



- (51) 국제특허분류:
G01Q 70/16 (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/012112
- (22) 국제출원일: 2014년 12월 10일 (10.12.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0096353 2014년 7월 29일 (29.07.2014) KR
- (71) 출원인: 서강대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION SOGANG UNIVERSITY) [KR/KR]; 121-742 서울시 마포구 백범로 35, 서강대학교 데이아르관 306호, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이정철 (LEE, Jung Chul); 135-506 서울시 강남구 선릉로 221, 204 동 1202, Seoul (KR). 송정기 (SONG, Jung Ki); 431-717 경기도 안양시 동안구 안양관교로 42, 인덕원삼성아파트 111 동 2504호, Gyeonggi-do (KR). 이일 (LEE, Il); 637-943 경상남도 함안군 칠서면 신기안길 40-32, Gyeongsangnam-do (KR).
- (74) 대리인: 지현조 (JI, Hyon Jo); 151-832 서울시 관악구 남부순환로 1922, 청동빌딩 301호, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

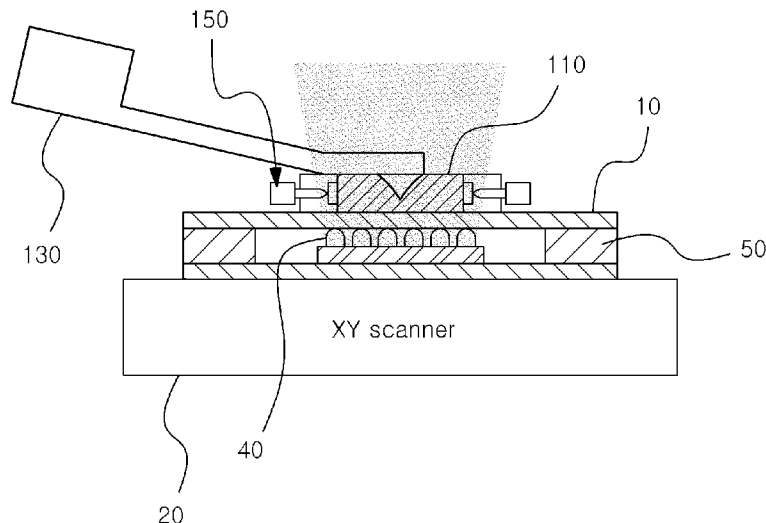
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING FINE CANTILEVER

(54) 발명의 명칭 : 미소 캔틸레버 제조방법



(57) Abstract: A method for manufacturing a fine cantilever having a cantilever and a probe provided on the cantilever can comprise the steps of: providing a probe mold having a groove, which accommodates a liquid-state probe solution for the probe and corresponds to the shape of the probe; making the cantilever come into contact with the probe mold having the groove by corresponding to the probe position; forming the probe on the cantilever by hardening the probe solution accommodated in the groove in a state in which the cantilever makes contact with the probe mold; and separating the cantilever from the probe mold.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



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.

명세서

발명의 명칭: 미소 캔틸레버 제조방법

기술분야

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

배경기술

- [2] 일반적인 탐침형 원자 현미경(scanning probe microscope)은 캔틸레버(cantilever)라 불리는 미소 외팔보를 이용하며, 그 끝에 수 nm 크기의 탐침(probe)이 형성되어 있다.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 마스크를 이용하여 미소 캔틸레버 상에 탐침을 형성하는 종래의 번잡한 식각 과정을 배제할 수 있는 미소 캔틸레버 제조방법을 제공한다.
- [9] 본 발명은 다양한 형상의 탐침을 간단하게 제공할 수 있는 미소 캔틸레버

제조방법을 제공한다.

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

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

과제 해결 수단

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.

[15] 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.

[16] 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.

[17] 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.

[18] 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.

- [19] 한편, 가압부재로 가압된 그루브에 대응하여 형성된 탐침의 높이는 가압 전의 그루브에 대응하여 형성된 탐침의 높이보다 상대적으로 길어지며, 탐침의 팁(tip)은 상대적으로 날카로워지게 된다.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 즉, 탐침 몰드를 가압하여 다양한 형상의 탐침은 제작할 수 있음은 물론 더 날카로운 탐침을 간단하게 제작할 수 있다.
- [23] 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.
- [24] 한편, 탐침용 용액을 경화시키고 나서는 캔틸레버를 탐침 몰드에서 떼어내야 하는데, 이 과정에서 탐침이 탐침 몰드에 비교적 쉽게 떨어져 나와야 한다.
- [25] 따라서, 본 발명에서는 경화된 액상의 탐침용 용액이 캔틸레버에 대해서 탐침 몰드보다 상대적으로 강한 접합성을 갖는 재료를 선택할 수 있다.
- [26] 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.
- [27] 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 중합을 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.
- [28] 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

- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 또한, 경화된 액상의 탐침용 용액이 탐침 몰드보다 캔틸레버에 대해서 상대적으로 강한 접합성을 갖는 재료를 선택하여, 캔틸레버를 탐침 몰드에서 떼어내는 과정이 용이하다.
- [33] 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

- [34] 도 1은 본 발명에 따른 미소 캔틸레버의 제조방법에 따라서 미소 캔틸레버를 제조하기 위한 UV LED, 스캐너, 및 CCD를 포함하는 설비를 도시한 도면이다.
- [35] 도 2 내지 도 5는 탐침 몰드를 이용하여 캔틸레버 상에 탐침을 형성시키는 과정을 설명하기 위한 도면들이다.
- [36] 도 6은 탐침 몰드를 가압하는 가압부재를 배치한 도면이다.
- [37] 도 7 및 도 8은 가압부재에 의해서 가압되는 탐침 몰드의 상태를 설명하기 위한 평면도들이다.
- [38] 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.
- [39] 도 10(a) 및 도 10(b)는 서로 다른 압력으로 가압한 상태의 탐침 몰드의 단면도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [40] 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.

- [41] 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.
- [42] 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.
- [43] 한편, 탐침 몰드는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS)를 사용할 수 있다.
- [44] 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.
- [45] 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.
- [46] 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.

- [47] 이하, 도 2 내지 도 5를 참조하여 탐침 몰드를 이용하여 캔틸레버 상에 탐침을 형성시키는 과정을 설명한다.
- [48] 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.
- [49] 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 중합을 억제하기 때문이다.
- [50] 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.
- [51] 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.
- [52] 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.
- [53] 이하, 다양한 형상의 탐침을 간단하게 제작할 수 있는 가압부재를 적용한 미소 캔틸레버의 제조방법에 대해서 설명한다.
- [54] 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.

- [55] 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.
- [56] 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.
- [57] 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.
- [58] 실시로는 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.
- [59] 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.
- [60] 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 접촉시키고 나기 전후 어느 단계에서나 탐침 몰드를 가압할 수 있다.
- [61] 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 눌러진 삼각형이 된다.
- [62] 즉, 가압부재(150)를 통해서 형성된 탐침(140b)은 그 높이(h2)가 가압 전의 그루브에 대응하여 형성된 탐침(140a)의 높이(h1)보다 상대적으로 길고,

탐침(140b)의 팁(142b)이 가압전의 탐침 몰드에서 제작된 탐침(140a)의 팁(142a)보다 상대적으로 날카로워지게 된다. 이는 더 높은 해상도의 원자 현미경 용도의 탐침 제조가 가능해지는 것을 의미한다.

- [63] 여기서, '탐침의 팁이 상대적으로 날카롭다'는 의미는, 탐침의 팁에서 동일한 길이만큼 떨어진 내측 단면의 길이가 상대적으로 짧은 것으로 정의하여 '날카롭다'의 의미를 명확하게 하며, 구체적으로, 탐침(140a)의 팁(142a) 끝에서 D1만큼 떨어진 곳의 내측 단면의 길이(L1)는 탐침(140b)의 팁(142b) 끝에서 D2만큼 떨어진 곳의 내측 단면의 길이(L1)보다 더 긴 것을 확인할 수 있고, 이를 기준으로 탐침(140a)이 탐침(140b)보다 날카롭다. 당연히, D1 및 D2는 동일한 길이를 갖는다.
- [64] 참고로, 도 10에는 가압부재를 이용하여 서로 다른 힘으로 가압한 탐침 몰드의 단면이다. 도 10(a)의 탐침 몰드는 200kPa로 4방에서 가압된 상태이며, α 는 34.5도이며, d는 24 μ m이다. 도 10(b)의 탐침 몰드는 400kPa로 4방에서 가압된 상태이며, α 는 30도이며, d는 18 μ m으로, 더 강한 압력으로 가압된 탐침 몰드에서 제작된 탐침이 더 날카로울 것으로 예측이 가능하다.
- [65] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

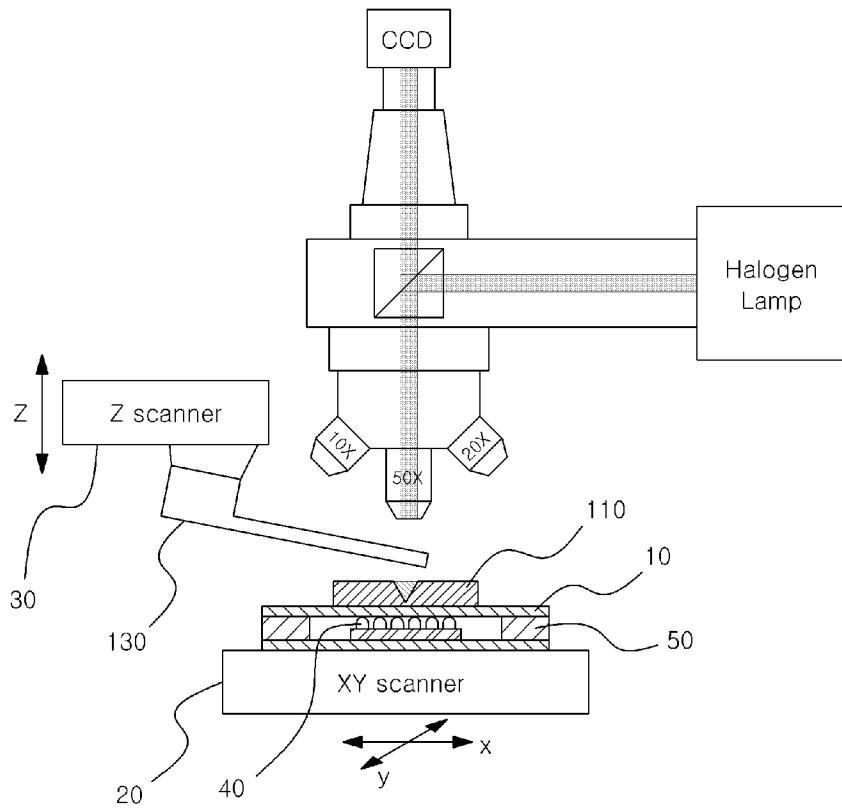
- [66] 본 발명에 따른 미소 캔틸레버는 작은 스트레스나 힘 또는 온도에 민감한 센서 작용을 기대할 수 있는 센서에 널리 적용될 수 있다.

청구범위

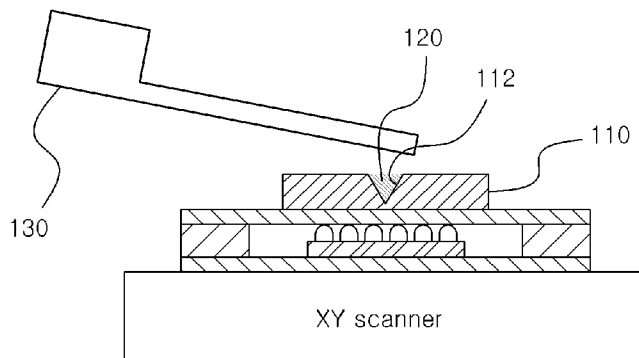
- [청구항 1] 캔틸레버(cantilever) 및 상기 캔틸레버 상에 제공되는 탐침(probe)을 갖는 미소 캔틸레버의 제조방법에 있어서, 상기 탐침을 위한 액상의 탐침용 용액이 수용되며, 상기 탐침의 형상에 대응하는 그루브(groove)를 갖는 탐침 몰드를 제공하는 단계;
- 상기 탐침의 위치에 대응하여 상기 캔틸레버를 상기 그루브가 형성된 상기 탐침 몰드에 접촉시키는 단계;
- 상기 캔틸레버를 상기 탐침 몰드에 접촉시킨 상태에서 상기 그루브 내에 수용된 상기 탐침용 용액을 경화시켜 상기 캔틸레버 상에 상기 탐침을 형성시키는 단계; 및
- 상기 캔틸레버를 상기 탐침 몰드에서 분리하는 단계;
- 를 포함하는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
- 상기 탐침 몰드의 형상을 변형시켜 상기 그루브의 형상을 변형시키고,
- 상기 그루브의 형상에 대응하는 상기 탐침을 형성시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
- 상기 탐침 몰드를 외부에서 가압하는 가압부재를 제공하며,
- 상기 가압부재로 상기 탐침 몰드를 가압하여 변형된 상기 그루브의 형상에 대응하는 상기 탐침을 형성시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
- 상기 탐침 몰드에 인장력을 가하여 변형된 상기 그루브의 형상에 대응하는 상기 탐침을 형성시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.
- [청구항 5] 제2항에 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] 제2항에 있어서,
- 비대칭형 그루브를 형성하도록 상기 탐침 몰드의 형상을 변형시키는 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.
- [청구항 7] 제2항에 있어서,
- 대칭형 그루브를 형성하도록 상기 탐침 몰드의 형상을 변형시키는

- 것을 특징으로 하는 미소 캔틸레버의 제조방법.
- [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.

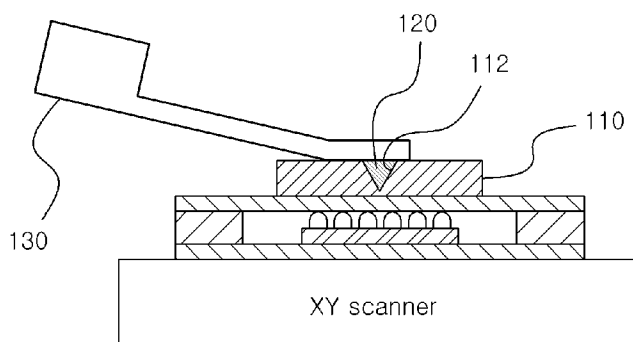
[Fig. 1]



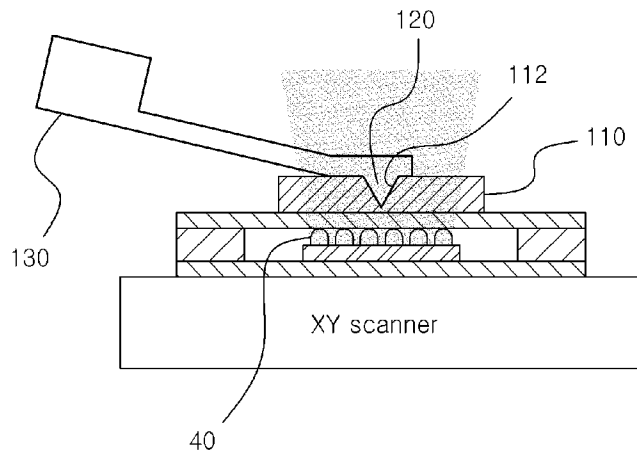
[Fig. 2]



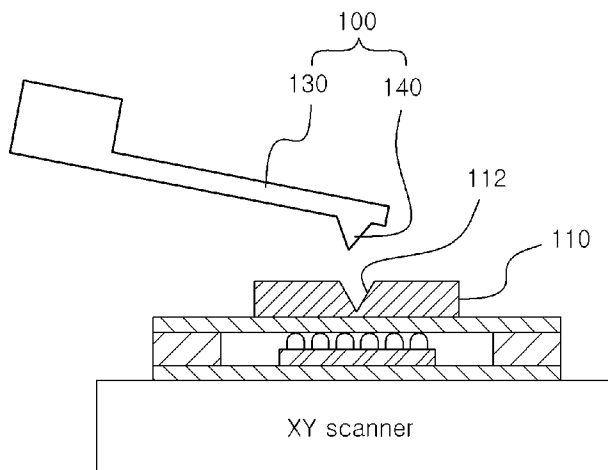
[Fig. 3]



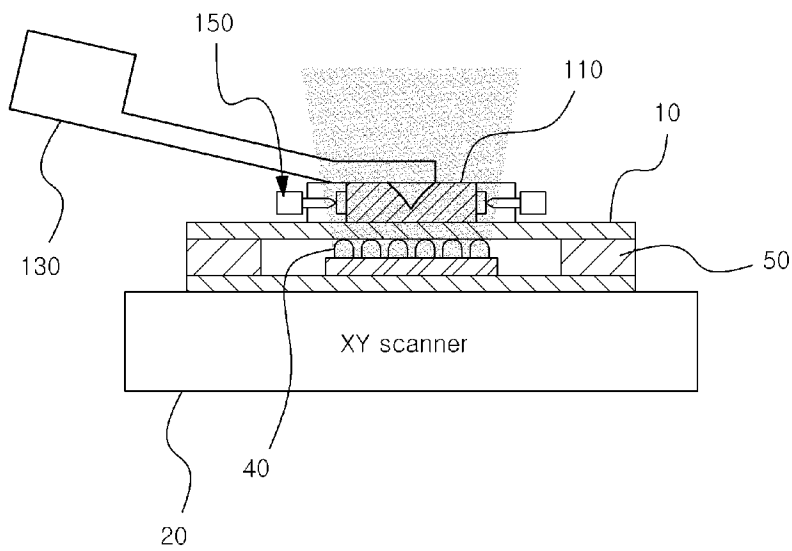
[Fig. 4]



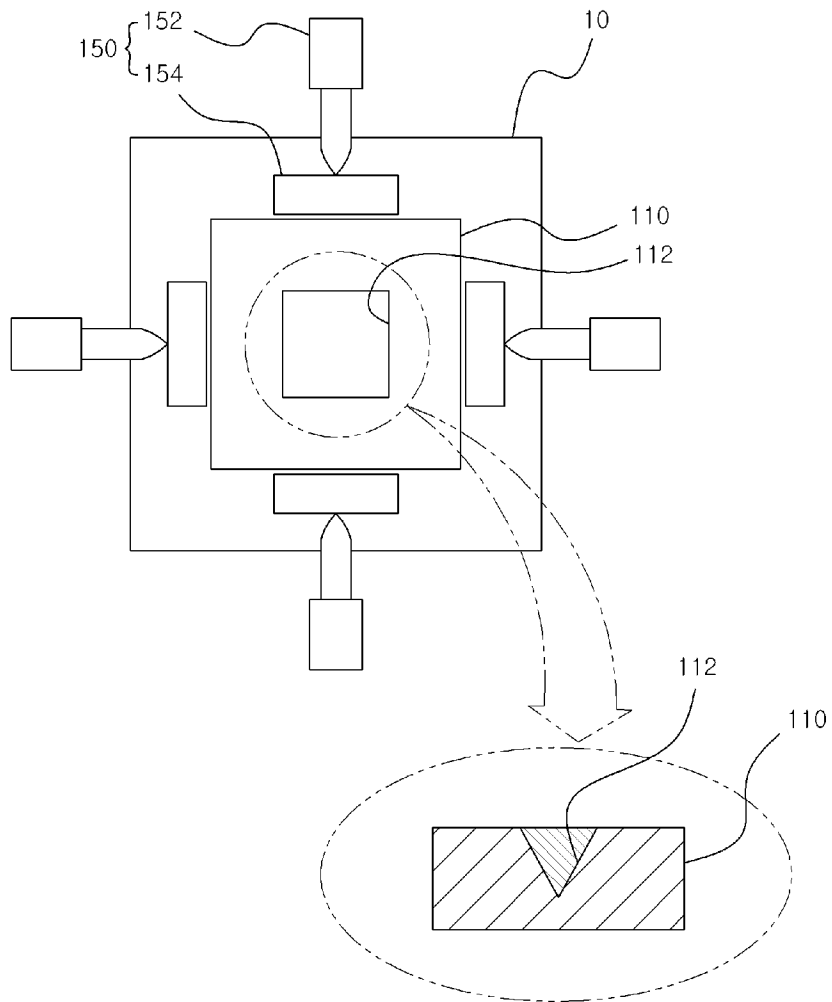
[Fig. 5]



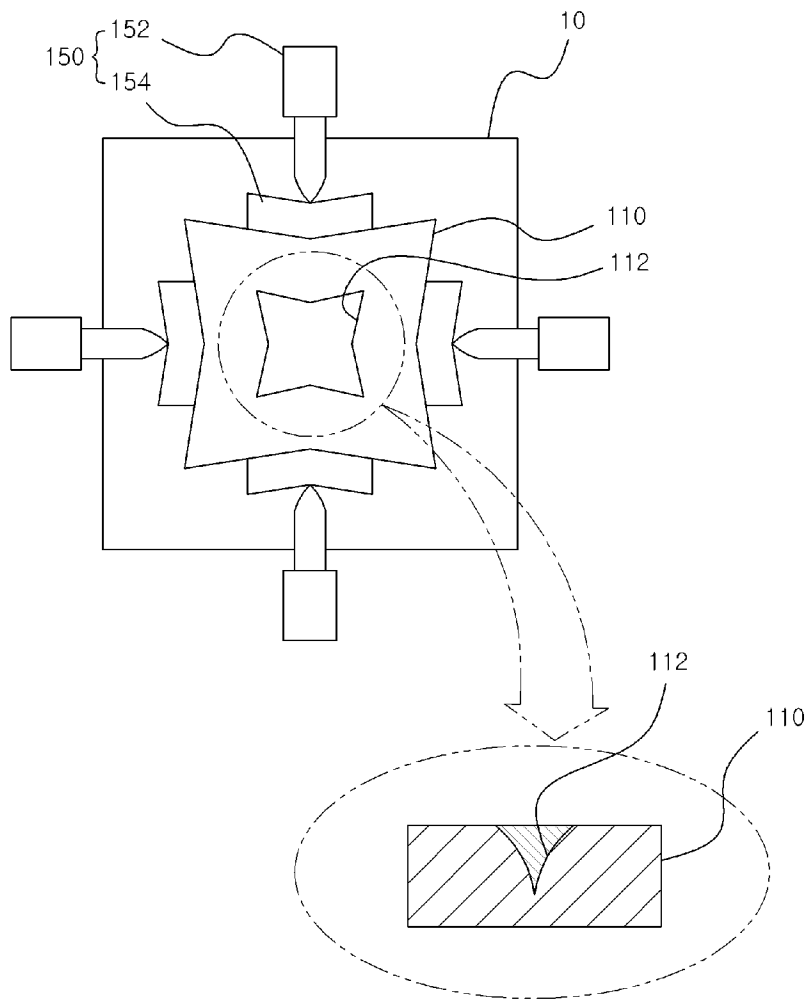
[Fig. 6]



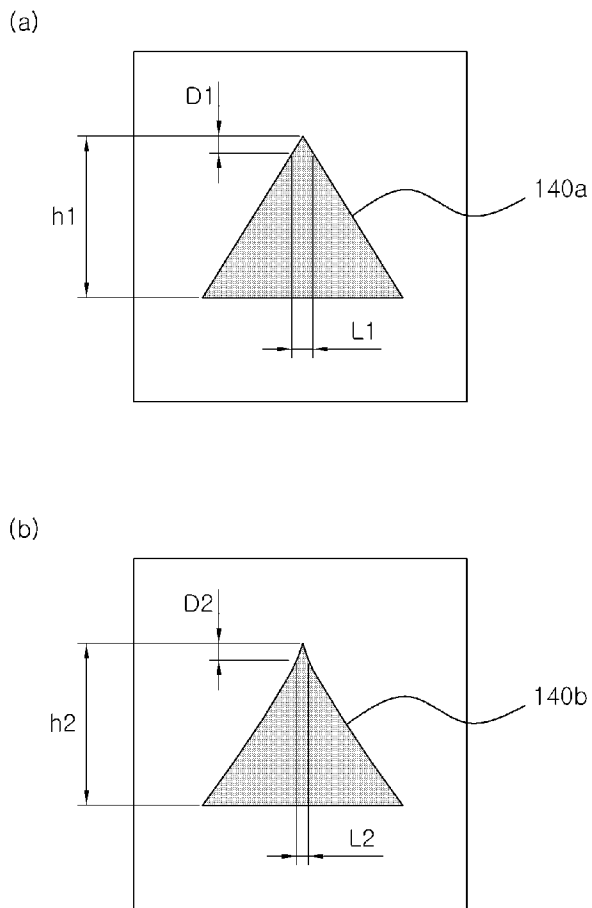
[Fig. 7]



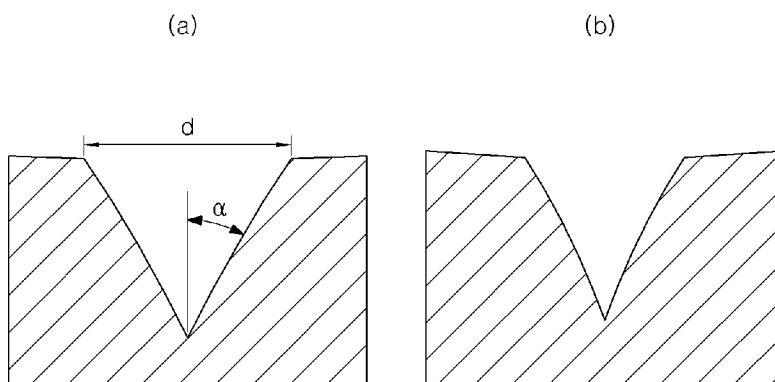
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/012112

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01Q 70/16(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01Q 70/16; H01J 9/02; G01R 1/067; G01R 3/00; G01Q 20/04; H01L 21/66; G01R 1/073

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: cantilever, probe mold, groove, solution for probe, pressurization, tensile, modify

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2008-0028725 A (LG ELECTRONICS INC.) 01 April 2008 See paragraph [0042], claims 2-3, 8, 12, and figures 2-3c.	1,8-12
A		2-7
Y	JP 06-150807 A (UNIV. LELAND STANFORD JR.) 31 May 1994 See claim 3, and figures 1, 5-6, 11.	1,8-12
Y	KR 10-2011-0015973 A (KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION et al.) 17 February 2011 See paragraph [0012], and figure 1.	12
A	JP 2006-119024 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 11 May 2006 See paragraphs [0027], [0032], [0038], claims 7, 11, and figures 1-3, 6-7.	1-12
A	JP 2003-035723 A (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 07 February 2003 See claim 1, and figures 1-2, 7-8, 10-11.	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 APRIL 2015 (23.04.2015)

Date of mailing of the international search report

24 APRIL 2015 (24.04.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/012112

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2008-0028725 A	01/04/2008	NONE	
JP 06-150807 A	31/05/1994	JP 03-218998 A JP 07-062978 B2 US 5021364 A US 5580827 A	26/09/1991 05/07/1995 04/06/1991 03/12/1996
KR 10-2011-0015973 A	17/02/2011	KR 10-1058806 B1	23/08/2011
JP 2006-119024 A	11/05/2006	CN 100580457 C CN 101023363 A KR 10-0903842 B1 KR 10-2007-0050991 A TW 1280369 B US 2008-0001102 A1 US 7692434 B2 WO 2006-043645 A1	13/01/2010 22/08/2007 25/06/2009 16/05/2007 01/05/2007 03/01/2008 06/04/2010 27/04/2006
JP 2003-035723 A	07/02/2003	JP 3584219 B2	04/11/2004

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01Q 70/16(2010.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01Q 70/16; H01J 9/02; G01R 1/067; G01R 3/00; G01Q 20/04; H01L 21/66; G01R 1/073

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 캔틸레버, 탐침몰드, 그루브, 탐침용 용액, 가압, 인장, 변형

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2008-0028725 A (엘지전자 주식회사) 2008.04.01	1, 8-12
A	단락 [0042], 청구항 2-3, 8, 12, 및 도면 2-3c 참조.	2-7
Y	JP 06-150807 A (UNIV. LELAND STANFORD JR.) 1994.05.31	1, 8-12
	청구항 3, 및 도면 1, 5-6, 11 참조.	
Y	KR 10-2011-0015973 A (경북대학교 산학협력단 외 1) 2011.02.17	12
	단락 [0012], 및 도면 1 참조.	
A	JP 2006-119024 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 2006.05.11	1-12
	단락 [0027], [0032], [0038], 청구항 7, 11, 및 도면 1-3, 6-7 참조.	
A	JP 2003-035723 A (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 2003.02.07	1-12
	청구항 1, 및 도면 1-2, 7-8, 10-11 참조.	

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 04월 23일 (23.04.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 04월 24일 (24.04.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



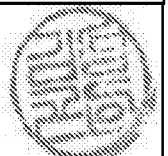
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 ++82 42 472 7140

심사관

김성곤

전화번호 +82-42-481-8746



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2008-0028725 A	2008/04/01	없음	
JP 06-150807 A	1994/05/31	JP 03-218998 A JP 07-062978 B2 US 5021364 A US 5580827 A	1991/09/26 1995/07/05 1991/06/04 1996/12/03
KR 10-2011-0015973 A	2011/02/17	KR 10-1058806 B1	2011/08/23
JP 2006-119024 A	2006/05/11	CN 100580457 C CN 101023363 A KR 10-0903842 B1 KR 10-2007-0050991 A TW I280369 B US 2008-0001102 A1 US 7692434 B2 WO 2006-043645 A1	2010/01/13 2007/08/22 2009/06/25 2007/05/16 2007/05/01 2008/01/03 2010/04/06 2006/04/27
JP 2003-035723 A	2003/02/07	JP 3584219 B2	2004/11/04