



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월04일
(11) 등록번호 10-1753781
(24) 등록일자 2017년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/293 (2006.01) H05H 1/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G02B 6/29349 (2013.01)
H05H 1/26 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0028469

(22) 출원일자 2016년03월09일

심사청구일자 2016년03월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060030369 A*

□ 참고문헌: 김대곤, "이방성 습식식각을 이용한
기판 표면에 45도 기울어진 실리콘 마이크로 빔스
플리터의 제작", 석사학위논문, 서울대학교 (공개
일: 2016.02)

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

서울대학교 산학협력단

서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이
화여자대학교)

(72) 발명자

김대곤

전라남도 순천시 승주읍 내상로 88

유승현

서울특별시 영등포구 도영로 16, 1210호 (도림동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신지

전체 청구항 수 : 총 12 항

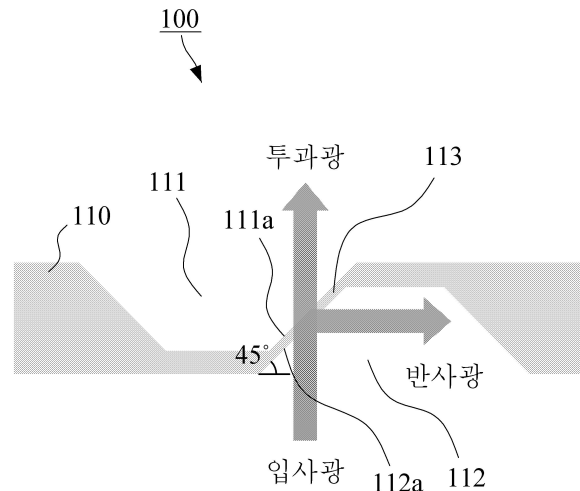
심사관 : 신희상

(54) 발명의 명칭 초소형 마이크로 빔 스플리터와 이의 제조방법 및 초소형 마이크로 빔 스플리터가 포함된 초
소형 마이켈슨 간섭계

(57) 요약

본 발명은 초소형 마이크로 빔 스플리터와 이의 제조방법 및 초소형 마이크로 빔 스플리터가 포함된 초소형 마이
켈슨 간섭계에 관한 것으로, 단결정 실리콘 기판의 양면을 45도 각도의 경사면을 가지도록 구현하여 단결정 실리
콘 기판에 수직인 방향으로 입사되는 광을 동일한 방향의 투과광과 수직인 방향의 반사광으로 분리할 수 있어 마
이크로 빔 스플리터와 마이켈슨 간섭계를 더욱 소형화할 수 있도록 한 것이다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김용권

서울특별시 강남구 삼성로 151, 12동 1105호 (대치동, 선경아파트)

지창현

서울특별시 서초구 효령로34길 79, 3동 1007호 (방배동, 삼익아파트)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

단결정 실리콘 기관의 일면에 형성되는 45도 각도의 경사면을 가지는 제1홈과;

단결정 실리콘 기관의 타면에 형성되는 45도 각도의 경사면을 가지는 제2홈을;

포함하여 이루어지되,

인접한 제1홈의 경사면과 제2홈의 경사면에 의해 단결정 실리콘 기관에 대해 수직한 방향으로 입사되는 광이 투과광과 반사광으로 광 분리되는 것을 특징으로 하는 초소형 마이크로 빔 스플리터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1홈과 제2홈에 의해 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면이 형성되는 것을 특징으로 하는 초소형 마이크로 빔 스플리터.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 대향면이:

입사광의 일부는 입사광과 수평한 방향으로 투과하고, 입사광의 일부는 입사광과 수직한 방향으로 반사하는 하프 미러를 형성하는 것을 특징으로 하는 초소형 마이크로 빔 스플리터.

청구항 4

단결정 실리콘 기관의 양면에 습식 식각 마스크 물질을 증착하는 단계와;

상기 단결정 실리콘 기관 양면 각각에 습식 식각 마스크를 형성하는 단계와;

습식 식각액을 이용하여 이방성 습식 식각을 수행하여 단결정 실리콘 기관 양면 각각에 45도 각도의 경사면을 가지는 제1홈과 제2홈을 형성하는 단계를;

포함하여 이루어지되,

인접한 제1홈의 경사면과 제2홈의 경사면에 의해 단결정 실리콘 기관에 대해 수직한 방향으로 입사되는 광이 투과광과 반사광으로 광 분리되는 것을 특징으로 하는 초소형 마이크로 빔 스플리터의 제조방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1홈과 제2홈을 형성하는 단계에서:

제1홈과 제2홈 형성 후, 단결정 실리콘 기관 양면으로부터 습식 식각 마스크를 제거하는 것을 특징으로 하는 초소형 마이크로 빔 스플리터의 제조방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 습식 식각 마스크 물질을 증착하는 단계에서:

습식 식각 마스크 물질로 실리콘 질화막 또는 산화막을 증착하는 것을 특징으로 하는 초소형 마이크로 빔 스플리터의 제조방법.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 습식 식각 마스크를 형성하는 단계에서:

포토리소그래피와 이온성 습식 식각 공정을 이용해 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 습식 식각 마스크를 형성하는 것을 특징으로 하는 초소형 마이크로 빔 스플리터의 제조방법.

청구항 8

단결정 실리콘 기판의 일면에 형성되는 45도 각도의 경사면을 가지는 복수의 제1홈과, 단결정 실리콘 기판의 타면에 형성되는 45도 각도의 경사면을 가지는 복수의 제2홈을 포함하는 마이크로 빔 스플리터와;

상기 마이크로 빔 스플리터로 광을 입사하는 광원과;

상기 마이크로 빔 스플리터에 의해 분리된 입사광과 수평한 방향으로 투과된 광의 경로와, 입사광과 수직한 방향으로 반사된 광의 경로 차이에 의한 광 간섭을 검출하는 광검출기를;

포함하여 이루어지되,

어느 하나의 인접한 제1홈의 경사면과 제2홈의 경사면에 의해 단결정 실리콘 기판에 대해 수직한 방향으로 입사되는 광이 투과광과 반사광으로 광 분리되는 것을 특징으로 하는 초소형 마이켈슨 간섭계.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 마이크로 빔 스플리터가:

상기 복수의 제1홈과 제2홈에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면이 입사광의 일부를 입사광과 수평한 방향으로 투과하고, 입사광의 일부를 입사광과 수직한 방향으로 반사하는 하프 미러를 형성하는 것을 특징으로 하는 초소형 마이켈슨 간섭계.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 제1홈과 제2홈에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면 양측으로 각각 형성되는 두 대향면은 개구되어 광통로를 형성하는 것을 특징으로 하는 초소형 마이켈슨 간섭계.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 제1홈과 제2홈에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 최외각의 두 경사면이 미러를 형성하는 것을 특징으로 하는 초소형 마이켈슨 간섭계.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 초소형 마이켈슨 간섭계가:

상기 복수의 제1홈과 제2홈에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면에 의해 반사되고, 상기 복수의 제1홈과 제2홈에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 최외각의 어느 하나의 경사면에 의해 반사된 광을 반대 방향으로 반사하는 고정 미러를;

더 포함하는 것을 특징으로 하는 초소형 마이켈슨 간섭계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 빔 스플리터에 관련한 것으로, 특히 초소형 마이크로 빔 스플리터와 이의 제조방법 및 초소형 마이크로 빔 스플리터가 포함된 초소형 마이켈슨 간섭계에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 대한민국 공개특허 제10-2014-0031927호(2014. 03. 13)에서 기판을 에칭하여 반투과성 광학 부품인 빔 스플리터를 제작하는 기술을 제안하고 있다. 이 기술은 실리콘 영역을 포함하는 판상 부재의 실리콘 영역을 에칭하여 오목부를 형성하는 제1 에칭 공정과, 오목부의 내측면을 열산화시켜 산화 실리콘막을 형성하는 열산화 공정과, 산화 실리콘막을 덮는 질화 실리콘막을 형성하는 질화막 형성 공정을 포함한다.

[0003] 본 발명자는 단결정 실리콘 기판의 양면을 45도 각도의 경사면을 가지도록 구현하여 단결정 실리콘 기판에 수직 한 방향으로 입사되는 광을 동일한 방향의 투과광과 수직 한 방향의 반사광으로 분리할 수 있는 초소형 마이크로 빔 스플리터 및 이를 이용한 초소형 마이켈슨 간섭계에 대한 연구를 하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2014-0031927호(2014. 03. 13)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기한 취지하에 발명된 것으로, 단결정 실리콘 기판의 양면을 45도 각도의 경사면을 가지도록 구현 하여 단결정 실리콘 기판에 수직 한 방향으로 입사되는 광을 동일한 방향의 투과광과 수직 한 방향의 반사광으로 분리할 수 있는 초소형 마이크로 빔 스플리터와 이의 제조방법 및 초소형 마이크로 빔 스플리터가 포함된 초소형 마이켈슨 간섭계를 제공함을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 양상에 따르면, 초소형 마이크로 빔 스플리터가 단결정 실리콘 기판의 일면에 형성되는 45도 각도의 경사면을 가지는 제1홈과; 단결정 실리콘 기판의 타면에 형성되는 45도 각도의 경사면을 가지는 제2홈을; 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0007] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 제1홈과 제2홈에 의해 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0008] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 대향면이 입사광의 일부는 입사광과 수평한 방향으로 투과하고, 입사광의 일부는 입사광과 수직 한 방향으로 반사하는 하프 미러를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 또 다른 양상에 따르면, 초소형 마이크로 빔 스플리터의 제조방법이 단결정 실리콘 기판의 양면에 습식 식각 마스크 물질을 증착하는 단계와; 상기 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 습식 식각 마스크를 형성하는 단계와; 습식 식각액을 이용하여 이방성 습식 식각을 수행하여 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 45도 각도의 경사면을 가지는 제1홈과 제2홈을 형성하는 단계를; 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 제1홈과 제2홈을 형성하는 단계에서 제1홈과 제2홈 형성 후, 단결정 실리콘 기판 양면으로부터 습식 식각 마스크를 제거하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 습식 식각 마스크 물질을 증착하는 단계에서 습식 식각 마스크 물질로 실리콘 질화막 또는 산화막을 증착하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 습식 식각 마스크를 형성하는 단계에서 포토리소그래피와 이온성 습식 식각 공정을 이용해 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 습식 식각 마스크를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 또 다른 양상에 따르면, 초소형 마이켈슨 간섭계가 단결정 실리콘 기판의 일면에 형성되는 45도 각도의 경사면을 가지는 복수의 제1홈과, 단결정 실리콘 기판의 타면에 형성되는 45도 각도의 경사면을 가지는 복수

의 제2홀을 포함하는 마이크로 빔 스플리터와; 상기 마이크로 빔 스플리터로 광을 입사하는 광원과; 상기 마이크로 빔 스플리터에 의해 분리된 입사광과 수평한 방향으로 투과된 광의 경로와, 입사광과 수직한 방향으로 반사된 광의 경로 차이에 의한 광 간섭을 검출하는 광검출기를; 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 마이크로 빔 스플리터가 상기 복수의 제1홀과 제2홀에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면이 입사광의 일부를 입사광과 수평한 방향으로 투과하고, 입사광의 일부를 입사광과 수직한 방향으로 반사하는 하프 미러를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 복수의 제1홀과 제2홀에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면 양측으로 각각 형성되는 두 대향면은 개구되어 광통로를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 복수의 제1홀과 제2홀에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 최외각의 두 경사면이 미러를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 부가적인 양상에 따르면, 상기 초소형 마이켈슨 간섭계가 상기 복수의 제1홀과 제2홀에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면에 의해 반사되고, 상기 복수의 제1홀과 제2홀에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 최외각의 어느 하나의 경사면에 의해 반사된 광을 반대 방향으로 반사하는 고정 미러를; 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명은 단결정 실리콘 기관의 양면을 45도 각도의 경사면을 가지도록 구현하여 단결정 실리콘 기관에 수직한 방향으로 입사되는 광을 동일한 방향의 투과광과 수직한 방향의 반사광으로 분리할 수 있으므로, 초소형 마이크로 빔 스플리터와 초소형 마이켈슨 간섭계 제작이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1 은 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터의 일 실시예의 구성을 도시한 단면도이다.

도 2 는 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터의 제조방법의 일 실시예를 도시한 도면이다.

도 3 은 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터를 포함하는 초소형 마이켈슨 간섭계의 일 실시예의 구성을 도시한 단면도이다.

도 4 는 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터를 포함하는 초소형 마이켈슨 간섭계의 제조방법의 일 실시예를 도시한 도면이다.

도 5 는 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터가 구비된 실리콘 광학대의 전자 현미경 주사 사진이다.

도 6 은 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터가 구비된 실리콘 광학대의 광학적 특성분석 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 기술되는 바람직한 실시예를 통하여 본 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 상세히 기술하기로 한다.

[0021] 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명 실시예들의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0022] 본 발명 명세서 전반에 걸쳐 사용되는 용어들은 본 발명 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 사용자 또는 운용자의 의도, 관례 등에 따라 충분히 변형될 수 있는 사항이므로, 이 용어들의 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0023] 도 1 은 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터의 일 실시예의 구성을 도시한 단면도이다. 이 실시예에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터(100)는 수직집적(vertical integration)을 통한 광전자 시스템의 초소형화를 위해 45도 경사진 형태로 구현된다.

[0024] 광전자시스템의 수직집적(vertical integration)은 개별의 광전자 소자를 기관 표면에 대해 수직한 방향으로 집

적하여 전체시스템의 크기를 하나의 칩 형태로 소형화하는 기술이다.

- [0025] 이 실시예에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터(100)는 적외선 대역에서 기판 표면에 수직한 방향으로 진행하는 광을 기판 표면에 수직한 투과광과 기판 표면에 평행한 반사광으로 분리하는 미세광학 소자이다.
- [0026] 도 1 에 도시한 바와 같이, 이 실시예에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터(100)는 단결정 실리콘 기판(110)의 일면에 형성되는 45도 각도의 경사면(111a)을 가지는 제1홈(111)과, 단결정 실리콘 기판(110)의 타면에 형성되는 45도 각도의 경사면(112a)을 가지는 제2홈(112)을 포함하여 이루어진다.
- [0027] 이 때, 초소형 마이크로 빔 스플리터(100)는 상기 제1홈(111)과 제2홈(112)에 의해 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면(113)이 형성된다. 이 대향면(113)에 의해 입사광의 일부는 입사광과 수평한 방향으로 투과하고, 입사광의 일부는 입사광과 수직한 방향으로 반사하는 하프 미러(Half Mirror)가 형성된다.
- [0028] 초소형 마이크로 빔 스플리터(100)의 단결정 실리콘 기판(110)에 형성된 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면(113)으로 단결정 실리콘 기판(110)에 대해 수직한 방향으로 입사광이 입사되면, 하프 미러(Half Mirror)로 동작하는 대향면(113)에 의해 입사광의 일부는 입사광과 수평한 방향으로 투과되고, 입사광의 일부는 입사광과 수직한 방향으로 반사되어 광 분리가 일어난다.
- [0029] 따라서, 이와 같이 구현함에 의해 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터는 실리콘 기판 표면에 대해 수직한 방향으로 진행하는 입사광과 동일한 방향으로 진행하는 투과광과, 입사광과 수직한 방향으로 진행하는 반사광으로 분리할 수 있어 다른 광학 소자와 기판의 수직한 방향으로 광학적 결합이 가능하기 때문에 실리콘 기판과 수직한 방향으로 다른 소자와 수직집적이 가능하다.
- [0030] 더욱이, 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터는 전체 마이크로 빔 스플리터의 플랫폼이 실리콘으로 구성되어 열/기계적으로 안정하고, 다른 광전자소자와 웨이퍼 레벨의 수직집적이 가능해 단가 및 부피 절감에 유리하다.
- [0031] 또한, 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터는 마이크로 미러, 광통로 및 그루브 등 다양한 미세광학소자와 함께 동일한 기판에 집적할 수 있어 실리콘 미세광학 시스템의 구현이 가능하다.
- [0032] 또한, 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터는 실리콘을 플랫폼으로 제작이 되기 때문에 다른 방식으로 제작된 미세광학소자와 기판 레벨로 접합될 수 있고, 이를 통해 다른 소자와 수직집적이 가능한 마이켈슨 간섭계, 마흐-젠더 간섭계(Mach-Zehnder interferometer), 사냐 간섭계(Sagnac interferometer) 등 다양한 광학계로의 확장이 가능하다.
- [0033] 도 2 는 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터의 제조방법의 일 실시예를 도시한 도면이다. 이 실시예에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터의 제조방법은 미세전기기계시스템(MEMS : Micro-Electro-Mechanical System) 기술인 단결정 실리콘의 이방성 습식 식각(Silicon Anisotropic Wet Etching) 공정을 이용한다.
- [0034] 먼저, 도 2 의 (a)에 도시한 바와 같이, 마스크 물질 증착단계에서 단결정 실리콘 기판의 양면에 습식 식각 마스크 물질을 증착한다. 예컨대, 습식 식각 마스크 물질로 실리콘 질화막 또는 산화막을 증착할 수 있다.
- [0035] 그 다음, 도 2 의 (b)에 도시한 바와 같이, 마스크 패터닝 단계에서 상기 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 습식 식각 마스크를 형성한다. 예컨대, 포토리소그래피와 이온성 습식 식각 공정을 이용해 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 습식 식각 마스크를 형성할 수 있다.
- [0036] 그 다음, 도 2 의 (c)에 도시한 바와 같이, 습식식각 및 마스크 물질 제거단계에서 습식 식각액을 이용하여 이방성 습식 식각을 수행하여 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 45도 각도의 경사면을 가지는 제1홈과 제2홈을 형성한다. 제1홈과 제2홈 형성 후, 단결정 실리콘 기판 양면으로부터 습식 식각 마스크를 제거한다.
- [0037] 이와 같이 구현함에 의해, 단결정 실리콘 기판의 양면을 45도 각도의 경사면을 가지도록 구현하여 단결정 실리콘 기판에 수직한 방향으로 입사되는 광을 동일한 방향의 투과광과 수직한 방향의 반사광으로 분리할 수 있는 초소형 마이크로 빔 스플리터를 제작할 수 있다.
- [0038] 도 3 은 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터를 포함하는 초소형 마이켈슨 간섭계의 일 실시예의 구성을 도시한 단면도이다. 이 실시예에 따른 초소형 마이켈슨 간섭계(10)는 적외선 대역에서 기판 표면에 수직한 방향으로 진행하는 광을 기판 표면에 수직한 투과광과 기판 표면에 평행한 반사광으로 분리하는 미세광학 소자인 초소형 마이크로 빔 스플리터(100)를 포함한다.

- [0039] 이 실시예에 따른 초소형 마이켈슨 간섭계는 공초점 현미경, 광간섭 단층 촬영술, 라이다 등 광전자시스템 응용 분야에서 중요한 광학계로, 이러한 광전자시스템을 수직으로 집적하여 초소형화할 수 있다.
- [0040] 이 실시예에 따른 초소형 마이켈슨 간섭계는 이방성 습식식각 기술을 이용해 마이크로 미러, 마이크로 빔 스플리터 및 광 통로를 하나의 기판에 집적하여 구현하고, 고정미러가 형성된 나머지 기판과 접합함으로써 마이켈슨 간섭계를 초소형화 된 칩 형태로 구현할 수 있다.
- [0041] 도 3 에 도시한 바와 같이, 이 실시예에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터를 포함하는 초소형 마이켈슨 간섭계 (10)는 마이크로 빔 스플리터(100)와, 광원(200)과, 광검출기(300)와, 고정 미러(400)를 포함하여 이루어진다.
- [0042] 상기 마이크로 빔 스플리터(100)는 단결정 실리콘 기판(110)의 일면에 형성되는 45도 각도의 경사면(111a)을 가지는 복수의 제1홈(111)과, 단결정 실리콘 기판(110)의 타면에 형성되는 45도 각도의 경사면(112a)을 가지는 복수의 제2홈(112)을 포함한다.
- [0043] 이 때, 상기 복수의 제1홈(111)과 제2홈(112)에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면(113)이 입사광의 일부를 입사광과 수평한 방향으로 투과하고, 입사광의 일부를 입사광과 수직한 방향으로 반사하는 하프 미러를 형성한다.
- [0044] 한편, 상기 복수의 제1홈(111)과 제2홈(112)에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면 양측으로 각각 형성되는 두 대향면은 개구되어 광통로(113a)(113b)를 형성한다. 한편, 상기 복수의 제1홈(111)과 제2홈(112)에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 최외각의 두 경사면(114a)(114b)이 미러를 형성한다.
- [0045] 상기 광원(200)은 상기 마이크로 빔 스플리터(100)로 광을 입사한다. 광원(200)에 의해 초소형 마이크로 빔 스플리터(100)의 단결정 실리콘 기판(110)에 형성된 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면(113)으로 단결정 실리콘 기판(110)에 대해 수직한 방향으로 입사광이 입사되면, 하프 미러(Half Mirror)로 동작하는 대향면(113)에 의해 입사광의 일부는 입사광과 수평한 방향으로 투과되고, 입사광의 일부는 입사광과 수직한 방향으로 반사되어 광 분리가 일어난다.
- [0046] 상기 광검출기(300)는 상기 마이크로 빔 스플리터(100)에 의해 분리된 입사광과 수평한 방향으로 투과된 광의 경로와, 입사광과 수직한 방향으로 반사된 광의 경로 차이에 의한 광 간섭을 검출한다.
- [0047] 이 광검출기(300)는 마이크로 빔 스플리터(100)에 의해 분리되어 입사광 방향과 수평한 방향으로 투과되는 광과, 입사광과 수직한 방향으로 반사되는 광이 목표물(500)과 고정 미러(400)에 의해 각각 반사되어 되돌아오는 두 광의 경로 차이에 의한 광 간섭을 검출한다.
- [0048] 상기 고정 미러(400)는 상기 복수의 제1홈(111)과 제2홈(112)에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면(113)에 의해 반사되고, 상기 복수의 제1홈과 제2홈에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 최외각의 어느 하나의 경사면(114a)에 의해 반사된 광을 반대 방향으로 반사한다.
- [0049] 광원(200)에 의해 초소형 마이크로 빔 스플리터(100)의 단결정 실리콘 기판(110)에 형성된 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면(113)으로 단결정 실리콘 기판(110)에 대해 수직한 방향으로 입사광이 입사되면, 하프 미러(Half Mirror)로 동작하는 대향면(113)에 의해 입사광의 일부는 입사광과 수평한 방향으로 투과되고, 입사광의 일부는 입사광과 수직한 방향으로 반사되어 광 분리가 일어난다.
- [0050] 이 때, 입사광과 수평한 방향으로 투과된 광은 목표물(500)에 의해 반대 방향으로 반사되고, 대향면(113)에 의해 수직한 방향으로 반사되고, 경사면(114b)에 의해 다시 수직한 방향으로 반사되어 광검출기(300)에 도착한다.
- [0051] 한편, 입사광과 수직한 방향으로 반사된 광은 경사면(114a)에 의해 수직한 방향으로 반사되고, 고정 미러(400)에 의해 반대방향으로 반사된 후, 경사면(114a)에 의해 다시 수직한 방향으로 반사되고, 대향면(113)에 의해 투과된 후, 경사면(114b)에 의해 다시 수직한 방향으로 반사되어 광검출기(300)에 도착한다.
- [0052] 광검출기(300)는 위와 같이 서로 다른 경로를 통해 도착한 두 광 즉, 마이크로 빔 스플리터(100)에 의해 분리되어 입사광 방향과 수평한 방향으로 투과되는 광과, 입사광과 수직한 방향으로 반사되는 광이 목표물(500)과 고정 미러(400)에 의해 각각 반사되어 되돌아오는 두 광의 경로 차이에 의한 광 간섭을 검출한다.
- [0053] 이와 같이 구현되는 초소형 마이켈슨 간섭계는 레이저 광원, 광검출기, 마이크로 렌즈 스캐너 등 다른 광전자소자와의 수직집적이 가능하다. 본 발명에 따른 초소형 마이켈슨 간섭계를 이용하면 전체 광전자시스템을 하나의

칩 크기로 소형화하는 것이 가능하다.

- [0054] 도 4 는 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터를 포함하는 초소형 마이켈슨 간섭계의 제조방법의 일 실시예를 도시한 도면이다. 이 실시예에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터를 포함하는 초소형 마이켈슨 간섭계의 제조방법은 이방성 습식식각 기술과 기판 접합 기술(Wafer Bonding)을 이용한다.
- [0055] 먼저, 도 4 의 (a)에 도시한 바와 같이, 마스크 물질 증착단계에서 단결정 실리콘 기판의 양면에 습식 식각 마스크 물질을 증착한다. 예컨대, 습식 식각 마스크 물질로 실리콘 질화막 또는 산화막을 증착할 수 있다.
- [0056] 그 다음, 도 4 의 (b)에 도시한 바와 같이, 마스크 패터닝 단계에서 상기 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 습식 식각 마스크를 형성한다. 예컨대, 포토리스그래피와 이온성 습식 식각 공정을 이용해 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 습식 식각 마스크를 형성할 수 있다.
- [0057] 그 다음, 도 4 의 (c)에 도시한 바와 같이, 습식식각 및 마스크 물질 제거단계에서 습식 식각액을 이용하여 이방성 습식 식각을 수행하여 단결정 실리콘 기판 양면 각각에 45도 각도의 경사면을 가지는 복수의 제1홈과 제2홈을 형성하여 초소형 마이크로 빔 스플리터를 제작한다. 제1홈과 제2홈 형성 후, 단결정 실리콘 기판 양면으로부터 습식 식각 마스크를 제거한다.
- [0058] 이 때, 상기 복수의 제1홈과 제2홈에 의해 형성되는 45도 각도를 가진 특정 두께의 대향면들 중 중앙의 대향면 양측으로 각각 형성되는 두 대향면은 개구되도록 습식 식각하여 광통로가 형성되도록 한다.
- [0059] 그 다음, 도 4 의 (d)에 도시한 바와 같이, 유리 기판 식각단계에서 유리기판을 식각하여 공동을 형성한다.
- [0060] 그 다음, 도 4 의 (e)에 도시한 바와 같이, 고정미러 패터닝 단계에서 유리기판 내부의 일측에 고정미러를 패터닝한다.
- [0061] 그 다음, 도 4 의 (f)에 도시한 바와 같이, 기판 접합단계에서 초소형 마이크로 빔 스플리터와, 유리기판을 정렬한 후 접합하여 초소형 마이켈슨 간섭계를 제작한다
- [0062] 이와 같이 구현함에 의해, 단결정 실리콘 기판의 양면을 45도 각도의 경사면을 가지도록 구현하여 단결정 실리콘 기판에 수직인 방향으로 입사되는 광을 동일한 방향의 투과광과 수직인 방향의 반사광으로 분리할 수 있는 초소형 마이크로 빔 스플리터를 포함하는 초소형 마이켈슨 간섭계를 제작할 수 있다.
- [0063] 도 5 는 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터가 구비된 실리콘 광학대의 전자 현미경 주사 사진이고, 도 6 은 본 발명에 따른 초소형 마이크로 빔 스플리터가 구비된 실리콘 광학대의 광학적 특성분석 결과를 나타낸 도면이다.
- [0064] 도 5 는 면적이 약 $300 \times 300 \mu\text{m}^2$ 인 초소형 마이크로 빔 스플리터가 구비된 실리콘 광학대의 제작 결과를 보여주는 전자 주사 현미경 사진으로, 초소형 마이크로 빔 스플리터의 유효성을 확인할 수 있다.
- [0065] 도 6 은 초소형 마이크로 빔 스플리터가 구비된 실리콘 광학대의 광학적 특성을 분석하기 위한 측정 셋업과 실리콘 광학대의 광학 특성을 보여준다. 도 6의 (a)와 같이 준비된 측정셋업을 이용해 실리콘 광학대의 광출력 특성을 분석하였다.
- [0066] 레이저 광원에서 발진한 광은 광섬유를 따라 조준렌즈로 전달되어 일정방향으로 직진하게 된다. 직진광은 조리개를 거쳐 빔 스플리터에서 2개의 서로 다른 광으로 분리된다.
- [0067] 이후 투과광은 기판 표면에 대해 수직인 방향으로 전달되고, 반사광은 미러에서 반사된 뒤 마찬가지로 기판 표면에 수직인 방향으로 진행하게 된다. 여기서 각각의 광경로는 도 6의 (a)에서 T-채널과 R-채널으로 표기하였다.
- [0068] 실리콘 광학대를 투과한 광의 출력은 $400 \mu\text{m}$ 의 코어 및 0.39의 개구수를 갖는 다중모드 광섬유 프로브와 광검출기로 측정하였다. 이를 통해 제작된 실리콘 광학대가 도 6의 (b)와 같이 단일 입사광을 서로 다른 경로로 진행하는 2개의 출력광으로 잘 분리함을 확인하였다.
- [0069] 또한, 도 6 의 (c)와 같이, 실리콘 광학대가 입사광의 적외선 파장에 대해 약 3.05:1의 균일한 광분리 특성을 가짐을 확인하였다. 이러한 결과는 제안한 초소형 마이크로 빔 스플리터를 이용한 마이켈슨 간섭계의 구현 가능성을 보여준다고 할 수 있다.
- [0070] 아울러, 도 6의 (c)에서 실리콘 광학대의 광분리 특성은 제안한 마이크로 빔 스플리터가 특정 적외선 대역에서

균일한 광분리 특성을 가짐을 의미한다고 할 수 있다.

[0071] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 단결정 실리콘 기관의 양면을 45도 각도의 경사면을 가지도록 구현하여 단결정 실리콘 기관에 수직한 방향으로 입사되는 광을 동일한 방향의 투과광과 수직한 방향의 반사광으로 분리할 수 있으므로, 초소형 마이크로 빔 스플리터와 초소형 마이켈슨 간섭계 제작이 가능하다.

[0072] 본 발명은 첨부된 도면에 의해 참조되는 바람직한 실시예를 중심으로 기술되었지만, 이러한 기재로부터 후술하는 특허청구범위에 의해 포괄되는 범위내에서 본 발명의 범주를 벗어남이 없이 다양한 변형이 가능하다는 것은 명백하다.

산업상 이용가능성

[0073] 본 발명은 마이크로 빔 스플리터 기술분야 및 이의 응용 기술분야에서 산업상으로 이용 가능하다.

부호의 설명

[0074] 10 : 마이켈슨 간섭계

100 : 빔 스플리터

110 : 실리콘 기관

111 : 제1홈

112 : 제2홈

111a, 112a : 경사면

113 : 대향면

113a, 113b : 광통로

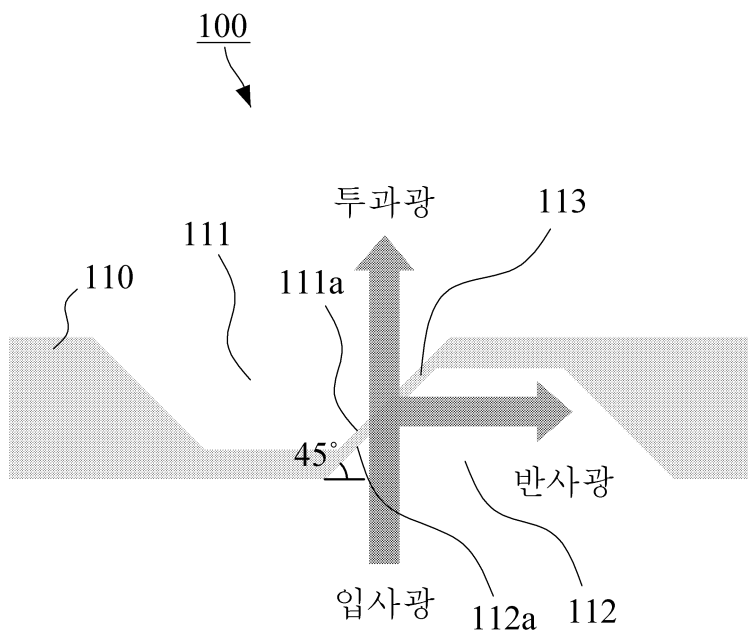
200 : 광원

300 : 광검출기

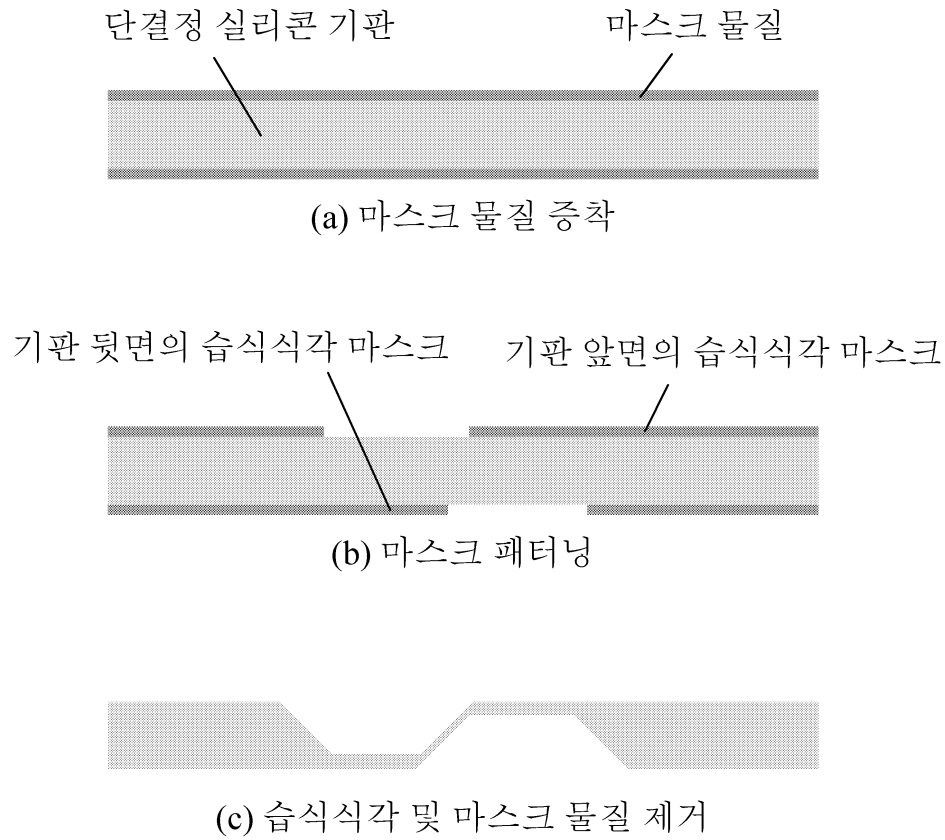
400 : 고정 미러

도면

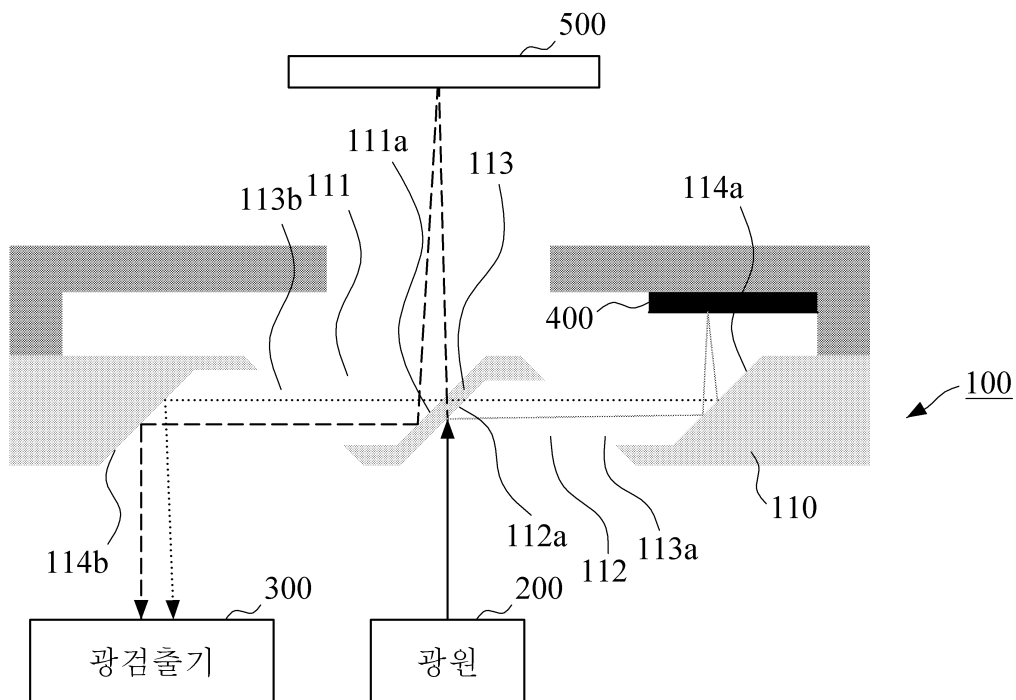
도면1



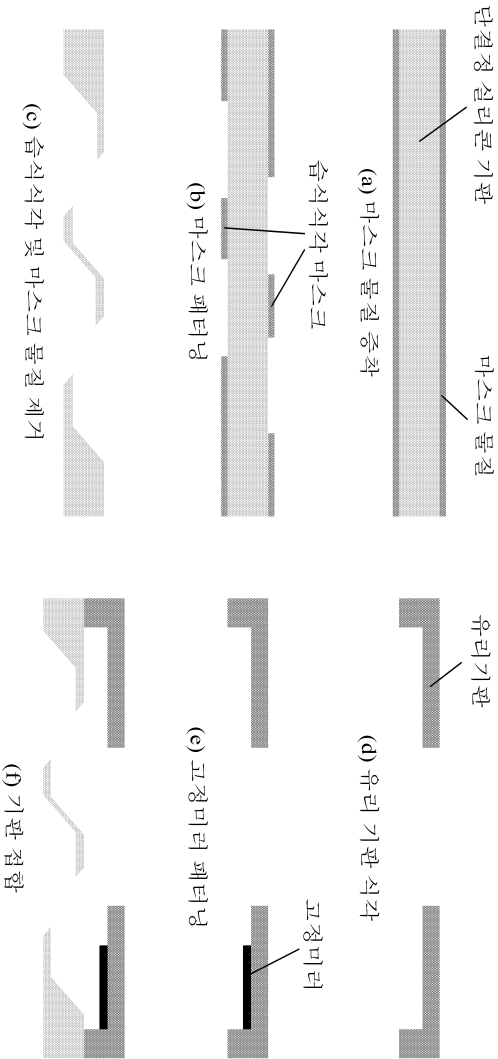
도면2



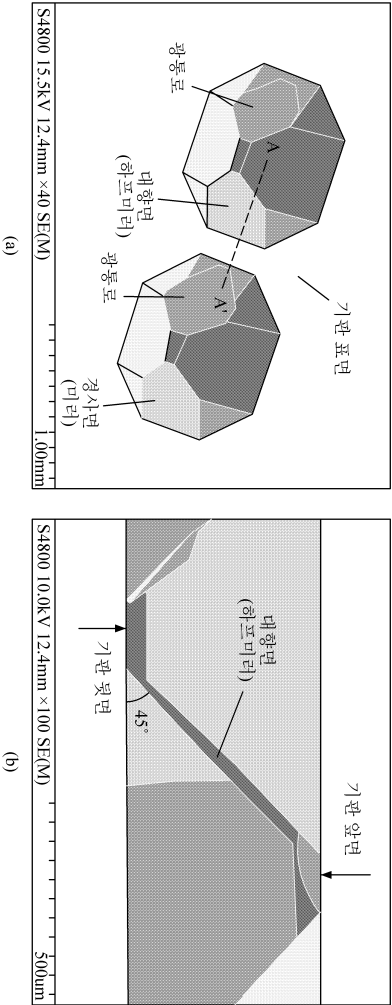
도면3



도면4



도면5



도면6

