} = 1, A_{2n} = C_{2nx} / 2^n$

C. $C_{2ny} = 0, C_{2nx} \neq 0 \rightarrow B_{2n} = -1, A_{2n} = C_{2nx} / 2^n$

D. $C_{2ny} \neq 0, C_{2nx} \neq 0$

$$\begin{cases} n: \text{even} & B_{2n} = \frac{1 + \sqrt[n]{\alpha_{2n}}}{1 \pm \sqrt[n]{\alpha_{2n}}}, A_{2n} = \frac{C_{2nx}}{(1 - B_{2n})^n}, \alpha_{2n} = \frac{C_{2nx}}{C_{2ny}} \geq 0 \\ n: \text{odd} & B_{2n} = \frac{1 - \sqrt[n]{\alpha_{2n}}}{1 + \sqrt[n]{\alpha_{2n}}}, A_{2n} = \frac{C_{2nx}}{(1 - B_{2n})^n}, \alpha_{2n} = \frac{C_{2nx}}{C_{2ny}} \end{cases}$$

[0036]

[0037] 비구면 계수를 수학식 1의 아나모픽 함수에 대응시키는 과정은 수학식 3에 나타내고 있다.

수학식 3

$$z = \frac{C_x x^2 + C_y y^2}{1 + \sqrt{1 - [(1 + k_x) C_x^2 x^2 + (1 + k_y) C_y^2 y^2]}} + z_0 + \sum_{n=2}^N A_{2n} [(1 - B_{2n}) x^2 + (1 + B_{2n}) y^2]^n$$

[0038]

[0039] 수학식 2와 수학식 3을 참조하여 설명하면, 먼저, 수학식 2에서 구면 계수 C_x, C_y 와 K_x, K_y 는 단면 설계된 계수들을 직접 대입 한다. 그리고 우변에 아나모픽 비구면 차수(B_{2n} : asymmetric, A_{2n} : symmetric) 항은 수학식 2를 참조하여 조건에 따라 적절한 변환식을 적용함으로써 A_{2n}, B_{2n} 를 구하고, 아나모픽 면에 적용한다.

[0040] 렌즈 단면 형상을 결합하는 방법은 본 발명에서 세 가지를 제안할 수 있다. 두 가지 축에 대해서 첫 번째로 원형 축대칭 결합 방식으로 렌즈 단면 형상을 결합할 수 있다. 원형 축대칭 결합 방식은 최적화 설계된 렌즈 단면 형상 중에 어느 하나를 선택하여 360도 회전시키면 원형의 3차원 자유형상 렌즈가 구현될 수 있다. 따라서 원형 3차원 자유형상 렌즈는 두 가지 방식으로 구현될 수 있다.

[0041] 두 번째로, 타원형 결합 렌즈를 다양하게 도시하고 있는 도 6을 참조하여 타원형 결합 방식에 대해서 설명하면, 렌즈의 중앙부에 아나모픽 렌즈 면을 적용하고, 최적화 설계된 가로, 세로 방향의 렌즈 단면 형상의 중앙부 정보들을 대응하여 적용시킨다. 그림 (a)는 타원형 결합 렌즈의 중앙 굴절부 프레임과 그 형상 면을 도시하고 있다. 그림 (b)의 타원형 결합 렌즈의 내부 측면의 프레임과 그 형상 면이나 그림 (c)에 도시된 타원형 결합 렌즈 전반사면의 프레임과 형상 면 또한 앞서 설명한 방식을 통해서 형성될 수 있다.

[0042] 세 번째로, 직사각형 결합 방식은 도 7을 참조하여 설명하는데, 렌즈 중앙부에 최적화된 렌즈 단면 형상의 중앙부 정보들을 대응하여 그림 (a)의 좌측 도면의 x-toroid, y-toroid 렌즈 면으로 적용시킨다. 이후, 공통 영역

에 대하여 그림 (a)의 우측 도면과 같은 중앙 굴절부를 추출할 수 있다. 다시 설명하면, 이와 같은 중앙 굴절부는 두 렌즈의 공통 영역을 추출함으로써 획득할 수 있다.

[0043] 직사각형 결합 방식 또한 마찬가지로 그림 (b)의 직사각형 결합 렌즈의 내부 측면의 프레임과 그 형상 면도 상기와 같은 방법을 통해 얻을 수 있으며, 그림 (c)의 전반사면의 렌즈 면도 마찬가지이다.

[0044] 도 8은 본 발명의 실시예에 있어서, 렌즈 결합 유형에 따라 어떤 조합 방식을 이용하는지 설명하기 위한 도면이다. 도시된 바와 같이, 최종 렌즈 형상은 전반사면 도형(810)을 깎는 형태로 나타나는데, 원판 도형(820)과 내부측면 도형(830)을 결합한 도형을 중앙 굴절부 도형(840)으로 잘라낸다. 그런 다음, 정해진 위치에서 전반사면 도형(810)을 상기에 중앙 굴절부 도형(840)으로 잘라낸 원판 도형(820)과 내부측면 도형(830)의 결합 도형으로 다시 한 번 잘라내면, 최종적인 렌즈(850)가 형성될 수 있다.

[0045] 본 발명의 실시예는 렌즈의 광축에 수직한 방향의 단면 형상이 일반적인 회전 대칭형 렌즈와 달리 타원형상을 가지게 함으로써 조명의 분포가 상하, 또는 좌우로 퍼지게 만들도록 하며, 기존의 회전 대칭형 렌즈 또는 사각형 단면을 가지는 자유형상 렌즈와 비교하여 높은 광속효율과 높은 조도 균제도를 가지는 렌즈를 형성할 수 있다.

[0046] 이에 따라 도 9는 본 발명의 실시예에 있어서, 최종적으로 도출되는 타원형의 3차원 자유형상 렌즈를 도시한 것이다. 그림 (a)는 프레임 단면을 나타낸 것이며, 그림 (b)는 3차원의 형상 면을 도시하고 있다. 도 9에 따른 타원형의 자유형상 렌즈의 단면은 광축에 수직 단면인 타원형으로 나타남을 볼 수 있다.

[0047] 도 10은 본 발명의 실시예에 있어서, 자유형상 렌즈 구현 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이다. 도 10의 시스템(1000)은 도 2를 통해 설명한 자유형상 렌즈 구현 방법이 수행되기 위한 시스템으로 작용할 수 있으며, 각 단계는 시스템(1000) 구성에 의해서 수행될 수 있다.

[0048] 설정부(1010)는 렌즈를 구현하는 조명의 조건을 설정할 수 있다. 이때, 조명 조건은 광원, 렌즈와 조명이 도달하는 조명 면의 배치에 대한 설명을 포함하고, 광원에서 조명 면까지의 거리, 조명 면의 가로 세로 비율, 예컨대 16:9 정도의 보편적인 비율 등에 대해서 설정할 수 있다.

[0049] 설계부(1020)는 설정된 조명의 조건에 부합하면서 조명 면의 가로와 세로 방향 각각에 대해서 최적화된 렌즈 단면 형상을 설계할 수 있다.

[0050] 앞서 설명한 바와 같이, 렌즈 단면 형상의 최적화 과정은 도 5에 도시된 단면 최적화 알고리즘의 순서도를 통해 설명할 수 있다. LED 광원에서 방출되고 렌즈 면을 교차하여 반사되거나 또는 굴절됨을 통해 방출된 광선들은 조명 면에 최종적으로 도달하게 된다.

[0051] 여기서, 도달된 정보, 즉 광선이 도달한 위치에 대한 정보와, 미리 목표로 설정한 정보, 즉 광선의 도달 위치 정보와의 오차를 'Cost'라 정하고, Cost 값이 렌즈 형상 면들, 도 3의 제1 렌즈면(310), 제2 렌즈면(320), 그리고 전반사면(340)이 변하면서 Cost 값의 가장 최소값, 즉 렌즈 형상 계수들이 변할 수 있는 범위에서 최소값으로 도달하기까지 광선 추적에 하여 미리 목표로 한 렌즈 성능에 최적화되도록 한다.

[0052] 특히, 광선 추적 이후, Cost 값을 찾는 반복 과정의 초기에 Cost 값의 최소값을 찾는 과정에서 부분적 최소값을 찾는 경우가 발생할 수 있다. 이와 같은 상황을 방지하기 위하여 Cost 값을 구하는 반복 초기 횟수에서는 도 5의 좌측 하단에 기재한 것과 같이, Cost 값 계산을 정하는 구간을 확률적으로 판단하여 쉽게 변할 수 있도록 하며, 반복 횟수가 어느 정도 기 설정된 만큼 진행된 후에는 정해진 구간에서 Cost 값을 수렴시킴으로써 최소값을 구할 수 있다. 이렇게 산출해낸 최종 수렴 Cost 값의 렌즈 형상 계수가 최적화 렌즈 형상 계수가 되는 것이며, 최적화 렌즈 형상이 조명 면의 가로 방향, 세로 방향으로 두 개가 형성될 수 있다.

[0053] 실시예에 있어서, 렌즈 단면 최적화 과정에서 중요한 것은, 조명 면의 폭은 실제 조명 폭의 1.2배 내지 2배 크기에 대응하여 설계하도록 한다. 이는 실제 조명되는 부분의 영역에 대해 일정하게 높은 조도를 제공하기 위해서 조명되는 영역보다 다소 큰 조명 영역에 최적화된 조명 렌즈를 제공한다면, 광속 효율은 다소 낮아질 수 있으나 조도 균제도는 매우 높일 수 있게 되기 때문이다.

[0054] 결합부(1030)는 설계된 렌즈 단면 형상을 결합할 수 있다.

[0055] 결합부(1030)에서 렌즈 단면 형상을 결합하는 방법에 대해서 세 가지를 제안할 수 있다. 먼저, 두 가지 축에 대해서 첫 번째로 원형 축대칭 결합 방식으로 렌즈 단면 형상을 결합할 수 있다. 원형 축대칭 결합 방식은 최적화 설계된 렌즈 단면 형상 중에 어느 하나를 선택하여 360도 회전시키면 원형의 3차원 자유형상 렌즈가 구현

될 수 있다.

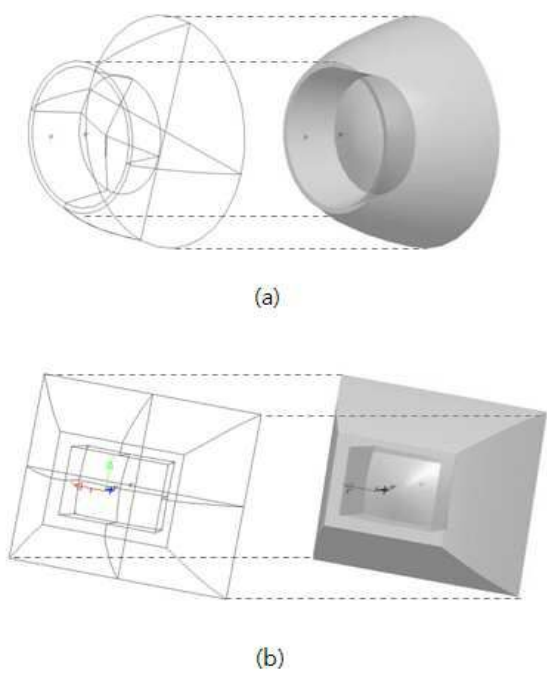
- [0056] 두 번째로, 타원형 결합 방식에 대해서 설명하면, 렌즈의 중앙부에 아나모픽 렌즈 면을 적용하고, 최적화 설계된 가로, 세로 방향의 렌즈 단면 형상의 중앙부 정보들을 대응하여 적용시킨다. 도 6을 참조하면, 그림 (a)는 타원형 결합 렌즈의 중앙 굴절부 프레임과 그 형상 면을 도시하고 있다. 그림 (b)의 타원형 결합 렌즈의 내부 측면의 프레임과 그 형상 면이나 그림 (c)에 도시된 타원형 결합 렌즈 전반사면의 프레임과 형상 면 또한 앞서 설명한 방식을 통해서 형성될 수 있다.
- [0057] 세 번째로, 직사각형 결합 방식은 도 7을 참조하여 설명하는데, 렌즈 중앙부에 최적화된 렌즈 단면 형상의 중앙부 정보들을 대응하여 그림 (a)의 좌측 도면의 x-toroid, y-toroid 렌즈 면으로 적용시킨다. 이후, 공통 영역에 대하여 그림 (a)의 우측 도면과 같은 중앙 굴절부를 추출할 수 있다. 따라서, 이와 같은 중앙 굴절부는 두 렌즈의 공통 영역을 추출함으로써 획득할 수 있다.
- [0058] 직사각형 결합 방식 또한 마찬가지로 그림 (b)의 직사각형 결합 렌즈의 내부 측면의 프레임과 그 형상 면, 그림 (c)의 전반사면의 렌즈 면도 상기와 같은 방법을 통해 얻을 수 있다.
- [0059] 본 발명의 실시예는 타원형 결합 방식을 선택한다. 렌즈의 광축에 수직한 방향의 단면 형상이 일반적인 회전대칭형 렌즈와 달리 타원형상을 가지게 함으로써 조명의 분포가 상하, 또는 좌우로 퍼지게 만들도록 하고, 기존의 회전대칭형 렌즈 또는 사각형 단면을 가지는 자유형상 렌즈와 비교하여 높은 광속효율과 높은 조도 균제도를 가지는 렌즈를 형성할 수 있다.
- [0060] 따라서 본 발명의 실시예를 통해 LED로부터 방출되는 빛을 직사각형 영역에 높은 광속효율과 균일한 조도로 조명하기 위하여 조명 영역의 가로 및 세로 방향에 대하여 각각 최적화된 굴절면 및 전반사면이 복합된 2차원 단면 렌즈 형상을 구현하고, 두 2차원 단면 형상을 결합하여 3차원의 자유형상 렌즈를 구현함에 있어서 렌즈의 횡단면 형상이 타원형이 되도록 결합하는 LED 조명용 렌즈를 제공할 수 있다.
- [0061] 실시예에 따른 자유형상 렌즈 구현 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0062] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0063] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

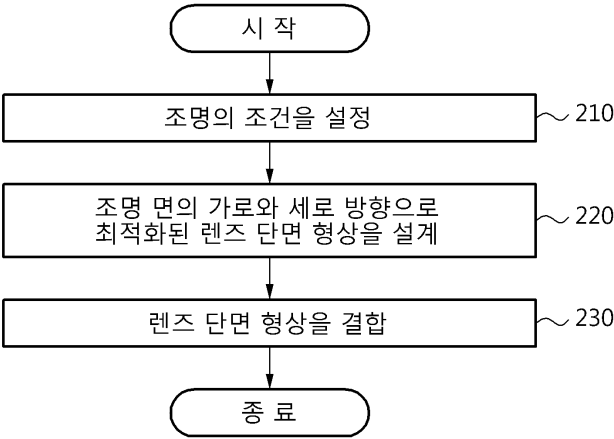
- [0064] 1000: 자유형상 렌즈 구현 시스템
1010: 설정부
1020: 설계부
1030: 결합부

도면

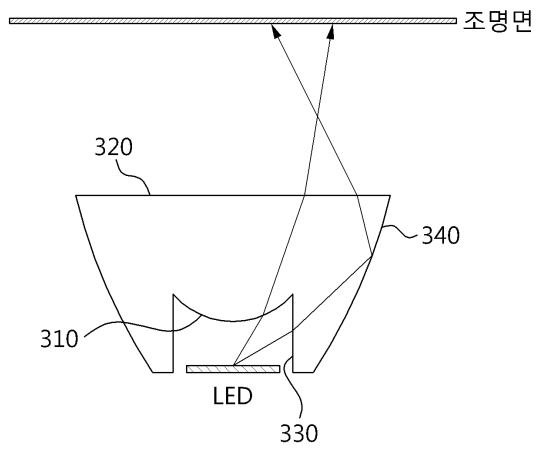
도면1



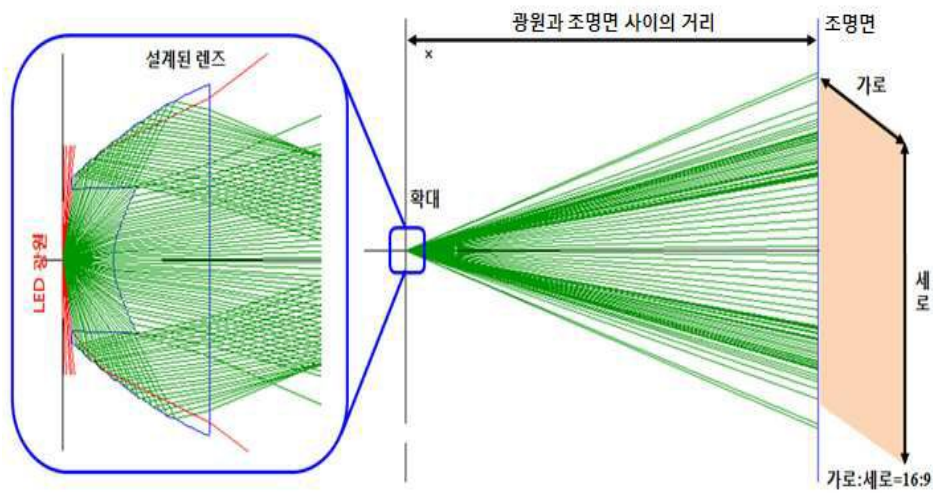
도면2



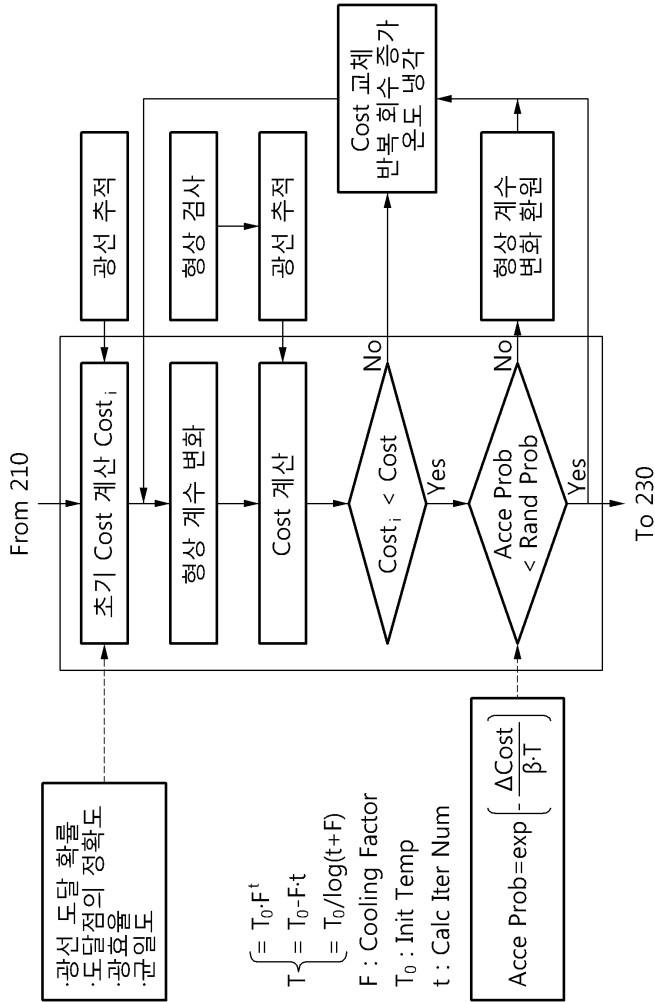
도면3



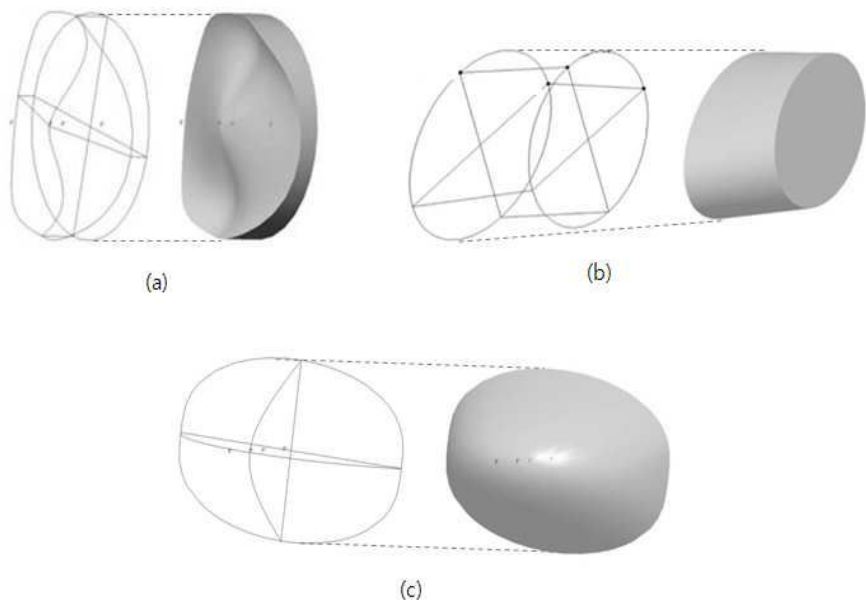
도면4



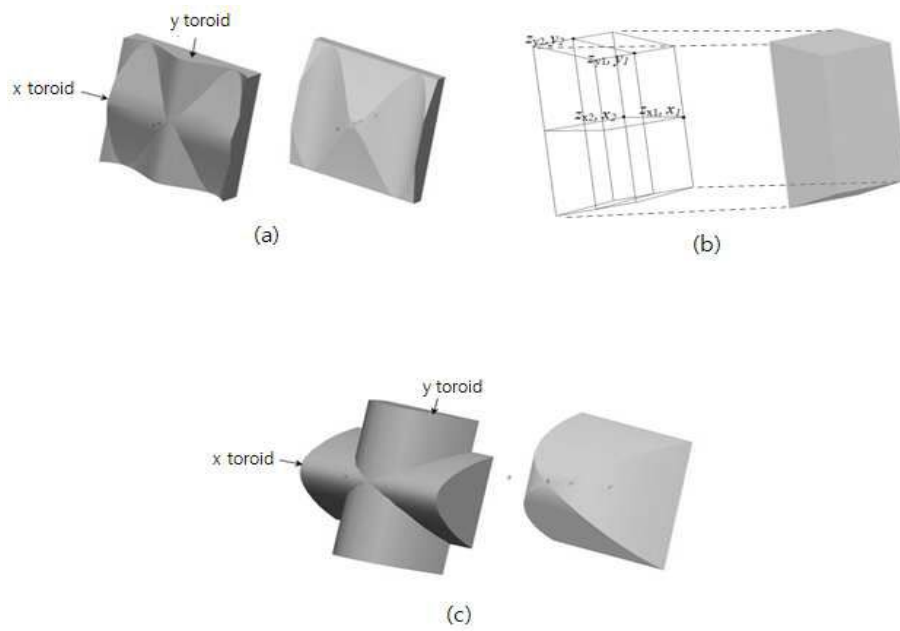
도면5



도면6

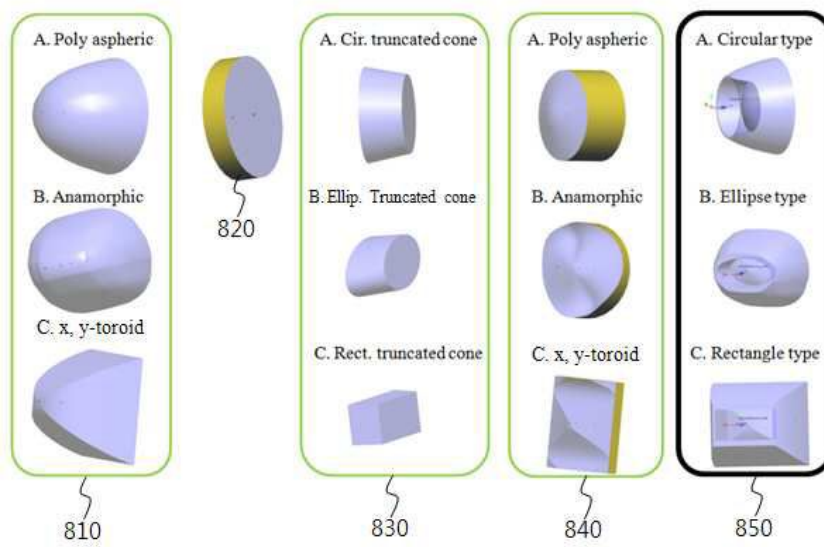


도면7

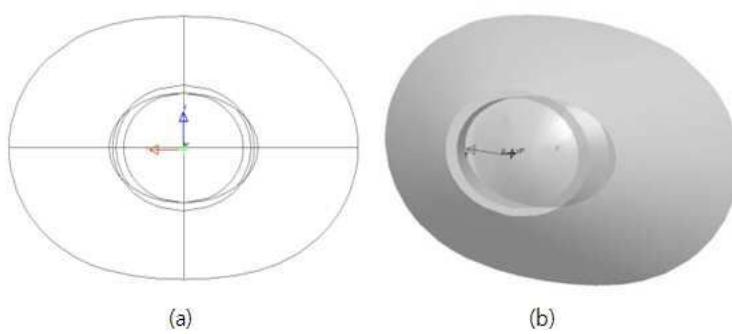


도면8

도형1 - [(원판 + 도형2) - 도형3] = 렌즈



도면9



도면10

