



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월11일
(11) 등록번호 10-1601742
(24) 등록일자 2016년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01Q 70/16 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2014-0096353

(22) 출원일자 2014년07월29일

심사청구일자 2014년07월29일

(65) 공개번호 10-2016-0014823

(43) 공개일자 2016년02월12일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020080028725 A*

JP06150807 A*

KR1020110015973 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

이정철

서울특별시 강남구 선릉로 221 204동 1202호

송정기

경기 안양시 동안구 안양관교로 42, 111동 2504호 (관양동, 인덕원삼성아파트)

이일

경상남도 함안군 칠서면 신기안길 40-32

(74) 대리인

지현조

전체 청구항 수 : 총 11 항

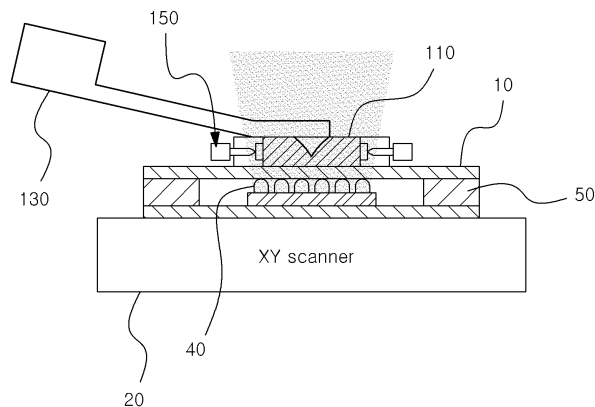
심사관 : 양찬호

(54) 발명의 명칭 미소 캔틸레버 제조방법

(57) 요약

캔틸레버 및 캔틸레버 상에 제공되는 탐침을 갖는 미소 캔틸레버의 제조방법은, 탐침을 위한 액상의 탐침용 용액이 수용되며, 탐침의 형상에 대응하는 그루브를 갖는 탐침 몰드를 제공하는 단계, 탐침의 위치에 대응하여 캔틸레버를 그루브가 형성된 탐침 몰드에 접촉시키는 단계, 캔틸레버를 탐침 몰드에 접촉시킨 상태에서 그루브 내에 수용된 탐침용 용액을 경화시켜 캔틸레버 상에 탐침을 형성시키는 단계, 및 캔틸레버를 탐침 몰드에서 분리하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도6



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201331053

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 (재)한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원

연구과제명 디지털 마스크 리소그래피를 이용한 생체 시료의 강성 정밀 측정용 하이드로젤 원자현미경
캔틸레버의 제작 및 응용

기여율 1/1

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2013.12.01 ~ 2014.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

캔틸레버(cantilever) 및 상기 캔틸레버 상에 제공되는 탐침(probe)을 갖는 미소 캔틸레버의 제조방법에 있어서,

상기 탐침을 위한 액상의 탐침용 용액이 수용되며, 상기 탐침의 형상에 대응하는 그루브(groove)를 갖는 탐침 물드를 제공하는 단계;

상기 탐침의 위치에 대응하여 상기 캔틸레버를 상기 그루브가 형성된 상기 탐침 물드에 접촉시키는 단계;

상기 캔틸레버를 상기 탐침 물드에 접촉시킨 상태에서 상기 그루브 내에 수용된 상기 탐침용 용액을 경화시켜 상기 캔틸레버 상에 상기 탐침을 형성시키는 단계; 및

상기 캔틸레버를 상기 탐침 물드에서 분리하는 단계;

를 포함하며, 상기 탐침 물드의 형상을 변형시켜 상기 그루브의 형상을 변형시키고, 상기 그루브의 형상에 대응하는 상기 탐침을 형성시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 탐침 물드를 외부에서 가압하는 가압부재를 제공하며,

상기 가압부재로 상기 탐침 물드를 가압하여 변형된 상기 그루브의 형상에 대응하는 상기 탐침을 형성시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 탐침 물드에 인장력을 가하여 변형된 상기 그루브의 형상에 대응하는 상기 탐침을 형성시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

변형된 상기 그루브에 대응하여 형성된 상기 탐침의 높이는 가압 전의 상기 그루브에 대응하여 형성된 상기 탐침의 높이보다 상대적으로 길어지며, 상기 탐침의 팁(tip)은 상대적으로 날카로워지는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

비대칭형 그루브를 형성하도록 상기 탐침 물드의 형상을 변형시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

대칭형 그루브를 형성하도록 상기 탐침 물드의 형상을 변형시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방

법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 그루브는 반구(hemisphere), 각뿔(polypyramid), 및 원뿔(circular cone) 중 어느 하나의 형상으로 제공되는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 탐침용 용액은 자외선 경화제를 포함하며, 상기 자외선 경화제를 경화시켜 상기 탐침을 형성시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

경화된 상기 액상의 탐침용 용액은 상기 캔틸레버에 대해서 상기 탐침 몰드보다 상대적으로 강한 접착성을 갖는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 탐침용 용액 및 상기 캔틸레버는 디아크릴레이트(1,6-hexanediol diacrylate; HDDA), 폴리에틸렌글리콜디아크릴레이트(polyethylene glycol diacrylate; PEGDA) 중 어느 하나를 포함하며,

상기 탐침 몰드는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS)를 포함하는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

복수개의 상기 미소 캔틸레버를 동시에 형성하기 위하여, 복수개의 그루브를 갖는 탐침 몰드 및 복수개의 캔틸레버에 대응하는 캔틸레버 원판을 이용하는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미소 캔틸레버의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 자세하게는, 원자 현미경에 사용될 수 있는 탐침을 갖는 미소 캔틸레버를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적인 탐침형 원자 현미경(scanning probe microscope)은 캔틸레버(cantilever)라 불리는 미소 외팔보를 이용하여, 그 끝에 수 nm 크기의 탐침(probe)이 형성되어 있다.

[0003] 탐침으로 시료의 표면을 스캔하여 원자 지름의 수십 분의 1인 0.01나노미터(nm) 수준까지 측정할 수 있으며, 광학 현미경이 최고 수천 배, 전자 현미경이 수십만 배의 배율인 데 비해 원자 현미경은 수천만 배의 배율을 가지며, 높은 해상도를 이용하여 원자구조까지 직접 측정할 수 있다.

[0004] 또한, 원자 현미경으로는 시료 표면의 점탄성, 경도 등의 특성까지 측정할 수 있고, 수 나노미터 크기의 탐침을 이용해 시료를 직접 조작하여 나노미터의 물체를 제조하는 등 나노 산업의 핵심 장치로 이용되고 있으며, 나노 수준의 해상도로 시료의 표면형상, 전기 또는 자기적인 성질까지 알 수 있다.

[0005] 이러한 원자 현미경은 캔틸레버 끝에 있는 탐침이 시료와 가까워지면 원자력에 의하여 캔틸레버가 휘는 동작원리를 이용하며, 캔틸레버가 아래 위로 휘는 것을 측정하기 위하여, 레이저 광선을 캔틸레버에 비추고, 캔틸레버

윗면에서 반사된 광선의 각도를 포토다이오드(photo diode)를 사용한다.

[0006] 원자 현미경의 동작원리는 이미 널리 개시된 사항으로 자세한 설명은 생략하며, 원자 현미경의 핵심부품은 실리콘으로 제작되는 캔틸레버이지만, 원자 현미경의 해상도나 용도를 결정하는 것은 캔틸레버 끝에 형성되는 탐침이 될 수 있으며, 미소 외팔보 상에 탐침을 형성하는 탐침형 원자 현미경이 대한민국 공개특허공보(공개번호: 10-2005-0025702)에 개시된다.

[0007] 상기 공개특허공보를 살펴보면, 팁(215)은 실리콘 웨이퍼(200)를 패터닝하여 제공하고 있다. 따라서, 팁(215)을 다양한 형상으로 제공하기 위해서는 원하는 형상의 마스크를 구비하여야 하고, 마스크를 교체하는 번잡한 공정과정이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 마스크를 이용하여 미소 캔틸레버 상에 탐침을 형성하는 종래의 번잡한 식각 과정을 배제할 수 있는 미소 캔틸레버 제조방법을 제공한다.

[0009] 본 발명은 다양한 형상의 탐침을 간단하게 제공할 수 있는 미소 캔틸레버 제조방법을 제공한다.

[0010] 본 발명은 해상도 높은 원자 현미경에 사용 가능한 탐침 제작이 가능한 미소 캔틸레버 제조방법을 제공한다.

[0011] 본 발명은 대량 생산에 유리한 미소 캔틸레버의 제조방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따르면, 캔틸레버 및 캔틸레버 상에 제공되는 탐침을 갖는 미소 캔틸레버의 제조방법은, 탐침을 위한 액상의 탐침용 용액이 수용되며, 탐침의 형상에 대응하는 그루브(groove)를 갖는 탐침 몰드를 제공하는 단계, 탐침의 위치에 대응하여 캔틸레버를 그루브가 형성된 탐침 몰드에 접촉시키는 단계, 캔틸레버를 탐침 몰드에 접촉시킨 상태에서 그루브 내에 수용된 탐침용 용액을 경화시켜 캔틸레버 상에 탐침을 형성시키는 단계, 및 캔틸레버를 탐침 몰드에서 분리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 종래에 마스크를 이용한 사진 식각을 통한 탐침 제작 과정에서는 마스크를 이용한 노광 및 세척 과정 등의 번잡한 공정들을 순차적으로 거쳐야 했다. 하지만, 본 발명에서는 그루브 내의 탐침용 용액을 경화시켜 간단하게 탐침 제작이 가능해진다.

[0014] 또한, 기본적으로 캔틸레버 표면에서 돌출되게 제공될 수 있는 탐침은 대표적으로 반구(hemisphere), 각뿔(polypyramid), 및 원뿔(circular cone) 중 어느 하나의 형상으로 제공될 수 있고, 그루브의 형상에 맞춰서 다양한 형상으로 캔틸레버 표면에서 형성될 수 있다. 다만, 탐침 몰드에 이미 형성되어 있는 상기 그루브의 모양을 변형시킬 수 있다면 더 다양한 형상의 탐침을 제공하는 것이 가능해진다.

[0015] 따라서, 본 발명에서는 탐침 몰드의 형상을 변형시켜 그루브의 형상을 변형시키고, 그루브의 형상에 대응하는 탐침을 형성시킬 수 있다. 예를 들어, 탐침 몰드를 외부에서 가압할 수 있는 가압부재를 이용하여 탐침 몰드를 가압하고, 가압 과정에서 변형된 그루브의 형상에 대응하는 다양한 형상의 탐침을 제공할 수 있으며, 탐침 몰드에 인장력을 가하여 변형된 그루브의 형상에 대응하는 탐침을 형성시킬 수도 있다.

[0016] 반면, 종래에 마스크를 이용한 사진 식각을 통한 통해서는 원하는 형상의 탐침을 제공하고자 할 때에는 매번 마스크를 교체해야 하고, 번잡한 사진 식각 과정을 다시 거쳐야 한다. 하지만, 본 발명에서는 가압부재를 통해서 간단하게 그루브의 형상을 바꿀 수 있고, 다양한 모양의 탐침을 간단하게 제공할 수 있다.

[0017] 한편, 탐침 몰드의 형상을 변경하는 것은 기본적으로 원하는 탐침의 형상을 얻기 위한 과정으로 가압이나 당겨 탐침 몰드의 형상을 변경하는 과정에서는 탐침 몰드를 고정시켜 비 회전하는 상태로 작업할 수 있다.

[0018] 또한, 어느 방법을 통해서든 변경된 탐침 몰드는 상하좌우가 대칭 또는 비대칭으로 변경될 수 있고, 예를 들어, 탐침 몰드를 일 방향에서 가압하여 좌우가 비대칭인 탐침을 얻을 수도 있지만, 복수의 방향에서 탐침 몰드를 가압하고, 이를 이용하여 좌우가 대칭인 탐침을 얻을 수도 있다.

[0019] 한편, 가압부재로 가압된 그루브에 대응하여 형성된 탐침의 높이는 가압 전의 그루브에 대응하여 형성된 탐침의 높이보다 상대적으로 길어지며, 탐침의 팁(tip)은 상대적으로 날카로워지게 된다.

- [0020] 팁의 날카로움은 미소 캔틸레버가 원자 현미경에 사용되는 경우, 그 해상도와 직결되는 것으로 날카로운 팁을 형성하는 것은 원자 현미경 용도로 사용될 수 있는 탐침을 갖는 미소 캔틸레버를 제조하는 과정에서 상당히 중요한 기술적 부분이다.
- [0021] 본 명세서에서 '탐침의 팁이 상대적으로 날카롭다'는 의미는, 탐침의 팁에서 동일한 길이만큼 떨어진 내측 단면의 길이가 상대적으로 짧은 것으로 정의하여 '날카롭다'의 의미를 명확하게 한다.
- [0022] 즉, 탐침 몰드를 가압하여 다양한 형상의 탐침은 제작할 수 있음은 물론 더 날카로운 탐침을 간단하게 제작할 수 있다.
- [0023] 탐침용 용액은 그루브에 액상으로 제공이 가능하며, 추후 경화 가능한 금속이나 합성수지 등을 사용할 수 있다. 예를 들어, 열 경화제를 포함하여 가열을 통한 경화로 탐침을 제작할 수도 있겠지만, 자외선 경화제를 포함하면 자외선을 통한 경화로 탐침을 형성시킬 수도 있다.
- [0024] 한편, 탐침용 용액을 경화시키고 나서는 캔틸레버를 탐침 몰드에서 떼어내야 하는데, 이 과정에서 탐침이 탐침 몰드에 비교적 쉽게 떨어져 나와야 한다.
- [0025] 따라서, 본 발명에서는 경화된 액상의 탐침용 용액이 캔틸레버에 대해서 탐침 몰드보다 상대적으로 강한 접합성을 갖는 재료를 선택할 수 있다.
- [0026] 예를 들어, 탐침용 용액은 디아크릴레이트(1,6-hexanediol diacrylate; HDDA), 폴리에틸렌글리콜디아크릴레이트(polyethylene glycol diacrylate; PEGDA) 중 어느 하나를 포함할 수 있고, 탐침 몰드는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS)를 포함할 수 있다.
- [0027] 여기서, 캔틸레버는 탐침용 용액과 동일한 재료 내지 상호 접합성이 뛰어난 재료로 형성될 수 있고, 상술한 재료를 이용한 탐침 및 캔틸레버는 상호 잘 접합되지만, 탐침은 탐침 몰드에 비접합된다. 이는 산소 투과율이 높은 탐침 몰드 표면의 산소층이 캔틸레버용 합성수지의 증합을 억제하기 때문이다. 따라서, 탐침이 붙어 있는 캔틸레버를 탐침 몰드에서 제거하는 과정에서 탐침이 탐침 몰드에 붙는 문제가 발생하지 않고, 탐침을 탐침 몰드에서 쉽게 떼어낼 수 있다.
- [0028] 또한, 복수개의 미소 캔틸레버를 동시에 형성하기 위하여, 복수개의 그루브를 갖는 탐침 몰드 및 복수개의 캔틸레버에 대응하는 캔틸레버 원판을 이용할 수 있고, 추후 하나의 미소 캔틸레버에 대응하게 캔틸레버 원판을 절개 사용할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 종래에 마스크를 이용한 사진 식각을 통한 탐침 제작 과정에서는 마스크를 이용한 노광 및 세척 과정 등의 번잡한 공정들을 순차적으로 거쳐야 하지만, 본 발명에 따른 미소 캔틸레버의 제조방법에 따르면 그루브 내의 탐침용 용액을 경화시켜 간단하게 탐침 제작이 가능해진다.
- [0030] 또한, 종래에 마스크를 이용한 사진 식각을 통해 원하는 형상의 탐침을 위해서 매번 마스크를 교체해야 하고, 번잡한 사진 식각 과정을 다시 거쳐야 하지만, 본 발명에 따른 미소 캔틸레버의 제조방법에 따르면 그루브의 형상을 바꿔 다양한 모양의 탐침을 간단하게 제공할 수 있다.
- [0031] 또한, 가압부재를 통해서 형성된 탐침은 그 높이가 가압 전의 그루브에 대응하여 형성된 탐침의 높이보다 상대적으로 길고, 탐침의 팁이 상대적으로 날카로워지게 된다. 이는 더 높은 해상도의 원자 현미경 용도의 탐침 제조가 가능해지는 것을 의미한다.
- [0032] 또한, 경화된 액상의 탐침용 용액이 탐침 몰드보다 캔틸레버에 대해서 상대적으로 강한 접합성을 갖는 재료를 선택하여, 캔틸레버를 탐침 몰드에서 떼어내는 과정이 용이하다.
- [0033] 또한, 복수개의 그루브를 갖는 탐침 몰드 및 복수개의 캔틸레버에 대응하는 캔틸레버 원판을 이용하여 한번에 복수의 미소 캔틸레버를 동시에 형성할 수 있다. 또한, 이 과정에서 탐침을 위한 용액을 광학적으로 경화시켜 한꺼번에 미소 캔틸레버를 대량 생산하는데 유리하다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 미소 캔틸레버의 제조방법에 따라서 미소 캔틸레버를 제조하기 위한 UV LED, 스캐너, 및 CCD를 포함하는 설비를 도시한 도면이다.

도 2 내지 도 5는 탐침 몰드를 이용하여 캔틸레버 상에 탐침을 형성시키는 과정을 설명하기 위한 도면들이다.

도 6은 탐침 몰드를 가압하는 가압부재를 배치한 도면이다.

도 7 및 도 8은 가압부재에 의해서 가압되는 탐침 몰드의 상태를 설명하기 위한 평면도들이다.

도 9(a)는 정사각뿔의 그루브를 갖는 탐침 몰드에서 제공된 탐침의 측면도이고, 도 9(b)는 가압부재를 이용하여 가압된 상기 탐침 몰드에 의해서 제공된 탐침의 측면도이다.

도 10(a) 및 도 10(b)는 서로 다른 압력으로 가압한 상태의 탐침 몰드의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 참고로, 본 설명에서 동일한 번호는 실질적으로 동일한 요소를 지칭하며, 이러한 규칙 하에서 다른 도면에 기재된 내용을 인용하여 설명할 수 있고, 당업자에게 자명하다고 판단되거나 반복되는 내용은 생략될 수 있다.

[0036] 캔틸레버의 재료로 실리콘, 질화 실리콘, 산화 실리콘과 같은 견고한 재료를 이용할 수 있지만, 상술한 재료로 만든 캔틸레버는 작은 스트레스나 힘에는 반응하기 어려워 민감한 센서로의 활용이 제한될 수 있다. 따라서, 본 발명의 캔틸레버의 제조방법에서 사용되는 캔틸레버의 재료로는 소프트하고 민감한 재료를 이용하는 것이 바람직하며, 하이드로겔을 이용할 수 있다. 구체적으로, 하이드로겔에 속하는 폴리에틸렌글리콜디아크릴레이트(Mw = 250, 575; Sigma Aldrich)를 사용할 수 있고, 캔틸레버를 위한 합성수지로는 상기 재질 외에도 ABS수지(acrylonitrile butadiene styrene), 폴리메틸메타크릴레이트(poly methyl methacrylate; PMMA), 폴리이미드(polyimide), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리우레탄(polyurethane), 폴리하이드로메타크릴레이트(poly hydroxyethyl methacrylate; PHEMA), 폴리비닐알코올(poly vinyl alcohol), 폴리비닐피롤리돈, 아크릴로일아세톤(acryloylacetone)/아크릴아미드(acrylamide)/N,N-메틸렌비스아크릴아미드(N,N-methylene bisacrylamide; MBAAm) 중 어느 하나를 사용하는 것도 가능하다.

[0037] 또한, 본 실시예에서 사용되는 탐침용 용액은 디아크릴레이트(1,6-hexanediol diacrylate; HDDA), 폴리에틸렌글리콜디아크릴레이트(polyethylene glycol diacrylate; PEGDA) 중 어느 하나를 포함할 수 있고, 탐침용 용액에는 광 개시제(자외선 경화제)가 첨가된다. 광 개시제로는 phenylbis(2,4,6-trimethylbenzoyl), 포스파인 옥사이드(phosphine oxide; Sigma Aldrich)가 사용될 수 있다.

[0038] 한편, 탐침 몰드는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS)를 사용할 수 있다.

[0039] 또한, 추후에 탐침 형성 과정에서 다시 설명하겠지만, 탐침용 용액을 경화시키고 나서는 캔틸레버를 탐침 몰드에서 떼어내야 하는데, 이 과정에서 탐침이 탐침 몰드에 비교적 쉽게 떨어져 나와야 한다. 따라서, 경화된 액상의 탐침용 용액이 캔틸레버에 대해서 탐침 몰드보다 상대적으로 강한 접합성을 갖는 재료를 선택할 수 있고, 앞서 언급한 재료들이 그러한 성질을 갖는다.

[0040] 도 1에는 본 발명에 따른 미소 캔틸레버의 제조방법에 따라서 미소 캔틸레버를 제조하기 위한 UV LED, 스캐너, 및 CCD를 포함하는 미소 캔틸레버 제조를 위한 설비가 도시된다.

[0041] 탐침 몰드(110)는 슬라이드 글라스(10) 상에 얹어져 있으며, 슬라이드 글라스(10)의 좌우 이동을 위한 XY 스캐너(XY scanner)(20)가 제공된다. 슬라이드 글라스(10)는 XY 스캐너(20) 상에 바로 얹어지는 것은 아니며, 스페이서(50)에 의해서 XY 스캐너(20)로부터 소정 간격 이격되어 얹어지며, 스페이서(50)에 의해서 형성된 공간 내에 UV LED(40)가 배치된다. UV LED(40)는 395nm 파장(λ)을 출사하는 것을 사용할 수 있다. 또한, 탐침이 형성되지 않은 상태의 캔틸레버(130)는 높낮이 조절이 가능한 Z 스캐너(30)에 장착되어 탐침 몰드(110) 상에 접촉 및 이격시킬 수 있다. 참고로, CCD 카메라는 PC와 모니터에 연결되어 제조 공정을 모니터링 하는데 사용될 수 있다.

[0042] 이하, 도 2 내지 도 5를 참조하여 탐침 몰드를 이용하여 캔틸레버 상에 탐침을 형성시키는 과정을 설명한다.

[0043] 먼저, 도 2를 참고하면, 탐침 몰드(110)의 그루브(112)에 탐침 형성을 위한 액상의 탐침용 용액(120)을 제공하고, 캔틸레버(130)를 접근시킨다. 그 후에 도 3에 도시되는 것처럼, 탐침이 제공될 위치에 대응하여 캔틸레버(130)를 그루브(112)에 대응하게 밀착시킨다. 그리고 나서, 도 4에 도시되는 것처럼, 캔틸레버(130)를 탐침 몰드(110) 상에 밀착시킨 상태에서 UV LED(40)를 작동시켜 자외선을 통해서 그루브(112) 내의 액상의 탐침용 용액

(120)을 경화시킨다. 경화된 액상의 탐침용 용액(120)은 탐침으로 사용될 수 있고, 도 5에 도시되는 것처럼, 캔틸레버(130)를 탐침 몰드(110)에서 떼어내면 탐침(140)이 캔틸레버(130) 상에 붙어 탐침 몰드(110)의 그루브(112)에서 제거된다. 캔틸레버(130) 단부 상면에 탐침(140)이 형성된 미소 캔틸레버(100)를 제작할 수 있다.

[0044] 여기서, 탐침(140)은 상대적으로 캔틸레버(130)에 더 강한 접착성을 갖기 때문에 쉽게 탐침 몰드(110)에서 떼어낼 수 있다. 구체적으로, 폴리디메틸실록산으로 제공되는 탐침 몰드(110)는 다른 합성수지와 접착이 잘 되지 않는 재료로, 탐침 몰드(110) 근처의 산소 층이 탐침(140) 제작을 위한 탐침용 용액(120)의 증발을 억제하기 때문이다.

[0045] 또한, 캔틸레버(130) 역시 탐침(140)과 유사한 재질로 제공되기 때문에 상호 밀착은 용이하지만, 캔틸레버(130)는 폴리디메틸실록산 재질의 탐침 몰드(110)에는 접착이 되지 않는다.

[0046] 종래에 마스크를 이용한 사진 식각을 통한 탐침 제작 과정에서는 마스크를 이용한 노광 및 세척 과정 등의 번잡한 공정들을 순차적으로 거쳐야 하지만, 본 발명에 따른 미소 캔틸레버의 제조방법에 따르면 그루브 내의 탐침용 용액을 경화시켜 간단하게 탐침 제작이 가능해진다.

[0047] 또한, 본 실시예에서는 하나의 미소 캔틸레버(100)를 제공하는 방법을 일 예로 들어 설명하고 있지만, 복수개의 미소 캔틸레버를 동시에 형성하기 위하여, 복수개의 그루브를 갖는 탐침 몰드 및 복수개의 캔틸레버에 대응하는 캔틸레버 원판을 이용할 수 있고, 추후 하나의 미소 캔틸레버에 대응하게 캔틸레버 원판을 절개 사용할 수 있으며, 그루브 내의 탐침용 용액을 광학적으로 경화시켜 동시에 대량의 미소 캔틸레버를 생산할 수 있다.

[0048] 이하, 다양한 형상의 탐침을 간단하게 제작할 수 있는 가압부재를 적용한 미소 캔틸레버의 제조방법에 대해서 설명한다.

[0049] 도 6은 탐침 몰드를 가압하는 가압부재를 배치한 도면이며, 도 7 및 도 8은 가압부재에 의해서 가압되는 탐침 몰드의 상태를 설명하기 위한 평면도들이고, 도 9(a)는 정사각뿔의 그루브를 갖는 탐침 몰드에서 제공된 탐침의 측면도이고, 도 9(b)는 가압부재를 이용하여 가압된 상기 탐침 몰드에 의해서 제공된 탐침의 측면도이다. 도 10(a) 및 도 10(b)는 서로 다른 압력으로 가압한 상태의 탐침 몰드의 단면도이다.

[0050] 미소 캔틸레버의 제조방법을 구현하기 위하여 도 6에 도시되는 설비들은 도 1에 도시되는 UV LED, 스캐너, 및 CCD를 기본적으로 포함하며, 상기 동일한 설비에 대한 설명은 앞선 실시예의 설명을 참고할 수 있고, 본 실시예에서는 가압부재를 중심으로 설명한다.

[0051] 탐침 몰드(110) 둘레를 따라서 탐침 몰드(110)와 함께 슬라이드 글라스(10) 상에 얹어져 있는 가압부재(150)는 탐침 몰드(110)를 외부에서 가압하여 그루브(112)의 형상을 변경시킬 수 있으며, 이를 통해서 다양한 형상의 탐침 제작이 가능하다.

[0052] 직육면체 형상의 탐침 몰드(110)의 각 측면을 가압하기 위한 가압로드(152)가 4방으로 배치되고, 가압로드(152)와 탐침 몰드(110) 사이에는 완충블록(154)이 배치되어 가압로드(152)에 의해서 탐침 몰드(110)가 훼손되는 것을 방지한다. 완충블록(154)은 연질의 재질로 제공되어 가압로드(152)에 의해서 굴절될 수 있다.

[0053] 실지로는 가운데가 비어 있는 틀 내부에 탐침 몰드를 배치하고, 볼트로 제공되는 가압로드를 상기 틀에 회전하도록 설치하여 가압로드를 이용하여 완충블록을 간접적으로 가압함으로써, 탐침 몰드를 가압하도록 설계할 수 있다.

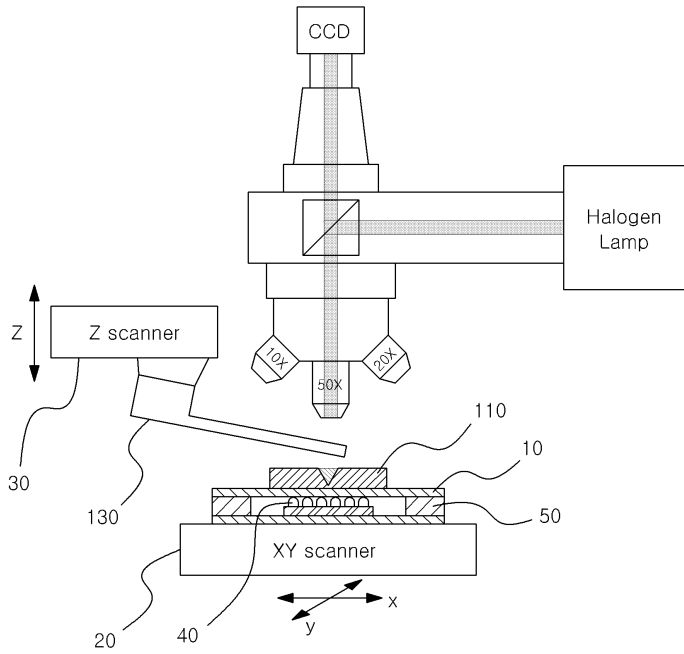
[0054] 도 7에 도시되는 바와 같이, 가압로드(152)로 가압되지 않은 탐침 몰드(110)의 그루브(112)는 사각뿔 형상을 유지하고 있지만, 도 8에 도시되는 바와 같이, 가압로드(152)로 가압된 탐침 몰드(110)의 그루브(112)는 찌그러진 사각뿔로 형상이 변형된다.

[0055] 참고로, 가압부재를 이용하여 탐침 몰드를 가압하는 과정은 탐침용 용액을 경화시키기 전의 어느 단계에서나 실시할 수 있다. 예를 들어, 그루브에 탐침용 용액을 제공하기 전후의 어느 단계에서나 탐침 몰드를 가압할 수도 있으며, 캔틸레버를 탐침 몰드에 접속시키고 나기 전후 어느 단계에서나 탐침 몰드를 가압할 수 있다.

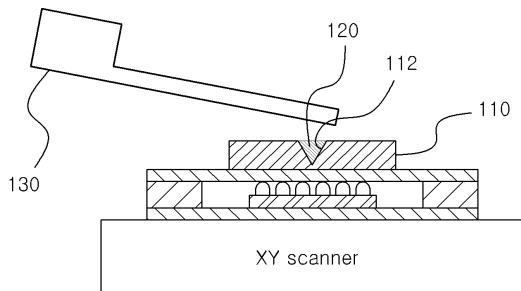
[0056] 도 9에는 도 7의 상태 및 도 8의 상태에서 각각 제조된 탐침(140a, 140b)의 단면이 도시되며, 가압부재(150)에 의해서 탐침 몰드(110)가 가압되지 않은 상태에서 사각뿔 형상의 그루브(112)에 수용된 탐침용 용액을 자외선으로 경화하면, 도 9(a)에 도시되는 바와 같이 탐침(140a)의 단면은 정삼각형이며, 가압부재(150)로 탐침 몰드(110)를 가압한 상태에서 사각뿔 형상의 그루브(112)에 수용된 탐침용 용액을 자외선으로 경화하면, 도 9(b)에 도시되는 바와 같이 탐침(140b)의 단면은 옆면이 늘려진 삼각형이 된다.

도면

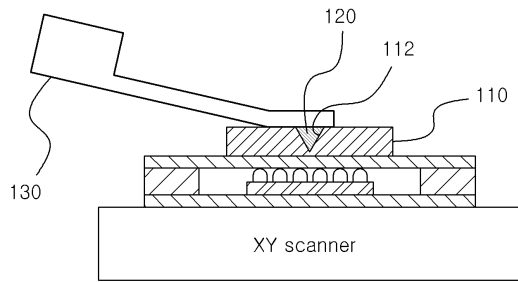
도면1



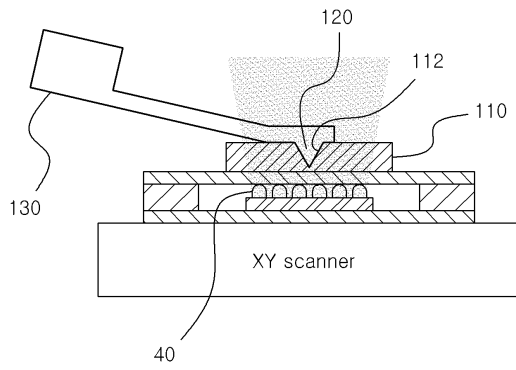
도면2



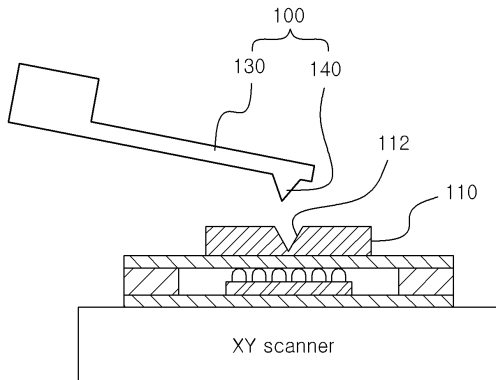
도면3



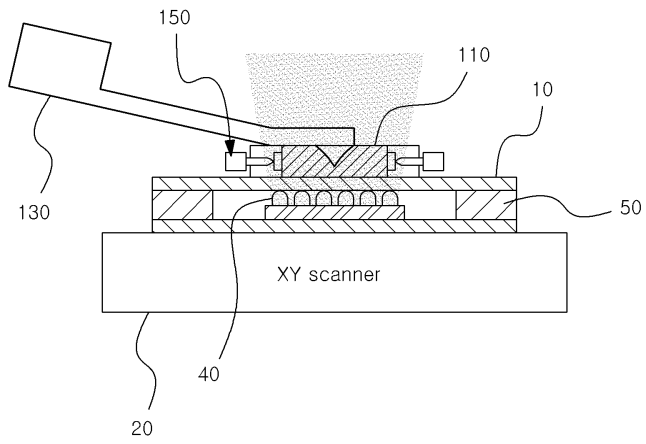
도면4



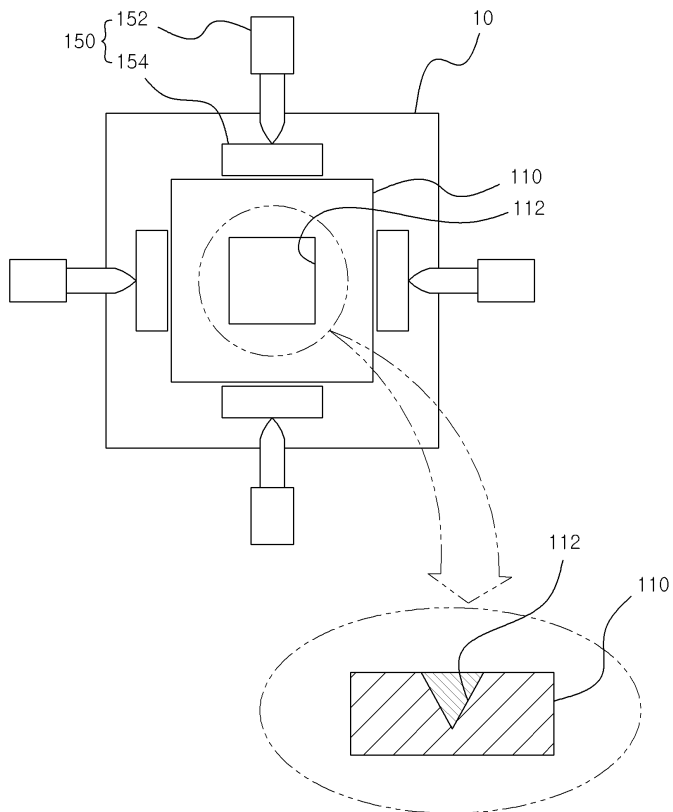
도면5



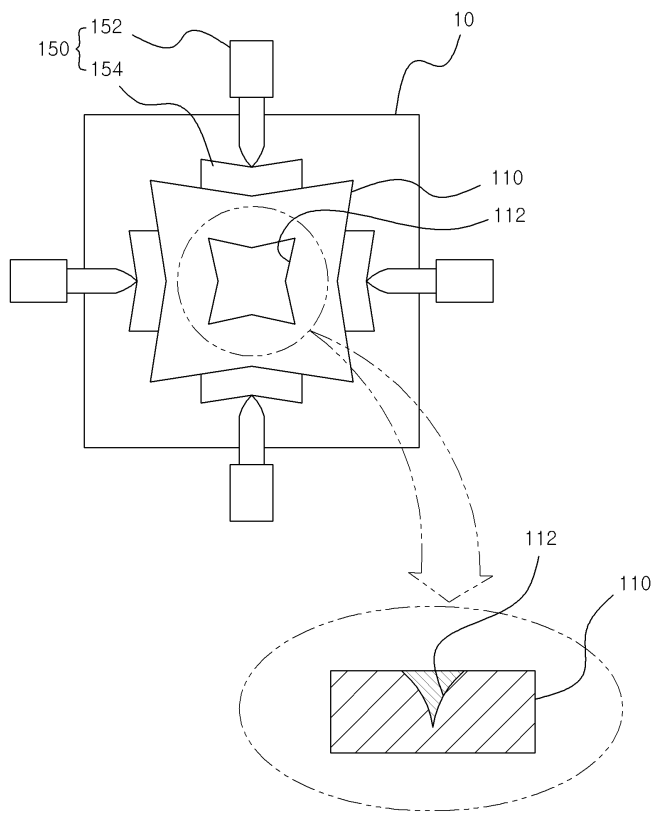
도면6



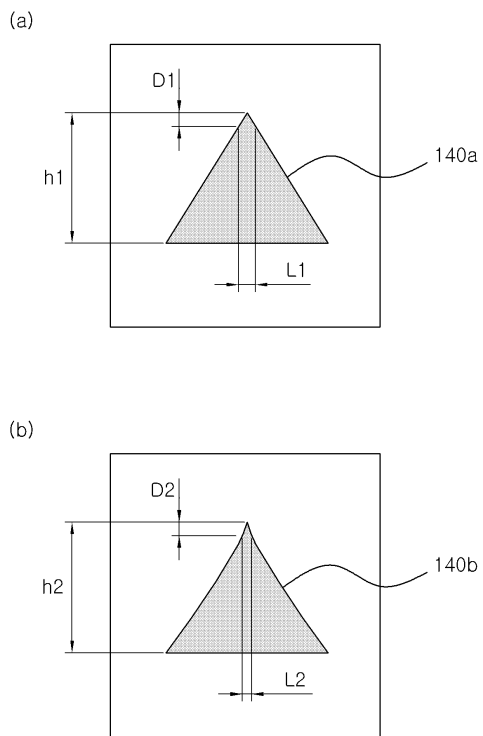
도면7



도면8



도면9



도면10

