



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월27일
(11) 등록번호 10-2115544
(24) 등록일자 2020년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 3/0037 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0116256
(22) 출원일자 2018년09월28일
심사청구일자 2018년09월28일
(65) 공개번호 10-2020-0036514
(43) 공개일자 2020년04월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050052509 A*
KR1020120123409 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)와이앤지
경기도 용인시 기흥구 구성로 357, 비동 9층 901호-905호(청덕동, 용인테크노밸리)
(72) 발명자
오은송
경기도 용인시 수지구 진산로34번길 24, 103동 1104호 (풍덕천동, 수지진산마을푸르지오)
양대웅
대구광역시 달서구 상화로 380, 402동 407호 (상인동, 장미아파트)
송호영
경기도 수원시 팔달구 권광로 243, 208동 502호 (인계동, 레미안노블클래스)
(74) 대리인
특허법인 이노

전체 청구항 수 : 총 4 항

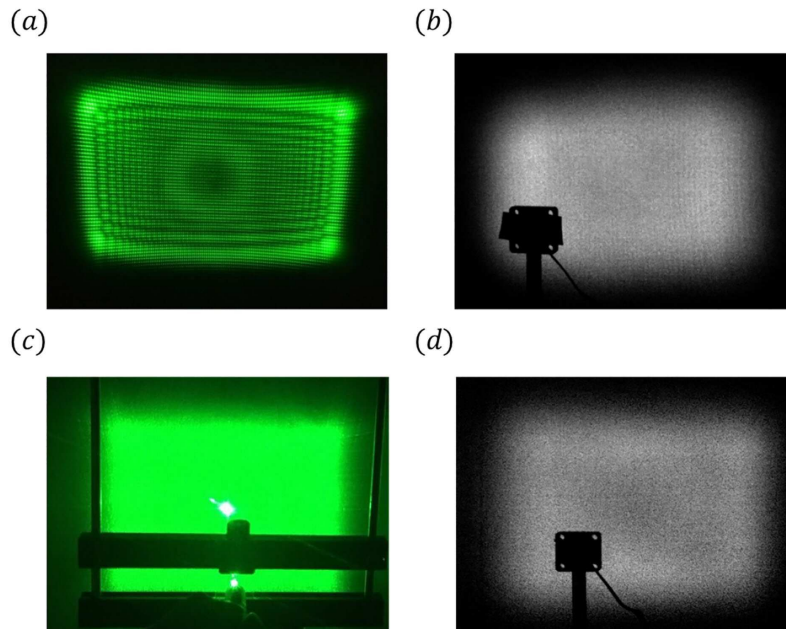
심사관 : 조지은

(54) 발명의 명칭 **균질성 및 효율성 향상을 위한 잭 필링형 마이크로렌즈 어레이**

(57) 요약

본 발명은 상기 광학 기관의 일면에 기본 렌즈 및 서브 렌즈로 구분되어 배열된 잭 필링형 마이크로렌즈 어레이로서, 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈는 각각의 밑면 형상이 다각형, 원형, 타원형 또는 비정형 중 어느 하나로 동형 또는 이형이고, 하기 식(1)의 새그 프로파일(sag profile)을 만족하는 비구면형상이되, 상기 기본 렌즈 및 서

(뒷면에 계속)
대표도 - 도1



브 렌즈는 하기 식(2)와 같이 피치 크기 및 새그값의 비율이 동일하며, 상기 기본 렌즈는 무작위로 배치되어, 인접한 기본 렌즈 사이 겹치는 부분이 있고, 상기 기본 렌즈 사이 개구부의 x, y축 방향 최대 길이는 상기 기본 렌즈 x, y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%이며, 상기 서브 렌즈는 상기 개구부에 배치되며, 인접한 기본 렌즈 및 서브 렌즈와 겹치는 부분의 x, y축 방향 최대 길이는 상기 서브 렌즈의 x, y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%인 것에 특징이 있는 갭 필링형 마이크로렌즈 어레이에 관한 것이다.

식(1)

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}}$$

z : 단일 렌즈의 X,Y 위치에 대한 높이값(새그값)

c : 단일 렌즈의 축별 곡률 (x-curvature, y-curvature)

k : 단일 렌즈의 비구면 계수 (conic constant)

$$r: \sqrt{X^2 - Y^2}$$

식(2)

$$S_{sub} = (S_{base} \cdot Z_{sub}) / Z_{base}$$

S_{sub} : 기본 렌즈의 최대 피치값(최대 직경)

S_{base} : 서브 렌즈의 최대 피치값(최대 직경)

Z_{sub} : 기본 렌즈의 새그값

Z_{base} : 서브 렌즈의 새그값

명세서

청구범위

청구항 1

광학 기관;

상기 광학기관의 일면에 기본 렌즈 및 서브 렌즈로 구분되어 배열된 겹 필링형 마이크로렌즈 어레이로서,

상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈는 각각의 밑면 형상이 다각형, 원형, 타원형 또는 비정형 중 어느 하나로 동형 또는 이형이고, 하기 식(1)의 새그 프로파일(sag profile)을 만족하는 비구면형상이되,

상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈는 하기 식(2)와 같이 피치 크기 및 새그값의 비율이 동일하며,

상기 기본 렌즈는 하기 식(3)에 의한 무작위 배치되고,

상기 기본 렌즈는 인접한 기본 렌즈와 X, Y축 방향 최대 피치 크기의 1~ 20% 겹치는 일부분이 있으며,

상기 기본 렌즈 사이 개구부의 X,Y축 방향 최대 길이는 상기 기본 렌즈 X,Y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%이며

상기 서브 렌즈는 상기 개구부에 배치되되, 인접한 기본 렌즈 및 서브 렌즈와 겹치는 부분의 X, Y축 방향 최대 길이는 상기 서브 렌즈의 X,Y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%이고, 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 중첩되는 부분의 새그값은 가장 높은 값의 새그값을 갖는 것에 특징이 있는 겹 필링형 마이크로렌즈 어레이.

식(1)

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}}$$

z : 단일 렌즈의 X,Y 위치에 대한 높이값(새그값)

c : 단일 렌즈의 축별 곡률 (x-curvature, y-curvature)

k : 단일 렌즈의 비구면 계수 (conic constant)

$$r: \sqrt{X^2 - Y^2}$$

식(2)

$$S_{sub} = (S_{base} \times Z_{sub}) / Z_{base}$$

S_{sub} : 기본 렌즈의 최대 피치값(최대 직경)

S_{base} : 서브 렌즈의 최대 피치값(최대 직경)

Z_{sub} : 기본 렌즈의 새그값

Z_{base} : 서브 렌즈의 새그값

식(3)

$$P(i, j) = [P_x(i, j), P_y(i, j)],$$

$$P_x(i, j) = P_{Rx}(i, j) + \text{rand}([-P_{mx}, P_{mx}]) \times D,$$

$$P_y(i, j) = P_{Ry}(i, j) + \text{rand}([-P_{my}, P_{my}]) \times D,$$

i 및 j : 각각 행 및 열 인덱스

$P(i, j)$: 각각 수평 성분 $P_x(i, j)$ 및 수직 성분 $P_y(i, j)$ 로 구분

$P_{Rx}(i, j)$, $P_{Ry}(i, j)$: 개구부 없고 겹치는 부분이 없는 연속적인 배열인 규칙적인 배열의 MLA에 대한 기본 렌즈의 원래 좌표를 나타내며, P_{mx} 및 P_{my} 는 무작위 계수의 제한이며 D 는 기본 렌즈의 개구부 길이 비

D : 0.01~0.2

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 다각형 밑면은 직사각형 또는 정사각형인 것에 특징이 있는 갭 필링형 마이크로 렌즈 어레이.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기본 렌즈 또는 서브 렌즈에서 동일한 렌즈의 겹치는 부분의 새그값은 겹친 기본 렌즈 중 어느 하나의 값인 것에 특징이 있는 갭 필링형 마이크로렌즈 어레이.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기본 렌즈의 개구부는 상기 서브 렌즈로 완전히 채워져서 남은 개구부가 없는 것에 특징이 있는 갭 필링형 마이크로렌즈 어레이.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 임의의 광원과 결합되어 작동하는 균질성 및 효율성 향상을 위한 갭 필링형 마이크로렌즈 어레이에 관한 것으로, 기본렌즈 및 서브렌즈로 구분되며, 기본 렌즈의 임의배열과 임의배열에 의한 중첩된 부분 및 중첩되지 않은 개구부에 있어서, 상기 개구부를 동일한 형상의 크기가 작은 서브렌즈로 채운 것에 특징이 있는 균질성 및 효율성 향상을 위한 갭 필링형 마이크로 렌즈 어레이에 관한 것이다.

[0002]

배경 기술

[0003] 레이저 빔의 균질화(homogeneity)는 레이저 재료 가공의 다양한 분야뿐만 아니라 레이저 측정 기술 및 분석에서도 중요한 문제이다. 레이저 빔 균질화 기술은 일반적으로 복잡한 위상 함수를 가진 회절광학소자(DOE), 비구면 렌즈(aspheric lens), 다각형 균질 막대(polygon homogenized rod), 마이크로 광학 요소 그룹(micro optic-element groups) 등을 이용한다. 비구면 렌즈 및 회절광학소자(DOE)는 일반적으로 가우시안 광원에서 플랫폼 분포를 생성하는 데 사용된다.

- [0004] 그러나, 이들 광학 소자는 입사광의 정렬 상태에 있어서 매우 작은 공차범위를 갖는다. 상기 약점을 극복하기 위해 다각형 균질 막대(polygon homogenized rod)는 고투과율 및 균일 분포된 출력광을 생성하는 요소로 한 지점에서 다른 지점으로 빛을 전송하면서 평면형 분포를 생성하기 위한 대체품으로 인정된다. 다각형 균질 막대(polygon homogenized rods)를 사용하는 성형 성능(shaping performance)은 입사 강도 분포와 무관하다. 그러나 다른 광학 소자에 비해 전송 효율이 낮다.
- [0005] 일반적으로, 마이크로렌즈 어레이(Micro-Lens Array, MLA)는 위상 함수, 비구면 렌즈 및 다각형 균질 막대의 상기 언급된 한계를 해결하는 데 적합하다. 또한, 회절광학소자(DOE)와 비교하여, 마이크로렌즈어레이(Micro-Lens Array, MLA)는 미광(stray light)이 적고 0차 회절 차수(zero diffraction order)가 없기 때문에, 원하는 출력 이미지 내에서 강도를 분배하는 데 큰 이점이 있다.
- [0006] 첫째, 마이크로렌즈 어레이(Micro-Lens Array, MLA)는 레이저 소스와 같은 입사광의 파장에 덜 민감하다. 둘째, 이러한 시스템은 입구 강도 프로파일(entrance intensity profile) 및 위상(phase)에서 쉽게 작동될 수 있다. 수직형 표면 방출 레이저(VCSEL)는 물론 레이저 다이오드(LD)에서도 사용이 용이하다.
- [0007] 부가적인 광학 요소가 필요 없기 때문에 광학 패키지의 소형 크기가 달성될 수 있다. 마지막으로, 마이크로렌즈 어레이의 굴절 작용 원리 때문에, MLA 시스템은 매우 높은 효율을 제공하고 큰 조명 각도(illumination angle)에 만족한다.
- [0008] 도 1는 MLA를 통한 출력 빔의 측정된 강도 분포에 관한 것으로 (a) LD, (b) VCSEL의 정규배열 MLA에 관한 것이다. 최근 마이크로렌즈 어레이 시스템은 VCSEL과 정규배열 MLA로 구성된다. 그러나, 상기 정규배열 MLA는 주기적인 MLA의 구조로 인해, VCSEL에서 수평 및 수직 스트라이프 잡음을 발생시킨다. 이 현상은 LD가 광원으로 적용될 때도 원치 않는 날카로운 강도 피크를 발생시킨다. 스트라이프 및 샤프 강도 피크는 센서 모듈에서 노이즈로 인식되는 요소이다.
- [0009] 상기와 같은 문제점을 이유로, 랜덤배열 MLA과 같이 무작위로 분포된 MLA는 마이크로 광학의 많은 분야에서 보편적으로 사용된다. 도 1는 MLA를 통한 출력 빔의 측정된 강도 분포에 관한 것으로 (c)LD 및 (d)VCSEL의 랜덤배열 MLA에 관한 도면이다.
- [0010] 통상 무작위로 분포된 MLA는 단위 렌즈의 임의의 위치 때문에 비주기성을 갖는다. 결과적으로, 출력 강도의 분포는 높은 균일성을 갖는다. 그러나, 상기 무작위 분포 마이크로렌즈 어레이 구조는 일반 MLA와 비교하여 약 30%의 효율성을 감소시킨다. 따라서, 무작위로 분산된 MLA를 사용하기 위해서는 단위렌즈 간의 높이 차이와 낮은 충전율을 극복하여야 한다..
- [0011] WO2017/204748(Microlens Array Diffusers)는 개별 렌즈의 위치가 다소 규칙적인 거의 동일한 렌즈 크기를 기반으로 일정한 범위 안에서 랜덤 배치가 되어 있고, 블록 형태의 배치가 아닌 각 개별 렌즈가 보이는 성능이 모두 다르기에 제품의 반복성(Repeatability)의 문제가 발생할 수 있으며, 설계의 복잡성에 의해서 재설계 및 추가 성능의 최적화 작업에 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 균질성 향상 및 효율 유지를 위해 랜덤 배열된 기본렌즈의 중첩되지 않은 개구부인 빈 공간을 서브렌즈로 충전시키는 갭 필링형 마이크로 렌즈 어레이를 제공하는 데 있다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 목적은 기존의 정규배열 MLA에 비해 균질성을 향상시키고, 랜덤배열 MLA보다 효율이 30% 향상된 갭 필링형 마이크로 렌즈 어레이를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 상기 광학 기관의 일면에 기본 렌즈 및 서브 렌즈로 구분되어 배열된 갭 필링형 마이크로렌즈 어레이로서, 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈는 각각의 밀면 형상이 다각형, 원형, 타원형 또는 비정형 중 어느 하나로 동형 또는 이형이고, 하기 식(1)의 새그 프로파일(sag profile)을 만족하는 비구면형상이되, 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈는 하기 식(2)와 같이 피치 크기 및 새그값의 비율이 동일하며, 상기 기본 렌즈는 무작위로 배치되어, 인접한 기본 렌즈 사이 겹치는 부분이 있고, 상기 기본 렌즈 사이 개구부

의 X,Y축 방향 최대 길이는 상기 기본 렌즈 X,Y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%이며, 상기 서브 렌즈는 상기 개구부에 배치되며, 인접한 기본 렌즈 및 서브 렌즈와 겹치는 부분의 X,Y축 방향 최대 길이는 상기 서브 렌즈의 X,Y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%인 것에 특징이 있는 겹 필링형 마이크로렌즈 어레이에 관한 것이다.

[0018] 식(1)

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}}$$

[0019]

[0020] z : 단일 렌즈의 X,Y 위치에 대한 높이값(새그값)

[0021] c : 단일 렌즈의 축별 곡률 (x-curvature, y-curvature)

[0022] κ : 단일 렌즈의 비구면 계수 (conic constant)

$$r: \sqrt{X^2 - Y^2}$$

[0023]

[0025] 식(2)

$$S_{sub} = (S_{base} \cdot Z_{sub}) / Z_{base}$$

[0027] S_{sub} : 기본 렌즈의 최대 피치값(최대 직경)

[0028] S_{base} : 서브 렌즈의 최대 피치값(최대 직경)

[0029] Z_{sub} : 기본 렌즈의 새그값

[0030] Z_{base} : 서브 렌즈의 새그값

[0032] 또한 본 발명은 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 다각형 밑면은 직사각형 또는 정사각형인 것에 특징이 있는 겹 필링형 마이크로렌즈 어레이를 제공한다.

[0033] 또한 본 발명은 상기 기본 렌즈 또는 서브 렌즈에서 동일한 렌즈의 겹치는 부분의 새그값은 겹친 기본 렌즈 중 어느 하나의 값인 것에 특징이 있는 겹 필링형 마이크로렌즈 어레이를 제공한다.

[0034] 또한 본 발명은 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 상호 겹치는 부분에서 서브 렌즈의 새그값이 기본 렌즈의 새그값보다 큰 부분의 새그값은 서브 렌즈의 새그값을 갖고, 반대로 기본 렌즈의 새그값이 서브 렌즈의 새그값보다 큰 부분의 새그값은 기본 렌즈의 새그값을 갖는 것에 특징이 있는 겹 필링형 마이크로렌즈 어레이를 제공한다.

[0035] 또한 본 발명은 상기 기본 렌즈의 개구부는 상기 서브 렌즈로 완전히 채워져서 남은 개구부가 없는 것에 특징이 있는 겹 필링형 마이크로렌즈 어레이를 제공한다.

발명의 효과

[0037] 본 발명은 랜덤배열된 기본렌즈의 중첩되지 않은 개구부인 빈 공간을 서브렌즈로 충전시키는 겹 필링형 마이크로 렌즈 어레이는 기존의 정규 및 랜덤배열 마이크로렌즈 어레이에 비해 균질성 향상 및 약 30%정도 효율 향상의 효과가 있다.

[0038] 본 발명의 또 다른 목적은 기존의 정규배열 MLA에 비해 균질성을 향상시키고, 랜덤배열 MLA보다 효율이 30% 향상된 겹 필링형 마이크로 렌즈 어레이를 제공하는 데 있다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1는 MLA를 통한 출력 빔의 측정 된 강도 분포에 관한 것으로 (a) LD, (b) VCSEL의 정규배열 MLA 및 (c) LD 및 (d) VCSEL의 랜덤배열 MLA에 관한 도면이다.

도 2은 본 발명의 겹 필링형 마이크로렌즈 어레이에 관한 것으로 (a) 서브 렌즈를 삽입하여 100% 겹 필링된 디

자인과 (b) 단면도이다.

도 3은 본 발명의 기본 렌즈(Base lens)와 서브 렌즈(Sub lens)의 중첩된 경우 단면형상을 보여주는 도면이다

도 4는 두 가지 유형의 설계로 제작된 샘플으로 (a) 기본렌즈가 무작위로 분산된 MLA, (b) 기본렌즈가 무작위로 분산되고 빈 공간이 서브 렌즈로 인해 충전된 MLA에 관한 도면이다.

도 5는 (a) 기본렌즈가 무작위로 분산된 MLA, (b) 기본렌즈가 무작위로 분산되고 빈 공간이 충전된 MLA의 출력 시뮬레이션에 대한 도면이다.

도 6은 VCSEL을 이용한 빔 정형(beam shaping) 및 X,Y축 프로파일의 출력 강도 분포 실험 결과에 대한 것으로 (a) 기본렌즈가 규칙적으로 배열된 MLA (b) 기본렌즈가 무작위로 분산된 MLA (c) 기본렌즈가 무작위로 분산된 MLA의 빈 공간이 서브렌즈로 충전된 MLA에 대한 도면이다.

도 7은 본 발명의 기본 렌즈(Base lens)와 서브 렌즈(Sub lens)의 중첩된 경우 단면형상을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 이하 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 우선, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

[0042] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 '약', '실질적으로' 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본 발명의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.

[0043] 본 발명은 광학 기관; 및 상기 광학기관의 일면에 기본 렌즈 및 서브 렌즈로 구분되어 배열된 깎 필링형 마이크로렌즈 어레이에 관한 것으로,

[0044] 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈는 각각의 밑면 형상이 다각형, 원형, 타원형 또는 비정형 중 어느 하나로 동형 또는 이형이고 하기 식(1)의 새그 프로파일(sag profile)을 만족하는 비구면형상을 갖는다.

[0045] 상기 다각형은 직사각형 또는 정사각형이 바람직하나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0047] 식(1)

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}}$$

[0048]

[0049] z : 단일 렌즈의 X,Y 위치에 대한 높이값(새그값)

[0050] c : 단일 렌즈의 축별 곡률 (x-curvature, y-curvature)

[0051] k : 단일 렌즈의 비구면 계수 (conic constant)

$$r: \sqrt{X^2 - Y^2}$$

[0052]

[0054] 또한 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈는 하기 식(2)와 같이 피치 크기 및 새그값의 비율이 동일하다.

[0056] 식(2)

$$S_{sub} = (S_{base} \times Z_{sub}) / Z_{base}$$

[0058] S_{sub} : 기본 렌즈의 최대 피치값(최대 직경)

[0059] S_{base} : 서브 렌즈의 최대 피치값(최대 직경)

[0060] Z_{sub} : 기본 렌즈의 새그값

- [0061] Z_{base} : 서브 렌즈의 새그값
- [0063] 상기 기본 렌즈는 무작위로 배치된다. 다만, 기본 렌즈 사이에 개구부의 X, Y축 방향 최대 길이는 상기 기본 렌즈 X,Y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%이며, 반대로 상기 기본 렌즈 X, Y축 방향 최대 피치 크기의 1~ 20% 겹치는 부분이 생길 수 있다.
- [0064] 이때 겹치는 부분의 새그값은 2배의 새그값이 아닌 1배의 새그값을 가진다. 즉, 상기 기본 렌즈 또는 서브 렌즈에서 동일한 렌즈의 겹치는 부분의 새그값은 겹친 기본 렌즈 중 어느 하나의 값이다.
- [0065] 이어서 상기 서브 렌즈는 상기 개구부에 배치된다. 이때 인접한 기본 렌즈 및 서브 렌즈와 겹치는 부분의 X,Y축 방향 최대 길이는 상기 서브 렌즈의 X,Y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%로 한정된다.
- [0066] 기본적으로 상기 기본 렌즈는 식 (3)과 같은 랜덤 배열을 갖는다.
- [0068] 식(3)
- [0069] $P(i, j) = [P_x(i, j), P_y(i, j)]$,
- [0070] $P_x(i, j) = P_{Rx}(i, j) + \text{rand}([-P_{mx}, P_{mx}]) \times D$,
- [0071] $P_y(i, j) = P_{Ry}(i, j) + \text{rand}([-P_{my}, P_{my}]) \times D$,
- [0073] 여기서, i 및 j는 각각 행 및 열 인덱스이고, $P(i, j)$ 는 각각 수평 성분 $P_x(i, j)$ 및 수직 성분 $P_y(i, j)$ 이고, $P_{Rx}(i, j)$ 는 개구부 없고 겹치는 부분이 없는 연속적인 배열인 규칙적인 배열의 MLA에 대한 기본 렌즈의 원래 좌표를 나타내며, P_{mx} 및 P_{my} 는 무작위 계수의 제한이며 D는 기본 렌즈의 개구부 길이 비를 말한다.
- [0074] 상기 D값이 0.01~0.2을 가질 수 있으며, 바람직하게는 0.1~0.2이며 이 경우 기본 렌즈의 최대 개구부의 길이는 x, y축 방향 최대 피치 크기의 1~20%에 해당됩니다.
- [0075] 도 2는 본 발명의 깎 필링형 마이크로렌즈 어레이에 관한 것으로 (a)서브 렌즈를 삽입하여 100% 깎 필링된 디자인과 (b)단면도이다.
- [0076] 본 발명인 깎 필링형 마이크로렌즈 어레이는 상기 식(3)의 조건으로 무작위로 배치된 기본 렌즈에 무작위로 배치된 서브 렌즈를 중첩하여 설계된다. 다만, 무작위로 분포된 기본 렌즈는 하나만 설계되었지만 임의로 분산된 서브 렌즈는 기본 렌즈 사이의 빈 공간인 개구부를 모두 채우도록 설계된다. 즉, 서브 렌즈는 기본 렌즈 사이에 삽입되어져 결국 기본 렌즈 사이의 개구부에 서브 렌즈가 삽입된다.
- [0077] 도 3은 본 발명의 기본 렌즈(Base lens)와 서브 렌즈(Sub lens)의 중첩된 경우 단면형상을 보여주는 도면이다.
- [0078] 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 중첩되는 부분의 새그값은 가장 높은 값의 새그값을 갖는다. 즉, 상기 기본 렌즈 또는 서브 렌즈에서 동일한 렌즈의 겹치는 부분의 새그값은 2배가 아닌 1배이며, 또한 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 상호 겹치는 부분에서 서브 렌즈의 새그값이 기본 렌즈의 새그값보다 큰 부분의 새그값은 서브 렌즈의 새그값을 갖고, 반대로 기본 렌즈의 새그값이 서브 렌즈의 새그값보다 큰 부분의 새그값은 기본 렌즈의 새그값을 갖는다.
- [0079] 결과적으로 상기 기본 렌즈의 개구부는 상기 서브 렌즈로 완전히 채워져서 남은 개구부가 없게 된다.
- [0080] 본 발명은 리소그래피 기술에 기초한 2광자 중합반응(Two Photon Polymerization, TPP)을 사용하여 제작될 수 있다. 기본 렌즈는 전체 활성 영역에서 처음 인쇄된 다음 서브 렌즈는 기본 렌즈 사이의 간격에 인쇄된다. 설계 및 계산을 단순화하기 위해, 본 발명의 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 구조는 두 방향 (즉, X 및 Y 축)으로 분석된다. 본 발명 깎 필링 마이크로렌즈 어레이의 구조는 외곽 부분이 어두워지는 현상인 비네팅(vignetting)효과 및 높이 차이를 최소화하는 방향으로 디자인된다.
- [0081] 도 4는 두 가지 유형의 설계로 제작된 샘플으로 (a)는 기본 렌즈가 무작위로 분산된 마이크로렌즈 어레이이고 (b)는 기본 렌즈가 무작위로 분산되고 개구부가 서브 렌즈로 충전된 마이크로렌즈 어레이에 관한 도면이고, 도 5는 상기 도 3 (a),(b)구조의 어레이 출력시물레이션에 대한 도면이다.
- [0082] 도 4(a)는 기본 렌즈 중 개구부가 10 μ m이내의 빈 공간을 보여주며, 빈 공간은 렌즈 역할을 수행하지 않는다. 따라서, 빈 공간을 통해 빛이 새어 나가고 중앙에 강한 세기가 발생된다. 즉, 도 5의 (a)과 같이 강도 분포는 가

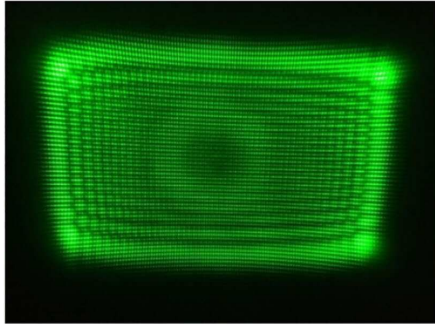
우시안 프로파일로 측정된다. 반면, 그림 4(b)는 활성 영역에서 100% 채우기 비율을 보여 주며 높이 차이는 서브 렌즈로 인해 최소화된다. 최종적으로, 광선은 통과하지 않고 활성 영역에서 굴절되고 목표 이미지에 균일하게 분산되어 그림 5(b)의 탑 햇(Top Hat)모양을 형성합니다. 이는 서브 렌즈를 삽입하여 활성 영역 내에서 광도를 제어할 수 있음을 의미합니다.

- [0083] 도 6은 VCSEL을 이용한 빔 정형(beam shaping) 및 X, Y축 프로파일의 출력 강도 분포 실험 결과에 대한 것으로 (a) 기본렌즈가 규칙적으로 배열된 MLA(비교예 1) (b) 기본렌즈가 무작위로 분산된 MLA(비교예 2) (c) 기본렌즈가 무작위로 분산된되고 개구부가 서브렌즈로 충전된 MLA(실시예)에 대한 도면이다.
- [0084] 상기 세가지 마이크로렌즈 어레이를 광원으로 VCSEL에 올려놓고 작동시킨 다음 근적외선(NIR) 카메라를 사용하여 관찰했다.
- [0085] 비교예 1인 기본렌즈가 규칙적으로 배열된 MLA는 도 6(a)와 같이 목표 이미지 내의 균질성이 감소되었다. 보다 자세하게는 x축 단면의 상대적 강도 세기가 각도(angle) $0 \sim \pm 30^\circ$ 에서 균질하지 않음을 알 수 있다.
- [0086] 비교예 2는 상기 현상을 개선하기 위해 기본 렌즈를 랜덤하게 분산된 MLA이다. 도 5(b)와 같이 근적외선(NIR) 카메라에 찍힌 사진에서 음영의 줄무늬가 제거되었음을 보여준다. 이는 비교예 1보다 상대적인 강도 세기의 균질성이 향상됨을 알 수 있다. 그러나 전체적으로 비교예 1 및 실시예보다 각도(angle) $0 \sim \pm 30^\circ$ 인 대상 이미지 내에서 상대적 강도 세기가 낮아 전체적인 효율이 감소하고, 특히 각도(angle) 0° 부근에서 VCSEL의 빔의 확산보다 통과되는 비율이 커서 다른 각도보다 상대적인 세기가 상당하다. 결과적으로 대상 이미지의 프로파일이 플랫폼(flat-top) 분포가 아닌 가우스(Gaussian) 분포로 변경되었다.
- [0087] 본 발명에 해당되는 실시예는 도 6(c)는 같이 앞의 두 가지 유형 MLA인 비교예 1,2의 한계를 보완한다. 이미지의 상대적인 강도 세기를 보면 효율은 비교예 2의 무작위로 분산된 MLA에 비해 약 30% 향상 된다. 결국 무작위로 분포된 기본 렌즈의 개구부에 서브 렌즈를 삽입함으로써 균질성을 향상시키는 플랫폼 탑(flat-top) 분배가 나타난다. 결과적으로 서브 렌즈가 기본 렌즈 사이 빈 공간의 개구부에 위치하여 보충적인 렌즈로서의 역할을 한다는 것이 증명된다.
- [0088] 도 6은 본 발명의 갭 필링형 마이크로렌즈 어레이에 있어서 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 다양한 형태에 대한 일 예를 보여주는 도면이다. 본 발명의 특징은 기본 렌즈의 랜덤 분포 및 기본 렌즈 사이의 겹친부분과 빈 공간인 개구부가 생성되고, 상기 개구부를 기본 렌즈와 형상이 동일하지만 크기가 작은 서브 렌즈로 채움으로써 비교예보다 효율이 약 30% 향상되고 강도 세기의 균질성이 확보된 특징을 갖는 것이다.
- [0089] 따라서, 상기 기본 렌즈 및 서브 렌즈의 밀면의 형상을 사각형 이외에 원형으로 하거나 이외 다른 다양한 형태로 하더라도, 상기 랜덤 분포 및 개구부 채움으로 동일한 효과가 발생할 수 있다.
- [0090] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 명백할 것이다.

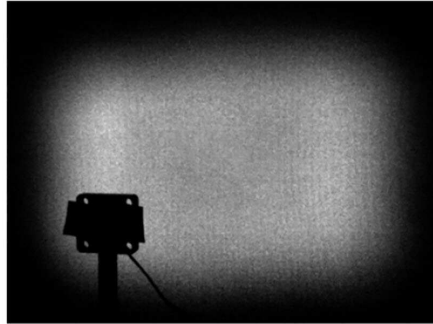
도면

도면1

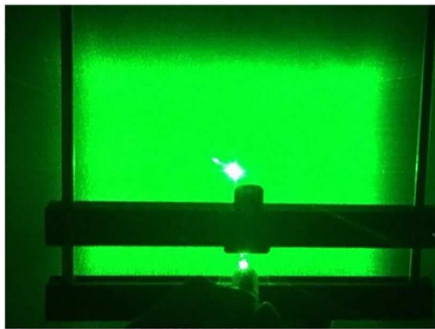
(a)



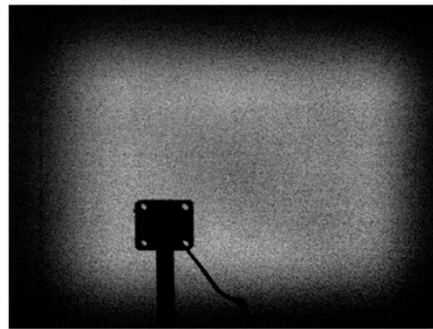
(b)



(c)

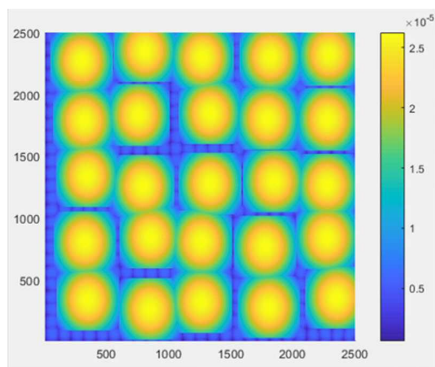


(d)

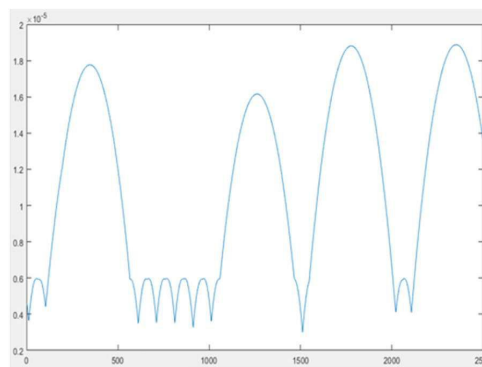


도면2

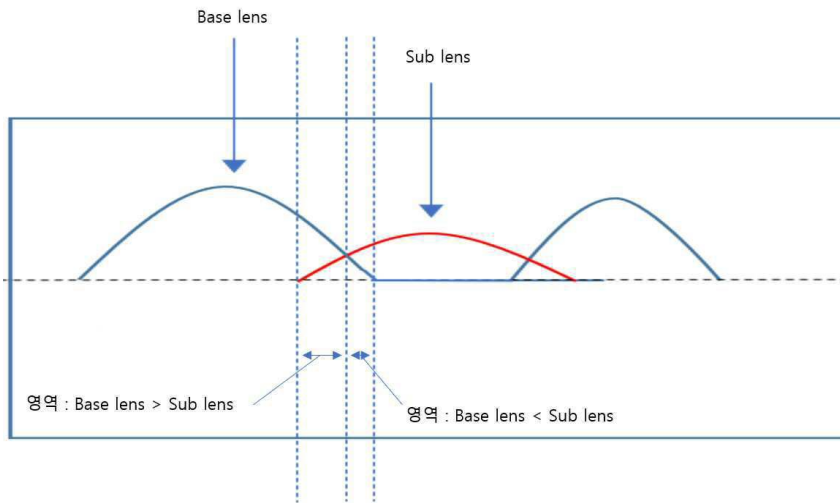
(a)



(b)

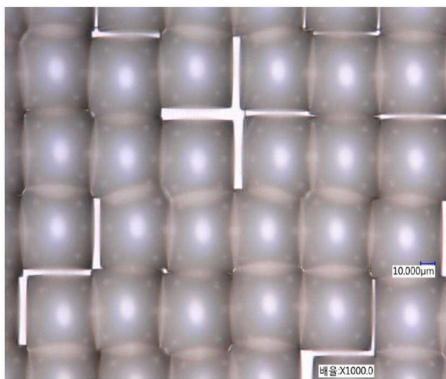


도면3

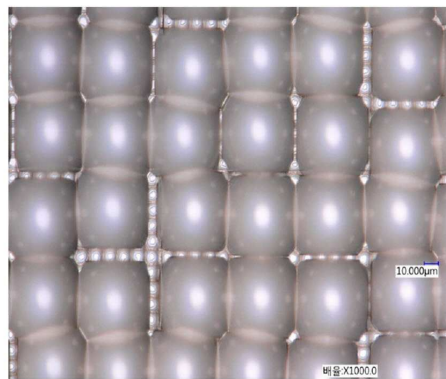


도면4

(a)

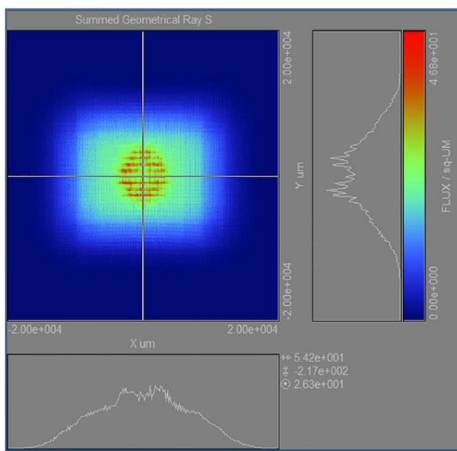


(b)

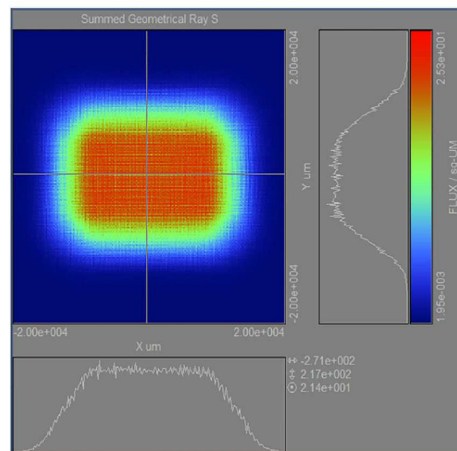


도면5

(a)

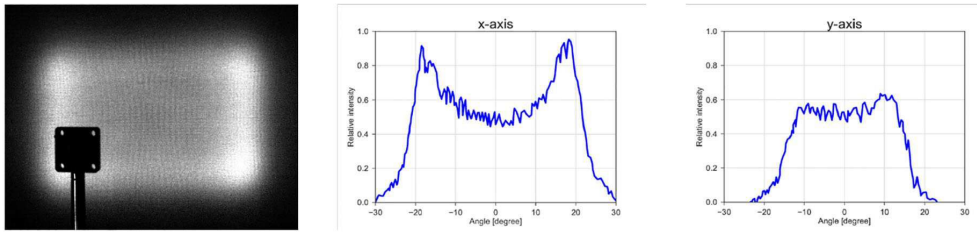


(b)

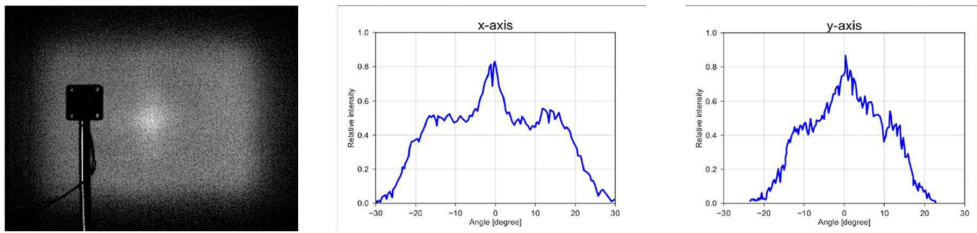


도면6

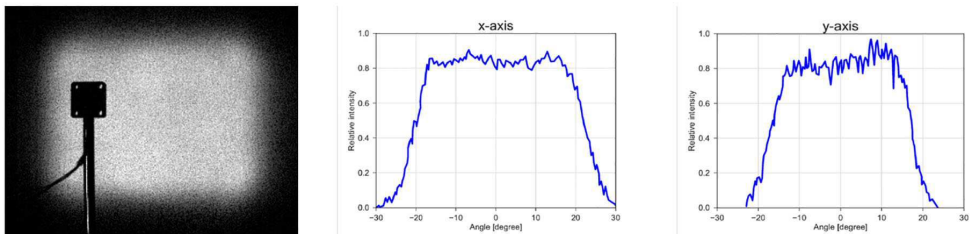
(a)



(b)



(c)



도면7

