



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년05월26일
(11) 등록번호 10-0898924
(24) 등록일자 2009년05월15일

(51) Int. Cl.

G02B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2002-0065334
(22) 출원일자 2002년10월24일
심사청구일자 2007년10월09일
(65) 공개번호 10-2004-0036356
(43) 공개일자 2004년04월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP05325807 A

(73) 특허권자

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

권혁

서울특별시관악구봉천본동두산아파트107동2001호

이영주

경기도성남시분당구야탑동215

매화마을주공아파트210동604호

(74) 대리인

박장원

전체 청구항 수 : 총 4 항

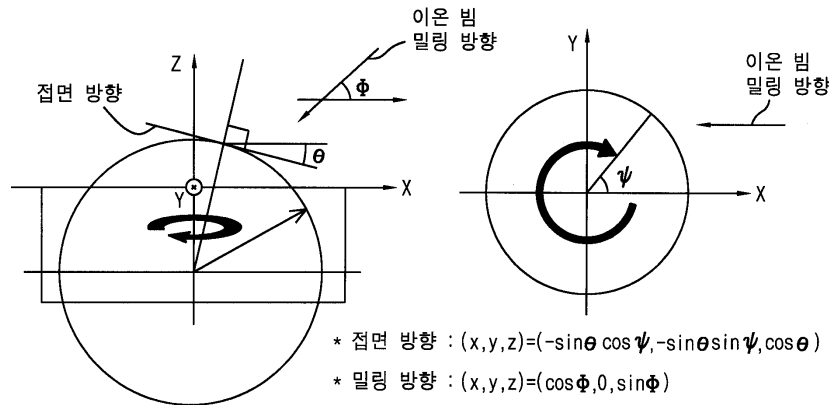
심사관 : 장기정

(54) 초소형 렌즈의 비구면 가공방법 및 그를 이용한 초소형렌즈의제조방법

(57) 요약

본 발명의 초소형 렌즈의 비구면 가공방법 및 그를 이용하여 초소형 렌즈 제조방법은 광학설계를 통하여 초소형 렌즈의 비구면형상을 설계하고, 그 비구면형상과 구면형상과의 비교에 따른 형상 차이에 대하여 이온 빔의 입사 각 및 밀링시간을 설계하며, 상기 이온빔 밀링방법으로 구면렌즈를 비구면렌즈로 가공한 다음, 상기 가공된 비구면렌즈의 비구면 형상을 설계치와 비교하는 순서로 진행하여, 임의 형태의 비구면 초소형 렌즈의 비구면을 가공함으로써, 종래에 비하여 초소형 렌즈를 정밀하고 균일하게 대량으로 제작할 수 있으며, 특히 종래에는 어려운 소정의 코닉상수를 갖는 초소형 비구면 렌즈를 구현하는 것이 가능하다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

광학설계를 통하여 초소형 렌즈의 비구면형상을 설계하는 단계와,
 상기 비구면형상과 구면형상과의 비교에 따른 형상 차이에 대하여 이온 빔의 입사각 및 밀링시간을 설계하는 단계와,
 상기 이온빔 밀링방법으로 구면렌즈를 비구면렌즈로 가공하는 단계와,
 상기 가공된 비구면렌즈의 비구면 형상을 설계치와 비교하는 단계를 순차적으로 실시하여 제조하는 것을 특징으로 하는 초소형 렌즈의 비구면 가공방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 가공된 비구면 렌즈를 설계치와 비교하는 것은 광학 간섭계를 이용하는 것을 특징으로 하는 초소형 렌즈의 비구면 가공방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 가공된 비구면 렌즈를 설계치와 비교하는 것은 탐침 형상 측정 방법을 이용하는 것을 특징으로 하는 초소형 렌즈의 비구면 가공방법.

청구항 4

광학설계를 통하여 초소형 렌즈의 비구면형상을 설계하는 단계와,
 상기 비구면형상과 구면형상과의 비교에 따른 형상 차이에 대하여 이온 빔의 입사각 및 밀링시간을 설계하는 단계와,
 상기 이온빔 밀링방법으로 구면렌즈를 비구면렌즈로 가공하는 단계와,
 상기 가공된 비구면렌즈의 비구면 형상을 설계치와 비교하는 단계를 순차적으로 실시하는 초소형 렌즈의 비구면 가공방법을 이용하여 제조되는 초소형 렌즈 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <5> 본 발명은 광 기록 장치(optical data storage) 광파이버를 이용한 광 통신 시스템(fiber-optic communication), 화상 표시 장치(display) 등 다양한 광학계에 적용하기 위한 초소형 렌즈(micro-lens)의 비구면 가공방법 및 그를 이용하여 초소형 렌즈 제조방법에 관한 것으로, 특히 비구면 형상을 갖는 굴절형(refractive) 초미세 렌즈의 비구면을 이온빔 밀링(ion beam milling) 기술을 이용하여 정밀하게 가공하는 방법에 관한 것이다.
- <6> 최근 멀티미디어 및 정보통신기술의 급속한 발달과 함께 광기록장치, 광통신시스템, 디스플레이 등의 소형화 추세가 두드러지고 있다. 광학시스템의 소형화는 필연적으로 적용되는 개별광학부품의 소형화를 수반하여야 하며, 특히 광학계의 핵심요소인 렌즈류(lenslet)의 소형화가 중요한 기술적과제로 부각되고 있다. 이는 기존 렌즈의 광학적 성능을 유지하면서 렌즈 자체의 크기를 줄이기 위해서는 가공정밀도 역시 소형화 되는 비율만큼 보장되어야 하기 때문이다.
- <7> 한편, 초미세 굴절렌즈는 휴대용 정보기기 등에 적용이 예상되는 초소형 광기록장치의 픽업 광학계 등의 예에서 알 수 있는 것처럼 시준렌즈(collimating lens), 대물렌즈(objective lens), 고체침입렌즈(SIL:solid immersion lens) 등으로 다양하게 적용가능하며, 표면형상이 구면(spherical)형상뿐만 아니라 비구면(aspheric) 형태로도 가동되어야 한다.

- <8> 종래의 렌즈가공기술은 정밀한 연마(polishing)방법을 이용하거나, 정밀한 금형(mold)을 만든후 압축(press), 사출(injection) 등의 다양한 성형방법을 적용하여 원하는 형태의 구면 또는 비구면 렌즈를 구현하는 방식에 기초하고 있다. 이러한 종래의 기술은 비교적 부피가 큰 종래의 굴절렌즈 들을 제조하기에 적합한 기술이나, 렌즈의 직경이 밀리미터(millimeter) 보다 작은 초소형 렌즈를 균일하게 가공하기에는 기술적인 어려움을 지니고 있다.
- <9> 또한, 상기의 기계적 연마나 성형기법을 이용한 렌즈제조기술 이외에도 광학적으로 투명한 다중체(polymer) 물질을 유리전이(glass transition) 온도 이상으로 가열하여 유기되는 표면장력(surface tension)에 의해 임의의 곡률(radius of curvature)을 가지는 부분구면렌즈를 가공하는 소위 리플로우(reflow) 기술이 알려져 있고, 반응성 이온식각(RIE:reactive ion etching) 또는 이온밀링 기술을 활용하여 상기의 리플로우 기술로 형성된 곡면형상을 소정의 기판에 전사(transfer)하여 렌즈를 제조하는 방법 등이 알려져 있다.
- <10> 그러나, 상기와 같은 종래 초소형 렌즈를 제조하는 방법은 구면렌즈를 소형화할 수 있다는 장점을 가지고 있으나, 비구면 렌즈 특히, 구면 수차(spherical aberration) 등을 제거한 초소형 렌즈를 정밀하게 가공하는 것이 한계가 있는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <11> 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출한 본 발명의 목적은 초소형 렌즈를 정밀하게 제조함과 아울러 균일한 가공 정밀도로 대량생산할 수 있도록 하는데 적합한 초소형 렌즈의 비구면 가공방법 및 그를 이용하여 초소형 렌즈 제조방법을 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

- <12> 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여
- <13> 광학설계를 통하여 초소형 렌즈의 비구면형상을 설계하는 단계와,
- <14> 상기 비구면형상과 구면형상과의 비교에 따른 형상 차이에 대하여 이온 빔의 입사각 및 밀링시간을 설계하는 단계와,
- <15> 상기 이온빔 밀링방법으로 구면렌즈를 비구면렌즈로 가공하는 단계와,
- <16> 상기 가공된 비구면렌즈의 비구면 형상을 설계치와 비교하는 단계를 순차적으로 실시하여 제조하는 것을 특징으로 하는 초소형 렌즈의 비구면 가공방법이 제공된다.
- <17> 또한, 상기와 같은 초소형 렌즈의 비구면 가공방법을 이용하여 제조되는 초소형 렌즈 제조방법이 제공된다.
- <18> 이하, 상기와 같은 본 발명을 첨부된 도면의 실시예를 참고하여 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <19> 본 발명의 초소형 렌즈의 비구면 가공방법은 이온 빔 밀링 기술을 이용한다.
- <20> 이온 빔 밀링기술은 아르곤과 같은 기체를 이온화 시킨 후 그 이온을 가속시키고, 반응용기(reaction chamber) 내에서 움직일 수 있는 기구부에 가공하고자 하는 시편을 장착하여 시편(specimen)의 소정의 표면을 가속한 이온빔에 균일하게 노출시켜, 노출된 시편 표면을 식각(etching)해내는 소위 물리적 식각(physical etching)의 대표적이 가공방법이다. 이 기술은 높은 진공도(high vacuum)를 유지한 환경에서 화학적 반응(chemical reaction)을 배제한 물리적인 방법 만으로 시편의 기판표면층을 뜯어내는 기술로서, 식각률(etch rate)에 해당하는 밀링률(milling rate)이 비교적 낮고, 장시간 공정이 가능하며, 가공된 표면의 거칠기(surface roughness)가 매우 작으므로 미세한 표면 가공에 큰 장점을 가지고 있다. 이 기술은 식각뿐만 아니라 표면세정(surface cleaning), 표면분석(surface analysis) 등 다양한 용도로 반도체 소자 및 미세 구조물 개발에 응용되고 있다.
- <21> 도 1은 본 발명에서 이온 빔의 입사각 변화에 따른 렌즈의 미세가공상황을 보여준다.
- <22> 이온빔 밀링장치는 그림과 같이 초소형 렌즈가 형성될 시편이 장착된 기구의 가운데 축을 중심으로 회전운동을 하며 입사되는 이온빔과 임의의 각도로 시편이 놓일 수 있도록 조절이 가능하도록 구성된다.
- <23> 도 2는 상기와 같이 장착되어지는 초소형 렌즈의 곡면 형상을 보인 것으로, 도면에서 실선으로 표시된 것과 같은 부분구면(partially spherical) 형태의 미세구조물을 소정의 각도로 입사되는 이온빔으로 소정의 시간동안 밀링을 통해 정밀가공하여 비구면 형상으로 변경할 수 있다.

<24> 비구면형태는 포물면(paraboloid), 타원(ellipsoid) 형상을 모두 포함한 형태로 가능하며, 상기한 구면 미세 구조물로부터 비구면 렌즈곡면을 제작하는 방법을 도 3, 도 4를 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

<25> 먼저, 가공하고자 하는 비구면 형상을 나타내는 수식 (1)로부터 원하는 곡률 (radius of curvature)c, 비구면 상수(conic constant) ε 을 이용하여 비구면 편차를 갖는 다항식(polynomial)의 계수 A₄, A₆, A₈ ... 등을 정하면 비구면 형상 Z를 표현할 수 있다.

$$z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - \epsilon \cdot c^2 h^2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A \quad (1)$$

<26> 이식에서 h는 비구면 렌즈 곡면의 정상부(apex)의 기관 표면으로 부터의 돌출높이(sag height)이다. 상기 비구면 형상을 진구면(ideal spherical surface) 형상과 비교하여, 두형상의 차를 구하고, 개별좌표에서의 형상차이에 대하여 이온빔의 입사각 φ와 임의 위치의 구면의 구면의 접평면(tangential plane)의 면 방향간의 관계에 따른 기울기 S와, 소정의 밀링조건에서 시편 기관물질의 밀링률 A를 통하여 시간 t를 조절함으로써 밀링공정을 설계한다. 이는 아래의 수식 (2)와 같이 부분적인 이온밀링 공정의 조합으로 표현할 수 있게 된다.

$$\text{전체 밀링공정(total milling process)} = A \sum_n S_n t_n \quad (2)$$

<29> 여기서, n은 비구면 형상을 구현하기 위해 필요한 독립적인 밀링공정의 횟수를 나타낸다.

<30> 일례로 도 3과 같은 경우에 대해 이온 빔의 입사각 φ와 밀링방향과 렌즈곡면부 표면의 임의의 위치에서의 접평면의 방향의 관계는 아래의 수식 (3)과 같이 표현할 수 있다. 즉, x축과 z축 사이의 밀링방향과 접평면의 방향을 x축 및 y축에 대하여 동일하게 적용하여 3차원 공간에 대한 두방향의 방향 코사인(directional cosine)을 구하고, 이를 z축을 기준으로 회전하는 것으로 환산하여 적분한 값을 평균하면 수식 (3)과 같이 정리된다.

$$S = -\frac{1}{\pi} \sin\theta \cos\phi + \cos\theta \sin\phi \quad (3)$$

<31> 상기의 수식은 z축을 기준으로 회전은 무한히 빠르다는 가정과 x-y축에 대해서 밀링방향과 동일한 방향인 곡면의 -x방향으로는 밀링이 일어나지 않는다는 가정으로부터 유도된다. 수식 (3)과 밀링률, 밀링시간을 곱하여 적절히 조합하면 밀링에 의한 미세표면가공을 통해 원하는 비구면 형상을 얻을 수 있다. 이렇게 가공된 비구면 렌즈형상을 광학 간섭계(interferometry)나 탐침형상 측정 방법(stylus profilting) 등을 이용하여 가공된 형상 표면의 윤곽을 측정하고, 이 형상을 처음에 설계했던 비구면 형상과 비교 검증하여 비구면 렌즈를 완성한다.

<33> 본 발명의 제조방법에 따른 초소형 렌즈의 비구면가공은 비단 구면 또는 비구면 렌즈에 국한되는 것은 아니다. 임의의 형상을 소정의 상이한 형상으로 개조(modification) 하는 것도 가능하다. 본 발명에 의한 이온빔 밀링의 또하나의 장점은 화학적 반응을 수반하는 과정이 아니므로, 화합물(compound material) 위에 감광제를 포함한 유기물질로 이루어진 곡면을 가진 렌즈를 가공할 경우에도, 기관과 동시에 상기의 감광제 등의 식각 마스크가 식각됨으로써, 감광제 등에 미리 가공된 원하는 형상의 미세구조를 기관에 용이하게 전사(transfer)할 수 있다는 점이다. 이와 같은 방법은 기존의 미세연마 가공법, 금형을 통한 사출성형법 등에 비해 반도체 일관제조공정의 장점에서 오는 제조비용절감, 다량제작의 용이성, 가공된 초미세 렌즈 간의 균일도 향상 등을 기대할 수 있으며, 종래기술에 비해 초소형 비구면 렌즈 제조에 적합하다. 본 발명에 의해 제조되는 초소형 렌즈는 휴대형 정보기기의 광기록장치, 광파이버통신시스템의 광송수신 모듈, 각종 화상표시장치 등에 필요한 렌즈 또는 렌즈 배열(lens array)의 예와 같이 초소형이면서도 높은 광학적 성능이 요구되는 다양한 분야에 활용될 수 있다.

발명의 효과

<34> 이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명의 초소형 렌즈의 비구면 가공방법 및 그를 이용하여 초소형 렌즈 제조방법은 이온빔 밀링기술을 이용하여 임의 형태의 비구면 초소형 렌즈의 비구면을 가공하는데 있어서, 종래에 비하여 초소형 렌즈를 정밀하고 균일하게 대량으로 제작할 수 있으며, 특히 종래에는 어려운 소정의 코닉상수를 갖는 초소형 비구면 렌즈를 구현하는 것이 가능하다.

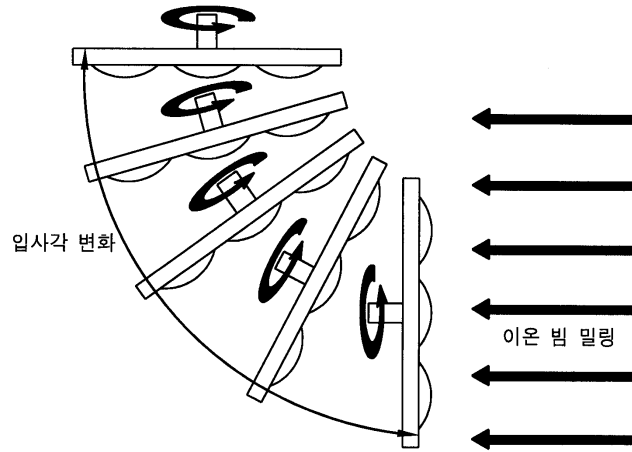
<35> 또한, 본 발명의 제조방법에 의해 제조되는 초소형 렌즈는 초소형 광기록장치의 픽업광학계, 광파이버통신 시스템의 송수신 광학모듈, 각종 화상표시장치의 화소 단위 광학계를 위한 비구면 마이크로 렌즈 배열 등 다양하게 응용하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

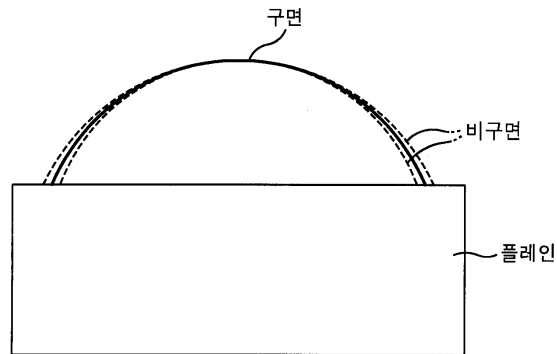
- <1> 도 1은 본 발명에서 입사각변화를 통하여 빔 밀링기술을 도시한 개략도.
- <2> 도 2는 초소형 렌즈에서의 구면과 비구면을 도시한 단면도.
- <3> 도 3은 본 발명에서 비구면 초소형 렌즈의 비구면을 가공하는 순서를 보인 진행도.
- <4> 도 4는 본 발명에서의 이온빔 밀링공정에서 이온빔의 방향과 밀링에 의한 식각이 진행되는 곡면 표면의 입의 위치에서의 접평면 방향과의 관계를 보인 도식도.

도면

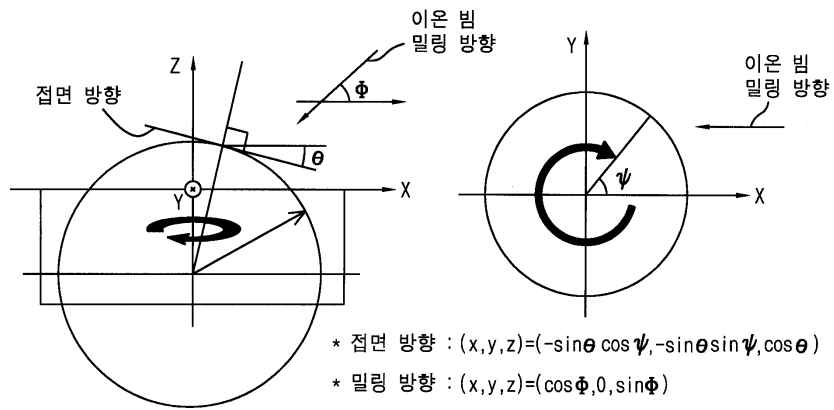
도면1



도면2



도면3



도면4

