

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G02B 3/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년03월16일 10-0561844 2006년03월10일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2003-0069729 2003년10월07일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2005-0033987 2005년04월14일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 이명복
 경기도수원시팔달구망포동693현대아이파크1차101동1102호

 손진승
 서울특별시서초구방배1동903-1

 정미숙
 경기도수원시장안구영화동405-9

 조은형
 서울특별시송파구문정동28-13101호

 김해성
 경기도용인시기흥읍농서리산14-1번지

(74) 대리인 리엔목특허법인
 이혜영

심사관 : 김태수

(54) 마이크로 렌즈 어레이 및 그 제조 방법

요약

본 발명은 마이크로 렌즈 어레이에 관한 것이다. 굴절 렌즈 및 회절 렌즈를 포함하는 하이브리드형 마이크로 렌즈 어레이에 있어서, 굴절 렌즈; 상기 굴절 렌즈의 구면에 접합하여 비구면을 형성하는 제 1 자외선 경화 물질; 상기 굴절 렌즈를 삽입하여 지지하는 오목부를 포함하는 지지 기판; 및 상기 지지 기판 상의 상기 굴절 렌즈에 대응되는 위치에 형성된 회절 렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈 어레이 및 그 제조 방법을 제공한다.

대표도

도 9a

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 기계 가공법을 이용한 종래의 단일 마이크로 렌즈 제조 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2a 내지 도 2e는 포토공정을 이용한 종래의 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법을 나타낸 공정도이다.

도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 마이크로 렌즈 어레이에 사용되는 비구면 렌즈 어레이의 금형을 제조하는 방법에 관한 것이다.

도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 제 1실시예에 의한 마이크로 렌즈 어레이의 제조 방법을 나타낸 공정도이며, 도 4f 및 도 4g는 상기 도 4a 내지 도 4e 방법에 의해 제조된 굴절 렌즈 어레이에 회절 렌즈를 부착시킨 하이브리드 렌즈 어레이 제조 방법을 나타낸 공정도이다.

도 5a 내지 도 5c는 본 발명에 사용되는 지지 기판을 형성시키는 공정을 나타낸 도면이다.

도 5d 및 도 5e는 본 발명에 사용되는 지지 기판으로서 각각 다른 방법으로 제작한 지지 기판을 나타내는 도면이다.

도 6a 내지 도 6e는 본 발명의 하이브리드 렌즈 어레이에 사용되는 회절 렌즈를 지지 기판 상부에 형성시키는 공정을 나타낸 도면이다.

도 7a 내지 도 7f는 굴절 렌즈만 형성된 마이크로 렌즈 어레이의 제조 공정을 나타낸 것이며, 도 7g 및 도 7h는 굴절 렌즈에 회절 렌즈를 더 구비한 하이브리드 렌즈 형태의 마이크로 렌즈 어레이의 제조 공정을 나타낸 것이다.

도 8a 내지 도 8g는 굴절 렌즈만 형성된 마이크로 렌즈 어레이의 제조 공정을 나타낸 것이며, 도 8h는 굴절 렌즈에 회절 렌즈를 더 구비한 하이브리드 렌즈 형태의 마이크로 렌즈 어레이의 제조 공정을 나타낸 것이다.

도 9a는 도 4a 내지 도 4g에 의해 제작된 하이브리드형 마이크로 렌즈의 동작원리를 나타낸 도면이다. 그리고, 도 9b는 도 7a 내지 도 7h 공정 및 도 8a 내지 도 8h 공정에 의해 제작된 하이브리드형 마이크로 렌즈의 구조 및 동작 원리를 나타낸 도면이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

11... 상부 금형 13... 하부 금형

21... 기판 23... 감광제

23a : 감광제(원기둥) 23b... 감광제(렌즈 preform)

31... 몰드 기판 32... 캐버티

33, 37, 62... 자외선 경화 물질

35... 반구형 렌즈(Half ball lens)

41... 구형 렌즈(Ball lens)

38, 42... 투명판 39... 지지 기판

40... 회절 렌즈 43... 광 디스크

51... Si 기판 52... 레지스트 패턴

53... 관통 홀 54... 글래스 기판

61 : 회절렌즈 금형

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 마이크로 렌즈 어레이 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 높은 개구수 (N.A. : Numerical Aperture) 를 갖는 초소형 렌즈를 정밀하게 가공할 수 있는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법을 제공하는 것이다.

종래의 마이크로 렌즈 제조방법에는 기계 가공법을 이용하여 단일 마이크로 렌즈로 제조하는 방법과 감광제를 사용한 포토 공정을 이용하여 마이크로 렌즈 어레이를 제조하는 방법 등이 있다.

종래의 마이크로 렌즈의 제작방법은 글라스나 플라스틱 재료를 직접 연마하거나 절삭하여 가공하는 것이다. 그리고, 대물 렌즈의 양산을 위해서 절삭이나 연삭 등의 기계 가공으로 제작된 금형을 이용해 용융 또는 반응용 상태의 플라스틱 또는 유리로부터 렌즈를 제작하는 사출성형(injection molding) 또는 압축성형(press molding)을 하는 방법이 있다. 이러한 기계 가공법에 의한 종래의 단일 마이크로 렌즈의 제조방법을 개략적으로 나타낸 것이 도 1이다.

도 1을 참조하여 종래의 압축성형에 의해 글라스 단렌즈를 제작하는 방법을 설명한다. 우선, 초경합금 재료 등으로 된 상부 금형(11) 및 하부 금형(13)을 렌즈의 표면에 대응하는 형상으로 초정밀 연삭 가공하고, 볼(BL)이나 덩어리(G : gob) 형태의 글라스 프리폼(preform : 예비 형성품)을 상부 및 하부 금형(11, 13) 사이에 삽입하고 500~600℃의 고온으로 가열하면서 압축하여 렌즈를 성형한다.

이와 같은 초정밀 금형을 이용한 성형 방법은 매우 정밀한 면가공이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 그러나, 렌즈의 크기가 작아질수록 가공 tool의 곡률반경의 한계상 높은 개구수의 렌즈, 즉 곡률이 큰 비구면에 대한 금형을 제작하기 어려워진다. 또한 이러한 글라스 성형 방법은 프리폼 재료를 내부까지 균일하게 가열하기 위해 장시간을 필요로 하기 때문에 생산성이 낮다는 단점이 있다.

플라스틱 재료로 렌즈를 제작하는 경우는, 금속을 초정밀 절삭 가공하여 캐버티(cavity) 금형을 제작하고 용융된 플라스틱을 사출 성형하여 렌즈를 제작한다. 플라스틱 성형은 그 성형온도가 300℃ 이하로서 글라스 성형에 비해 낮으며 금형도 캐버티가 복수 개로 형성된 금형을 사용할 수 있으므로, 글라스 성형보다 제조 시간이 짧고 생산성이 높다는 장점이 있다. 또한 플라스틱 렌즈는 가볍고 가공성이 좋으며 저가로 제작 가능하므로 CD와 DVD의 픽업렌즈로 많이 사용되어 왔다.

그러나, 플라스틱 재료는 그 굴절률이 1.5 정도로 낮아서 광의 굴절률이 충분치 못하다. 따라서, Blue-Ray Disc의 개구수 (NA) 0.85인 렌즈를 제작하기 위해서는 두 개의 렌즈를 겹쳐서 사용해야 한다. 두 개의 렌즈의 위치를 정밀하게 조정하여 조립하는 것은 많은 시간과 노력을 요하며 따라서 단렌즈로 사용하는 것에 비해 그 비용이 증가되는 문제점이 있다. 또한, 플라스틱은 열에 약한 재료로서 온도 변화에 따른 광학특성(예를 들어 굴절률, 열팽창률 등)의 변화가 심하며, 특히 청색 파장의 빛을 흡수하여 장시간이 지나면 황변(yellowing) 현상을 일으켜 재료특성이 변하는 문제가 있다. 특히, 광픽업의 대물렌즈는 빛을 집광하는데 사용되므로 빛의 강도가 집중되는 렌즈 면에서는 이러한 현상이 문제가 될 수 있다.

이와 같은 기계 가공법으로 단렌즈를 제조할 수 있으나, 이를 광모듈과 같은 소자에 결합시키는 것은 용이하지 않다. 이를 용이하게 하기 위해서는 렌즈를 평판형 및 복수 개의 어레이(array) 형태로 제조하는 것이 요구된다. 렌즈를 어레이 형태로 만들기 위해, 상기와 같은 기계 가공법이 아닌 마이크로 공정이 주로 이용되며, 그 중 가장 일반적으로 사용되는 것이 포토 공정이다.

도 2a 내지 도 2e는 포토공정을 이용한 종래의 마이크로 렌즈 어레이 제조방법을 나타낸 도면이다. 먼저 도 2a에 나타낸 바와 같이 기판(21) 상에 감광제(23)를 도포한다. 그리고, 도 2b에 나타낸 바와 같이 감광제(23)의 상부에 소정 형태의 마스크(M)를 형성시키고 자외선을 조사하여 노광한다. 노광된 감광제 부분을 현상하면 도 2c에 나타낸 형태로 감광제(23a)가 패터닝된다. 여기에 열을 가하여 리플로우(reflow)시키면, 도 2d에 나타낸 바와 같이 감광제(23a)가 둥근 구면 렌즈 형태의 렌즈 프리폼(23b)으로 변형된다. 마지막으로 도 2e에 나타낸 바와 같이 반응성 이온 식각 (reactive ion etching) 등의 공정으로 이방성 식각하면 렌즈 preform의 형상이 기판에 그대로 전사되어 기판 위에 마이크로렌즈 어레이가 형성된다.

종래의 포토공정을 이용한 마이크로 렌즈 어레이 제조방법은, 고 개구수를 위한 높은 새그(High Sag)를 구현하기가 용이하지 못하며 따라서 수차 보정을 위한 비구면 곡면 가공도 어려운 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 고안된 것으로서, 고개구수를 가지는 초소형의 마이크로 렌즈 어레이를 간단한 공정으로 제조할 수 있는 마이크로 렌즈 어레이 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는,

(가) 기관에 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계;

(나) 상기 캐버티 내에 제 1 자외선 경화 물질을 주입한 다음, 상기 자외선 경화 물질의 상면에 렌즈를 위치시키는 단계; 및

(다) 상기 렌즈 및 기관 표면에 제 2 자외선 경화 물질을 도포한 뒤, 그 상부에 투명판을 위치시켜 상기 렌즈 및 자외선 경화 물질을 가압하면서 자외선을 조사하여 상기 제 1 및 제 2 자외선 경화 물질을 경화하는 단계;를 포함하는 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법을 제공한다.

본 발명에서는 상기 단계에 더하여,

(라) 상기 기관을 상기 렌즈 및 자외선 경화 물질로부터 분리시키고, 상기 하나 이상의 렌즈에 대해 지지 기관을 정렬 및 결합시키는 단계; 및

(마) 상기 지지 기관 상의 상기 렌즈와 대응되는 위치에 회절 렌즈를 형성시키는 단계;를 포함하는 하이브리드형 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법을 제공한다.

본 발명에 있어서, 상기 (가)단계는, 상기 기관 상에 감광제를 도포하고 소정 패턴의 포토마스크를 위치시킨 다음 노광 및 현상함으로써 패턴링 하는 단계;

상기 감광제가 노출된 부분의 기관을 식각하여 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계; 및

상기 감광제를 제거하고 상기 캐버티의 표면을 초정밀 비구면 금형으로 가압하여 성형하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명에 있어서, 상기 자외선 경화 물질은 액상 폴리머 또는 졸-겔형 무기물이며, 상기 초정밀 비구면 금형은 초경합금 등으로 형성되며, 상기 렌즈는 반구형 볼 렌즈인 것이 바람직하다.

본 발명에 있어서, 상기 (다)단계는, 상기 투명판을 상기 렌즈 및 상기 제 2 자외선 경화 물질로부터 분리시키는 단계; 및 상기 기관을 상기 렌즈 및 상기 제 1 자외선 경화 물질로부터 분리시키는 단계;를 포함할 수 있다.

또한, 본 발명에서는

(가) 기관에 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계;

(나) 상기 캐버티 내에 제 1 자외선 경화 물질을 주입한 다음, 상기 자외선 경화 물질의 상면에 렌즈를 위치시키는 단계;

(다) 상기 렌즈 상부에 제 1투명판을 위치시켜 상기 렌즈를 가압하면서 자외선을 조사하여 상기 제 1 자외선 물질을 경화한 뒤, 상기 투명 판을 제거하는 단계; 및

(라) 상기 렌즈 및 기관 표면에 제 2 자외선 경화 물질을 도포한 뒤, 그 상부를 제 2 투명판을 위치시켜 상기 렌즈를 가압하면서 자외선을 조사하여 상기 제 1 및 제 2 자외선 경화 물질을 경화하는 단계;를 포함하는 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법을 제공한다.

본 발명에서는 상기 단계에 더하여,

(마) 상기 기관을 상기 렌즈 및 상기 자외선 경화 물질과 분리시키고, 상기 하나 이상의 렌즈에 대해 지지 기관을 정렬 및 결합시키는 단계; 및

(바) 상기 렌즈 및 상기 제 2 자외선 경화 물질을 소정의 두께가 될 때까지 연마하고, 상기 지지 기관 상의 상기 반구형 볼 렌즈와 대응되는 위치에 회절 렌즈를 형성시키는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명에 있어서, 상기 (라)단계는,

상기 렌즈 및 기관 표면에 제 2 자외선 경화 물질을 도포하는 단계;

상기 기관 및 제 2 자외선 경화 물질 상부에 제 2 투명판을 위치시켜 상기 렌즈를 가압하면서 자외선을 조사하여 상기 제 1 및 제 2 자외선 경화 물질을 경화하는 단계; 및

상기 렌즈 및 상기 제 2 자외선 경화 물질을 소정의 두께가 될 때까지 연마하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명에서는 굴절 렌즈 및 회절 렌즈를 포함하는 하이브리드형 마이크로 렌즈 어레이에 있어서,

굴절 렌즈;

상기 굴절 렌즈의 구면에 접합하여 비구면을 형성하는 제 1 자외선 경화 물질;

상기 굴절 렌즈를 삽입하여 지지하는 오목부를 포함하는 지지 기관; 및 상기 지지 기관 상의 상기 굴절 렌즈에 대응되는 위치에 형성된 회절 렌즈;를 포함하는 하이브리드형 마이크로 렌즈를 제공한다.

본 발명에 있어서, 상기 굴절 렌즈를 상기 지지 기관에 고착시키는 제 2 자외선 경화 물질을 더 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명에 있어서, 상기 굴절 렌즈의 평면부에 형성되며 상기 제 2 자외선 경화 물질에 의해 고착되는 투명 판을 더 포함할 수 있다.

본 발명에 있어서, 상기 굴절 렌즈는 그 굴절률이 1.7 내지 2.2 인 것이 바람직하다.

이하, 본 발명의 실시예에 따른 마이크로렌즈 어레이 제조방법을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 마이크로 렌즈 어레이에 사용되는 비구면 렌즈 어레이용 금형을 제조하는 방법에 관한 것이다.

먼저, 도 3a에 나타낸 바와 같이 기관(31)을 준비한다. 상기 기관(31)은 글래스계 재료인 것이 바람직하다. 상기 기관(31) 상면에 감광제(Photo resist : PR)를 스핀 코팅(spin coating) 등과 같은 방법으로 도포한다. 그리고, 도 3b에 나타낸 바와 같이 소정 형태의 포토마스크(M)를 위치시키고 자외선(Ultra Violet : UV)으로 노광한다. 노광 후 현상 공정을 실행하면, 도 3c에 나타낸 바와 같이 노광된 부분의 감광제(PR)가 현상액에 의해 제거된다.

그리고 나서 도 3d에 나타낸 바와 같이, 현상액에 의해 감광제(PR)가 제거된 기관(31)의 노출 부분을 습식 또는 건식 식각하여 기관(31) 내에 캐버티(32)를 형성한다. 잔류하는 감광제(PR)를 제거하면, 도 3e에 나타낸 바와 같이 기관(31)에 캐버티(32)가 형성된 캐버티 어레이 구조가 형성된다. 식각면을 고르게 형성하기 위해 도 3f에 나타낸 바와 같이, 초정밀 비구면을 갖는금형(P)으로 캐버티(32)를 가압하여 캐버티(32)의 곡면이 금형(P)의 비구면 곡면과 일치하도록 금형(P)의 비구면 형상을 기관(31)에 전사성형한다. 이때, 성형을 효과적으로 이루기 위해, 각 캐버티(32)를 국부적으로 가열하거나 기관(31) 전체를 가열할 수도 있다. 여기서 상기 비구면 금형은 단렌즈 형태로서 정밀 가공되는데 상기 방법을 이용하면 렌즈 어레이용의 금형을 간단히 제작할 수 있으므로 금형 비용을 절감할 수 있다.

다음, 도 4a 내지 도 4e를 참고로 하여 본 발명에 의한 마이크로 렌즈 어레이의 제조 방법에 대해 상세히 살펴본다. 도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 제 1 실시예에 의한 마이크로 렌즈 어레이의 제조 방법을 나타낸 공정도이다. 그리고, 도 4f 및 도 4g는 상기 도 4a 내지 도 4e 방법에 의해 제조된 마이크로 렌즈 어레이에 회절 렌즈를 부착시켜 하이브리드 렌즈 어레이 형태의 마이크로 렌즈 어레이를 제조하는 방법을 나타낸 공정도이다.

도 4a를 참조하면, 상기 도 3a 내지 도 3f에 의해 제작된 기판(31)의 캐버티(32) 어레이 내에 자외선 경화 물질(33)을 주입한다. 상기 자외선 경화 물질(33)은 액상의 폴리머(Liquid Polymer) 또는 졸-겔 무기물로서 자외선(ultra-violet ray:UV)을 조사하면 경화되는 성질을 가진다. 또한, 이러한 자외선 경화 물질은 고 굴절률 물질로 굴절렌즈(35)와의 굴절률 차이가 크지 않고, 405nm 전후의 파장대에서 빛의 흡수율이 낮고 투과율이 높은 것이 바람직하다. 또한, 이러한 자외선 경화 물질은 극히 정밀한 비구면의 렌즈를 구현할 수 있도록 높은 유동성을 가지는 액상인 것이 바람직하다. 이러한 물질은 렌즈의 틸트를 감소시켜 코마 수차를 감소시킬 수 있으며 볼 렌즈의 두께 편차의 보상이 가능한 장점을 가진다.

다음으로, 도 4b에 나타난 바와 같이, 캐버티(32)의 자외선 경화 물질(33) 상면에 굴절 렌즈, 예를 들어 반구형 볼 렌즈(35)를 삽입시키고, 도 4c에 나타난 바와 같이 그 표면에 다시 자외선 경화 물질(37)을 도포한다. 상기 자외선 경화 물질(37)은 상기 캐버티(32) 내부에 주입된 것과 다른 종류의 물질을 사용하여도 무방하다. 상기 반구형 볼 렌즈(35)는 약 1.7 내지 2.2 정도의 고굴절률을 가지도록 선택되는 것이 바람직하다. 이에 따라, 고개구수를 가지는 박형 마이크로 렌즈 어레이 형성이 가능하다.

다음으로, 도 4d에 나타난 바와 같이 상기 자외선 경화 물질(37)의 상면에 글라스와 같은 투명판(38)을 위치시키고 자외선 경화 물질(37)을 가압한다. 동시에 상기 기판(31)의 상부로부터 자외선을 조사하여 자외선 경화 물질(33, 37)을 경화한다. 자외선 경화 물질(33, 37)이 경화되면서, 상기 제 1 자외선 경화 물질(33)은 상기 반구형 볼 렌즈(35)에 접합되어 비구면을 보정하고, 상기 제 2 경화 물질(37)은 상기 반구형 볼 렌즈(35)를 상기 투명판(38)에 부착시킨다.

그 뒤, 상기 반구형 볼 렌즈(35) 및 제 1 자외선 경화 물질(33)을 상기 기판(31)으로부터 분리시키면(demolding), 비구면 곡면이 형성된 렌즈(35)가 투명판(38) 상에 형성된 형태의 굴절 렌즈 어레이가 된다.(도 4e)

다음으로, 상기 굴절 렌즈와 회절 렌즈(diffraction lens 또는 fresnel lens)가 결합된 하이브리드(hybrid) 렌즈 구조를 나타내는 마이크로 렌즈 어레이 제조 공정의 실시예에 대해 설명한다.

상기 도 4e와 같은 완성된 굴절 렌즈 어레이에 대해 지지 기판(39)을 웨이퍼 레벨(wafer level)에서 정렬 및 결합시킨다. 상기 굴절 렌즈 어레이는 상기 지지 기판의 오목부에 각각 삽입되는 형태를 나타낸다.(도 4f) 마지막으로 도 4g에 나타난 바와 같이, 상기 지지 기판(39) 일면의 상기 굴절렌즈와 대응되는 위치에 회절 렌즈(40)를 정렬시킨다. 이와 같은 공정에 의해 굴절 렌즈 어레이 및 회절 렌즈(40) 어레이가 결합한 하이브리드 렌즈 구조의 마이크로 렌즈 어레이를 완성시킬 수 있다.

여기서, 상기 지지 기판(39)의 형성 방법에 대해 보다 상세히 설명한다. 도 5a 내지 도 5c는 지지 기판(39)을 형성시키는 공정을 나타낸 도면이다.

도 5a를 참조하면, 상기 지지 기판(39)은 예를 들어, 반도체 photolithography 공정으로 실리콘(Si) 기판(51)에 레지스트(resist) 패턴(52)을 형성한다.

그리고, 도 5b에 나타난 바와 같이, 반응성 이온 식각(reactive ion etching)과 같은 이방성 식각에 의하여 원기둥 형상의 관통 홀(53)을 형성시킨다.

그런 다음, 도 5c와 같이, 글라스 기판(54)과 anodic bonding을 실시한다.

도 5d는 상기 도 5a 내지는 도 5c에 나타난 제작 공정과는 별도의 제작공정에 의해 지지 기판을 제작한 실시예이다. 도 5b는 상부 금형 및 하부 금형을 상기 지지 기판(39)에 대응하는 형상으로 각각기계 가공으로 제작한 후 서로 결합(assembly)시키고 PMMA 등의 플라스틱으로 사출 성형함으로써 완성시킬 수 있다. 도 5e는 상기 지지 기판(39)을 제작하는 또 다른 실시예로서, 상기 플라스틱(plastic) 사출 성형용의 금형을 제작할 때 회절렌즈의 형상에 대응하는 곡면 형상까지 동시에 기계 가공하여 지지 기판(39)의 사출 성형과 함께 회절 렌즈(40)를 동시에 제작할 수 있도록 한 것이다. 이 경우, 하기 도 6a 내지 도 6e와 같은 회절 렌즈의 복제(replication) 공정을 별도로 거치지 않아도 된다.

이하, 본 발명의 하이브리드 렌즈 어레이에 사용되는 회절 렌즈를 상기 지지 기판(39) 상부에 형성시키는 공정에 대해 도 6a 내지 도 6e를 참고하여 보다 상세히 설명하고자 한다.

먼저, 도 6a와 같은 회절 렌즈의 곡면 형상에 대응하는 형상을 갖는 회절 렌즈 어레이의 금형(61)을 제작한다. 이러한 금형은 금속을 직접 절삭하여 가공하여 제조할 수 있다. 이 경우, 예를 들어, single point diamond turning을 이용한다. 또한, 전자빔 노광법, 레이저 노광법 또는 gray scale photolithography 등으로 노광, 현상하여 레지스트에 3차원 패턴을 형성하고 그 위에 니켈로 전주도금(electroforming) 하여 마스터(master)를 제작하는 방법을 적용할 수 있다.

도 6b에 나타낸 바와 같이, 자외선 경화 물질, 예를 들어 액상 폴리머(liquid polymer)(62)를 지지 기판(39) 상부 표면에 적절한 양만큼 투여(dispense)한다. 그리고, 상기 도 6a의 회절 렌즈의 금형(61)과 지지 기판(39)의 상대적 위치를 정렬(align)시킨다.

그리고, 도 6c에 나타낸 바와 같이, 상기 회절 렌즈 금형(61)을 지지 기판(39)상의 액상 폴리머(62)를 사이에 두고 압착하며, UV를 조사하여 상기 액상 폴리머(62)를 경화한다.

마지막으로 도 6d와 같이, 상기 회절 렌즈 금형(61)을 경화된 폴리머(62)로부터 분리(이형)하여 상기 지지 기판(39) 상에 회절 렌즈(40)를 형성시킬 수 있다.

경우에 따라서는 도 6e에 나타낸 바와 같이, 반응성 이온 식각(reactive ion etching) 등의 방법을 이용하여, 경화된 폴리머(62)를 이방성 식각하여 상기 폴리머(62)에 형성된 회절 렌즈의 형상을 그대로 상기 지지 기판(39) 위로 전사할 수 있다. 상기 지지 기판(39)의 재료가 fused silica, 글라스 등의 재료인 경우에 이와 같은 전사방법으로 열적 안정성이 더욱 우수한 회절 렌즈를 형성시킬 수 있다.

이하, 도 7a 내지 도 7h를 참고하여, 본 발명의 마이크로 렌즈 어레이 및 그 제조 방법의 또 다른 실시례에 대해 보다 상세히 설명하고자 한다. 도 7a 내지 도 7f는 굴절 렌즈만 형성된 마이크로 렌즈 어레이의 제조 공정을 나타낸 것이며, 도 7g 및 7h는 굴절 렌즈에 회절 렌즈를 더 구비한 하이브리드 렌즈 형태의 마이크로 렌즈 어레이의 제조 공정을 나타낸 것이다.

도 7a를 참조하면, 상기 도 3a 내지 도 3f에 의해 제작된 기판(31)의 캐버티(32) 어레이 내에 자외선 경화 물질(33)을 주입한다. 상기 자외선 경화 물질(33)은 자외선(ultra-violet ray :UV)을 조사하면 경화되는 성질을 가지며, 예를 들어 액상의 폴리머(Liquid Polymer)나 졸-겔 형태의 무기물을 사용할 수 있다.

그리고, 도 7b에 나타낸 바와 같이, 캐버티(32)의 자외선 경화 물질(33) 상면에 반구형 볼 렌즈(35)를 삽입시킨다. 그리고, 도 7c에 나타낸 바와 같이 그 표면에 다시 자외선 경화 물질(37)을 도포한다. 상기 자외선 경화 물질(37)은 상기 캐버티(32) 내부에 주입된 것과 다른 종류의 것을 사용해도 무방하다. 상기 반구형 볼 렌즈(35)는 약 1.7 내지 2.2 정도의 고굴절률을 가지도록 선택되는 것이 바람직하다. 이에 따라, 고개구수를 가지는 박형 마이크로 렌즈 어레이 형성이 가능하다.

다음으로, 도 7d에 나타낸 바와 같이 상기 자외선 경화 물질(37)의 상면에 글라스와 같은 투명판(38)를 위치시키고 자외선 경화 물질(37)을 가압한다. 동시에 상기 기판(31)의 상부로부터 자외선을 조사하여 자외선 경화 물질(33, 37)을 경화한다. 자외선 경화 물질(33, 37)이 경화되면서, 상기 제 1 자외선 경화 물질(33)은 상기 반구형 볼 렌즈(35)에 접합되어 비구면을 보정한다. 다음으로, 도 7e에 나타낸 바와 같이 상기 투명판(38)을 제거한다.

마지막으로, 상기 반구형 볼 렌즈(35) 및 제 1 자외선 경화 물질(33)을 상기 기판(31)로부터 분리시키면(demolding), 비구면 곡면이 형성된 렌즈(35)가 Polymer 기판 위에 부착된 형태의 굴절렌즈 어레이가 완성된다.(도 7f)

다음으로, 상기 굴절렌즈와 회절 렌즈(diffraction lens 또는 fresnel lens)가 결합된 하이브리드(hybrid) 렌즈 구조를 나타내는 마이크로 렌즈 어레이 제조 공정의 실시례에 대해 설명한다.

상기 도 7f와 같은 완성된 굴절렌즈 어레이에 대해 지지 기판(39)을 웨이퍼 레벨(wafer level)에서 정렬 및 결합시킨다.(도 7g) 그리고 나서, 도 7h에 나타낸 바와 같이, 상기 지지 기판(39) 일면의 상기 굴절렌즈와 대응되는 위치에 회절 렌즈(40)를 정렬, 형성시킨다. 이와 같은 공정에 의해 굴절 렌즈 어레이 및 회절 렌즈(40) 어레이가 결합한 하이브리드 구조의 마이크로 렌즈 어레이를 완성시킬 수 있다.

이하, 도 8a 내지 도 8h를 참고하여, 본 발명의 마이크로 렌즈 어레이 및 그 제조 방법의 또 다른 실시례에 대해 보다 상세히 설명하고자 한다. 8a 내지 도 8g 는 굴절 렌즈만 형성된 마이크로 렌즈 어레이의 제조 공정을 나타낸 것이며, 도 8h는 굴절 렌즈에 회절 렌즈를 더 구비한 하이브리드 렌즈 형태의 마이크로 렌즈 어레이의 제조 공정을 나타낸 것이다.

도 8a를 참조하면, 상기 도 3a 내지 도 3f에 의해 제작된 기관(31)의 캐버티(32) 어레이 내에 자외선 경화 물질(33)을 주입한다. 상기 자외선 경화 물질(33)은 자외선(ultra-violet ray :UV)을 조사하면 경화되는 성질을 가지며, 예를 들어 액상의 폴리머(Liquid Polymer)나 졸-겔 형태의 무기물을 사용할 수 있다.

다음으로, 도 8b에 나타난 바와 같이, 캐버티(32) 내부의 자외선 경화 물질(33) 상면에 볼 렌즈(41)를 삽입시킨다. 그리고, 평판 형태의 투명판(42)을 상기 볼 렌즈(41) 상부에 수평형태로 위치시킨다. 이와 동시에 상기 투명판 (42) 상부로부터 UV를 조사하여 상기 자외선 경화 물질(33)을 경화하여, 상기 볼 렌즈(41)를 상기 캐버티(32) 내부에 고착한다.

그리고, 도 8c에 나타난 바와 같이 상기 투명판(42)을 제거하고, 다시 자외선 경화 물질(37)을 도포한다. 상기 자외선 경화 물질(37)은 상기 캐버티(32) 내부에 주입된 것과 다른 종류의 것을 사용해도 무방하다. 상기 반구형 볼 렌즈(35)는 약 1.7 내지 2.2 정도의 고굴절률을 가지도록 선택되는 것이 바람직하다. 이에 따라, 고개구수를 가지는 박형 마이크로 렌즈 어레이 형성이 가능하다.

다음으로, 도 8d에 나타난 바와 같이 상기 자외선 경화 물질(37)의 상면에 글라스와 같은 투명판(38)을 위치시키고 자외선 경화 물질(37)을 가압한다. 동시에 상기 기관(31)의 상부로부터 자외선을 조사하여 자외선 경화 물질(33, 37)을 경화한다. 자외선 경화 물질(33, 37)이 경화되면서, 상기 제 1 자외선 경화 물질(33)은 상기 볼 렌즈(41)에 접합되어 비구면을 보정한다.

그리고, 도 8e에 나타난 바와 같이 상기 투명판(38)을 제거한다. 그리고, 상기 볼 렌즈(41) 및 제 1 자외선 경화 물질(33)을 상기 기관(31)로부터 분리한다.(demolding)

상기 도 8e와 같은 렌즈 어레이에 대해 지지 기관(39)을 웨이퍼 레벨(wafer level)에서 정렬 및 결합시킨다.(도 8f) 그리고 나서, 도 8g에 나타난 바와 같이, 상기 경화 물질(37) 및 상기 경화 물질(37) 부위의 볼 렌즈(41)를 소정의 두께가 될 때까지 연마하여, 굴절 렌즈 어레이를 완성시킨다.

그리고, 상기 굴절 렌즈와 회절 렌즈(diffraction lens 또는 fresnel lens)가 결합된 하이브리드(hybrid) 렌즈 구조를 나타내는 마이크로 렌즈 어레이 제조 공정의 실시례에 대해 설명한다.

도 8h에 나타난 바와 같이, 상기 지지 기관(39) 일면의 상기 굴절렌즈(41)와 대응되는 위치에 회절 렌즈(40)를 정렬, 형성시킨다. 이와 같은 공정에 의해 비구면 형태의 굴절 렌즈 어레이 (41) 및 회절 렌즈(40) 어레이가 결합한 하이브리드 구조의 마이크로 렌즈 어레이를 완성시킬 수 있다. 이와 같은 마이크로 렌즈 어레이는 모듈과의 결합이 용이할 뿐 아니라, 모듈의 형태에 따라 각 단위 렌즈로 분리하여 사용할 수 있다.

이 같은 형태에서는 볼 렌즈를 사용하고 기관 전체 면적에 걸쳐 소정 두께만큼 연마하므로 렌즈면의 기울어짐(tilt)을 최소화할 수 있다.

상기와 같은 공정에 의해 제작된 마이크로 렌즈의 구조 및 동작 원리에 대해 도 9a 및 도 9b를 참고로 하여 보다 상세하게 설명하고자 한다.

도 9a는 도 4a 내지 도 4g에 의해 제작된 하이브리드형 마이크로 렌즈의 동작원리를 나타낸 도면이다. 그리고, 도 9b는 도 7a 내지 도 7h 공정 및 도 8a 내지 도 8h 공정에 의해 제작된 하이브리드형 마이크로 렌즈의 구조 및 동작 원리를 나타낸 도면이다.

도 9a 및 도 9b를 참고하여, 본 발명에 의한 마이크로 렌즈가 광정보 저장 장치의 광픽업에 사용되는 구체적인 예를 살펴보면 다음과 같다. LD에서 출사된 빛은 광학 요소들(예를 들어, collimator lens, beam 정형기, beam splitter, mirror, quarter waveplate 등)을 거쳐 회절 렌즈(40) 방향에서 입사한다. 그리고 회절과 약간의 굴절을 거쳐 글라스 구면(35, 41)과 폴리머 비구면(33)의 접합렌즈로 구성된 굴절 렌즈의 비구면에 입사한다. 굴절 렌즈에 의해 집광된 빛은 광디스크(43)의 기록면에 회절 한계에 가까운 미세한 광 스팟(spot)을 형성하여 정보를 기록하거나 재생하게 된다.

이러한 굴절 렌즈는 구면을 갖는 볼 렌즈(ball lens)나 반구 렌즈(half ball lens)와 비구면을 갖는 플라스틱 렌즈로 구성되므로 이론적으로는 구면 렌즈와 비구면 렌즈의 2매를 조립하는 것과 동일한 조립상의 정밀도가 필요하다. 그러나, 본 발명에 의한 마이크로 렌즈 어레이의 제작 공정은, 일반적인 2매 렌즈의 조립공정과 달리, 렌즈의 각 surface끼리의 광축의 어긋남(decenter)과 surface의 기울어짐(tilt)을 최소로 할 수 있다. 그 이유를 설명하면 다음과 같다.

액상의 폴리머 물질은 높은 유동성을 가지므로 캐버티(cavity)의 비구면과 (half) 볼 렌즈의 구면 사이의 간극을 정밀하게 조정할 수 있다. 따라서 극히 정밀한 비구면 표면을 구현할 수 있다. 그리고, 금형 제작 시 각 캐버티의 수평위치(lateral position)가 정밀하게 제작되면, (half) 볼 렌즈를 각 캐버티 내에 그대로 배치하면 되므로 렌즈의 decenter error가 없다. 즉, 캐버티의 경계 부위(boundary)에 의해 렌즈의 수평위치가 구속 받을 뿐만 아니라, 액체 폴리머의 표면 장력에 의하여 (half) 볼 렌즈는 캐버티의 중심부에 오는 것이 에너지 최소 상태에 있게 된다. 따라서, 자동적인 위치 조정(centering)이 가능하다.

또한, 폴리머의 유동성이 유지되는 상태에서 투명판을 수평을 맞추면서 서서히 가압하면 (half) 볼 렌즈는 캐버티의 최저점으로 안착하게 된다. 그리고, (half) 볼 렌즈의 직경편차가 있더라도, 액체 폴리머가 완충층으로 작용하여 렌즈의 수직 방향 위치를 자동적으로 조절하게 되므로 직경편차(높이 편차)를 보상할 수 있다.

본 발명은 단일의 비구면 금형을 사용하여 제작공정을 단순화시킴으로써 마이크로렌즈 어레이 제조단가를 낮추어 대량생산에 유리하며, 광학수차가 보정된 렌즈를 제공하여 성능이 우수한 박형 광 모듈을 제공할 수 있다.

상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명은 다음과 같은 장점이 있다.

첫째, 굴절 렌즈 제작 시 글라스 성형과 같이 고온으로 가열/냉각을 반복하거나 고압을 가하는 공정이 불필요하고, 제작공정이 상온 및 저압에서 이루어지므로 공정 cycle time이 짧고 공정이 단순하여 대량생산에 유리하다.

둘째, 굴절 렌즈 제작 공정은 상온 및 저압 공정으로 금형의 열팽창/수축에 따른 변형, 피로현상, 고압으로 인한 마모가 거의 없으므로 금형의 수명이 극히 길다.

셋째, 열적 특성이 안정되어 있는 (half) 볼 렌즈가 렌즈 체적의 대부분을 차지하고 플라스틱 재료는 최소한의 체적으로서 렌즈의 비구면을 보정하는 요소로 사용되므로, 플라스틱 렌즈보다 특히, 청색 파장에서 열적 안정성, 내구성이 우수하다.

넷째, (Half) 볼 렌즈는 고 굴절률($1.7 < n < 2.2$)의 재료를 선택할 수 있으므로, plastic과 같이 2매의 렌즈를 광학적으로 정렬, 조립하지 않고도 NA 0.85의 높은 개구수를 얻을 수 있다. 따라서 박형화도 가능하다.

다섯째, 굴절렌즈의 제작 시 (half) 볼 렌즈를 사용하므로 구면형상의 특성상, 렌즈의 어긋남(decenter) 및 틸트(tilt)가 작다. 따라서 파면수차를 최소화한 높은 광학성능의 렌즈를 제작할 수 있다.

여섯째, 굴절 렌즈 어레이가 지지 기관에 의해 지지되며, 회절 렌즈 어레이가 상기 지지 기관 상에 형성된다. 이들은 미리 형성된 align mark를 통하여 웨이퍼 레벨(wafer level)에서 서로 수평 위치가 용이하게 정렬된다. 따라서, 일반적으로 2매의 렌즈를 조립하는 경우에 비해 어셈블리(assembly)상의 어려움을 크게 감소시킬 수 있다.

일곱째, 본 발명에 의한 마이크로 렌즈 어레이는 평판형의 구조를 가지므로 광 모듈과 정렬 및 조립이 용이하다.

여덟째, 본 발명에서 제시하는 캐버티 어레이 금형의 제작방법은, 종래의 기계적 금형 제작방법에 비해 마이크로 렌즈 어레이의 금형을 최단 시간에 최소의 온도 및 압력으로 제작할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

(가) 기관에 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계;

(나) 상기 캐버티 내에 제 1 자외선 경화 물질을 주입한 다음, 상기 자외선 경화 물질의 상면에 렌즈를 위치시키는 단계; 및

(다) 상기 렌즈 및 기관 표면에 제 2 자외선 경화 물질을 도포한 뒤, 그 상부를 투명판을 위치시켜 상기 렌즈를 가압하면서 자외선을 조사하여 상기 제 1 및 제 2 자외선 경화 물질을 경화하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

(라) 상기 기관을 상기 렌즈 및 자외선 경화 물질로부터 분리시키고, 상기 하나 이상의 렌즈에 대해 지지 기관을 정렬 및 결합시키는 단계; 및

(마) 상기 지지 기관 상의 상기 렌즈와 대응되는 위치에 회절 렌즈를 형성시키는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법.

청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 (가)단계는,

상기 기관 상에 감광제를 도포하고 소정 패턴의 마스크를 위치시킨 다음 노광 및 현상함으로써 패턴링 하는 단계;

상기 감광제가 노출된 부분의 기관을 식각하여 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계; 및

상기 감광제를 제거하고 상기 캐버티의 표면을 초정밀 비구면 금형으로 가압하여 성형하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

청구항 4.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 자외선 경화 물질은 액상 폴리머 또는 졸-겔형 무기물인 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

청구항 5.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 투명판은 글라스로 형성된 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

청구항 6.

제 1항에 있어서,

상기 렌즈는 반구형 볼 렌즈인 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

청구항 7.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 (다)단계는,

상기 투명판을 상기 렌즈 및 상기 제 2 자외선 경화 물질로부터 분리시키는 단계; 및

상기 기판을 상기 렌즈 및 상기 제 1 자외선 경화 물질로부터 분리시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

(라) 상기 기판을 상기 렌즈 및 자외선 경화 물질로부터 분리시키고, 상기 하나 이상의 렌즈에 대해 지지 기판을 정렬 및 결합시키는 단계; 및

(마) 상기 지지 기판 상의 상기 반구형 볼 렌즈와 대응되는 위치에 회절 렌즈를 형성시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법.

청구항 9.

제 7항에 있어서, 상기 (가)단계는,

상기 기판 상에 감광제를 도포하고 소정 패턴의 마스크를 위치시킨 다음 노광 및 현상함으로써 패터닝 하는 단계;

상기 감광제가 노출된 부분의 기판을 식각하여 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계; 및

상기 감광제를 제거하고 상기 캐버티의 표면을 초정밀 비구면 금형으로 가압하여 성형하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

청구항 10.

(가) 기판에 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계;

(나) 상기 캐버티 내에 제 1 자외선 경화 물질을 주입한 다음, 상기 자외선 경화 물질의 상면에 렌즈를 위치시키는 단계;

(다) 상기 렌즈 상부에 제 1 투명판을 위치시켜 상기 렌즈를 가압하면서 자외선을 조사하여 상기 제 1 자외선 물질을 경화한 뒤, 상기 제 1 투명판을 제거하는 단계; 및

(라) 상기 렌즈 및 기판 표면에 제 2 자외선 경화 물질을 도포한 뒤, 그 상부를 제 2 투명판을 위치시켜 상기 렌즈를 가압하면서 자외선을 조사하여 상기 제 1 및 제 2 자외선 경화 물질을 경화하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

(마) 상기 기관을 상기 렌즈 및 상기 자외선 경화 물질과 분리시키고, 상기 하나 이상의 렌즈에 대해 지지 기관을 정렬 및 결합시키는 단계; 및

(바) 상기 렌즈 및 상기 제 2 자외선 경화 물질을 소정의 두께가 될 때까지 연마하고, 상기 지지 기관 상의 상기 반구형 볼 렌즈와 대응되는 위치에 회절 렌즈를 형성시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법.

청구항 12.

제 10항 또는 제 11항에 있어서, 상기 (가)단계는,

상기 기관 상에 감광제를 도포하고 소정 패턴의 마스크를 위치시킨 다음 노광 및 현상함으로써 패터닝 하는 단계;

상기 감광제가 노출된 부분의 기관을 식각하여 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계; 및

상기 감광제를 제거하고 상기 캐버티의 표면을 초정밀 비구면 금형으로 가압하여 성형하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

청구항 13.

제 10항에 있어서, 상기 (라)단계는,

상기 렌즈 및 기관 표면에 제 2 자외선 경화 물질을 도포하는 단계;

상기 기관 및 제 2 자외선 경화 물질 상부에 제 2 투명판을 위치시켜 상기 렌즈를 가압하면서 자외선을 조사하여 상기 제 1 및 제 2 자외선 경화 물질을 경화하는 단계; 및

상기 렌즈 및 상기 제 2 자외선 경화 물질을 소정의 두께가 될 때까지 연마하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조 방법.

청구항 14.

제 1항에 있어서,

상기 렌즈는 구형 볼 렌즈인 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

청구항 15.

굴절 렌즈 및 회절 렌즈를 포함하는 하이브리드형 마이크로 렌즈 어레이에 있어서,

굴절 렌즈;

상기 굴절 렌즈의 구면에 접합하여 비구면을 형성하는 제 1 자외선 경화 물질;

상기 굴절 렌즈를 삽입하여 지지하는 오목부를 포함하는 지지 기관; 및

상기 지지 기관 상의 상기 굴절 렌즈에 대응되는 위치에 형성된 회절 렌즈;를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈

청구항 16.

제 15항에 있어서,

상기 굴절 렌즈를 상기 지지 기관에 고착시키는 제 2 자외선 경화 물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈.

청구항 17.

제 16항에 있어서,

상기 굴절 렌즈의 평면부에 형성되며 상기 제 2 자외선 경화 물질에 의해 고착되는 투명판을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈.

청구항 18.

제 15항 내지 제 17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자외선 경화 물질은 액상 폴리머 또는 졸-겔형 무기물인 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈.

청구항 19.

제 15항 내지 제 17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 굴절 렌즈는 그 굴절률이 1.7 내지 2.2 인 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈.

청구항 20.

제 15항 내지 제 17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하이브리드형 마이크로 렌즈가 다수 개인 어레이 형태로 배열된 것을 특징으로 하는 하이브리드형 마이크로 렌즈.

청구항 21.

제 8항에 있어서, 상기 (가)단계는,

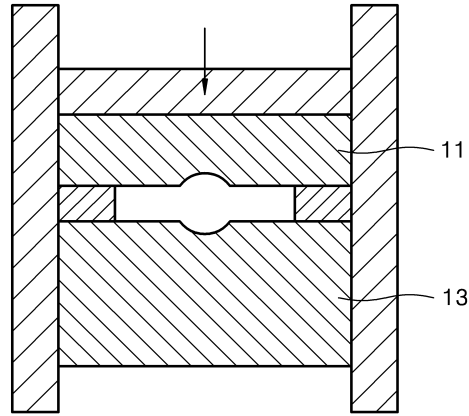
상기 기관 상에 감광제를 도포하고 소정 패턴의 마스크를 위치시킨 다음 노광 및 현상함으로써 패터닝 하는 단계;

상기 감광제가 노출된 부분의 기관을 식각하여 한 개 이상의 캐버티를 형성하는 단계; 및

상기 감광제를 제거하고 상기 캐버티의 표면을 초정밀 비구면 금형으로 가압하여 성형하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 렌즈 어레이 제조방법.

도면

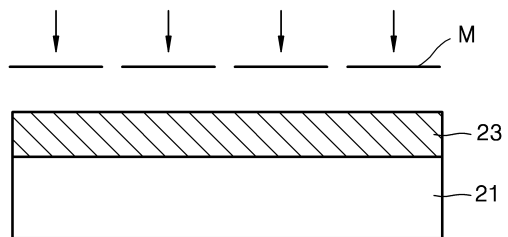
도면1



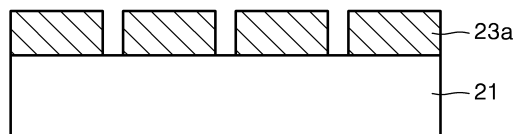
도면2a



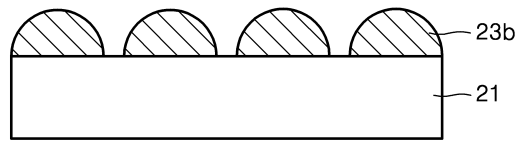
도면2b



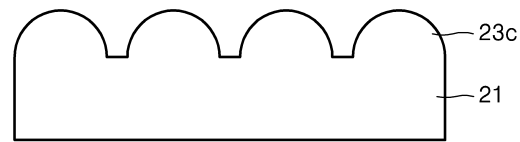
도면2c



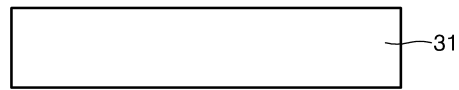
도면2d



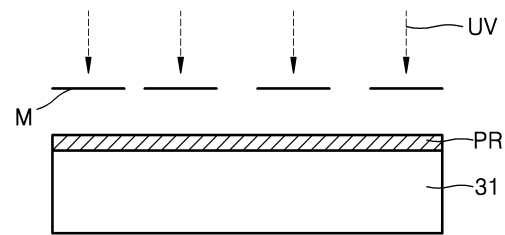
도면2e



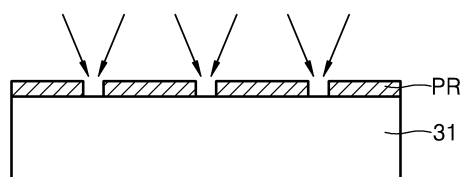
도면3a



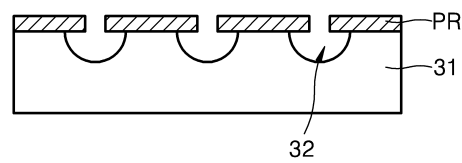
도면3b



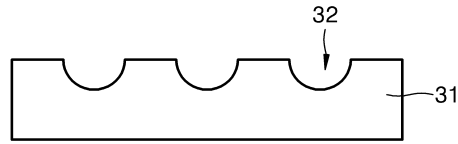
도면3c



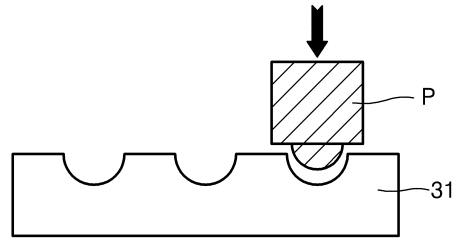
도면3d



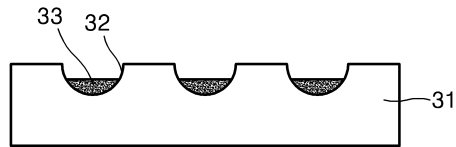
도면3e



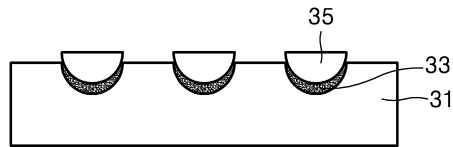
도면3f



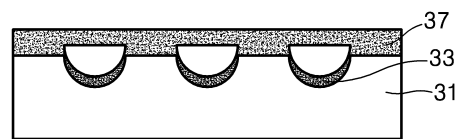
도면4a



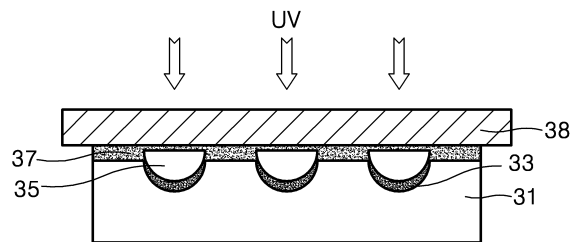
도면4b



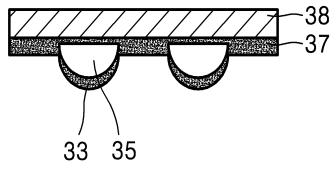
도면4c



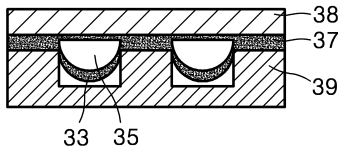
도면4d



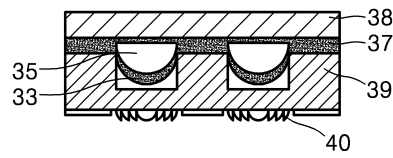
도면4e



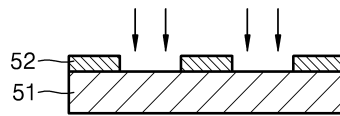
도면4f



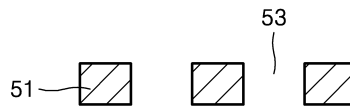
도면4g



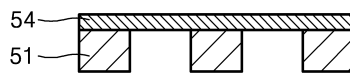
도면5a



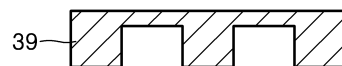
도면5b



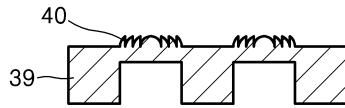
도면5c



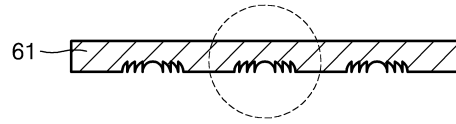
도면5d



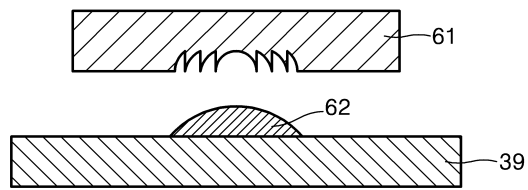
도면5e



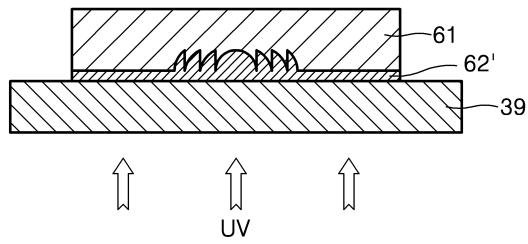
도면6a



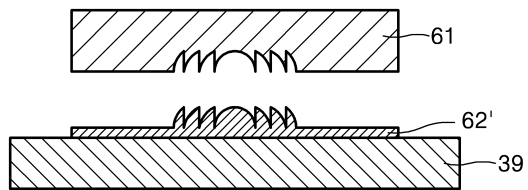
도면6b



도면6c



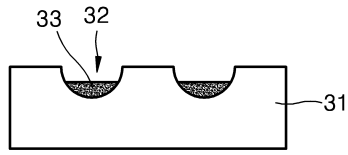
도면6d



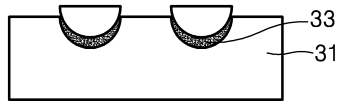
도면6e



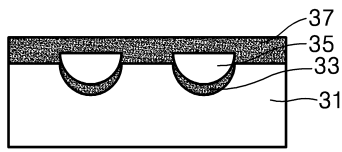
도면7a



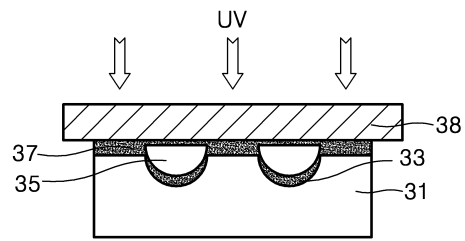
도면7b



도면7c



도면7d



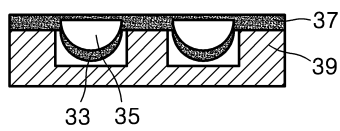
도면7e



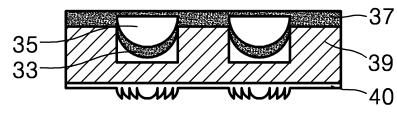
도면7f



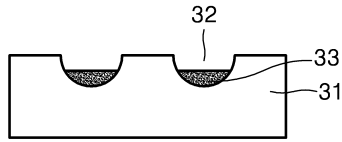
도면7g



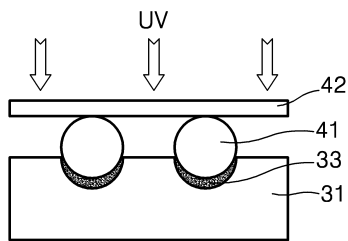
도면7h



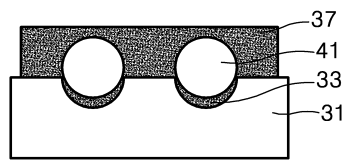
도면8a



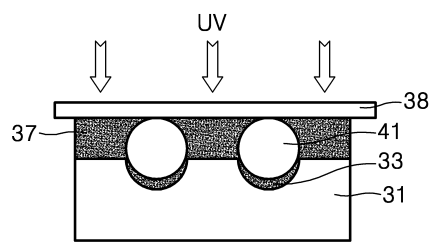
도면8b



도면8c



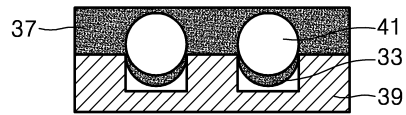
도면8d



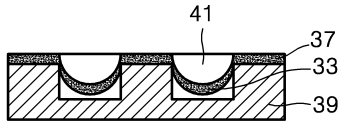
도면8e



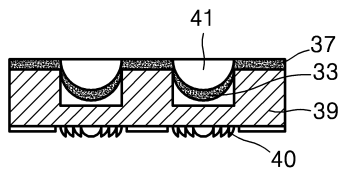
도면8f



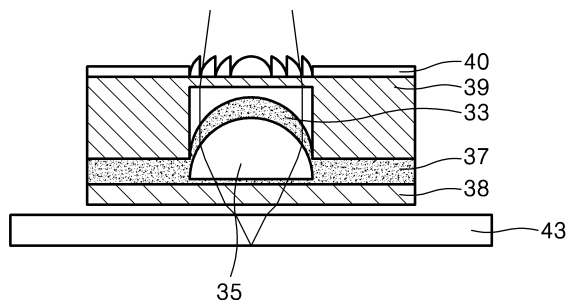
도면8g



도면8h



도면9a



도면9b

