



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월12일
(11) 등록번호 10-1638340
(24) 등록일자 2016년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 3/00 (2006.01) B29D 11/00 (2006.01)
G02B 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 3/0012 (2013.01)
B29D 11/00365 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0030853
(22) 출원일자 2015년03월05일
심사청구일자 2015년03월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130102414 A
KR1020050104062 A*
KR100537994 B1
JP2005250446 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
박세근
서울특별시 서초구 반포대로 122 (서초동, 현대ESA2아파트) A-1004
이다혁
서울특별시 관악구 난곡로 55 221동 402호 (신림동, 관악산휴먼시아2단지아파트)
김명수
경기도 고양시 덕양구 충장로 118-30 213동 706호 (행신동, 샘터마을2단지아파트)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 7 항

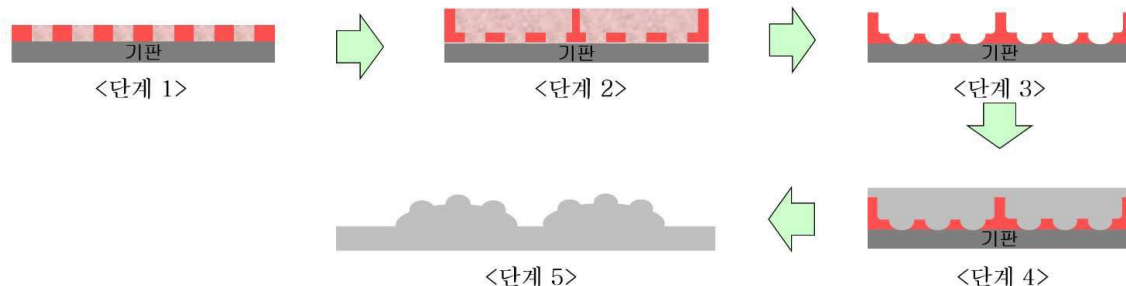
심사관 : 김희진

(54) 발명의 명칭 이중 마이크로 렌즈의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 이중 마이크로 렌즈

(57) 요약

본 발명은 이중 마이크로 렌즈의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 이중 마이크로 렌즈에 관한 것으로써, 상세하게는 기판 상에 포토레지스트를 1 내지 300 μm 의 두께로 코팅한 후, 2 내지 600 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계(단계 1); 상기 단계 1의 노광이 수행된 포토레지스트 상부에 5 내지 600 μm 의 두께로 포토레지(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



스트를 코팅한 후, 10 내지 3000 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계(단계 2); 노광이 수행된 포토 레지스트를 제거하는 단계(단계 3); 상기 단계 3에서 포토레지스트가 제거된 기판 상부로 고분자를 코팅한 후 경 화시키는 단계(단계 4); 및 상기 단계 4에서 경화된 고분자를 박리시키는 단계(단계 5);를 포함하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법을 제공한다. 본 발명의 제조방법은 기존의 제조방법과 비교하여 저비용으로 이중 마이크로 렌즈를 제조할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 제조방법에 따라 제조되는 이중 마이크로 렌즈는 LED 소자의 광추출 효율 및 광 확산각도를 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

G02B 1/041 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 49803-1

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기본연구(교육부)

연구과제명 다중 나노임프린트 리소그래피를 이용한 3차원 구조물 제작 공정 개발과 이중마이크로렌즈 어레이 응용기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 포토레지스트를 1 내지 300 μm 의 두께로 코팅한 후, 2 내지 600 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 노광이 수행된 포토레지스트 상부에 5 내지 600 μm 의 두께로 포토레지스트를 코팅한 후, 10 내지 3000 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계(단계 2);

노광이 수행된 포토레지스트를 제거하는 단계(단계 3);

잔류하는 포토레지스트를 리플로우(reflow) 처리하는 단계(단계 4);

상기 단계 4에서 리플로우 처리된 기관 상부로 고분자를 코팅한 후 경화시키는 단계(단계 5); 및

상기 단계 5에서 경화된 고분자를 박리시키는 단계(단계 6);를 포함하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 단계 3의 포토레지스트는 현상액을 통해 제거하는 것을 특징으로 하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 단계 5의 고분자는 광 경화성 고분자 또는 열경화성 고분자인 것을 특징으로 하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 단계 5의 고분자는 불소(F)를 포함하지 않는 것을 특징으로 하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 단계 5의 고분자를 코팅하기 전, 불소를 포함하는 고분자를 코팅하여 소수성 박막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 불소를 포함하는 고분자는,

퍼플로로테실메타크릴레이트(FDMA: 1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate) 또는 하이드로플루오로에테르(hydrofluoroethers)인 것을 특징으로 하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 단계 6의 박리는, 소수성 박막을 메톡시노나플루오로부탄(methoxynonafluorobutane) 또는

하이드로플루오로에테르 용매(hydrofluoroethers solvent)인 용매로 제거하여 수행되는 것을 특징으로 하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법.

청구항 8

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이중 마이크로 렌즈의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 이중 마이크로 렌즈에 관한 것으로서, 상세하게는 리소그래피 공정을 통해 이중 마이크로 렌즈의 몰드를 제조한 후, 제조된 몰드를 통해 이중 마이크로 렌즈를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 대용량의 화상을 출력하기 위하여 최근 들어 액정디스플레이(Liquid crystal display)의 대형화가 요구되고 있다. 이때, 액정디스플레이의 광원을 냉음극형광램프(CCFL:Cold Cathode Fluorescent Lamp)로 사용하는 경우 공간적인 제약과 수명이 사용된다는 환경적인 제약이 있으므로, 액정디스플레이의 광원으로는 효율이 높으며 제품의 소형화가 가능한 엘이디(Light Emitting Diode, LED)가 많이 사용되고 있다.

[0004] 이와 같은 LED는 전류 공급이 가능하고 발광되는 빛의 각도가 설정되도록 하나의 패키지로 제작되어 사용된다. 상기 LED 패키지는 통상적으로, 전류 공급이 가능하도록 구성되는 기판과, 상기 기판에 실장되는 LED와, 상기 LED를 덮도록 마련되는 렌즈를 포함하여 구성된다.

[0006] 한편, 상기 LED에 렌즈를 형성하는 방법에는 여러 가지 방법이 있으나, 대표적인 방법으로는 액상의 봉지재에 LED를 침적시킨 후 봉지재를 경화시키는 침적식이 있다.

[0007] 이러한 종래의 침적식 렌즈 제조방법은, 먼저 렌즈 형상의 동공(Cavity)이 형성된 금형과, LED칩이 실장된 기판을 마련한 후, 상기 LED칩이 동공에 인입되도록 기판을 금형에 결합시켜 수행될 수 있으며, 기판과 금형의 결합이 완료되면, 렌즈의 재료가 되는 액상의 수지를 동공 내측에 주입하고, 수지가 경화되면 금형을 분리시켜 렌즈를 제조하는 방식이다.

[0008] 그러나, 이와 같은 종래의 침적식 렌즈 제조방법을 이용하는 경우 수지의 자체 점착성 때문에 금형에 접촉되는 현상이 발생하는 바, 수지가 경화된 이후에 금형을 떼어내는 과정에서 수지의 표면에 흠집이 발생할 수 있는 우려가 있다.

[0009] 또한, 상기 수지는 경화된 이후 렌즈의 역할을 하는 구성요소이므로, 표면에 흠집이 발생되면 LED칩에서 발광되는 빛이 고르게 분포되지 못하고 얼룩이 발생하는 등 치명적인 문제가 발생하게 된다.

[0011] 이에, 상기와 같은 침적식의 문제점을 개선하기 위하여, 수지와 금형 사이에 이형필름을 제공함으로써 수지가 금형에 접촉되지 않도록 구성되는 렌즈 제조방법, 즉 이형필름을 사용하는 방법이 고안된 바 있다.

[0012] 이러한, 이형필름을 이용한 렌즈 제조방법은 기존의 침적식과 유사한 공정으로수행되되, 금형의 상면 즉, 액상의 수지와 접촉되는 면에 비접착성을 갖는 이형필름을 추가로 마련하여 수지가 금형에 접촉되는 현상을 방지할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0013] 이때, 상기 이형필름은 수지와 접촉되지 않도록 비접착성을 갖는 물질로 제작되므로, 동공 내부에 주입된 수지가 경화된 이후 금형을 분리시키는 과정에서 수지가 이형필름의 표면에 점착되어 흠집이 발생하는 현상을 방지할 수 있다.

[0014] 즉, 종래기술에 따르면 이형필름을 사용하여, 표면이 매끈한 렌즈를 제작할 수 있었다.

[0016] 그러나, 상기 이형필름은 금형을 떼어내는 과정에서 찢어지거나 변형됨에 따라 재사용이 불가능한 단점이 있다. 이에 따라, 수지 경화 후 금형을 분리시킬 때마다 사용된 이형필름을 제거하고, 수지를 주입할 때마다 새로운 이형필름을 금형에 부착시켜야 하기 때문에, 제조공정이 복잡해지며 지속적으로 이형필름이 소요되어 제조원가가 상승된다는 문제점이 있다.

- [0017] 또한, LED 패키지의 용도에 따라 렌즈의 표면에 뿔족하게 돌출되거나 함몰된 패턴을 형성하여야 하는 경우, 금형의 동공은 내측면에는 렌즈 표면의 패턴과 형합되도록 뿔족하게 함몰되거나 돌출된 패턴이 형성되어야 하는데, 이형필름을 동공의 내측면에 덮게 되면 동공 내측면에 형성된 패턴의 모서리나 홈이 둥글게 되므로 렌즈의 표면에 뿔족하게 돌출되거나 함몰된 패턴을 형성할 수 없다는 단점이 있다.
- [0019] 한편, 이중 마이크로 렌즈는 곤충의 눈을 모방한 인공눈을 제작하는 과정에서 그 효율성을 보여주고 있으며, 특히 곤충의 눈을 자연 모사한 인공 중첩복합 렌즈의 기능을 나타낼 수 있는 것으로 알려져 있다.
- [0020] 이때, 이러한 이중 마이크로 렌즈는 종래의 단층 마이크로 렌즈에 비해 최적상점이 줄어들 수 있고, 센서티비티(Sensitivity) 능력을 향상시킬 수 있어 LED 소자의 광추출 효율 증대와, 광 확산각도의 증대를 위해 사용될 수 있다.
- [0022] 아울러, 이러한 마이크로 렌즈는 앞서 언급한 LED 패키징 외에도, 디스플레이의 백라이트 유닛(display backlight unit, BLU)상으로도 적용될 수 있으며, 특히 광학적 효율성을 위해 형성하는 마이크로렌즈 어레이(MLA)로 적용될 수 있으며, 광학 현미경의 광학적 효율 향상에도 적용될 수 있다.
- [0023] 따라서, LED 패키징 외에도 다양한 광학분야 등으로 적용될 수 있는 마이크로 렌즈에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0025] 본 발명자들은, LED 패키지 렌즈 등으로 다양하게 적용될 수 있는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법에 대해 연구하던 중, 기존 공정의 문제점을 해소할 수 있는 방안에 대해서 연구하던 중 리소그래피 공정을 통해 이중 마이크로 렌즈의 몰드를 제조한 후, 제조된 몰드를 통해 이중 마이크로 렌즈를 제조하는 제조방법을 개발하고, 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0027] (특허문헌 0001) KR 10-2011-0097194 A

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0028] 본 발명의 목적은 이중 마이크로 렌즈의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 이중 마이크로 렌즈를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0030] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은
- [0031] 기판 상에 포토레지스트를 1 내지 300 μm 의 두께로 코팅한 후, 2 내지 600 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계(단계 1);
- [0032] 상기 단계 1의 노광이 수행된 포토레지스트 상부에 5 내지 600 μm 의 두께로 포토레지스트를 코팅한 후, 10 내지 3000 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계(단계 2);
- [0033] 노광이 수행된 포토레지스트를 제거하는 단계(단계 3);
- [0034] 상기 단계 3에서 포토레지스트가 제거된 기판 상부로 고분자를 코팅한 후 경화시키는 단계(단계 4); 및
- [0035] 상기 단계 4에서 경화된 고분자를 박리시키는 단계(단계 5);를 포함하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법을 제공한다.
- [0037] 또한, 본 발명은,
- [0038] 상기 제조방법에 의하여 제조되어, 직경이 10 내지 3000 μm 이고, 그 표면으로는 2 내지 600 μm 직경인 원형의 볼록 패턴이 복수개 구비되는, 이중 마이크로 렌즈를 제공한다.

발명의 효과

[0040] 본 발명의 제조방법은 기존의 제조방법과 비교하여 저비용으로 이중 마이크로 렌즈를 제조할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 제조방법에 따라 제조되는 이중 마이크로 렌즈는 LED 소자의 광추출 효율 및 광 확산각도를 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1은 본 발명의 이중 마이크로 렌즈 제조방법을 각 단계별로 나타낸 개략도이고,
 도 2 및 도 3은 본 발명의 실시예 1에서 제조된 이중 마이크로 렌즈를 주사전자현미경으로 관찰한 사진이고,
 도 4는 본 발명의 실시예 1에서 제조된 이중 마이크로 렌즈를 3차원 이미징 및 단면 분석한 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 본 발명은,
 [0044] 기판 상에 포토레지스트를 1 내지 300 μm 의 두께로 코팅한 후, 2 내지 600 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계(단계 1);
 [0045] 상기 단계 1의 노광이 수행된 포토레지스트 상부에 5 내지 600 μm 의 두께로 포토레지스트를 코팅한 후, 10 내지 3000 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계(단계 2);
 [0046] 노광이 수행된 포토레지스트를 제거하는 단계(단계 3);
 [0047] 상기 단계 3에서 포토레지스트가 제거된 기판 상부로 고분자를 코팅한 후 경화시키는 단계(단계 4); 및
 [0048] 상기 단계 4에서 경화된 고분자를 박리시키는 단계(단계 5);를 포함하는 이중 마이크로 렌즈의 제조방법을 제공한다.
 [0050] 이때, 본 발명에 따른 이중 마이크로 렌즈의 제조방법을 도 1의 개략도를 통해 순차적으로 나타내었으며, 이하, 도 1의 개략도를 참조하여 본 발명에 따른 이중 마이크로 렌즈의 제조방법을 각 단계별로 상세히 설명한다.
 [0052] 본 발명에 따른 이중 마이크로 렌즈의 제조방법에 있어서, 단계 1은 기판 상에 포토레지스트를 1 내지 300 μm 의 두께로 코팅한 후, 2 내지 600 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계이다.
 [0053] 도 1을 참조하면 본 발명에 따른 상기 단계 1에서는 기판 상에 포토레지스트를 코팅한 후, 이를 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계이다. 단계 1의 원형 패턴은 이중 마이크로 렌즈에 있어서, 표면에 형성될 블록패턴형상을 구현하기 위한 것으로써, 원형패턴의 직경이 작아질수록 블록패턴의 크기 또한 작아지며, 상기 단계 1에서는 2 내지 600 μm , 더욱 바람직하게는 5 내지 400 μm 직경인 원형의 패턴으로 노광을 수행한다.
 [0054] 이때, 상기 원형 패턴의 직경이 2 μm 미만인 경우, 예를 들어 패턴의 크기가 2 μm 미만이고, 이에 따라 형성되는 블록 패턴의 크기가 빛의 파장, 즉 가시광 파장 범위인 380~760nm과 근접해질 경우, 빛이 렌즈의 영향을 받지 않을 수 있을 뿐 아니라, 공정 난이도 및 불량률이 증가할 수 있다.
 [0055] 또한, 상기 원형 패턴의 직경은 본 발명에서 제조하고자 하는 렌즈의 직경을 고려하여 결정될 수 있으며, 후속 단계에서 형성할 렌즈 직경의 1/5 이하가 바람직하고, 렌즈 직경은 포토레지스트로 형성할 수 있는 두께의 한도에 따라 영향을 받는 점을 고려해보았을 때, 상기 단계 1의 원형 패턴의 직경은 최대 600 μm 를 초과하지 않도록 한다.
 [0057] 나아가, 상기 단계 1에서 코팅되는 포토레지스트의 두께는 전술한 블록패턴형상의 높이와 연관된 것으로써, 바람직하게는 1 내지 300 μm , 더욱 바람직하게는 2 내지 200 μm 의 두께로 포토레지스트를 코팅할 수 있다.
 [0058] 이때, 상기 단계 1에서 형성하고자 하는 블록패턴은 반구형태일 수 있으며, 블록패턴이 반구형태일때, 추후 렌즈 표면에 형성된 블록패턴에서는 빛의 내부 전반사가 많이 일어날 수 있고, 이에 따라 광 효율이 떨어질 수 있다. 이에, 본 발명의 단계 1에서는 블록패턴의 높이를 직경의 1/2 이하로 형성시키기 위하여, 300 μm 이하의 두께로 포토레지스트를 코팅한다.
 [0059] 그러나, 상기 단계 1에서 코팅되는 포토레지스트의 두께가 1 μm 미만인 경우에는 두께가 너무 얇아 리플로우(reflow) 공정을 수행시 블록패턴 형상이 제대로 형성되지 않는 문제가 있을 수 있는바,

- [0060] 본 발명의 상기 단계 1에서는 1 내지 300 μm 이하의 두께로 포토레지스트를 코팅한다.
- [0062] 상기 단계 1에서 각 원형패턴들의 간격(pitch)은 패턴의 직경과 비례하여, 0.2 ~ 1.2 : 1 (간격:직경)일 수 있으며, 바람직하게는 0.5 ~ 1 : 1 (간격:직경)일 수 있다. 이는, 상기 단계 1을 통해 형성시키고하는 볼록패턴이 렌즈 내부의 전반사를 최소화시켜 광 출력을 향상시키는 데 그 목적이 있기 때문으로, 볼록패턴의 간격이 작을수록(필팩터(fill factor)가 높을수록) 이러한 광출력 향상 효과를 나타낼 수 있다.
- [0063] 그러나, 간격이 상기 범위 미만인 경우에는 공정 난이도 및 불량률의 가능성이 증가하며, 상기 범위를 초과하는 경우에는 오히려 광출력이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0064] 그러나, 상기 원형패턴들의 간격이 반드시 일정해야만 하는 것은 아니며, 경우에 따라 패턴간의 간격이 일정하지 않도록 패턴을 형성시킬 수도 있다.
- [0066] 상기 단계 1의 포토레지스트는 통상적으로 사용될 수 있는 포토레지스트를 사용할 수 있으며, 예를 들어 THB, SU-8 등의 네거티브 포토레지스트(Negative photoresist)를 사용할 수 있으나, 상기 포토레지스트가 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0068] 본 발명에 따른 이중 마이크로 렌즈의 제조방법에 있어서, 단계 2는 상기 단계 1의 노광이 수행된 포토레지스트 상부에 5 내지 600 μm 의 두께로 포토레지스트를 코팅한 후, 10 내지 3000 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하는 단계이다.
- [0069] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 상기 단계 2에서는 앞서의 단계 1에서 노광이 수행된 포토레지스트 상부로 다시 포토레지스트를 코팅한 후, 이를 복수개의 원형 패턴으로 노광한다. 단계 2의 원형 패턴은 이중 마이크로 렌즈에 있어서, 원형의 마이크로 렌즈 형상을 구현하기 위한 것으로써, 상기 단계 1에서는 10 내지 3000 μm 직경인 원형의 패턴, 바람직하게는 25 ~ 2000 μm 직경인 원형의 패턴으로 노광을 수행한다.
- [0070] 또한, 상기 단계 2에서 코팅되는 포토레지스트의 두께는, 본 발명에서 제조하고자 하는 마이크로 렌즈의 높이와 연관된 것으로써, 바람직하게는 5 내지 600 μm 의 두께, 더욱 바람직하게는 10 내지 600 μm 의 두께로 포토레지스트를 코팅할 수 있다.
- [0072] 상기 단계 2에서 코팅되는 포토레지스트의 두께와, 노광되는 원형의 패턴 직경은 본 발명에서 제조하고자 하는 마이크로 렌즈의 직경 및 높이를 결정한다. 이때, 마이크로 렌즈의 직경 및 높이는 단계 1에서 형성시킨 볼록패턴과의 효율성을 고려하여야 하고, 단계 1에서의 볼록 패턴과 마찬가지로 렌즈가 반구 형태이면 빛의 내부 전반사가 많이 일어나서 광 효율이 떨어지기 때문에, 단계 2에서의 코팅 두께 및 노광되는 원형 패턴 직경은, 마이크로 렌즈의 최대 높이가 렌즈 직경의 1/6 ~ 1/2이 되어야 한다.
- [0073] 다만, 포토레지스트의 두께를 두껍게 만드는 데는 그 한계가 있으므로, 단계 1의 볼록패턴과의 효율성 등을 고려하여,
- [0074] 이에, 본 발명의 상기 단계 2에서는 5 내지 600 μm 의 두께로 포토레지스트를 코팅하고, 10 내지 3000 μm 직경인 원형의 패턴으로 노광을 수행하게 된다.
- [0076] 한편, 본 발명의 제조방법에 있어서, 단계 2의 공정조건은 마이크로 렌즈의 직경 및 높이를 결정하게 되며, 단계 1의 공정조건은 상기 마이크로 렌즈 표면에 형성된 볼록패턴의 직경 및 높이를 결정하게 된다.
- [0077] 이때, 상기 마이크로 렌즈의 크기는 그 표면의 볼록패턴보다는 크게 형성되어야만 하고, 이들의 크기는 렌즈 곡면 위의 한 점을 (x, y)라고 놓고 작성한 비구면 방정식인 하기의 수학식 1을 따른다.
- [0079] <수학식 1>
- $$y = \frac{x^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(1/r)^2 x^2}}$$
- [0080]
- [0081] (k : 코닉 상수, r = 렌즈 정점에서의 곡률반경)
- [0083] 즉, 상기 수학식 1에 있어서, 코닉 상수 k가 1보다 작거나 같을 때 렌즈 수직 단면은 쌍곡선 또는 반구 형태를 나타내며, 코닉 상수가 -1보다 작거나 같아야 하며, -3보다는 크거나 같아야 한다.
- [0084] 만약, 코닉상수가 -3보다 작으면 광학 휘도가 저하될 수 있으며, -1보다 크면 광학 휘도와 은폐성이 저하되는

문제가 있는바, 상기 수확식을 고려하여 마이크로 렌즈의 크기 및 그 표면의 볼록패턴 크기를 적절히 조절한다.

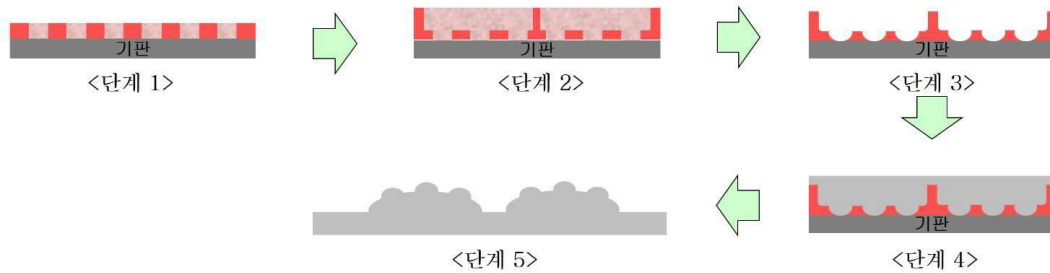
- [0086] 한편, 단계 2에 있어서, 상기 원형 패턴들은 그 간격(pitch)이 10 내지 500 μm 이며, 바람직하게는 20 내지 500 μm 이다. 만약, 간격이 10 μm 보다 작아지면 렌즈의 중첩으로 집광 성능 저하가 발생할 수 있고, 공정 난이도가 증가할 수 있다. 또한, 간격이 500 μm 보다 커지면 렌즈 사이의 빈 공간이 증가하여 광 손실이 발생할 수 있다.
- [0088] 상기 단계 2의 포토레지스트로는 단계 1에서와 마찬가지로 통상적으로 사용될 수 있는 포토레지스트를 사용할 수 있으며, 예를 들어 THB, SU-8 등의 네거티브 포토레지스트(Negative photoresist)를 사용할 수 있으나, 상기 포토레지스트가 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0090] 본 발명에 따른 이중 마이크로 렌즈의 제조방법에 있어서, 단계 3은 노광이 수행된 포토레지스트를 제거하는 단계이다.
- [0091] 앞서 상기 단계 1 및 2에서는 순차적으로 서로 상이한 두께 및 직경으로 포토레지스트를 코팅 및 노광을 수행한 바 있다. 상기 단계 3에서는 단계 1 및 2에서 노광이 수행된 포토레지스트를 제거하는 단계로써, 단계 3에서 노광이 수행된 포토레지스트를 제거함에 따라 이중 마이크로 렌즈를 제조하기 위한 몰드 형상을 제조할 수 있다.
- [0092] 이때, 상기 단계 3에서 포토레지스트를 제거하는 것은, 리소그래피 공정에서 사용되는 통상의 현상액을 통해 노광된 부분의 포토레지스트만을 제거할 수 있으며, 상기 노광된 부분의 포토레지스트만을 제거할 수 있다면, 상기 단계 3이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0094] 한편, 본 발명에 따른 이중 마이크로 렌즈의 제조방법은, 상기 단계 3에서 포토레지스트를 제거한 후, 잔류하는 포토레지스트를 리플로우(reflow) 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0095] 상기 리플로우는 도 1의 그림과 같이 잔류하는 포토레지스트를 반구의 형태로 성형하기 위한 것으로써, 잔류하는 포토레지스트에 열을 가하여 녹아내리게 함으로써 만곡한 반구의 형태로 성형하는 단계이다. 상기 리플로우 공정은 100 내지 200 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 열처리하여 수행될 수 있으나, 상기 리플로우 공정의 열처리 온도가 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0096] 상기 리플로우 공정이 수행되는 시간에 따라 반구의 높이를 일정부분 제어할 수 있으며, 예를 들어, 리플로우 공정이 수행되는 시간이 증가할수록 반구의 직경이 커지면서 높이가 줄어드는 경향을 나타낼 수 있다.
- [0097] 따라서, 이러한 점을 고려하여 상기 리플로우 공정은 바람직하게는 100 내지 200 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 5 내지 60분간 수행될 수 있다.
- [0099] 본 발명에 따른 이중 마이크로 렌즈의 제조방법에 있어서, 단계 4는 상기 단계 3에서 포토레지스트가 제거된 기판 상부로 고분자를 코팅한 후 경화시키는 단계이다.
- [0100] 상기 단계 3까지 수행됨에 따라, 잔류하는 포토레지스트는 이중 마이크로 렌즈를 제조하기 위한 몰드 형상을 나타낸다. 이때, 상기 단계 4에서 코팅하는 고분자는 제조하고자 하는 이중 마이크로 렌즈를 구성하는 물질로써, 상기 단계 4에서 고분자를 코팅함에 따라, 상기 포토레지스트에 의해 제조된 몰드 내로 고분자가 충전될 수 있으며, 이를 경화하여 이중 마이크로 렌즈를 제조할 수 있다.
- [0101] 상기 단계 4의 고분자로는 렌즈를 구성할 수 있는 다양한 고분자 물질들이 적용될 수 있으며, 예를 들어 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리우레탄(Polyurethane, PU)와 같은 고분자가 사용될 수 있으며, 그 외 광경화성 고분자, 열경화성 고분자가 사용될 수 있다.
- [0103] 본 발명에 따른 이중 마이크로 렌즈의 제조방법에 있어서, 단계 5는 상기 단계 4에서 경화된 고분자를 박리시키는 단계이다.
- [0104] 단계 4에서 코팅 및 경화된 고분자는 본 발명에서 제조하고자 하는 이중 마이크로 렌즈의 형상을 나타낼 수 있다. 이에, 상기 단계 5에서는 단계 4에서 경화된 고분자를 기판 및 포토레지스트로부터 박리시키며, 이를 통해 최종적으로 이중 마이크로렌즈를 제조할 수 있다.
- [0106] 한편, 본 발명의 제조방법은 상기 단계 5의 박리를 더욱 원활하게 수행할 수 있도록, 상기 단계 4의 고분자를 코팅하기에 앞서서, 불소를 포함하는 고분자를 코팅하여 소수성 박막을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 이 경우 단계 4에서는 불소(F)를 포함하지 않는 고분자를 상기 소수성 박막상으로 코팅할 수 있다.
- [0107] 상기 소수성 박막은 단계 5의 박리를 더욱 원활하게 수행할 수 있도록 하기 위한 것으로써, 소수성 박막의 제거에 의하여 상기 박리를 더욱 용이하게 수행할 수 있다.

- [0108] 상기 불소를 포함하는 고분자로는 퍼플로로데실메타크릴레이트(FDMA: 1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate), 하이드로플루오로에테르(hydrofluoroethers) 등을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0110] 한편, 상기 소수성 박막의 제거는 용매, 바람직하게는 메톡시노나플루오로부탄(methoxynonafluorobutane), 하이드로플루오로에테르 용매(hydrofluoroethers solvent, 제품명 HF-7300, 제조사 3M) 등의 용매로 상기 소수성 박막을 제거해낼 수 있다.
- [0111] 예를 들어, 상기 메톡시노나플루오로부탄은 불소계 용매로써, 불소가 함유되지 않은 고분자에는 직교성(orthogonality)을 가진다. 따라서, 불소가 함유되지 않은 고분자로 이중 마이크로 렌즈 형태를 형성한 경우, 렌즈로는 아무런 영향을 주지않으면서, 불소를 포함하는 소수성 박막만을 제거해낼 수 있다.
- [0113] 본 발명은,
- [0114] 상기 제조방법에 의하여 제조되어, 직경이 10 내지 3000 μm 이고, 그 표면으로는 2 내지 600 μm 직경인 원형의 볼록 패턴이 복수개 구비되는, 이중 마이크로 렌즈를 제공한다.
- [0116] 본 발명의 상기 이중 마이크로 렌즈는 직경이 10 내지 3000 μm 이고, 그 표면으로는 2 내지 600 μm 직경인 원형의 볼록 패턴이 복수개 구비되는 이중 구조로써, 상기한 바와 같이 그 공정이 간소화된 제조방법을 통해 제조되어 비용적인 측면에서 종래보다 더욱 경제적인 장점이 있다.
- [0117] 본 발명의 이중 마이크로 렌즈는 그 형상에서도 확인할 수 있듯이 곤충의 눈과 유사한 형태일 수 있으며, 이러한 형태의 렌즈들이 적용될 수 있는 분야에 적절히 적용될 수 있으며, 예를 들어 LED 소자의 패키징 렌즈, 태양 전지의 표면층 등에도 적용될 수 있다.
- [0118] 나아가, 디스플레이의 백라이트 유닛(display backlight unit, BLU)상으로도 적용될 수 있으며, 광학적 효율성을 위해 형성하는 마이크로렌즈 어레이(MLA)로 적용될 수 있으며, 광학 현미경에 적용시에는 광학적 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0120] 이하, 본 발명을 하기의 실시예에 의해 더욱 상세히 설명한다. 단, 하기의 실시예는 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0122] <실시예 1> 이중 마이크로 렌즈의 제조
- [0123] 단계 1 : Si 기판 상에 포토레지스트 THB-126N을 10 μm 의 두께로 코팅한 후, 5 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하였다.
- [0125] 단계 2 : 상기 단계 1의 노광이 수행된 포토레지스트 상부에 30 μm 의 두께로 포토레지스트 THB-126N을 다시 코팅한 후, 110 μm 직경인 복수개의 원형 패턴으로 노광하였다.
- [0127] 단계 3 : 상기 단계 2의 노광이 수행된 포토레지스트를 현상액인 DVL-2000 을 통해 제거하였으며, 그 후 220 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 1시간 동안 리플로우를 수행하였다.
- [0129] 단계 4 : 상기 단계 3에서 포토레지스트가 제거된 기판 상부로 고분자 polydimethylsiloxane(PDMS)를 코팅한 후 경화시켰다.
- [0131] 단계 5 : 상기 단계 4에서 경화된 고분자를 박리시켜 이중 마이크로 렌즈를 제조하였다. 이때, 제조된 이중 마이크로 렌즈의 직경은 110 μm 였고, 그 표면에 형성된 볼록 패턴의 직경은 5 μm 로 나타났다.
- [0133] <실험예 1> 주사전자현미경 분석
- [0134] 본 발명의 상기 실시예 1에서 제조된 이중 마이크로 렌즈의 형상을 관찰하기 위하여, 주사전자현미경을 통해 이중 마이크로 렌즈를 관찰하였고, 그 결과를 도 2 및 도 3에 나타내었다.
- [0135] 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따라 제조된 이중 마이크로 렌즈는 구형의 렌즈형상을 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0136] 또한, 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따라 제조된 이중 마이크로 렌즈의 표면에는 복수개의 볼록패턴이 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0137] 이를 통해, 본 발명에 따른 제조방법으로 이중 마이크로 렌즈를 제조해낼 수 있음을 확인할 수 있다.

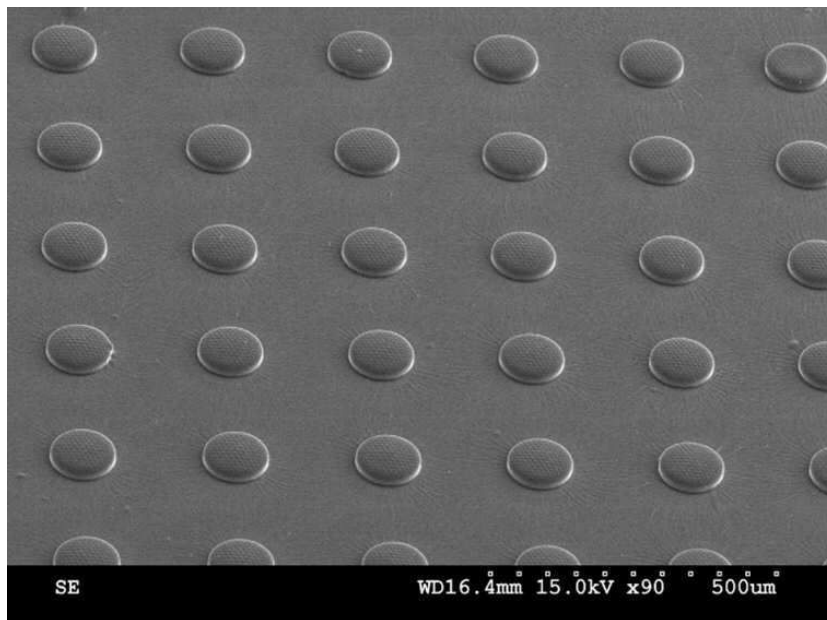
- [0139] <실험예 2> 3차원 이미징 및 단면 분석
- [0140] 본 발명의 상기 실시예 1에서 제조된 이중 마이크로 렌즈의 형상을 관찰하기 위하여, 3D현미경(Olympus OLS4500)을 통해 이중 마이크로 렌즈의 3차원 이미징 및 단면을 분석하였고, 그 결과를 도 4에 을 나타내었다.
- [0141] 도 4에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1에서 제조된 이중 마이크로 렌즈는 그 표면에 복수개의 볼록패턴이 형성되어 있는 것을 알 수 있으며,
- [0142] 그 단면을 분석한 결과에서도 주기적으로 상기 볼록패턴이 형성되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0143] 이를 통해, 본 발명에 따른 제조방법으로 이중 마이크로 렌즈를 제조해낼 수 있음을 확인할 수 있다.

도면

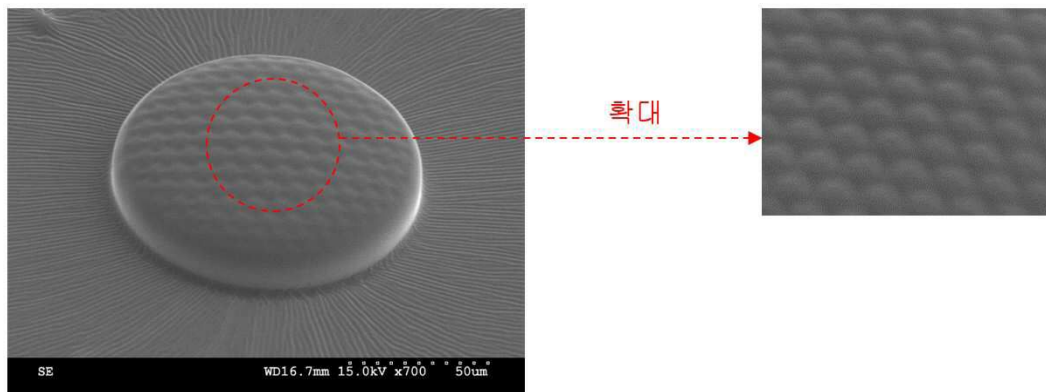
도면1



도면2



도면3



도면4

