

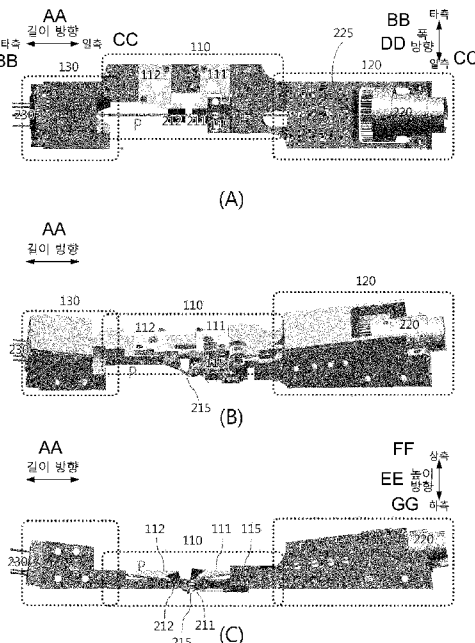


- (51) 국제특허분류:
G01Q 60/24 (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/014143
- (22) 국제출원일: 2015년 12월 23일 (23.12.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0187700 2014년 12월 24일 (24.12.2014) KR
- (71) 출원인: 한국표준과학연구원 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) [KR/KR]; 34113 대전시 유성구 가정로 267, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 김달현 (KIM, Dal Hyun); 34113 대전시 유성구 가정로 267, Daejeon (KR). 박병천 (PARK, Byong Chon); 34049 대전시 유성구 엑스포로 448, 504-1401, Daejeon (KR). 신채호 (SHIN, Chae Ho); 35355 대전시 서구 도안동로 177, 104-403, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 플러스 (PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM); 35209 대전시 서구 한밭대로 809 10층, Daejeon (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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: HEAD-INTEGRATED ATOMIC FORCE MICROSCOPE AND COMPOSITE MICROSCOPE INCLUDING SAME

(54) 발명의 명칭 : 헤드 일체형 원자간력 현미경 및 이를 포함한 융합 현미경



AA ... Lengthwise direction
BB ... Other side
CC ... One side
DD ... Widthwise direction
EE ... Height direction
FF ... Top side
GG ... Bottom side

(57) Abstract: The objective of the present invention is to provide an integrated head for an atomic force microscope (AFM) having minimized weight and volume and improved structural integrity through the optimization of the head structure of the AFM. Another objective of the present invention is to provide a head-integrated AFM that has the above integrated head mounted thereon and has improved dynamic characteristics so that high-speed head scans are possible and the AFM can be used for wide-area sample imaging. A further objective of the present invention is to provide a composite microscope including a head-integrated AFM, the composite microscope being a combination of the above head-integrated AFM having improved dynamic characteristics and an electron microscope or an optical microscope, so as to be capable of high-speed position tracking and imaging as well as detailed observation of 3D shapes in an area of interest on an atomic level.

(57) 요약서: 본 발명의 목적은 원자간력 현미경(AFM)의 헤드 구조를 최적화함으로써, 중량 및 부피 최소화와 구조적 안정성 향상을 실현하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드를 제공함에 있다. 본 발명의 다른 목적은, 이러한 일체형 헤드를 장착함으로써 동적 특성이 향상되어 고속 헤드 스캔이 가능해서 대면적 샘플 이미징에 활용할 수 있는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 제공함에 있다. 본 발명의 또다른 목적은, 이처럼 동적 특성이 향상된 헤드 일체형 원자간력 현미경과 전자 현미경 또는 광학 현미경을 융합함으로써, 고속 위치탐색 및 이미징이 가능함과 동시에 관심 영역에서는 원자상 수준까지의 3차원 형상의 정밀 관찰이 가능하도록 하는, 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경을 제공함에 있다.



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, **공개:**

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,

KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). — 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 헤드 일체형 원자간력 현미경 및 이를 포함한 융합 현미경

기술분야

- [1] 본 발명은 헤드 일체형 원자간력 현미경 및 이를 포함한 융합 현미경에 관한 것으로, 보다 상세하게는 AFM 헤드를 3차원 일체형 몸체로 형성함으로써 소형화 및 경량화하여 고분해능 및 고속 스캔이 가능하도록 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경 및 이를 포함한 융합 현미경에 관한 것이다.
- [2] SEM(Scanning Electron Microscope, 주사 전자 현미경)이란, 고체 표면에서 방출되는 2차 전자가 시료 표면의 형상이나 물질의 종류에 따라 크게 변화하는 것을 이용한 전자 현미경으로, 미세하게 집속한 1차 전자빔으로 시료 표면을 주사하여 주사 위치에 대응한 방출 2차 전자 강도를 음극선 광상에 비추어냄으로써 표면 형상을 확대 관찰할 수 있다. SEM은 전자빔을 발생시키는 전자총의 종류에 따라 세부적으로 종류가 나뉘 수 있는데, 그 중 FESEM(Field Emission Scanning Electron Microscope, 전계 방사 주사 전자 현미경)은 일반 SEM이 열 방사형(thermal emission) 전자총을 사용하는 것과 달리 전계 방사형(field emission) 전자총을 사용하며, 점원으로부터 대단히 높은 전자선 밝기 및 작은 교차점을 형성할 수 있어서 고해상도를 얻을 수 있다는 장점이 있다. SEM 기술은 1965년 처음 상품화되어 현재까지 그 구조 및 성능이 개선되어 왔으며, 따라서 현재 전 산업 영역에 걸쳐 고체 상태의 미세 조직 및 형상을 관찰하는데 활발하게 사용되고 있다.
- [3] AFM(Atomic Force Microscope, 원자간력 현미경)이란 원자간력을 이용하여 원자상 수준까지의 미세한 상을 측정할 수 있는 현미경이다. 미세한 탐침을 시료 표면에 나노미터 수준으로 근접시키면 양자의 원자간에 힘이 작용하는데, AFM에서는 탐침을 캔틸레버(cantilever)의 끝 부분에 오도록 배치하고, 시료-탐침 사이의 원자간력에 의해서 캔틸레버가 휘면 캔틸레버의 표면에서의 반사광의 편향을 검출하여 원자 간의 힘을 측정하여 표면의 원자상을 측정하게 된다. 이러한 측정방식을 AFM 측정방법으로 가장 널리 쓰이는 빔바운스 타입(Beam bounce type)으로 부른다. STM (Scanning Tunneling Microscope, 주사 터널 현미경)은 끝이 뾰족한 도전체 바늘을 이용하여 시료-탐침 사이의 거리에 민감한 터널 전류를 측정하는데, 터널 전류를 이용하기 때문에 전기 도체 시료의 관찰밖에는 할 수 없는 반면, AFM은 시료의 전도성과 무관하게 사용될 수 있는 장점이 있다.
- [4] 광학 현미경의 배율은 최고 수천 배인 반면, SEM의 배율은 최고 수백만 배로서 미세 구조의 관찰에 적당하며, AFM의 배율은 최고 수천만 배로서 가장 정밀한 관찰이 가능하고 정확한 3차원 형상 정보를 얻을 수 있다.

[5]

배경기술

[6]

상술한 바와 같이 SEM 또는 AFM은 시료의 미세 구조를 관찰하는 데 널리 사용되고 있다. 상술한 바와 같이 SEM은 고속 스캔이 가능하다는 장점이 있고, AFM은 SEM에 비해서도 훨씬 더 정밀한 수준까지 3차원으로 관찰할 수 있다는 장점이 있어, 두 가지 타입의 현미경을 결합하고자 하는 연구 개발 노력이 이루어지고 있다. 이러한 연구의 일환 중 하나로 한국특허등록 제1158284호("융합계측 장치", 이하 선행기술)가 있다. 상기 선행기술에서는, 시료기관 표면을 원자 수준으로 계측하는 원자 현미경과, 상기 원자 현미경 및 상기 시료기관을 계측하는 전자 현미경의 융합 계측 장치를 개시하고 있다. 상기 융합 계측 장치는, 원자 현미경으로 시료기관 표면을 원자 수준으로 계측하되, 통상의 원자간력현미경과는 다르게 시료가 지면에 수직하게 배치되고 탐침이 측면에서 시료에 접근하게 되는데, 전자빔이 시료기관 표면에 평행하게 입사하여 전자 현미경으로 원자 현미경 측면과 시료기관의 단면을 이미징한다. 상기 융합 계측 장치를 사용하면 원자 현미경으로 기관 표면을 관찰하는 동안에 동시에 원자 현미경 탐침 및 기관 표면 간의 상호 작용을 전자빔으로 관찰할 수 있다. 즉 상기 융합 계측 장치를 사용하면 원자 현미경의 탐침의 마모 또는 손상되는 상태를 실시간으로 전자현미경으로 모니터링할 수 있으므로 필요한 경우 탐침을 교체하는 등의 작업을 제때 수행할 수 있다. 이에 따라 마모 또는 손상된 탐침으로 관찰할 때 결과가 부정확하게 나오게 되는 위험성을 미리 제거함으로써 결과적으로 관찰 정확성 및 신뢰도를 향상할 수 있는 효과가 있다.

[7]

한편 상기 선행기술과는 전혀 다른 방향으로, SEM(전자 현미경)의 고속 스캔이 가능하다는 장점과, AFM(원자 현미경)의 정밀 관찰이 가능하다는 장점을 결합하고자 하는 연구도 이루어지고 있다. 즉 SEM으로 샘플(시료) 표면을 실시간 관찰을 하면서 목표 위치를 정확하고 신속하게 찾아가며, 목표 위치에서는 AFM으로 원자상 수준의 보다 정밀한 관찰을 수행할 수 있도록 하는 것이다.

[8]

그러나 이와 같은 SEM 및 AFM의 결합을 실현하기에는 다음과 같은 문제가 있다. 앞서 설명한 바와 같이 AFM의 동작 원리는, 끝단에 탐침이 구비된 캔틸레버를 관찰하고자 하는 대상물의 표면에 가까이 접근시키고, 탐침 끝단과 대상물 표면 간에 형성되는 원자간력에 의해 캔틸레버가 변형하는 정도를 측정하여 이를 토대로 대상물 표면의 형상을 측정하는 것이다. 이러한 동작 원리를 고려할 때, 외부 진동과 같은 노이즈가 발생할 경우 원치 않는 캔틸레버의 변형이 발생하여 관측 결과의 신뢰도가 저하될 위험성이 있다. 그런데 실질적으로 기계적인 운동 발생 시 외부 진동이 발생하는 것을 완전히 배제하기는 어렵기 때문에, 고속 스캔을 위해 탐침 등이 구비된 AFM을 빠르게 이동시키는 것을 구현하기에 난해함이 있는 것이다.

- [9] 특히 AFM 원자간력 측정방법 중 가장 널리 쓰이는 반사광 편향을 이용하여 탐침의 움직임을 측정하도록 하는 빔 바운스 방식의 경우, 탐침이 구비된 캔틸레버 외에도 복수 개의 미러, PSPD(position-sensitive photo detector), 콜리메이터(optical fiber collimator) 등과 같은 별도의 부품들이 필요한데, 이러한 부품들은 캔틸레버에 대하여 안정적으로 고정적인 간격 및 위치를 유지해야 한다. 그런데 상술한 바와 같이 AFM이 무시할 수 없는 외부 진동을 받을 경우 이러한 캔틸레버와 상기 여러 다른 부품들 간의 간격 및 위치가 미세하게 틀어지게 될 수 있으며, 이는 AFM의 분해능과 감도 등 성능을 크게 저하시키고 잡음도 크게 할 우려가 크다.
- [10] 뿐만 아니라 상술한 바와 같이 여러 부품들이 함께 움직이도록 해야 하기 때문에, 각부를 별도로 움직이게 할 경우 각각을 움직이는 액추에이터 간의 동작을 정확히 맞추는 데에 어려움이 따르며, 한꺼번에 움직이게 할 경우 종래의 구조로는 중량 및 부피의 문제 때문에 빠르게 움직일 수 없고 빠르게 움직일 경우 쉽게 간격 및 위치가 틀어지거나 떨어져서 잡음이 커지는 등 동역학적 특성이 좋지 않게 되는 등의 문제가 있다.

[11]

[12] [선행기술문헌]

[13] [특허문헌]

[14] 1. 한국특허등록 제1158284호("융합계측 장치")

[15]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [16] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 원자간력 현미경(AFM)의 헤드 구조를 최적화함으로써, 중량 및 부피 최소화와 구조적 안정성 향상을 실현하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드를 제공함에 있다. 본 발명의 다른 목적은, 이러한 일체형 헤드를 장착함으로써 동적 특성이 향상되는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 제공함에 있다. 본 발명의 또다른 목적은, 이처럼 동적 특성이 향상된 헤드 일체형 원자간력 현미경과 전자 현미경 또는 광학 현미경을 융합함으로써, 고속 헤드 스캔도 가능하여 대면적 시료 이미징도 할 수 있는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경을 제공함에 있다.

[17]

과제 해결 수단

- [18] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는, 길이 방향으로 일측에서 타측으로 연장되는 플레이트 형태로 형성되며, 제1미러(211)가 구비된 제1미러마운트(111) 및 제2미러(212)가 구비된 제2미러마운트(112)가 길이 방향으로 일측에서 타측으로 순차적으로

이격 배치되어 고정되고, 하면에 탐침이 구비되며 길이 방향으로 연장되는 플레이트 형태로 형성되는 팁(215)이 구비된 팁마운트(115)가 상기 제1미러마운트(111)와 높이 및 폭 방향으로 이격 배치되어 고정되며, 상기 팁(215) 하부에 빈 공간이 형성되는 측정부(110); 상기 측정부(110) 일측에 연결되는 블록 형태로 형성되며, 길이 방향으로 관통로(125)가 형성되고, 상기 관통로(125)의 일측 끝단에 광원부(220)가 구비되어 고정되는 소스부(120); 상기 측정부(110) 타측에 연결되는 블록 형태로 형성되며, 길이 방향으로 수용로(135)가 형성되고, 상기 수용로(135) 상에 PSPD(position-sensitive photo detector, 230)가 수용되어 고정되는 감지부(130); 를 포함하여 이루어지며, 상기 측정부(110), 상기 소스부(120), 상기 감지부(130)가 일체의 바디로 된 헤드프레임을 형성하는 것을 특징으로 한다.

[19] 이 때 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는, 상기 광원부(220)로부터 상기 관통로(125)를 통과해 온 광이 상기 제1미러(211)로 입사되고, 상기 제1미러(211)에서 반사된 광이 상기 팁(215) 상면으로 입사되고, 상기 팁(215) 상면에서 반사된 광이 상기 제2미러(212)로 입사되고, 상기 제2미러(212)에서 반사된 광이 상기 PSPD(230)로 입사되어 감지되도록 광경로가 형성될 수 있다.

[20] 이와 같은 광경로를 원활하게 형성할 수 있도록, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는, 상기 제1미러(211) 및 상기 제2미러(212)는 각각 상기 제1미러마운트(111) 및 상기 제2미러마운트(112)에 대하여 폭 방향으로 돌출되는 형태로 구비되어 각각의 반사면이 하측을 향하도록 배치되며, 상기 관통로(125) 및 상기 수용로(135)는 각각 상기 측정부(110)가 형성하는 면에 대하여 상기 측정부(110) 쪽을 향하도록 기울어지게 형성되며, 상기 제1미러(211)의 반사면은 상기 관통로(125) 쪽을 향하도록 기울어지게 배치되고, 상기 제2미러(212)의 반사면은 상기 수용로(135) 쪽을 향하도록 기울어지게 배치되는 것이 바람직하다.

[21]

[22] 또한 상기 제1미러마운트(111)는, 플레이트 형태로 형성되어 상기 측정부(110) 상면과 면접하도록 배치되는 제1미러마운트 몸체부(111a), 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 폭 방향 일측 끝단에 형성되어 상기 제1미러(211)가 구비되는 제1미러마운트 미러지지부(111b), 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 중심부에 통공 형태로 형성되는 제1미러마운트 고정결합공(111c), 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 모서리부에 암나사 형태로 형성되며 서로 대각선 상에 배치되는 한 쌍의 제1미러마운트 각도조절나사공(111d), 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 상기 측정부(110)와 접하는 면에 드릴로 관통되지 않도록 뚫어서 형성되는 홈으로서, 각각의 상기 각도조절나사공(111d) 중심으로부터 상기 제1미러(211)쪽으로 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 외곽선에 평행하게 연장되는 두 연장선이 서로 만나는 지점에 형성되는 제1미러마운트 구슬홈(111e)을 포함하여 이루어지며, 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공 중

하나(110a)와 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공(110a) 및 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)을 관통하는 스프링 부재가 삽입되어 상기 제1미러마운트(111) 및 상기 측정부(110)가 결합되며, 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e)에 구슬이 삽입 구비되어, 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e) 위치에서 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 및 상기 측정부(110) 간 이격 거리가 상기 구슬의 돌출로 일정하게 유지되도록 형성되고, 한 쌍의 상기 제1미러마운트 각도조절나사공(111d)들에 각각 나사 부재가 삽입되어, 한 쌍의 상기 나사 부재의 삽입 정도에 따라서 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 상기 측정부(110)에 대한 각도가 조절되도록 형성될 수 있다.

- [23] 또한 상기 제2미러마운트(112)는, 플레이트 형태로 형성되어 상기 측정부(110) 상면과 면접하도록 배치되는 제2미러마운트 몸체부(112a), 상기 제2미러마운트 몸체부(112a)의 폭 방향 일측 끝단에 형성되어 상기 제2미러(212)가 구비되는 제2미러마운트 미러지지부(112b), 상기 제2미러마운트 몸체부(112a) 중심부에 통공 형태로 형성되는 제2미러마운트 고정결합공(112c), 상기 제2미러마운트 몸체부(112a)의 모서리부에 암나사 형태로 형성되며 서로 대각선 상에 배치되는 한 쌍의 제2미러마운트 각도조절나사공(112d), 상기 제2미러마운트 몸체부(112a)의 상기 측정부(110)와 접하는 면에 드릴로 관통되지 않도록 뚫어서 형성되는 홈으로서, 각각의 상기 각도조절나사공(112d) 중심으로부터 상기 제2미러(212)쪽으로 상기 제2미러마운트 몸체부(112a) 외곽선에 평행하게 연장되는 두 연장선이 서로 만나는 지점에 형성되는 제2미러마운트 구슬홈(112e)을 포함하여 이루어지며, 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공 중 하나(110b)와 상기 제2미러마운트 고정결합공(112c)이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공(110b) 및 상기 제2미러마운트 고정결합공(112c)을 관통하는 스프링 부재가 삽입되어 상기 제2미러마운트(112) 및 상기 측정부(110)가 결합되며, 상기 제2미러마운트 구슬홈(112e)에 구슬이 삽입 구비되어, 상기 제2미러마운트 구슬홈(112e) 위치에서 상기 제2미러마운트 몸체부(112a) 및 상기 측정부(110) 간 이격 거리가 상기 구슬의 돌출로 일정하게 유지되도록 형성되고, 한 쌍의 상기 제2미러마운트 각도조절나사공(112d)들에 각각 나사 부재가 삽입되어, 한 쌍의 상기 나사 부재의 삽입 정도에 따라서 상기 제2미러마운트 몸체부(112a)의 상기 측정부(110)에 대한 각도가 조절되도록 형성될 수 있다.

- [24] 또한 상기 팁마운트(115)는, 플레이트 형태로 형성되어 상기 측정부(110) 하면과 면접하도록 고정 결합되며, 하면 길이 방향 일측이 돌출되어 단차부가 형성되는 팁마운트 몸체부(115a), 상기 팁마운트 몸체부(115a)의 단차부 상에 폭 방향으로 연장되게 형성되는 팁마운트 가이드홈(115b), 박판 형태로 형성되어 길이 방향 일측 끝단이 상기 팁마운트 가이드홈(115b)에 삽입 배치되는 팁마운트 프레스판(115c), 상기 팁마운트 몸체부(115a) 중심부에 암나사 형태로 형성되는

팁마운트 고정결합공(115d), 상기 팁마운트 몸체부(115a) 상에 상기 팁마운트 고정결합공(115d)의 폭 방향 양측으로 이격된 통공 형태로 형성되는 한 쌍의 팁마운트 안내결합공(115e), 상기 팁마운트 몸체부(115a) 길이 방향 일측 상면에 구비되어 팁을 진동시키는 PZT(115f), 상기 PZT(115f)의 하면에 적층 구비되는 하부 부도체판(115g), 상기 PZT(115f)의 상면에 적층 구비되는 상부 부도체판(115h)을 포함하여 이루어지며, 상기 팁(215)은, 상기 팁마운트(115)의 길이 방향 타측 끝단에서 상기 팁마운트 몸체부(115a) 및 상기 팁마운트 프레스판(115c) 사이에 개재 구비되어, 상기 팁마운트 프레스판(115c)에 의하여 눌림으로써 상기 팁마운트 몸체부(115a)에 지지되어 고정되며, 상기 팁마운트(115)는, 상기 상부 부도체판(115h) - 상기 PZT(115f) - 상기 하부 부도체판(115g)이 적층되어 이루어지는 PZT 적층체에 의하여 상기 측정부(110) 하면에 고정 결합되며, 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에는 상기 팁마운트 고정결합공(115d) 및 상기 팁마운트 안내결합공(115e)에 상응하는 위치에 홈이 형성되며, 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 홈 중 하나와 상기 팁마운트 고정결합공(115d)이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 팁마운트 프레스판(115c)에 형성된 홈 및 상기 팁마운트 고정결합공(115d)을 관통하는 나사 부재가 삽입되어 상기 팁마운트 몸체부(115a) 및 상기 팁마운트 프레스판(115c)가 결합되고, 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 다른 홈들과 상기 팁마운트 안내결합공(115e)들이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 홈 및 상기 팁마운트 안내결합공(115e)을 관통하는 나사 부재가 삽입되되, 한 쌍의 나사 부재의 결합에 의하여 상기 팁마운트 프레스판(115c)의 폭 방향 정위치가 고정되도록 형성될 수 있다.

[25]

[26] 또한 상기 헤드프레임은 $2\sim 5\text{g/cm}^3$ 범위의 밀도를 가지는 가벼운 금속 단일 블럭에서, 기계적 진동을 막기 위해 필요한 두께와 폭의 헤드프레임의 뼈대 구조와 상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기 팁마운트(115), 상기 광원부(220), 상기 PSPD(230) 등 헤드를 구성하는 부품을 지지하고 고정하는 구조를 제외한 모든 부분을 깎아내는 가공에 의하여 제작되고, 헤드프레임 자체가 상기 헤드 구성 부품의 마운트 일부로 기능하도록 추가로 깎아내어, 무게와 부피가 최대한 절감되도록 제작하는 것이 바람직하다. 실시예로 제시한 도면(도3, 도4)을 보면 헤드프레임이 두 미러마운트와 광원부 마운트의 일부로 기능하고 있다.

[27] 또한 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는, 상기 제1미러(211), 상기 제2미러(212)의 두께가 $2\sim 3\text{mm}$ 범위로 형성되고, 상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기 팁마운트(115)의 두께가 $0.5\sim 1.5\text{mm}$ 범위로 형성되는 것이 바람직하다.

[28] 또한 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는, 폭 방향 또는 높이 방향으로의 크기 : 길이 방향으로의 크기 비가 $1:5\sim 1:15$ 범위로 길이 방향으로만

길고 폭과 높이는 최대한 작게 형성되도록 하는 것이 바람직하다.

- [29] 또한 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는, 상기 팁(215) 탐침 위치에서 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)의 높이가 최소화되어 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100) 상부에 구비되는 보조 현미경의 작동거리를 최소화하도록, 상기 소스부(120)로부터 상기 측정부(110)로의 광 입사각 및 상기 측정부(110)로부터 상기 감지부(130)로의 광 반사각이 예각이 되도록 광경로(P)를 형성하거나, 상기 제1미러(211), 상기 제2미러(212)의 두께가 2~3mm 범위로 형성되고, 상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기 팁마운트(115)의 두께가 0.5~1.5mm 범위로 형성되도록 하는 것이 바람직하다.
- [30] 또한 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는, 상기 제1미러(211) 및 상기 제2미러(212)의 위쪽 및 상기 제1미러마운트(111) 및 상기 제2미러마운트(112) 반대 방향인 바깥쪽이 모두 비어 있도록 형성되어, 길이 방향을 축으로 상기 일체형 헤드(100)를 회전시킬 경우 상기 일체형 헤드(100) 수직 상부에 위치한 보조 현미경의 작동거리 증가를 방지하도록 이루어질 수 있다.
- [31] 또한, 상기 소스부(120)의 구체적인 한 실시예로서, 상기 광원부(220)가, 외부 광원으로부터 온 광을 모아 조사하는 콜리메이터 또는 자체 발광원으로서의 레이저 다이오드로 이루어지며, 상기 관통로(125) 상에 렌즈(225)가 더 구비될 수 있다.
- [32] 또는, 상기 소스부(120)의 구체적인 다른 실시예로서, 상기 광원부(220)가, 레이저 광을 전송받는 광 파이버, 상기 광 파이버 끝단을 잡아주는 홀더, 상기 광 파이버로부터 전송되어 온 광을 집속하는 레이저 집속 렌즈, 상기 광 파이버, 상기 홀더, 상기 레이저 집속 렌즈를 일체로 고정하는 고정마운트를 포함하여 이루어지는 파이버 포커서(laser fiber focuser)로 이루어질 수 있다.
- [33]
- [34] 또한, 본 발명에 의한 헤드 일체형 원자간력 현미경은, 상술한 바와 같은 구성으로 이루어지는 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100); 를 포함하여 이루어져, 샘플 마운트(500)에 의해 고정되어 상기 일체형 헤드(100)의 하부에 배치된 관찰 대상물의 표면을 관찰하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [35] 이 때 상기 원자간력 현미경은, 상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 스캔하는 스캔수단(300); 을 더 포함하여 이루어지며, 상기 스캔수단(300)은 원자간력 현미경용 스캐너 또는 나노스테이지로 형성될 수 있다. 이 때 상기 원자간력 현미경용 스캐너로서는, 단수 혹은 복수 개의 튜브 스캐너, 막대 스캐너 또는 적층(stacked) PZT 스캐너 등과 같이 다양한 형태의 원자간력 현미경용 스캐너가 모두 사용될 수 있다. 또한 이 때 상기 원자간력 현미경은, 상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 이동시키되, 상기 스캔수단(300)보다 상대적으로 큰 스케일로 이동시키도록 형성되는 포지셔닝스테이지(400); 를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

- [36] 또한 상기 원자간력 현미경은, 링 형상으로 형성되어, 일측에 상기 일체형 헤드(100)를 포함한 대상물을 연결 고정하는 링고정부(310); 상기 링고정부(310)의 원주 상에 방사상으로 배치되어 상기 링고정부(310)를 기관부(450)와 이격시켜 고정하는 3개의 기둥부(320); 를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 이 때 상기 원자간력 현미경은, 상기 기둥부(320)들 중 2개의 중간 위치에 상기 일체형 헤드(100)를 스캔하는 상기 스캔수단(300)이 고정되도록 형성될 수 있다. 또한 상기 원자간력 현미경은, 상기 팁(215) 탐침이 피드백이 될 수 있는 거리까지 관찰 대상물 표면에 가깝게 접근시키거나 떨어뜨리도록, 상기 기둥부(320)들 중 선택되는 적어도 어느 하나에 구비되는 승강수단(325); 을 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [37]
- [38] 또한, 본 발명에 의한 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경은, 상술한 바와 같은 구성으로 이루어지는 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100); 상기 일체형 헤드(100)의 상부에 배치되어, 샘플 마운트(500)에 의해 고정되어 상기 일체형 헤드(100)의 하부에 배치된 관찰 대상물의 표면을 관찰하도록 형성되는 보조 현미경부; 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다. 이 때 상기 보조 현미경부는, SEM(Scanning Electron Microscope) 또는 이온 현미경(Ion Microscope)을 포함하는 하전 입자 현미경 형태로 이루어지거나 또는 광학 현미경 형태로 이루어질 수 있다.
- [39] 이 때 상기 융합 현미경은, 상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 스캔하는 스캔수단(300); 을 더 포함하여 이루어지며, 상기 스캔수단(300)은 원자간력 현미경용 스캐너 또는 나노스테이지로 형성될 수 있다. 이 때 상기 원자간력 현미경용 스캐너로서는, 단수 혹은 복수 개의 튜브 스캐너, 막대 스캐너 또는 적층(stacked) PZT 스캐너 등과 같이 다양한 형태의 원자간력 현미경용 스캐너가 모두 사용될 수 있다. 또한 이 때 상기 융합 현미경은, 상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 이동시키되, 상기 스캔수단(300)보다 상대적으로 큰 스케일로 이동시키도록 형성되는 포지셔닝스테이지(400); 를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [40] 또한 상기 융합 현미경은, 링 형상으로 형성되어, 일측에 상기 일체형 헤드(100)를 포함한 대상물을 연결 고정하는 링고정부(310); 상기 링고정부(310)의 원주 상에 방사상으로 배치되어 상기 링고정부(310)를 기관부(450)와 이격시켜 고정하는 3개의 기둥부(320); 를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 이 때 상기 융합 현미경은, 상기 기둥부(320)들 중 2개의 중간 위치에 상기 일체형 헤드(100)를 스캔하는 상기 스캔수단(300)이 고정되도록 형성될 수 있다. 또한 상기 융합 현미경은, 상기 팁(215) 탐침이 피드백이 될 수 있는 거리까지 관찰 대상물 표면에 가깝게 접근시키거나 떨어뜨리도록, 상기 기둥부(320)들 중 선택되는 적어도 어느 하나에 구비되는 승강수단(325); 을 더 포함하여 이루어질 수 있다.

[41]

발명의 효과

[42]

본 발명에서는, 원자간력 현미경 즉 AFM에 있어서 관찰 대상물의 표면에 접근하여 실제 관찰을 수행하는 부품(이하 '관찰용 부품'이라 통칭함)들의 배치 및 구조를 최적화한 원자간력 현미경(AFM)용 일체형 헤드를 제시한다. 이에 따라 본 발명에 의하면, 기존의 AFM에 비해 훨씬 중량 및 부피가 감소되며 구조적 안정성이 향상된 AFM용 헤드를 실현할 수 있는 효과가 있다. 또한 본 발명에서의 AFM용 일체형 헤드는 관찰용 부품들이 일체화된 바디에 최적화 배치되는 형태로 이루어짐으로써, 기존의 원자간력 현미경과는 달리 내외부 진동이나 고속 헤드 스캔 등에 의해서 관찰용 부품들의 정렬이 쉽게 어긋나거나 떨리지 않을 수 있을 뿐만 아니라, 부피와 무게가 작아서 좁은 공간에서 사용할 수 있고 스캐너 또는 스캐너역할을 하는 나노스테이지의 공진주파수 저하가 미미해서 고속 헤드 스캔도 할 수 있는 큰 효과가 있다.

[43]

또한 본 발명에 의하면, 상술한 바와 같이 AFM용 헤드 자체의 구조적 안정성을 확보함으로써, 이러한 AFM용 일체형 헤드를 장착한 원자간력 현미경의 동적 특성이 크게 향상되는 효과가 있다. 즉 본 발명에 의한 헤드 일체형 원자간력 현미경은 내외부 진동이나 충격 등에 의한 성능 저하가 감소하여 기존의 AFM에 비해 훨씬 우수한 성능을 가지는 효과가 있는 것이다. 상술하면, 기존의 AFM의 경우 구조적 안정성이나 동적 특성이 좋지 않아 고속 스캔 동작을 AFM 헤드에 적용할 수 없는 한계가 있었으나, 본 발명에 의하면 상술한 바와 같이 AFM 헤드에서의 구조적 안정성 및 동적 특성 향상을 통해서 고속 헤드 스캔을 구현할 수 있다. 따라서 AFM 일체형 헤드를 고속 스캔하여 크고 무거운 샘플이나 대면적 샘플도 빠르게 이미징할 수 있는 효과가 있는 것이다.

[44]

이러한 효과에 의하여, 본 발명에 의하면, 이처럼 동적 특성이 향상된 헤드 일체형 원자간력 현미경과 전자 현미경과 같은 하전입자 현미경 또는 광학 현미경 융합 효과를 극대화 할 수 있도록 해 주는 효과가 있다. 상술한 바와 같이, 대면적 샘플의 고속 이미징이 이미 가능한 전자 현미경 또는 광학 현미경과 본 발명에 의한 고속 헤드 스캔이 가능한 일체형 원자간력 현미경을 융합하면 작은 샘플 뿐만 아니라 대면적 샘플도 빠르게 3차원 AFM 이미징할 수 있기 때문에 융합 현미경의 효과를 극대화할 수 있는 것이다. 궁극적으로는, 본 발명에 의한 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경은, 고속 스캔이 가능함과 동시에 관심 영역에서는 원자상 수준까지의 3차원 형상의 정밀 관찰이 가능하도록 하여, 미세 관찰에 있어서의 효율, 정확도, 신뢰도 모두를 극대화시킬 수 있는 큰 효과가 있다.

[45]

도면의 간단한 설명

[46]

도 1은 원자간력 현미경(AFM)의 원리.

- [47] 도 2는 종래의 다양한 AFM.
- [48] 도 3은 본 발명의 AFM용 일체형 헤드의 실시예.
- [49] 도 4는 본 발명의 헤드프레임의 실시예.
- [50] 도 5는 본 발명의 미러마운트의 실시예.
- [51] 도 6은 본 발명의 팁마운트의 실시예.
- [52] 도 7은 본 발명의 AFM용 일체형 헤드 실시예 사진.
- [53] 도 8은 본 발명의 헤드 일체형 원자간력 현미경의 헤드와 헤드를 스캔하는 나노스테이지가 고정된 링고정부의 실시예.
- [54] 도 9는 본 발명의 헤드 일체형 원자간력 현미경의 실시예.
- [55] 도 10은 본 발명의 헤드 일체형 원자간력 현미경이 SEM 챔버에 장착된 AFM-SEM 융합현미경의 실시예 사진.
- [56] 도 11 내지 도 14는 이와 같이 만들어진 본 발명의 AFM-SEM 융합 현미경을 이용하여 실제로 관찰을 수행한 실험 결과.
- [57] 도 15는 광원부가 파이버 포커서로 이루어지는 경우의 실시예.
- [58]
- [59] 보다 상세하게는,
- [60] 도 11, 도 12: 샘플을 스캔하는 샘플스캔형 AFM의 융합현미경 이미지
- [61] 도 11: (a) SEM 이미지, (b) 3차원 AFM 이미지, (c) 2차원 AFM 이미지, (d) AFM팁의 SEM사진
- [62] 도 12: (a) AFM 이미지, (b) 이미지 (a)의 하부 선의 line profile로 금
- [63] 나노프리즘의 높이를 정확히 알 수 있음.
- [64] 도 13, 도 14: 헤드를 스캔하는 헤드스캔형 AFM의 융합현미경 이미지
- [65] 도 13: (a) SEM 이미지, (b): AFM 이미지. 화살표 양 끝의 위치가 같은 위치임.
- [66] 도 14: (a),(b): AFM 이미지; (a)는 한 라인 주사에 소용된 시간이 1초인 경우, (b)는 한 라인 주사에 소용된 시간이 1/1.8초로 80% 빨라진 경우
- [67]
- [68] ** 부호의 설명 **
- [69] 100: (본 발명의) 원자간력 현미경용 일체형 헤드
- [70] 110: 측정부
- [71] 110a, 110b: (미러마운트(111, 112) - 측정부(100)간 결합을 위한) 관통공
- [72] 111: 제1미러마운트
- [73] 111a: 제1미러마운트 몸체부 111b: 제1미러마운트 미러지지부
- [74] 111c: 제1미러마운트 고정결합공 111d: 제1미러마운트 각도조절나사공
- [75] 111e: 제1미러마운트 구슬홈
- [76] 112: 제2미러마운트
- [77] 112a: 제2미러마운트 몸체부 112b: 제2미러마운트 미러지지부
- [78] 112c: 제2미러마운트 고정결합공 112d: 제2미러마운트 각도조절나사공
- [79] 112e: 제2미러마운트 구슬홈

- [80] 115: 팁마운트 115a: 팁마운트 몸체부
- [81] 115b: 팁마운트 가이드홈 115c: 팁마운트 프레스판
- [82] 115d: 팁마운트 고정결합공 115e: 팁마운트 안내결합공
- [83] 115f: PZT
- [84] 115g: 상부 부도체판 115h: 하부 부도체판
- [85] 120: 소스부 125: 관통로
- [86] 130: 감지부 135: 수용로
- [87] P: (레이저) 광경로
- [88]
- [89] 211: 제1미러 212: 제2미러
- [90] 215: 팁 220: 광원부
- [91] 225: 렌즈 230: PSPD
- [92]
- [93] 300: 스캔수단 310: 링고정부
- [94] 320: 기둥부 325: 승강수단
- [95] 400: 포지셔닝스테이지 450: 기관부
- [96] 500: 샘플마운트
- [97]

발명의 실시를 위한 형태

- [98] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 헤드 일체형 원자간력 현미경 및 이를 포함한 융합 현미경을 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[99]

- [100] 먼저 원자간력 현미경(AFM)의 기본적인 구성에 대하여 구체적으로 설명한다. 도 1은 원자간력 현미경의 원리를 나타낸 것으로, 도 1(A)의 개략적인 구성도에 도시된 바와 같이, 끝단에 탐침(probe)이 구비된 캔틸레버(cantilever)를 시편(sample) 근처에 배치하되, 탐침이 시편 표면에 나노미터 수준으로 매우 가깝게 배치되도록 한다. 또한 캔틸레버의 탐침이 구비된 면의 반대쪽 면으로는 레이저 광을 조사하는데, 이 광은 미러(mirror)에 의해 반사되어 PSPD(position-sensitive photo detector)로 입사되어 관측된다. 도 1(B)의 그래프는 탐침-시편 간격(z)에 따른 원자간력(U)의 변화를 나타낸 것으로, 시편 표면의 높이가 변화함에 따라 탐침-시편 간격이 변화하면 이 원자간력 또한 변화하게 된다. 이러한 원자간력의 변화는 캔틸레버의 변형을 유발하게 되며, 이러한 변형은 캔틸레버 끝단에 조사된 레이저 광이 반사되어 PSPD로 입사된 위치의 변화 또한 초래하게 된다. 즉 궁극적으로는 PSPD로 측정된 광의 위치 변화값을 사용하여, 이 변화값이 일정하게 되도록 나노스테이지 Z축을 높이거나 줄여서 피드백을 하면 시편 표면의 높이 변화값을 산출해 낼 수 있게 되는 것이다.

- [101] 최근 탐침 자체나 시편 표면의 손상을 막기 위해 비접촉식 원자간력 현미경이 많이 사용되고 있는데, 비접촉식 원자간력 현미경의 경우에는 캔틸레버 또는 시편에 일정한 진동 신호를 가하여 주고, 원자간력에 의한 캔틸레버 변형에 따라 발생하는 캔틸레버 공진주파수의 변화를 사용하여 최종적으로 시편 표면의 높이 변화값을 산출한다. 실제로 측정된 값으로부터 시편 표면의 높이 변화값을 산출하는 원리에 대해서는 일반적인 원자간력 현미경 관련 문헌에 널리 공지되어 있으므로 여기에서는 설명을 생략한다.
- [102] 도 1에 나타난 바로 알 수 있는 바와 같이, 원자간력 현미경에서 실제로 관찰을 실현하기 위해서는, 탐침이 구비된 캔틸레버, 광신호를 발생시켜 주는 광원(도 1(A)의 예시에서는 레이저), 광경로를 적절하게 변경시켜 주는 광학 부품(도 1(A)의 예시에서는 미러와 렌즈), 광의 입사 위치를 측정하는 PSPD 등의 부품들이 필요하다. 기존의 AFM에서는 이러한 부품들이 각각 별도로 구비되어 있었는데, 즉 예를 들어 캔틸레버 및 진동 신호를 인가하는 구동부 등을 구비하는 관찰부, 광원 및 광학 부품 등이 결합되어 이루어지는 광학부, PSPD 등이 구비되는 측정부 등과 같이 구분되어 만들어져 있었다. 이처럼 별도의 결합체로 이루어지는 관찰부, 광학부, 측정부 등(이하에서 이를 통칭하여 '관찰용 부품'이라고 한다)은 물론 장치 베이스 상에 고정적으로 구비되는 형태로 이루어졌다.
- [103] 또한 AFM 자체가 원자상을 관찰하기 위한 것인 만큼 관찰 대상물인 시료 자체의 면적이 상대적으로 상당히 작다는 것이 전제되어 있었기 때문에, 관찰부에 의해 관찰 가능한 면적 범위도 매우 작게 제한되어 있었다. 도 2는 종래의 다양한 AFM들의 실제 사진들로서, 도 2에 점선 타원으로 표시되어 있는 바와 같이 관찰 대상 시료를 올려놓는 스테이지 부분은 매우 작은 면적으로 이루어져 있음을 확인할 수 있다.
- [104]
- [105] 상술한 바와 같이, 기존에는 관찰하고자 하는 대상의 면적 자체가 근본적으로 매우 작게 전제된 상태에서 AFM을 설계하였다. 따라서 기존에는 AFM의 각부 자체가 별도로 제작되어 안정적으로 고정된 상태로 제작되었으며, 또한 각부의 중량이나 부피에도 구애가 없이 제작되었다.
- [106] 그런데, 종래에는 도 2의 예시로도 확인할 수 있는 바와 같이 AFM의 관찰 대상물을 올려놓는 스테이지 자체가 매우 소면적이었기 때문에, AFM으로 대면적의 대상물을 관찰하는 것이 어려웠다. 그러나 반도체 기술의 발달로 그 사용 영역이 광범위하게 확대되고 응용 제품이 다양화됨에 따라 반도체 웨이퍼 등 대면적의 대상물에 대한 표면의 미세 구조 관찰에 대한 필요성이 높아지게 되었으며, 이러한 요구는 종래의 AFM으로는 상술한 바와 같은 이유로 근본적으로 해결하기 어려웠던 실정이다.
- [107] 이에 따라 상대적으로 대면적의 대상물을 관찰할 수 있는 SEM과 원자상 수준의 최고조로 정밀한 관찰을 달성할 수 있는 AFM의 장점들을 결합하고자

하는 요구가 있어 왔다. 그러나 앞서 설명한 바와 같이 기존의 AFM의 경우 기본적으로 관찰용 부품들이 각자 중량 및 부피가 상당하고 고정적인 형태로 만들어져 있었기 때문에, 이들을 대면적의 관찰 대상물 상에서 이동시키면서 관찰을 수행하는 것이 불가능했던 문제가 있었다.

[108]

[109] 본 발명은 바로 이러한 문제를 해결하기 위하여, 관찰용 부품들이 경량 및 소형화되어 일체화된 형태를 제시한다. 이하에서 본 발명의 AFM용 일체형 헤드, 이러한 헤드를 구비한 AFM 및 AFM-SEM이 결합된 융합 현미경의 구체적인 구성을 설명한다.

[110] 도 3은 본 발명의 원자간력 현미경(AFM)용 일체형 헤드의 실시예이며, 도 4는 본 발명의 헤드프레임의 실시예이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 AFM용 일체형 헤드(100, 이하 간략하게 '일체형 헤드'라고도 칭한다)는, AFM에서의 관찰용 부품들을 측정부(110), 소스부(120), 감지부(130) 각각에 고정 구비되되, 상기 측정부(110), 상기 소스부(120), 상기 감지부(130)가 일체의 바디로 된 헤드프레임을 형성하도록 이루어진다.

[111] 상기 측정부(110)는 AFM에서 관찰 대상물의 측정을 수행하는 부품인 팁(215)을 포함한 부품들을 고정하는 부분이다. 이 때 상기 측정부(110)에는, 상기 팁(215) 외에도 광경로 형성을 위해 상기 팁(215)과 밀접하게 배치되어야만 하는 제1미러(211) 및 제2미러(212) 또한 고정된다. 여기에서 먼저 설명하자면, 상기 팁(215)은 하면에 탐침이 구비되며 길이 방향으로 연장되는 플레이트 형태로 형성되어 팁마운트(115)에 구비되며, 제1미러(211)는 제1미러마운트(111)에 구비되고, 제2미러(212)는 제2미러마운트(112)에 구비된다.

[112] 상기 측정부(110)는 도시된 바와 같이 기본적으로 길이 방향으로 일측에서 타측으로 연장되는 플레이트 형태로 형성된다. 상기 제1미러마운트(111) 및 상기 제2미러마운트(112)가 길이 방향으로 일측에서 타측으로 순차적으로 이격 배치되어 고정된다. 또한 상기 팁마운트(115)가 상기 제1미러마운트(111)와 높이 및 폭 방향으로 이격 배치되어 고정된다. 이 때, 상기 팁(215) 하부에 빈 공간이 형성되어, 상기 팁(215) 하면에 형성된 탐침이 관찰 대상물과 직접 대면할 수 있도록 형성된다.

[113] 상기 소스부(120)는 AFM에서 관찰 대상물의 측정에 사용되는 광을 조사해주는 부품들을 고정하는 부분이다. 측정용 광은 광원부(220)에 의해 감지가 용이한 시준광 형태로서 공급된다. 상기 소스부(120)는 도시된 바와 같이 기본적으로 상기 측정부(110) 일측에 연결되는 블록 형태로 형성된다. 또한 상기 소스부(120)에는 길이 방향으로 (블록 형태의 상기 소스부(120) 몸체를 관통하는) 관통로(125)가 형성되고, 상기 관통로(125)의 일측 끝단에 상기 광원부(220)가 구비되어 고정된다. 이로써, 상기 광원부(220)로부터 조사되는 시준광이 상기 관통로(125)를 따라 진행하도록 형성할 수 있다.

- [114] 이 때 상기 소스부(120)의 한 실시예로서, 상기 광원부(220)가, 외부 광원으로부터 온 광을 모아 조사하는 콜리메이터 또는 자체 발광원으로서의 레이저 다이오드로 이루어질 수 있다. 상기 광원부(220)가 콜리메이터와 같은 형태로 이루어질 경우 상기 광원부(220)는 외부의 별도 광원의 광을 헤드로 도입하는 역할을 하며, 상기 광원부(220)가 그 자체로 광을 발산하는 레이저 다이오드로 이루어질 경우 외부의 별도 광원이 굳이 필요하지 않다. 또한 이 경우에는 상기 관통로(125) 상에 렌즈(225)가 더 구비되게 하는데, 상기 렌즈(225)는 시준광의 진행 경로 상에 배치되어 시준광이 팁 표면에서 집속되도록 조절해 주는 역할을 하게 된다.
- [115] 또는 상기 소스부(120)의 다른 실시예로서, 상기 광원부(220)가 파이버 포커서(laser fiber focuser)로 이루어질 수도 있다. 파이버 포커서란, 레이저 광을 전송받는 광 파이버, 상기 광 파이버 끝단을 잡아주는 홀더, 상기 광 파이버로부터 전송되어 온 광을 집속하는 레이저 집속 렌즈, 상기 광 파이버, 상기 홀더, 상기 레이저 집속 렌즈를 일체로 고정하는 고정마운트를 포함하여 이루어져, 레이저 광을 공급할 수 있는 장치이다. 상기 광원부(220)로서 파이버 포커서를 적용할 경우, 파이버 포커서는 앞서의 소스부 실시예 즉 콜리메이터 또는 레이저 다이오드 및 렌즈 등이 일체로 이루어져 있는 것이나 마찬가지로, 설치도 훨씬 용이해질 뿐 아니라 무게 및 부피 또한 훨씬 더 저감할 수 있다.
- [116] 도 3은 광원부가 콜리메이터로 이루어지며 관통로 상에 렌즈가 구비되는 경우의 상기 일체형 헤드의 실시예를 도시하고 있으며, 이와 대비하여 도 15는 광원부가 파이버 포커서로 이루어지는 경우의 실시예를 도시하고 있다. 도 15(A)의 상측 도면은 광원부가 파이버 포커서로 이루어지는 경우를 도시한 것이며, 도 15(A)의 하측 도면은 도 3(B)와 동일한 도면이다. 또한 도 15(B)는 상용화된 파이버 포커서 제품의 한 예시를 도시한 것이다. 도 15(B)로부터, 콜리메이터 및 렌즈를 파이버 포커서로 교체함으로써 무게 및 부피를 훨씬 줄일 수 있음을 직관적으로 알 수 있다.
- [117] 뿐만 아니라 도 15(A)의 상하 도면을 비교함으로써 직관적으로 또한 알 수 있는 바와 같이, 광원부가 파이버 포커서로 이루어지는 경우 도 15(A)의 상측 도면에 '다른 실시예의 윤곽선(outline of other embodiment)'로 표시된 것처럼 상기 일체형 헤드의 소스부(120) 블록의 부피도 크게 줄일 수 있다. 이에 따라 일체형 헤드 및 이에 딸린 부속 전체의 무게도 줄일 수 있게 되는데, 실제로 시제품 제작 결과 광원부를 파이버 포커서로 구성하는 경우 콜리메이터 및 렌즈로 구성하는 경우보다 10g 가량 더 가볍게 제작될 수 있음을 확인하였다.
- [118] 상기 감지부(130)는 AFM에서 관찰 대상물의 측정에 사용되는 광을 감지해 주는 부품을 고정하는 부분이다. 여기에서 먼저 설명하자면, 이러한 광의 감지에는 PSPD(position-sensitive photo detector)가 사용되는데, 이는 광 감지가 가능한 면 상에 광이 입사되었을 때 입사된 위치를 측정 가능한 장치이다.

- [119] 상기 감지부(130)는 도시된 바와 같이 기본적으로 상기 측정부(110) 타측에 연결되는 블록 형태로 형성된다. 또한 상기 감지부(130)에는 길이 방향으로 (블록 형태의 상기 감지부(130) 몸체를 관통하는) 수용로(135)가 형성되고, 상기 수용로(135) 상에 상기 PSPD(230)가 수용되어 고정된다. 이로써, 상기 수용로(135)를 통해 진행되는 광이 상기 PSPD(230) 원활하게 입사되어 감지될 수 있게 된다.
- [120] 상술한 바와 같이 이루어지는 상기 일체형 헤드(100)에서는, 도 3에 도시된 바와 같이, 광이 상기 일체형 헤드(100) 길이 방향 일측으로부터 타측으로 진행하게 되는데, 보다 구체적으로는 다음과 같다. 즉 상기 일체형 헤드(100)에서는, 상기 광원부(220)로부터 상기 관통로(125)를 통과해 온 광이 상기 제1미러(211)로 입사되고, 상기 제1미러(211)에서 반사된 광이 상기 팁(215) 상면으로 입사되고, 상기 팁(215) 상면에서 반사된 광이 상기 제2미러(212)로 입사되고, 상기 제2미러(212)에서 반사된 광이 상기 PSPD(230)로 입사되어 감지되도록 광경로(P)가 형성되게 된다.
- [121]
- [122] 이 때 이와 같은 광경로(P)가 올바르게 형성되어 광이 원활하게 진행되도록 하기 위해서, 상기 일체형 헤드(100)에서의 각부 배치는 다음과 같이 이루어지는 것이 바람직하다.
- [123] 즉 상기 일체형 헤드(100)에서, 먼저 상기 제1미러(211) 및 상기 제2미러(212)는 각각 상기 제1미러마운트(111) 및 상기 제2미러마운트(112)에 대하여 폭 방향으로 돌출되는 형태로 구비되며, 각각의 반사면이 하측을 향하도록 배치되도록 한다. 즉 상기 제1미러(211) 및 상기 제2미러(212)는, 상기 팁(215) 상면으로 광을 입사시키거나 또는 그로부터 반사된 광을 입사받기 원활하도록, 반사면이 상기 팁(215) 상부에 배치되되 상기 팁(215) 쪽을 향하도록 배치되는 것이다.
- [124] 또한 상기 관통로(125) 및 상기 수용로(135)는 각각 상기 측정부(110)가 형성하는 면에 대하여 상기 측정부(110) 쪽을 향하도록 기울어지게 형성되도록 하는 것이 바람직하다. 즉 도시된 바와 같이 상기 관통로(125) 및 상기 수용로(135) 사이에 상기 측정부(110)가 형성되므로, 상기 관통로(125) 및 상기 수용로(135)는 각각의 연장선이 가운데의 상기 측정부(110) 근처에서 모이는 형태로 이루어지게 된다. 물론 상기 관통로(125) 및 상기 수용로(135)가 반드시 기울어지게 형성되어야 하는 것은 아니나, 상술한 바와 같은 광경로(P)를 따라 광이 진행하도록 할 때 이와 같이 함으로써 광경로(P)의 전체 길이 및 이들이 형성하는 공간의 부피(특히 길이 방향)를 줄일 수 있으며, 뿐만 아니라 시료와 원자간력을 유발하는 탐침 끝과 팁 윗부분 헤드(100) 최상부인 두 미러 상부와의 거리를 6mm 이내로 줄여서(즉 높이 방향 부피를 줄여서) SEM 등 융합 현미경의 보조 현미경의 작동거리(working distance)를 줄여 보조현미경의 고분해능 이미징을 할 수 있다.

- [125] 더불어 광경로(P)의 올바른 형성을 위해서, 상기 제1미러(211)의 반사면은 상기 관통로(125) 쪽을 향하도록 기울어지게 배치되고, 상기 제2미러(212)의 반사면은 상기 수용로(135) 쪽을 향하도록 기울어지게 배치되도록 한다. 상기 제1미러(211) 및 상기 제2미러(212)의 기울어진 각도는 각각의 미러(211)(212)가 각각의 미러마운트(111)(112)에 부착 구비될 때 기본적으로 결정된다. 이 때 각각의 미러(211)(212)의 각도를 조절할 수 있는 수단이 더 구비될 수도 있겠으나, 구조적 안정성을 위해서 각각의 미러(211)(212)는 미리 결정된 각도로써 각각의 미러마운트(111)(112)에 고정적으로 구비되는 것이 바람직하다.
- [126] 이하에서는 이제, 상술한 바와 같이 상기 측정부(110) 상에 각각의 미러(211)(212)를 고정하는 각각의 미러마운트(111)(112)와, 팁(215)을 고정하는 팁마운트(115)의 보다 구체적인 실시예의 구조를 설명한다.
- [127]
- [128] 도 5는 본 발명의 미러마운트의 실시예를 도시하고 있다. 도 5는 제1미러마운트(111)를 도시하고 있는데, 도 5에 도시되어 있는 바와 같이, 상기 제1미러마운트(111)는, 제1미러마운트 몸체부(111a), 제1미러마운트 미러지지부(111b), 제1미러마운트 고정결합공(111c), 제1미러마운트 각도조절나사공(111d), 제1미러마운트 구슬홈(111e)을 포함하여 이루어진다.
- [129] 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)는, 도 5에 도시된 바와 같이 플레이트 형태로 형성되어, 도 3에 도시된 바와 같이 상기 측정부(110) 상면과 면접하도록 배치된다. 이 때 상기 제1미러(211)를 고정하는 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)가 통상의 미러마운트 중 움직이는 부분이 되어 통상의 미러마운트 중 고정된 부분으로 작용하는 상기 측정부(110)의 상면에 이격 배치된다.
- [130] 상기 제1미러마운트 미러지지부(111b)는 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 폭 방향 일측 끝단에 형성되어 상기 제1미러(211)가 구비된다. 이 때 상기 제1미러(211)는 폭 방향 일측으로 돌출되는 형태로 형성되는데, 일실시예로서 작은 미러를 사용해서 높이를 낮추기 위해 도 3에 도시된 바와 같이 폭 방향으로 연장되는 삼각기둥 형상으로 이루어질 수 있다. 이러한 상기 제1미러(211)를 지지할 수 있도록 상기 제1미러마운트 미러지지부(111b)는 도 5에 도시된 바와 같이 폭 방향을 향해 편평하게 형성되는 부착면을 가지며, 여기에 상기 제1미러(211)의 밑면이 부착 구비되도록 하면 된다.
- [131] 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)은 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 중심부에 통공 형태로 형성된다. 상기 측정부(110) 상에는 도 4에 도시되어 있는 바와 같이 여러 마운트들과의 결합을 위하여 설계 단계에서 미리 결정된 적절한 위치에 여러 개의 관통공들이 형성되어 있다. 이 때 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공 중 하나(110a)와 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공 및 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)을 관통하는 스프링 부재가 삽입되어 상기

제1미러마운트(111) 및 상기 측정부(110)가 결합되도록 한다. 여기에서 강체로 된 나사 부재나 봉 부재 등을 삽입하는 것이 아니라 스프링 부재를 삽입하는 이유는 다음과 같다. 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 비틀림 각도를 조절할 수 있는 수단을 별도로 마련하고, 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)을 이용한 결합은 약간의 움직임이 허용될 수 있도록 하기 위해, 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)에는 스프링 부재를 삽입하여 고정하는 것이다. 여기에서 각도를 조절할 수 있는 수단은 이하의 제1미러마운트 각도조절나사공(111d)으로 구현된다.

[132] 상기 제1미러마운트 각도조절나사공(111d)은 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 모서리부에 암나사 형태로 형성되며, 도시된 바와 같이 한 쌍이 서로 대각선 상에 배치된다. 상기 각도조절나사공(111d)에 나사 부재가 삽입되어 상기 측정부(110)와 결합되는데, 이 때 나사 부재가 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 밖으로 튀어 나온 정도에 따라 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 상기 측정부(110)에 대한 각도가 조절되도록 할 수 있다. 이에 대해서 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e)과 연계하여 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[133] 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e)은, 도시된 바와 같이 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 상기 측정부(110)와 접하는 면에 드릴로 관통되지 않도록 뚫어서 형성되는 홈 형태로 이루어진다. 또한 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e)이 형성되는 지점은, 도시된 바와 같이 각각의 상기 각도조절나사공(111d) 중심으로부터 상기 제1미러(211)쪽으로 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 외곽선에 평행하게 연장되는 두 연장선이 서로 만나는 지점이다. 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e)에는 구슬이 삽입 구비되는데, 이와 같이 구성됨으로써 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e) 위치에서 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 및 상기 측정부(110) 간 이격 거리가 상기 구슬의 돌출로 일정하게 유지되도록 형성된다. 이 때의 상기 구슬 직경은 약 1~2 mm 정도가 적당하다.

[134] 상술한 바와 같이 한 쌍의 상기 제1미러마운트 각도조절나사공(111d)은, 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 상에서 서로 대각선 상에 배치되도록 형성된다. 이 때 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)는, 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)과의 결합으로 일단 상기 측정부(110)와 결합은 되어 있되, 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e)에 삽입되어 있는 구슬에 의하여 상기 측정부(110)와 이격되어 있는 상태가 된다. 이 상태에서, 한 쌍의 상기 제1미러마운트 각도조절나사공(111d)들에 각각 나사 부재가 삽입되어 결합되도록 하되, 한 쌍의 상기 나사 부재의 삽입 정도에 따라서 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 상기 측정부(110)에 대한 각도가 조절되도록 형성될 수 있다. 즉 두 나사 부재의 튀어 나온 정도를 똑같이 할 수도 있고, 한쪽의 나사 부재가 다른 쪽의 나사 부재보다 좀더 많이 튀어 나오게 할 수도 있는 것이다. 이와 같이 함으로써 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)가 이루는

평면 - 상기 측정부(110)가 이루는 평면 간에 이루는 각도를 적절히 조절할 수 있으며, 결과적으로는 상기 제1미러(211)의 배치 각도를 조절할 수 있게 된다. 요약하자면, 한 쌍의 상기 제1미러마운트 각도조절나사공(111d)에 삽입된 나사 부재의 튀어 나온 정도를 조절함으로써, 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 및 상기 측정부(110) 간의 각도를 조절하여, 궁극적으로는 레이저 방향을 팁 끝으로 정확하게 향하게 할 수 있게 된다.

[135] 제2미러마운트(112)의 경우 도 3에 나타나 있는 바와 같이 상기 제1미러마운트(111)와 거의 유사한 형태로 이루어지며, 상기 측정부(110)와의 결합 관계 역시 상기 제1미러마운트(111)와 동일하므로, 별도의 도시 및 설명은 생략한다.

[136]

[137] 도 6은 본 발명의 팁마운트의 실시예를 도시하고 있다. 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 상기 팁마운트(115)는 팁마운트 몸체부(115a), 팁마운트 가이드홈(115b), 팁마운트 프레스판(115c), 팁마운트 고정결합공(115d), 팁마운트 안내결합공(115e), 상기 팁마운트 몸체부(115a) 길이 방향 일측 상면에 구비되어 팁을 진동시키는 PZT(115f), 상기 PZT(115f)의 하면에 적층 구비되는 하부 부도체판(115g), 상기 PZT(115f)의 상면에 적층 구비되는 상부 부도체판(115h)을 포함하여 이루어진다.

[138] 상기 팁마운트 몸체부(115a)는 도 5에 도시된 바와 같이 플레이트 형태로 형성되며, 상기 팁(215)에 진동을 가할 수 있도록, 상기 상부 부도체판(115h) - 상기 PZT(115f) - 상기 하부 부도체판(115g)이 적층되어 이루어지는 PZT 적층체에 의하여 상기 측정부(110) 하면에 고정 결합된다(즉 실제로 상기 측정부(110) 하면에 면접되는 부분은 상기 상부 부도체판(115h)이 된다). 앞서 광경로의 설명에서 광이 제1미러(211) 반사면 - 팁(215) 상면 - 제2미러 반사면(212) 순으로 진행되어 간다고 설명한 바로부터 직관적으로 알 수 있는 바와 같이, 상기 팁마운트(115)는 상기 미러마운트들(111)(112)보다 하측에 구비되어야 한다. 따라서 상기 미러마운트들(111)(112)이 상기 측정부(110) 상면에 면접 결합되는 것과 반대로, 상기 팁마운트(115)는 상기 측정부(110) 하면에 면접 결합되는 것이다. 상기 팁마운트(115) - 상기 측정부(110) 간 결합은 안정적으로 고정 결합될 수만 있다면 볼팅 결합, 용접 결합 등 어떠한 형태로 이루어져도 무방하다. 한편, 상기 팁마운트 몸체부(115a)에는 하면 길이 방향 일측이 돌출되어 단차부가 형성되며, 여기에 이하 설명될 팁마운트 프레스판(115c)이 결합 구비되게 된다.

[139] 상기 팁마운트 가이드홈(115b)은 상기 팁마운트 몸체부(115a) 및 상기 팁마운트 프레스판(115c)의 정위치를 안내하기 위한 것이다. 상기 팁마운트 가이드홈(115b)은, 상기 팁마운트 몸체부(115a)의 하면에 돌출 형성된 상기 팁마운트 몸체부(115a)의 단차부 상에, 도 6에 도시된 바와 같이 폭 방향으로 연장되는 홈 형태로서 형성된다.

- [140] 상기 팁마운트 프레스판(115c)은 스프링 성질이 있는 박판 형태로 형성되어 길이 방향 일측 끝단이 상기 팁마운트 가이드홈(115b)에 삽입 배치된다. 상기 팁마운트 가이드홈(115b)에 상기 팁마운트 프레스판(115c)이 끼워지는 것은 완전한 고정 결합을 이루는 것은 아니나, 이후 설명될 나사 부재들의 결합에 의한 완전한 고정 결합이 이루어질 때 상기 팁마운트 프레스판(115c)을 조립이 용이한 위치에 안정적으로 안내되게 하여 배치되도록 하고, 상기 프레스판(115c)을 상기 고정결합공(115d)의 나사로 상기 팁마운트 몸체부(115a)에 고정할 때 상기 팁(215)을 적당한 힘으로 눌러 고정함으로써 상기 프레스판(115c)과 상기 팁(215)의 접촉이 충분한 면접촉이 되도록 해 주는 역할을 한다. 즉 요약하자면 상기 팁마운트 프레스판(115c)은 상기 팁(215)과 실제 접촉되어 팁을 눌러 고정하는 부품으로서, 보다 구체적으로는, 상기 팁(215)은 도 6에 도시된 바와 같이 상기 팁마운트(115)의 길이 방향 타측 끝단에서 상기 팁마운트 몸체부(115a) 및 상기 팁마운트 프레스판(115c) 사이에 개재 구비되어, 상기 팁마운트 프레스판(115c)에 의하여 눌림으로써 상기 팁마운트 몸체부(115a)에 지지되어 고정되게 된다. 이 때 불필요한 중량 및 부피의 제거를 위하여, 보다 바람직하게는, 상기 팁마운트 몸체부(115a)의 길이 방향 타측에서, 상기 팁(215)이 놓여지는 위치의 상기 팁마운트 몸체부(115a)를 팁의 모양에 맞추어 깎아내어, 상기 팁(215)이 깎여진 부분에 놓여진 후 상기 팁마운트 프레스판(115c)으로 눌러서 고정되도록 하는 것이 바람직하다.
- [141] 한편 상술한 바와 같이 상기 팁마운트 몸체부(115a) 자체는 상술한 바와 같이 상기 측정부(110)에 안정적으로 고정 결합되는 바, 이제 상기 팁마운트 몸체부(115a), 상기 팁(215) 및 상기 팁마운트 프레스판(115c)이 안정적인 정위치에서의 결합이 이루어지도록 하면 된다. 이를 위해 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에는, 상기 팁마운트 고정결합공(115d) 및 상기 팁마운트 안내결합공(115e)에 상응하는 위치에 홈이 형성된다.
- [142] 상기 팁마운트 고정결합공(115d)은 도시된 바와 같이 상기 팁마운트 몸체부(115a) 중심부에 암나사 형태로 형성된다. 이 때 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 홈 중 하나와 상기 팁마운트 고정결합공(115d)이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 팁마운트 프레스판(115c)에 형성된 홈 및 상기 팁마운트 고정결합공(115d)을 관통하는 나사 부재가 삽입되어 상기 팁마운트 몸체부(115a) 및 상기 팁마운트 프레스판(115c)가 결합도록 한다.
- [143] 상기 팁마운트 안내결합공(115e)은 상기 팁마운트 몸체부(115a) 상에 암나사 형태로 형성되며, 도시된 바와 같이 한 쌍이 상기 팁마운트 고정결합공(115d)의 폭 방향 양측으로 이격되게 배치된다. 상기 팁마운트 고정결합공(115d)에서의 결합 구조와 유사하게, 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 다른 홈들과 상기 팁마운트 안내결합공(115e)들이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 홈 및 상기 팁마운트 안내결합공(115e)을 관통하는

나사 부재가 삽입되도록 한다. 이 때, 한 쌍의 나사 부재의 결합에 의하여 상기 팁마운트 프레스판(115c)의 폭 방향 정위치가 고정되도록 형성될 수 있게 된다. 즉 상기 팁마운트 안내결합공(115e)이 상기 팁마운트 프레스판(115c)의 폭 방향 양측을 잡아 줌으로써, 상기 팁마운트 프레스판(115c)이 양쪽으로 어긋나 정위치에서 벗어나는 것을 방지해 줄 수 있는 것이다.

[144]

[145] 도 7은 본 발명의 AFM용 일체형 헤드 실시예를 실제로 제작한 사진이다. 상술한 바와 같은 구성으로 이루어지는 본 발명의 일체형 헤드(100)를 실제로 제작함에 있어서, 알루미늄 블록을 깎아 상기 측정부(110), 상기 소스부(120), 상기 감지부(130) 형상을 일체의 바디에 형성하였다. 상기 일체형 헤드(100)의 제작 실시예에서는, 상기 일체형 헤드(100)는 높이 15mm, 너비 22mm, 길이 103mm로 소형화되었으며, 중량 역시 50g 정도로 경량화되었다. (물론 상술한 사양으로 본 발명이 한정되는 것은 전혀 아니며 각 수치는 더 저감될 수 있다.)

[146] 도 7의 실시예를 기준으로 본 발명의 AFM용 일체형 헤드(100)의 특성을 보다 구체적으로 설명하자면 다음과 같다. 먼저 본 발명의 일체형 헤드(100)에서, 상기 헤드프레임은, 2~5g/cm³ 범위의 밀도를 가지는 금속 재질(예를 들어 알루미늄 등의 경량 금속 재질)의 일체의 블록에서 상기 헤드프레임의 뼈대를 구성하는 부분과 상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기 팁마운트(115), 상기 광원부(220), 상기 PSPD(230)가 마운팅되는 부분을 제외한 부분을 깎아내는 가공에 의하여 제작되도록 하고 상기 헤드프레임이 상기 헤드의 부품의 마운트의 일부로 기능하도록 추가로 깎아내서 부피와 무게를 최소화한다. 즉 상기 헤드프레임이 일체의 바디로 이루어짐으로써 기계적 진동을 최소화할 수 있고, 또한 불필요한 부분이 모두 깎여나가고 상기 헤드프레임이 마운트 일부로 기능하도록 함으로써 중량, 부피를 최소화할 수 있게 되는 것이다. 실시예로 제시한 도면(도 3, 도 4)을 보면 헤드프레임이 두 미러마운트와 광원부 마운트의 일부로 기능하고 있다.

[147] 또한 본 발명에서, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는 마운트되는 각 부품의 크기 역시 최소화하도록 할 수 있다. 구체적인 예시로서, 상기 제1미러(211), 상기 제2미러(212)의 두께가 2~3mm 범위로 형성되고, 상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기 팁마운트(115)의 두께가 0.5~1.5mm 범위로 형성되도록 할 수 있다.

[148] 또한 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는, 다른 방향보다 길이 방향으로만 길게 연장되는 형태로 이루어짐으로써, 각 부품의 마운팅을 가장 최적화한 형태로 구현할 수 있다. 구체적으로는, 상기 일체형 헤드(100)는, 폭 방향 또는 높이 방향으로의 크기 : 길이 방향으로의 크기 비가 1:5~1:15 범위로 길이 쪽으로만 길고 폭과 높이는 최대한 작게 형성되도록 하는 것이 바람직하다.

[149] 더불어 본 발명은 궁극적으로는 상기 일체형 헤드(100)를 포함하는 융합 현미경을 제작하고자 하는 것인 바, 상기 팁(215) 탐침 위치에서 상기 원자간력

현미경용 일체형 헤드(100)의 높이가 최소화되어 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100) 상부에 구비되는 보조 현미경의 작동거리를 최소화하도록, 앞서 설명한 바와 같이 상기 소스부(120)로부터 상기 측정부(110)로의 광 입사각 및 상기 측정부(110)로부터 상기 감지부(130)로의 광 반사각이 예각이 되도록 광경로(P)를 형성하거나, 상기 제1미러(211), 상기 제2미러(212)의 두께가 2~3mm 범위로 형성되고, 상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기 팁마운트(115)의 두께가 0.5~1.5mm 범위로 형성되도록 한다.

- [150] 종래의 AFM의 경우 각 관찰용 부품들이 별도의 조립체로 만들어져 고정적으로 구비되었기 때문에, 중량 및 부피가 상당하였으며 또한 이를 이동시키는 구조를 설계하기가 난해하였다. 그러나 본 발명에서는, 상술한 바와 같이 관찰용 부품들에서 꼭 필요한 부분들만 모아서 소형화, 경량화 및 모듈화된 형태로서 일체형 헤드를 구성함으로써, 이 일체형 헤드 자체를 이동시키면서 관찰을 수행하는 것이 매우 용이해지게 되었다. 특히 본 발명의 일체형 헤드는, 상술한 바와 같이 소형화, 경량화 및 일체화된 특성에 의하여, 이 일체형 헤드 자체를 이동시키도록 구동할 때 동역학적 특성이 우수해지기 때문에, 일체형 헤드를 이동시키는 구동부를 채용하는데 있어서 제한이 없어 호환성이 높고 고속 스캔할 수 있는 장점이 있다.

[151]

- [152] 도 8 및 도 9는 본 발명의 헤드 일체형 원자간력 현미경의 실시예를 도시한 것으로, 도 8은 상기 일체형 헤드(100)를 포함하는 가장 기본적인 구성 일부를, 도 9는 부가적인 구성들을 더 포함하여 이루어지는 실시예를 도시하고 있다. 기본적으로 본 발명의 헤드 일체형 원자간력 현미경은, 상술한 바와 같은 구성으로 된 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)를 포함하여 이루어져, 샘플 마운트(500)에 의해 고정되어 상기 일체형 헤드(100)의 하부에 배치된 관찰 대상물의 표면을 관찰하도록 형성된다. 더불어, 스캔수단(300), 포지셔닝스테이지(400), 링고정부(500)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

- [153] 한편 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명의 일체형 헤드는 궁극적으로는 AFM을 구현하기 위하여 개발된 것으로서, 도 10은 본 발명의 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함하는 융합 현미경의 실시예, 즉 상술한 바와 같은 구성으로 되는 일체형 헤드를 포함하는 AFM이 SEM 챔버에 설치된 실시예 사진을 도시하고 있다. 이와 같이, 상술한 바와 같이 이루어지는 AFM의 상부에 보조 현미경부인 SEM을 더 구비하기만 하면, 대면적의 관찰 대상물을 측정할 수 있는 AFM-SEM 융합 현미경을 실현할 수 있다.

- [154] 즉 본 발명의 일체형 헤드를 채용하여 헤드 일체형 원자간력 현미경을 구현할 수 있고, 또한 여기에 보조 현미경부만 더 구비하면 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경을 구현할 수 있는 것이다. 상기 보조 현미경부는 SEM(Scanning Electron Microscope), 이온 현미경(Ion Microscope) 등과 같은 하전 입자 현미경 형태로 이루어지거나 또는 광학 현미경 또는 다른 현미경의 형태로

이루어질 수 있으며, 상기 일체형 헤드(100)에서의 탐침이 위치하는 관찰 부위는 위아래나 옆으로 빈 공간으로 뚫려 있기 때문에 상기 일체형 헤드(100) 상부에 적절한 형태로 필요한 부품들이 배치되어 구성되면 된다. 상기 보조 현미경부의 아래에 상기 일체형 헤드(100)의 팁(215)이 배치되는 바, 실질적으로 상기 보조 현미경부에 의하면 상기 팁(215)을 포함한 관찰 대상물 표면의 관찰 이미지를 얻을 수 있게 된다.

- [155] 이 때 물론 상기 보조 현미경부의 구성은 일반적인 SEM이나 광학현미경의 구성을 채용할 수 있다. 즉 다시 말해, 상기 일체형 헤드(100) 상부에 일반적인 SEM이나 광학 현미경 등의 관찰용 부품들의 구성과 동일하게 구성되면 되는 것이다. 이러한 기술적 취지에 따라 상기 보조 현미경부를 구성하는 SEM이나 광학현미경의 구성은 특별히 한정될 필요가 없고 일반적으로 공지된 SEM이나 광학현미경의 구성을 채용하여도 무방하므로, 여기에서는 상세한 설명을 생략한다. 특별히 상기 팁(215)에서 팁 위쪽의 측정부(110) 상부의 거리가 6mm로 매우 작아서 보조현미경(600)인 SEM이나 광학현미경의 작동거리(Working Distance)를 6mm로 낮출 수 있어서 고분해능 이미징이 가능하다. 상기 두 미러(211,212) 위쪽과 미러마운트(111,112) 반대 방향이 모두 비어 있어서 헤드 길이 방향을 축으로 상기 헤드(100) 돌릴 때 헤드 수직 상부에 위치한 보조현미경의 작동거리가 크게 증가하지 않기 때문에, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)를 회전시킬 때 보조현미경의 고해상도를 유지할 수 있다. 이렇게 헤드(100)를 돌리면, 캔틸레버 또는 탐침 몸체에 가려서 보이지 않는 샘플과 접촉하는 탐침의 끝을 보조현미경으로 관찰할 수 있어 측정 위치를 정확히 선택할 수 있다.

- [156] 즉 상기 융합 현미경에서는, 상기 샘플마운트(500) 상에 대면적의 관찰 대상물을 고정 배치한 후, 상기 포지셔닝스테이지(400)를 이용하여 관찰 대상물 자체를 큰 범위로 움직이면서 상기 보조 현미경부로 실시간 관찰할 수 있다. 이와 같이 움직이다가 원하는 관심 영역의 위치에 도달하면, 상기 포지셔닝스테이지(400)의 이동을 멈추고 상기 스캔수단(300)을 구동시켜, 미세한 범위로 상기 일체형 헤드(100)를 움직이면서 관심 영역에서의 원자상 수준의 관찰을 수행할 수 있게 된다. 다시 말해 본 발명의 융합 현미경을 이용하면, 대면적의 관찰 대상물에 대한 고속 스캔 및 원하는 관심 영역에서의 원자상 수준의 정밀 관찰 모두를 달성할 수 있게 되는 것이다. 물론 소형 샘플의 경우는 기존의 다른 AFM처럼 상기 포지셔닝스테이지(400) 위에 바로 나노스테이지와 같은 스캔수단(300)을 설치하여 나노스테이지로 샘플을 스캔하도록 할 수도 있다. 이 때 상기 일체형 헤드(100)는 링고정부(310) 등과 같은 고정부에 바로 고정된다.

[157]

- [158] 상기 일체형 헤드(100) 외에, 본 발명의 원자간력 현미경 또는 융합 현미경의 나머지 각부에 대하여 설명하면 다음과 같다.

- [159] 상기 스캔수단(300)은 상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 스캔하는 역할을 하는 것으로, 원자간력 현미경용 스캐너로 이루어질 수도 있으며, 또는 도 8 내지 10의 실시예로 보이는 바와 같이 나노스테이지로 형성될 수 있다. 이 때 상기 원자간력 현미경용 스캐너로서는, 단수 혹은 복수 개의 튜브 스캐너, 막대 스캐너 또는 적층(stacked) PZT 스캐너 등과 같이 다양한 형태의 원자간력 현미경용 스캐너가 모두 사용될 수 있다. 한편 나노스테이지는 그 자체의 공진주파수나 이동 가능 범위, 운동 속도 등을 고려한 각종 동적 특성이 안정적으로 우수하기 때문에, 상기 스캔수단(300)으로서 나노스테이지를 사용하는 것이 바람직하다. 앞서 설명한 바와 같이, 상기 일체형 헤드(100)는 소형 및 경량화된 형태로 이루어져 가볍고 기계적 특성이 우수하기 때문에, 상기 스캔수단(300)에 결합시켜도 상기 스캔수단(300)의 공진주파수 감소 영향이 무시할 수 있는 수준으로 발생하게 된다. 즉 상기 일체형 헤드(100)를 상기 스캔수단(300)로 움직이더라도, 가볍고 일체화되어 동적 특성이 우수하여 상기 일체형 헤드(100)의 측정 동작이나 상기 스캔수단(300)의 구동 제어 등에 악영향이 거의 발생하지 않아, 원하는 대로 측정 동작 및 구동 제어를 수행할 수 있는 것이다.
- [160] 더불어 상기 원자간력 현미경 또는 상기 융합 현미경은, 상기 일체형 헤드(100) 등을 안정적으로 지지하기 위해서, 링 형상으로 형성되어, 일측에 상기 일체형 헤드(100)를 포함한 대상물을 연결 고정하는 링고정부(310); 상기 링고정부(310)의 원주 상에 방사상으로 배치되어 상기 링고정부(310)를 기판부(450)와 이격시켜 고정하는 3개의 기둥부(320); 를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 이 때 상기 기둥부(320)들 중 2개의 중간 위치에 상기 일체형 헤드(100)를 스캔하는 상기 스캔수단(300)이 고정되도록 하는 것이 바람직하다. 이와 같이 함으로써 상기 링고정부(310)는 3개의 고정점에 의해 지지되므로 가장 안정적인 수평 고정을 이룰 수 있다. 또한 이 3개의 고정점 중 선택되는 2개의 고정점의 중간 위치에 상기 스캔수단(300)이 고정되도록 하여 균형을 이루게 함으로써, 궁극적으로 상기 스캔수단(300)이 상기 기판부(450)와 연결되어 안정적인 수평 고정이 이루어질 수 있게 된다. 또한, 상기 기둥부(320)들 중 선택되는 적어도 어느 하나에 승강수단(325)이 더 구비되도록 함으로써, 상기 팁(215) 탐침이 피드백이 될 수 있는 거리까지 관찰 대상물 표면에 가깝게 접근시키거나 떨어뜨리도록 할 수 있다.
- [161] 상기 포지셔닝 스테이지(400)는, 상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 이동시키되, 상기 스캔수단(300)보다 상대적으로 큰 스케일로 이동시키도록 형성된다. 즉 상기 포지셔닝 스테이지(400)로 큰 스케일로 움직임으로써 대면적의 관찰 대상물 상에서의 원하는 위치를 빠르게 찾아갈 수 있게 된다.
- [162]
- [163] 도 11 내지 도 14는 이와 같이 만들어진 본 발명의 융합 현미경을 이용하여

실제로 관찰을 수행한 실험 결과를 나타낸 것이다.

- [164] 도 11은 상술한 바와 같은 융합 현미경으로 금 나노프리즘(gold nanoprism)을 관찰한 결과이다. 도 11(a)는 SEM 이미지로서, 금 나노프리즘 구조와 함께 화면 왼쪽 아랫부분에 선명한 삼각형 모양으로 관찰에 사용한 AFM용 팁의 탐침이 나타나 있다. 즉 도 11(a)로부터, 원하는 특정 위치나 특정 나노 구조 위에 탐침을 정밀하게 위치시킬 수 있음을 보여 준다. 도 11(b)는 3차원 AFM 이미지이고, 도 11(c)는 2차원 AFM 이미지, 도 11(d)는 사용된 AFM 팁 형상(SEM관찰)을 각각 도시하고 있다.
- [165] 도 12는 상기 융합 현미경 중 AFM을 사용하여 정확한 3차원 정보를 얻을 수 있음을 도시한 것이다. 도 12(a)는 도 11(c)와 동일한 AFM 2차원 이미지인데, 도 12(b)는 12(a) 이미지 하부의 선이 지나가는 각 위치에서의 높이를 나타낸 것으로 관심 영역에서의 두께 등 3차원 정보를 정확하게 측정해 낼 수 있음을 알 수 있다.
- [166] 도 13은 동일 시료의 동일 위치를 각각 SEM, AFM으로 관찰한 결과의 차이를 보여 주고 있다. 도 13(a)는 SEM 이미지이고, 도 13(b)는 AFM 이미지이며, 화살표로 표시된 부분은 도 13(a) 및 (b) 각각에서 서로 동일한 위치를 나타낸다. SEM 이미지와 AFM 이미지는 주는 정보가 다른데, SEM의 콘트라스트는 전자빔이 샘플에 들어가서 만들어 디텍터에 검출되는 이차전자의 양에 비례하는 반면, AFM은 높이 정보를 준다. 도 13에서 보면, SEM 이미지인 도 13(a)의 좌상부에 희미한 구조물이 AFM 이미지인 도 13(b)에서는 1 마이크로미터 높이의 매우 높은 구조물로 나타남을 알 수 있다. 이렇게 SEM의 이미지로는 3차원 정보를 얻기 불충분한 반면, 이를 AFM으로 관찰하면 정확한 3차원 정보를 얻을 수 있다는 것을 확연히 알 수 있다. 즉 본 발명의 AFM-SEM 융합 현미경 기술을 통하여 원하는 관심 위치에서의 정확한 3차원 정보를 얻을 수 있게 되는 것을 확인할 수 있는 것이다.
- [167] 도 14는 도 13(b)의 AFM 이미지에 나타나는 솔트 결정 부분을 헤드 스캔 하는 속도를 바꾸어 가며 관찰한 결과이다. 7 μm x 7 μm 면적 금 나노프리즘 관찰 대상물에 대하여, 선 스캔 속도(line scan rate) 1 Hz로 이미징한 결과가 도 14(a)이며, 1.8 Hz로 이미징한 결과가 도 14(b)이다. 도 14(a), (b)를 비교하여 볼 때, 스캔 속도를 80% 더 빠르게 하여도 전체적 나노 프리즘 배치나 모양이 변하지 않고 좋은 이미지가 계속 얻어지는 것을 확인하였다. 선스캔속도 1.8 Hz는 작은 시료를 샘플스캔하는 일반 AFM에서도 사용하기 어려운 고속으로서 이러한 고속 이미징으로도 7 μm x 7 μm 넓은 면적의 높낮이 수백 나노미터의 금나노프리즘 시료를 고속 헤드스캔하여 선명하게 이미징할 수 있음을 확인하였다. 실제 실험 시 이미징하지 않고 팁-샘플이 떨어져 있는 상태에서 주사 속도를 높이면서 AFM 신호의 잡음을 측정하면, 주사 속도를 높임에 따라 잡음이 점차 증가하다가 선스캔속도 30 Hz에서 공진하는 것을 알 수 있었는데, 따라서 표면 높낮이가 작은 평평한 샘플은 선 스캔 속도 30 Hz 가까이서 측정할

수 있고 이 경우 한 이미지를 얻는 시간이 10초에 불과함을 알 수 있다. 이러한 이미징 속도는 일반 샘플 스캔 이미징 속도(통상 선스캔속도 0.5Hz 내외)보다 오히려 월등히 빠른 것으로, 즉 본 발명의 융합 현미경을 사용하면 일반적인 AFM을 사용하는 것에 비해 훨씬 빠르고 정확하며 정밀한 관찰 결과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 헤드 스캔 방식이기 때문에 웨이퍼와 같은 대면적 샘플에도 이를 적용할 수 있음을 확인할 수 있다.

[168]

[169] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

[170]

산업상 이용가능성

[171] 본 발명에 의하면, 기존의 AFM에 비해 훨씬 중량 및 부피가 감소되며 구조적 안정성이 향상된 AFM용 헤드를 실현할 수 있는 효과가 있다.

[172] 또한 본 발명에 의하면, 상술한 바와 같이 AFM용 헤드 자체의 구조적 안정성을 확보함으로써, 이러한 AFM용 일체형 헤드를 장착한 원자간력 현미경의 동적 특성이 크게 향상되는 효과가 있다.

[173] 이러한 효과에 의하여, 본 발명에 의하면, 이처럼 동적 특성이 향상된 헤드 일체형 원자간력 현미경과 전자 현미경과 같은 하전입자 현미경 또는 광학 현미경 융합 효과를 극대화 할 수 있도록 해 주는 효과가 있다.

청구범위

- [청구항 1] 길이 방향으로 일측에서 타측으로 연장되는 플레이트 형태로 형성되며, 제1미러(211)가 구비된 제1미러마운트(111) 및 제2미러(212)가 구비된 제2미러마운트(112)가 길이 방향으로 일측에서 타측으로 순차적으로 이격 배치되어 고정되고, 하면에 탐침이 구비되며 길이 방향으로 연장되는 플레이트 형태로 형성되는 팁(215)이 구비된 팁마운트(115)가 상기 제1미러마운트(111)와 높이 및 폭 방향으로 이격 배치되어 고정되며, 상기 팁(215) 하부에 빈 공간이 형성되는 측정부(110); 상기 측정부(110) 일측에 연결되는 블록 형태로 형성되며, 길이 방향으로 관통로(125)가 형성되고, 상기 관통로(125)의 일측 끝단에 광원부(220)가 구비되어 고정되는 소스부(120); 상기 측정부(110) 타측에 연결되는 블록 형태로 형성되며, 길이 방향으로 수용로(135)가 형성되고, 상기 수용로(135) 상에 PSPD(position-sensitive photo detector, 230)가 수용되어 고정되는 감지부(130); 를 포함하여 이루어지며, 상기 측정부(110), 상기 소스부(120), 상기 감지부(130)가 일체의 바디로 된 헤드프레임을 형성하는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는 상기 광원부(220)로부터 상기 관통로(125)를 통과해 온 광이 상기 제1미러(211)로 입사되고, 상기 제1미러(211)에서 반사된 광이 상기 팁(215) 상면으로 입사되고, 상기 팁(215) 상면에서 반사된 광이 상기 제2미러(212)로 입사되고, 상기 제2미러(212)에서 반사된 광이 상기 PSPD(230)로 입사되어 감지되도록 광경로가 형성되는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는 상기 제1미러(211) 및 상기 제2미러(212)는 각각 상기 제1미러마운트(111) 및 상기 제2미러마운트(112)에 대하여 폭 방향으로 돌출되는 형태로 구비되어 각각의 반사면이 하측을 향하도록 배치되며, 상기 관통로(125) 및 상기 수용로(135)는 각각 상기 측정부(110)가 형성하는 면에 대하여 상기 측정부(110) 쪽을 향하도록 기울어지게 형성되며, 상기 제1미러(211)의 반사면은 상기 관통로(125) 쪽을 향하도록 기울어지게 배치되고, 상기 제2미러(212)의 반사면은 상기 수용로(135) 쪽을 향하도록 기울어지게 배치되는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드.

[청구항 4] 제 1항에 있어서, 상기 제1미러마운트(111)는 플레이트 형태로 형성되어 상기 측정부(110) 상면과 면접하도록 배치되는 제1미러마운트 몸체부(111a), 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 폭 방향 일측 끝단에 형성되어 상기 제1미러(211)가 구비되는 제1미러마운트 미러지지부(111b), 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 중심부에 통공 형태로 형성되는 제1미러마운트 고정결합공(111c), 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 모서리부에 암나사 형태로 형성되며 서로 대각선 상에 배치되는 한 쌍의 제1미러마운트 각도조절나사공(111d), 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 상기 측정부(110)와 접하는 면에 드릴로 관통되지 않도록 뚫어서 형성되는 홈으로서, 각각의 상기 각도조절나사공(111d) 중심으로부터 상기 제1미러(211)쪽으로 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 외곽선에 평행하게 연장되는 두 연장선이 서로 만나는 지점에 형성되는 제1미러마운트 구슬홈(111e)을 포함하여 이루어지며, 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공 중 하나(110a)와 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공(110a) 및 상기 제1미러마운트 고정결합공(111c)을 관통하는 스프링 부재가 삽입되어 상기 제1미러마운트(111) 및 상기 측정부(110)가 결합되며, 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e)에 구슬이 삽입 구비되어, 상기 제1미러마운트 구슬홈(111e) 위치에서 상기 제1미러마운트 몸체부(111a) 및 상기 측정부(110) 간 이격 거리가 상기 구슬의 돌출로 일정하게 유지되도록 형성되고, 한 쌍의 상기 제1미러마운트 각도조절나사공(111d)들에 각각 나사 부재가 삽입되어, 한 쌍의 상기 나사 부재의 삽입 정도에 따라서 상기 제1미러마운트 몸체부(111a)의 상기 측정부(110)에 대한 각도가 조절되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드.

[청구항 5] 제 1항에 있어서, 상기 제2미러마운트(112)는 플레이트 형태로 형성되어 상기 측정부(110) 상면과 면접하도록 배치되는 제2미러마운트 몸체부(112a), 상기 제2미러마운트 몸체부(112a)의 폭 방향 일측 끝단에 형성되어 상기 제2미러(212)가 구비되는 제2미러마운트 미러지지부(112b), 상기 제2미러마운트 몸체부(112a) 중심부에 통공 형태로 형성되는 제2미러마운트 고정결합공(112c), 상기 제2미러마운트 몸체부(112a)의 모서리부에 암나사 형태로 형성되며

서로 대각선 상에 배치되는 한 쌍의 제2미러마운트
 각도조절나사공(112d),
 상기 제2미러마운트 몸체부(112a)의 상기 측정부(110)와 접하는 면에
 드릴로 관통되지 않도록 뚫어서 형성되는 홈으로서, 각각의 상기
 각도조절나사공(112d) 중심으로부터 상기 제2미러(212)쪽으로 상기
 제2미러마운트 몸체부(112a) 외곽선에 평행하게 연장되는 두 연장선이
 서로 만나는 지점에 형성되는 제2미러마운트 구슬홈(112e)
 을 포함하여 이루어지며,
 상기 측정부(110) 상에 형성된 관통공 중 하나(110b)와 상기
 제2미러마운트 고정결합공(112c)이 서로 연통되도록 배치되고, 상기
 측정부(110) 상에 형성된 관통공(110b) 및 상기 제2미러마운트
 고정결합공(112c)을 관통하는 스프링 부재가 삽입되어 상기
 제2미러마운트(112) 및 상기 측정부(110)가 결합되며,
 상기 제2미러마운트 구슬홈(112e)에 구슬이 삽입 구비되어, 상기
 제2미러마운트 구슬홈(112e) 위치에서 상기 제2미러마운트 몸체부(112a)
 및 상기 측정부(110) 간 이격 거리가 상기 구슬의 돌출로 일정하게
 유지되도록 형성되고,
 한 쌍의 상기 제2미러마운트 각도조절나사공(112d)들에 각각 나사
 부재가 삽입되어, 한 쌍의 상기 나사 부재의 삽입 정도에 따라서 상기
 제2미러마운트 몸체부(112a)의 상기 측정부(110)에 대한 각도가
 조절되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형
 헤드.

- [청구항 6] 제 1항에 있어서, 상기 팁마운트(115)는
 플레이트 형태로 형성되어 상기 측정부(110) 하면과 면접하도록 고정
 결합되며, 하면 길이 방향 일측이 돌출되어 단차부가 형성되는 팁마운트
 몸체부(115a),
 상기 팁마운트 몸체부(115a)의 단차부 상에 폭 방향으로 연장되게
 형성되는 팁마운트 가이드홈(115b),
 박판 형태로 형성되어 길이 방향 일측 끝단이 상기 팁마운트
 가이드홈(115b)에 삽입 배치되는 팁마운트 프레스판(115c),
 상기 팁마운트 몸체부(115a) 중심부에 암나사 형태로 형성되는 팁마운트
 고정결합공(115d),
 상기 팁마운트 몸체부(115a) 상에 상기 팁마운트 고정결합공(115d)의 폭
 방향 양측으로 이격된 통공 형태로 형성되는 한 쌍의 팁마운트
 안내결합공(115e),
 상기 팁마운트 몸체부(115a) 길이 방향 일측 상면에 구비되어 팁을
 진동시키는 PZT(115f),
 상기 PZT(115f)의 하면에 적층 구비되는 하부 부도체판(115g),

상기 PZT(115f)의 상면에 적층 구비되는 상부 부도체판(115h)을 포함하여 이루어지며,
 상기 팁(215)은, 상기 팁마운트(115)의 길이 방향 타측 끝단에서 상기 팁마운트 몸체부(115a) 및 상기 팁마운트 프레스판(115c) 사이에 개재 구비되어, 상기 팁마운트 프레스판(115c)에 의하여 눌림으로써 상기 팁마운트 몸체부(115a)에 지지되어 고정되며,
 상기 팁마운트(115)는, 상기 상부 부도체판(115h) - 상기 PZT(115f) - 상기 하부 부도체판(115g)이 적층되어 이루어지는 PZT 적층체에 의하여 상기 측정부(110) 하면에 고정 결합되며,
 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에는 상기 팁마운트 고정결합공(115d) 및 상기 팁마운트 안내결합공(115e)에 상응하는 위치에 홈이 형성되며,
 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 홈 중 하나와 상기 팁마운트 고정결합공(115d)이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 팁마운트 프레스판(115c)에 형성된 홈 및 상기 팁마운트 고정결합공(115d)을 관통하는 나사 부재가 삽입되어 상기 팁마운트 몸체부(115a) 및 상기 팁마운트 프레스판(115c)가 결합되고,
 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 다른 홈들과 상기 팁마운트 안내결합공(115e)들이 서로 연통되도록 배치되고, 상기 팁마운트 프레스판(115c) 상에 형성된 홈 및 상기 팁마운트 안내결합공(115e)을 관통하는 나사 부재가 삽입되며, 한 쌍의 나사 부재의 결합에 의하여 상기 팁마운트 프레스판(115c)의 폭 방향 정위치가 고정되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드.

[청구항 7] 제 1항에 있어서, 상기 헤드프레임은 2~5g/cm³ 범위의 밀도를 가지는 금속 재료의 단일 블록에서, 기계적 진동을 막기 위해 필요한 두께와 폭의 뼈대 구조 및 상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기 팁마운트(115), 상기 광원부(220), 상기 PSPD(230)를 포함하는 헤드 구성 부품들을 지지 및 고정하는 부분을 제외한 모든 부분을 깎아내며, 무게와 부피가 절감되도록 상기 헤드프레임 자체가 상기 헤드 구성 부품들의 마운트의 일부로 기능하도록 추가로 깎아내는 가공에 의하여 제작되는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드.

[청구항 8] 제 1항에 있어서, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는 상기 제1미러(211), 상기 제2미러(212)의 두께가 2~3mm 범위로 형성되고, 상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기 팁마운트(115)의 두께가 0.5~1.5mm 범위로 형성되는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드.

[청구항 9] 제 1항에 있어서, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는 폭 방향 또는 높이 방향으로의 크기 : 길이 방향으로의 크기 비가 1:5~1:15

- 범위로 형성되는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용 일체형 헤드.
- [청구항 10] 제 1항에 있어서, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는
상기 팁(215) 탐침 위치에서 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)의
높이가 최소화되어 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100) 상부에
구비되는 보조 현미경의 작동거리를 최소화하도록,
상기 소스부(120)로부터 상기 측정부(110)로의 광 입사각 및 상기
측정부(110)로부터 상기 감지부(130)로의 광 반사각이 예각이 되도록
광경로(P)를 형성하거나,
상기 제1미러(211), 상기 제2미러(212)의 두께가 2~3mm 범위로 형성되고,
상기 제1미러마운트(111), 상기 제2미러마운트(112), 상기
팁마운트(115)의 두께가 0.5~1.5mm 범위로 형성되는 것을 특징으로 하는
원자간력 현미경용 일체형 헤드.
- [청구항 11] 제 1항에 있어서, 상기 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100)는
상기 제1미러(211) 및 상기 제2미러(212)의 위쪽 및 상기
제1미러마운트(111) 및 상기 제2미러마운트(112) 반대 방향인 바깥쪽이
모두 비어 있도록 형성되어, 길이 방향을 축으로 상기 일체형 헤드(100)를
회전시킬 경우 상기 일체형 헤드(100) 수직 상부에 위치한 보조 현미경의
작동거리 증가를 방지하는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용
일체형 헤드.
- [청구항 12] 제 1항에 있어서, 상기 소스부(120)는
상기 광원부(220)가, 외부 광원으로부터 온 광을 모아 조사하는
콜리메이터 또는 자체 발광원으로서의 레이저 다이오드로 이루어지며,
상기 관통로(125) 상에 렌즈(225)가 더 구비되는 것을 특징으로 하는
원자간력 현미경용 일체형 헤드.
- [청구항 13] 제 1항에 있어서, 상기 소스부(120)는
상기 광원부(220)가, 레이저 광을 전송받는 광 파이버, 상기 광 파이버
끝단을 잡아주는 홀더, 상기 광 파이버로부터 전송되어 온 광을 집속하는
레이저 집속 렌즈, 상기 광 파이버, 상기 홀더, 상기 레이저 집속 렌즈를
일체로 고정하는 고정마운트를 포함하여 이루어지는 파이버 포커서(laser
fiber focuser)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 원자간력 현미경용
일체형 헤드.
- [청구항 14] 제 1항 내지 제 13항 중 선택되는 어느 한 항에 의한 원자간력 현미경용
일체형 헤드(100);
를 포함하여 이루어져,
샘플 마운트(500)에 의해 고정되어 상기 일체형 헤드(100)의 하부에
배치된 관찰 대상물의 표면을 관찰하도록 형성되는 것을 특징으로 하는
헤드 일체형 원자간력 현미경.
- [청구항 15] 제 14항에 있어서, 상기 원자간력 현미경은

상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 스캔하는 스캔수단(300);

을 더 포함하여 이루어지며,

상기 스캔수단(300)은 원자간력 현미경용 스캐너 또는 나노스테이지로 형성되는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경.

- [청구항 16] 제 15항에 있어서, 상기 원자간력 현미경은
상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 이동시키되, 상기 스캔수단(300)보다 상대적으로 큰 스케일로 이동시키도록 형성되는 포지셔닝스테이지(400);
를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경.
- [청구항 17] 제 16항에 있어서, 상기 원자간력 현미경은
링 형상으로 형성되어, 일측에 상기 일체형 헤드(100)를 포함한 대상물을 연결 고정하는 링고정부(310);
상기 링고정부(310)의 원주 상에 방사상으로 배치되어 상기 링고정부(310)를 기판부(450)와 이격시켜 고정하는 3개의 기둥부(320);
를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경.
- [청구항 18] 제 17항에 있어서, 상기 원자간력 현미경은
상기 기둥부(320)들 중 2개의 중간 위치에 상기 일체형 헤드(100)를 스캔하는 상기 스캔수단(300)이 고정되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경.
- [청구항 19] 제 18항에 있어서, 상기 원자간력 현미경은
상기 팁(215) 탐침이 피드백이 될 수 있는 거리까지 관찰 대상물 표면에 가깝게 접근시키거나 떨어뜨리도록,
상기 기둥부(320)들 중 선택되는 적어도 어느 하나에 구비되는 승강수단(325);
을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경.
- [청구항 20] 제 1항 내지 제 13항 중 선택되는 어느 한 항에 의한 원자간력 현미경용 일체형 헤드(100);
상기 일체형 헤드(100)의 상부에 배치되어, 샘플 마운트(500)에 의해 고정되어 상기 일체형 헤드(100)의 하부에 배치된 관찰 대상물의 표면을 관찰하도록 형성되는 보조 현미경부;
를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경.
- [청구항 21] 제 20항에 있어서, 상기 보조 현미경부는
SEM(Scanning Electron Microscope) 또는 이온 현미경(Ion Microscope)을

포함하는 하전 입자 현미경 형태로 이루어지거나 또는 광학 현미경 형태로 이루어지는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경.

[청구항 22] 제 20항에 있어서, 상기 융합 현미경은
상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 스캔하는 스캔수단(300);

을 더 포함하여 이루어지며,

상기 스캔수단(300)은 원자간력 현미경용 스캐너 또는 나노스테이지로 형성되는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경.

[청구항 23] 제 22항에 있어서, 상기 융합 현미경은
상기 일체형 헤드(100) 또는 상기 샘플마운트(500)를 X, Y, Z 방향으로 이동시키되, 상기 스캔수단(300)보다 상대적으로 큰 스케일로 이동시키도록 형성되는 포지셔닝스테이지(400);

를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경.

[청구항 24] 제 22항에 있어서, 상기 융합 현미경은
링 형상으로 형성되어, 일측에 상기 일체형 헤드(100)를 포함한 대상물을 연결 고정하는 링고정부(310);

상기 링고정부(310)의 원주 상에 방사상으로 배치되어 상기 링고정부(310)를 기둥부(450)와 이격시켜 고정하는 3개의 기둥부(320);
를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경.

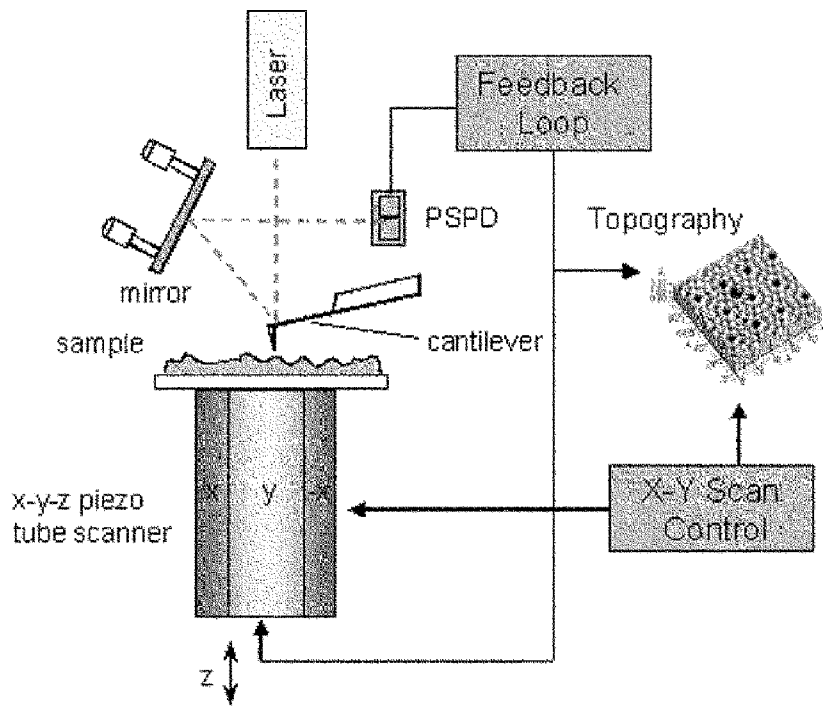
[청구항 25] 제 24항에 있어서, 상기 융합 현미경은
상기 기둥부(320)들 중 2개의 중간 위치에 상기 일체형 헤드(100)를 스캔하는 상기 스캔수단(300)이 고정되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경.

[청구항 26] 제 25항에 있어서, 상기 융합 현미경은
상기 팁(215) 탐침이 피드백이 될 수 있는 거리까지 관찰 대상물 표면에 가깝게 접근시키거나 떨어뜨리도록,

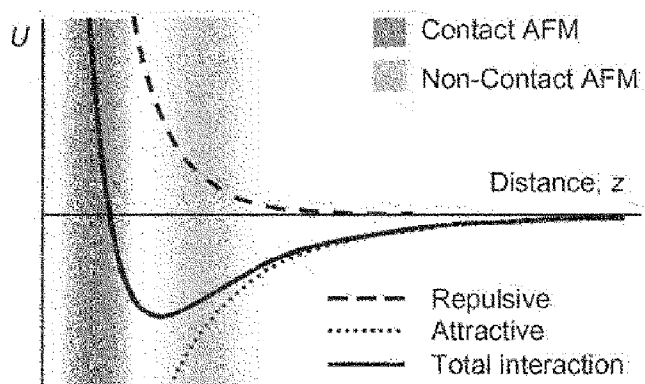
상기 기둥부(320)들 중 선택되는 적어도 어느 하나에 구비되는 승강수단(325);

을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 헤드 일체형 원자간력 현미경을 포함한 융합 현미경.

[도1]

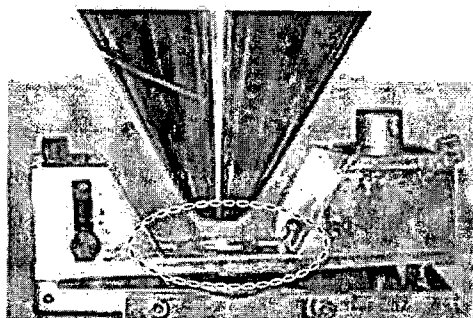
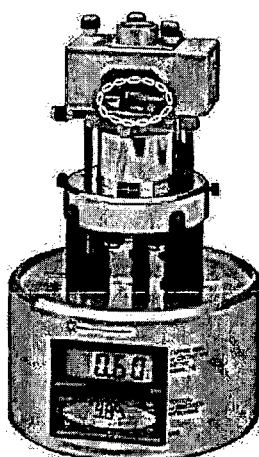
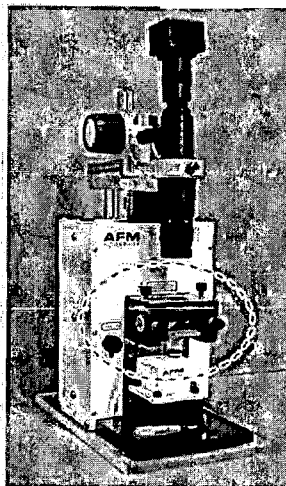


(A)

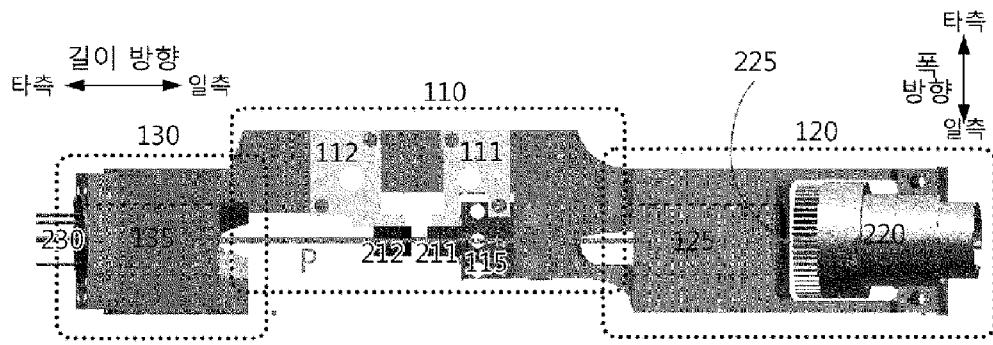


(B)

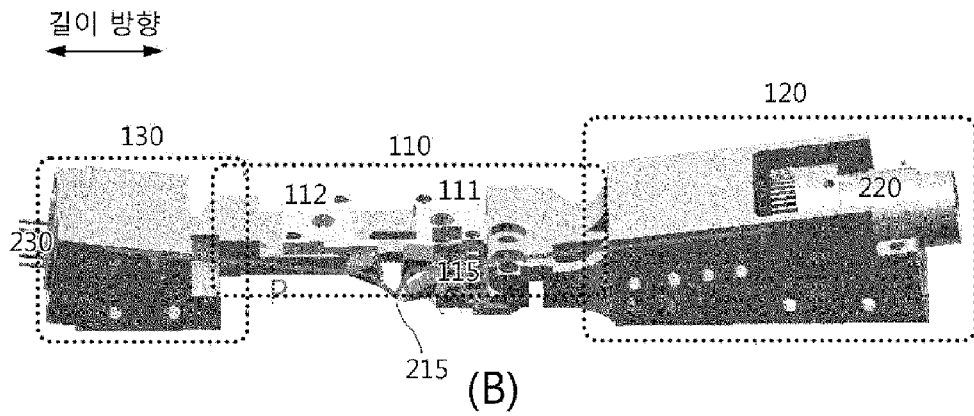
【도 2】



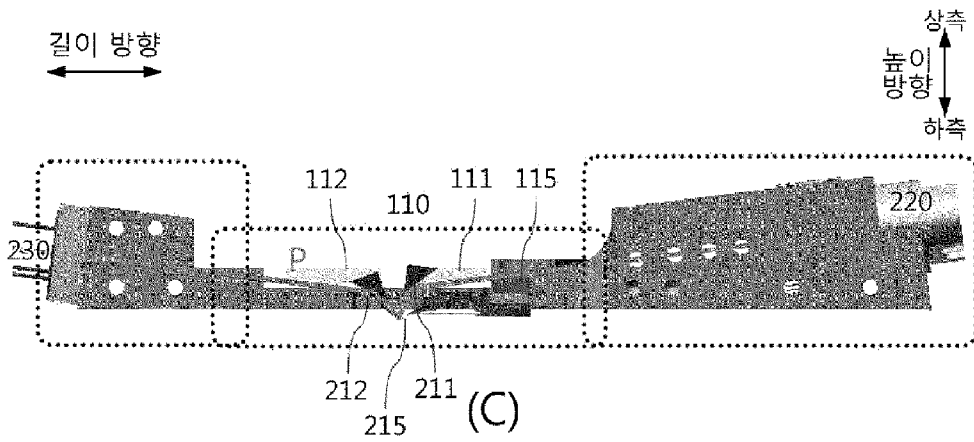
[도3]



(A)

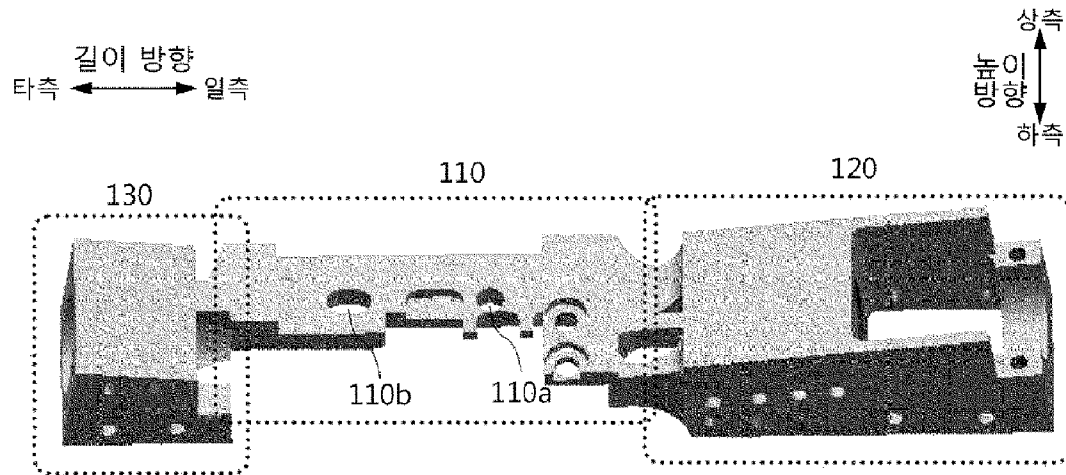


(B)

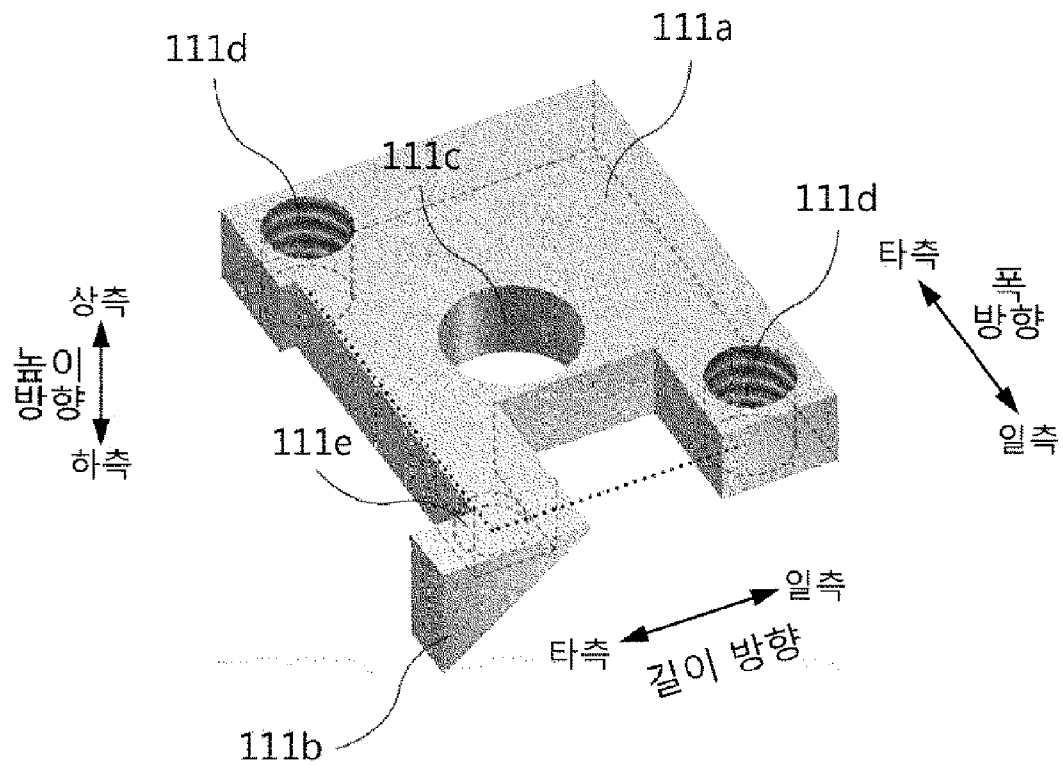


(C)

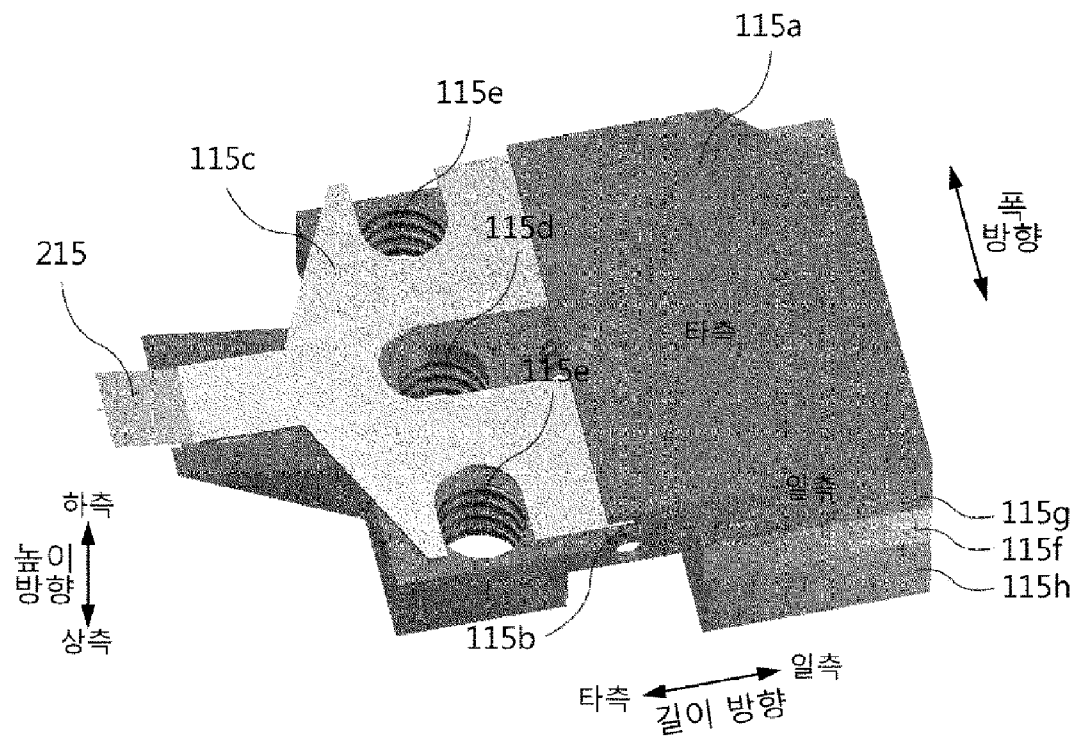
[도4]



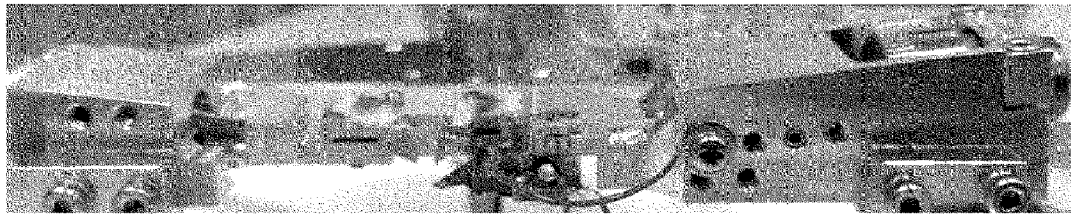
[도5]



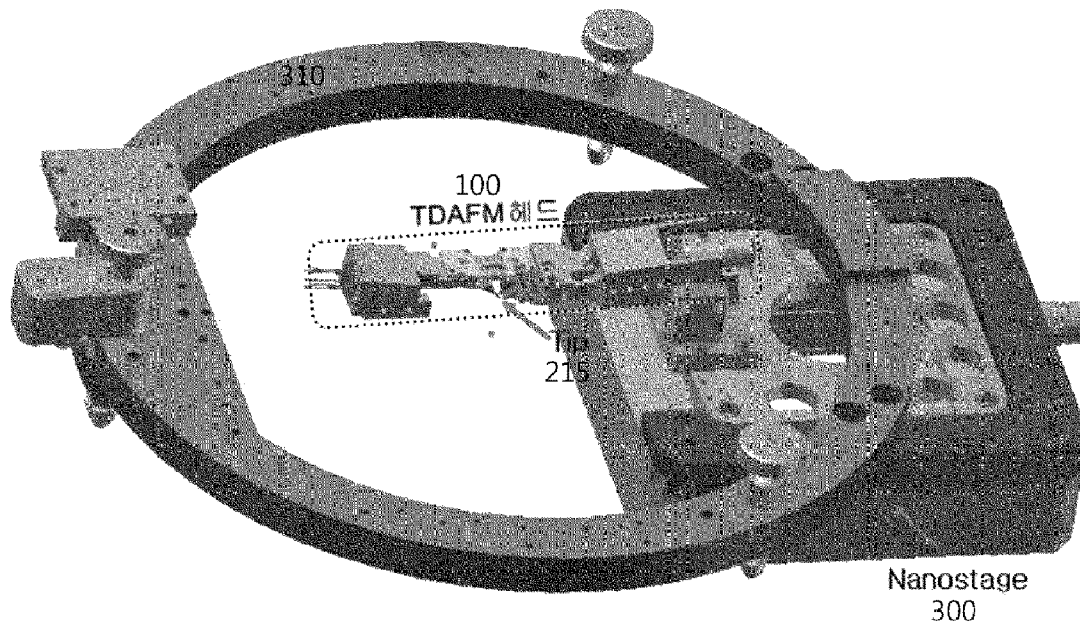
[도6]



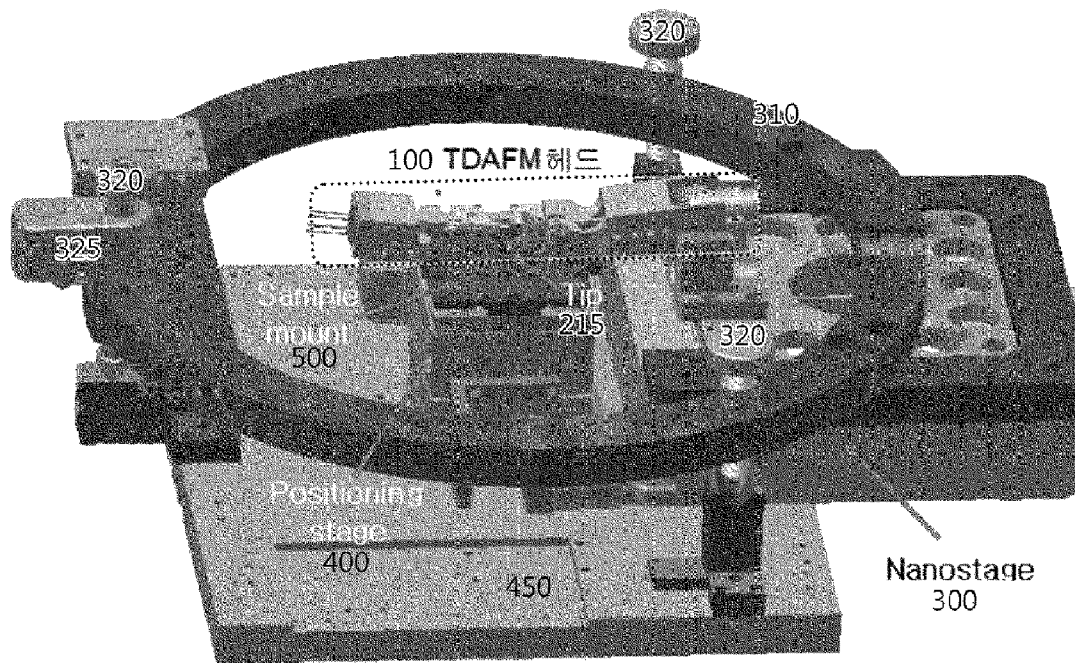
[도7]



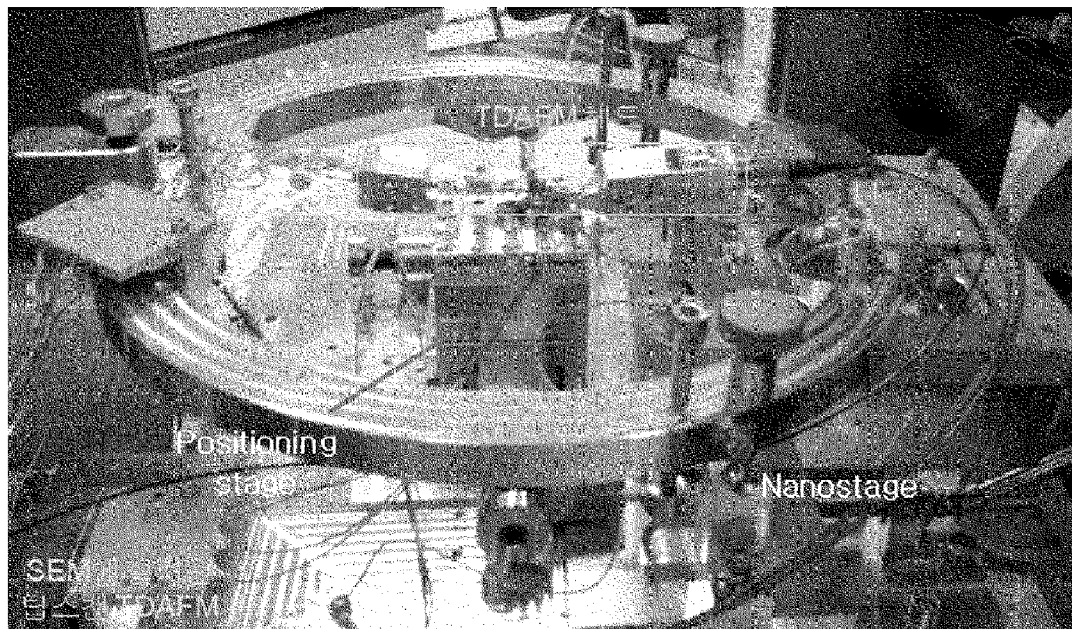
[도8]



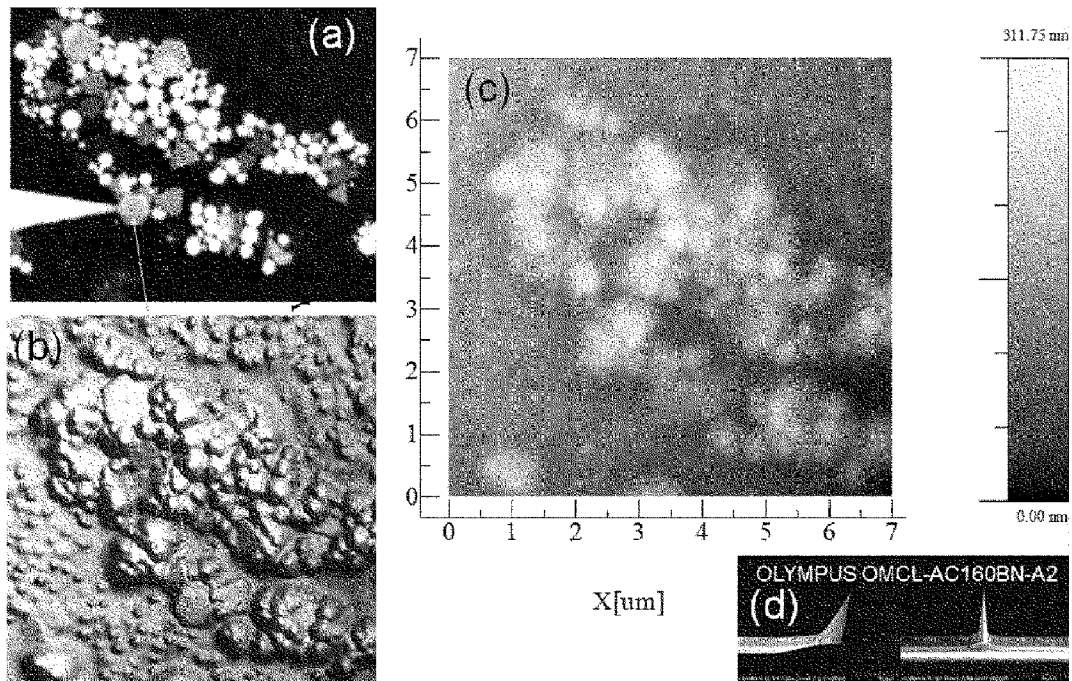
[도9]



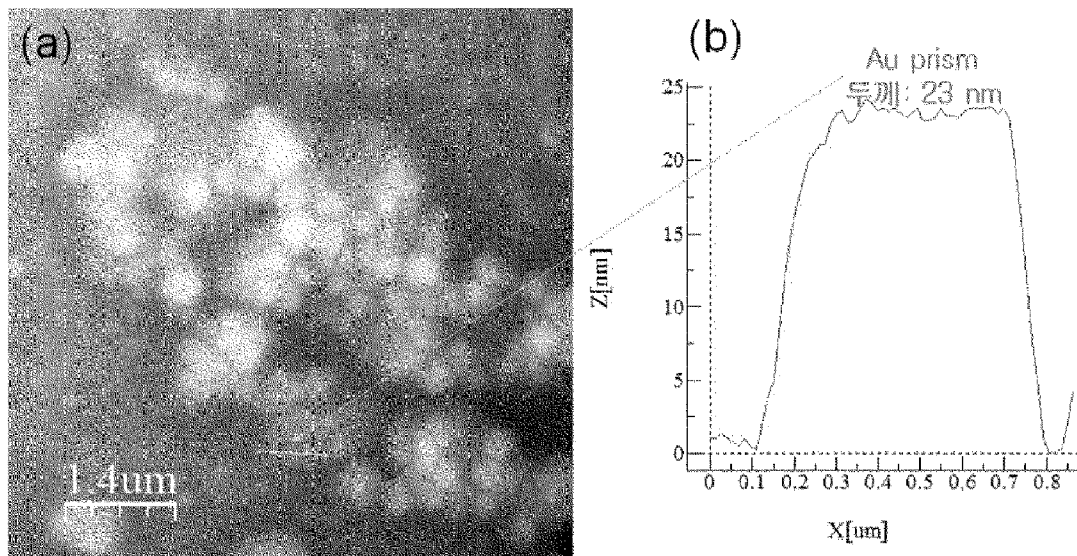
[도10]



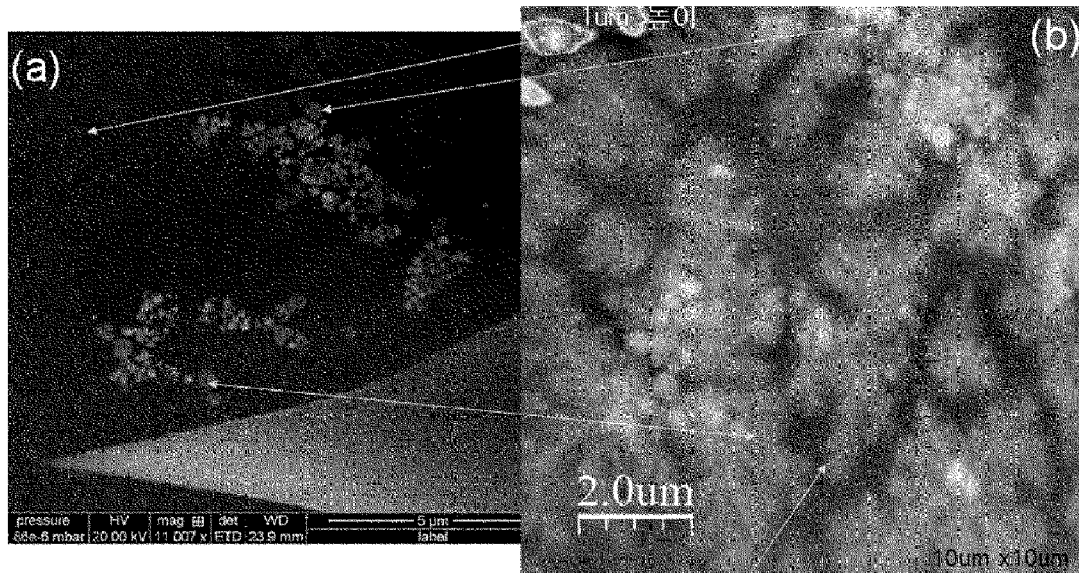
[도11]



[도12]

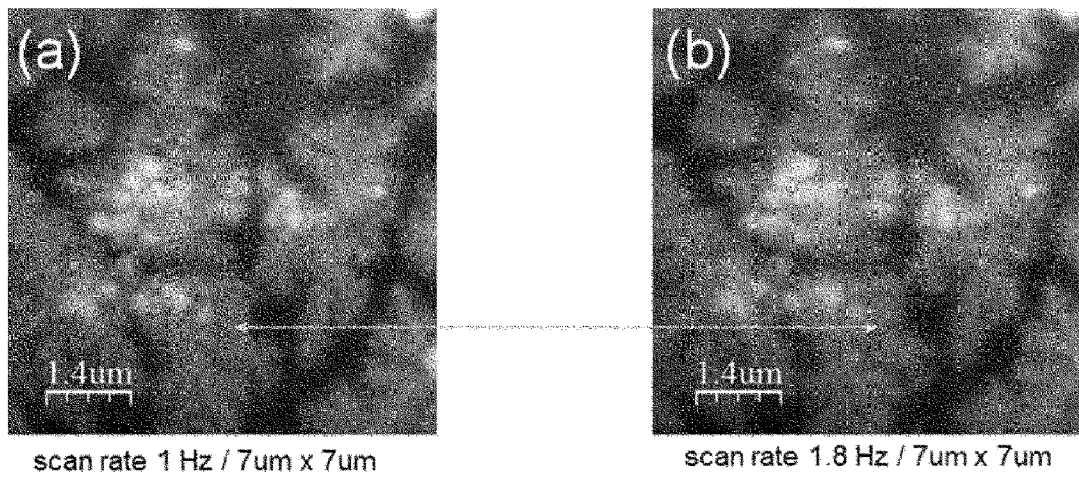


[도13]

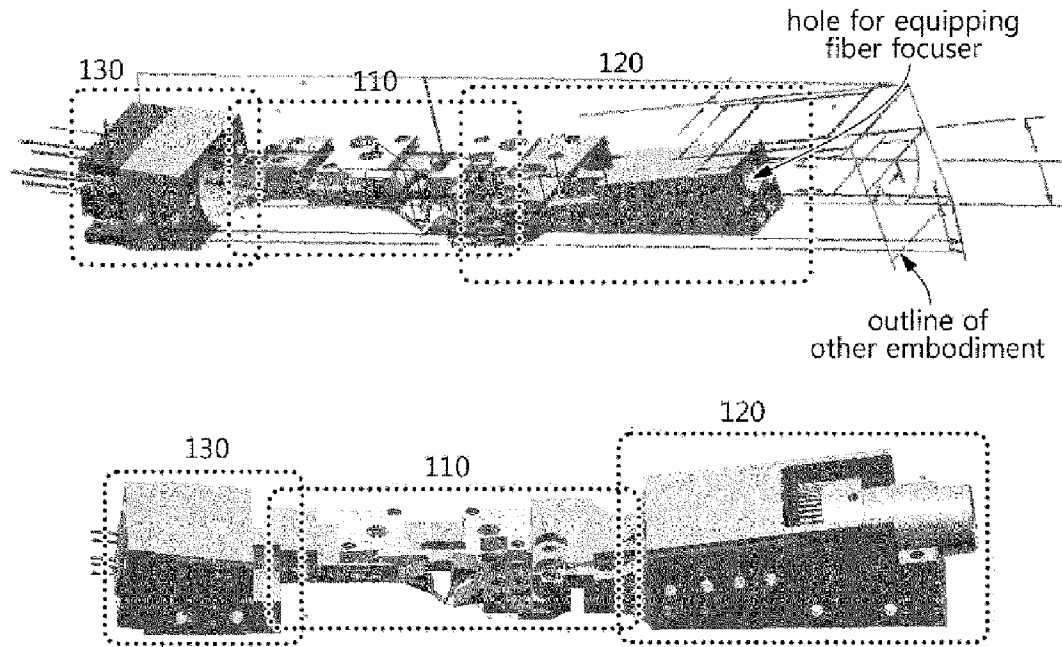


나노프리즘 주위에 결정화된 polyvinyl pyrrolidone 솔트 결정
SEM에서는 희미하게 보임

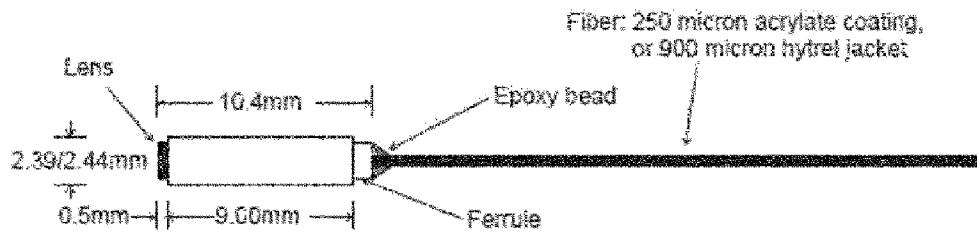
[도14]



[도15]



(A)



(B)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/014143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01Q 60/24(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 60/24; G01Q 60/02; G01B 11/30; G01Q 30/00; G01N 23/00; G01Q 80/00; G01B 11/14; G02B ; G02B 21/18

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: mirror, tip, measurement unit, source unit, light source, detection unit, PSPD, microscope, mount

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5877891 A (PARK et al.) 02 March 1999 See abstract, column 12, line 17-column 14, line 37 and figures 1-4B.	1-5,12-16,20-23
A		6-11,17-19,24-26
Y	KR 10-2011-0100735 A (SNU PRECISION CO., LTD.) 15 September 2011 See abstract, claim 1 and figure 2.	1-5,12-16,20-23
Y	KR 10-2011-0100052 A (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) 09 September 2011 See abstract, claim 1 and figure 1.	20-23
A	WO 03-019238 A2 (NANONICS IMAGING, LTD. et al.) 06 March 2003 See abstract, page 15, line 18-page 16, line 17 and figures 8-9.	1-26
A	US 7973942 B2 (IYOKI et al.) 05 July 2011 See abstract, column 8, line 15-column 9, line 34 and figure 1.	1-26



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

08 APRIL 2016 (08.04.2016)

Date of mailing of the international search report

08 APRIL 2016 (08.04.2016)

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/KR2015/014143

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 5877891 A	02/03/1999	EP 0746857 A1	18/07/2001
		JP 04174357 B2	29/10/2008
		JP 2004-028991 A	29/01/2004
		KR 10-1995-0701127 A	20/02/1995
		US 2001-0054691 A1	27/12/2001
		US 5376790 A	27/12/1994
		US 5448399 A	05/09/1995
		US 5496999 A	05/03/1996
		US 5672816 A	30/09/1997
		US 5714756 A	03/02/1998
		US 5939719 A	17/08/1999
		US 6057547 A	02/05/2000
		US 6130427 A	10/10/2000
		US 6265718 B1	24/07/2001
		US 6590703 B2	08/07/2003
		WO 93-18525 A1	16/09/1993
		WO 93-25928 A1	23/12/1993
KR 10-2011-0100735 A	15/09/2011	KR 10-1103324 B1	11/01/2012
KR 10-2011-0100052 A	09/09/2011	KR 10-1158284 B1	19/06/2012
WO 03-019238 A2	06/03/2003	AU 2002-327461 A1	10/03/2003
		EP 1427983 A2	16/06/2004
		EP 1427983 A4	23/01/2008
		JP 2005-530125 A	06/10/2005
		JP 2011-107157 A	02/06/2011
		US 2004-0216518 A1	04/11/2004
		US 7047796 B2	23/05/2006
		WO 03-019238 A3	09/10/2003
US 7973942 B2	05/07/2011	JP 2008-051556 A	06/03/2008
		US 2008-0049236 A1	28/02/2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01Q 60/24(2010.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01Q 60/24; G01Q 60/02; G01B 11/30; G01Q 30/00; G01N 23/00; G01Q 80/00; G01B 11/14; G02B ; G02B 21/18

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: 미러, 틱, 측정부, 소스부, 광원부, 감지부, PSPD, 현미경, 마운트

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 5877891 A (PARK 등) 1999.03.02 요약, 컬럼 12, 라인 17 - 컬럼 14, 라인 37 및 도면 1-4B 참조.	1-5, 12-16, 20-23
A		6-11, 17-19, 24-26
Y	KR 10-2011-0100735 A (에스엔유 프리시전 주식회사) 2011.09.15 요약, 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-5, 12-16, 20-23
Y	KR 10-2011-0100052 A (한국표준과학연구원) 2011.09.09 요약, 청구항 1 및 도면 1 참조.	20-23
A	WO 03-019238 A2 (NANONICS IMAGING, LTD. 등) 2003.03.06 요약, 페이지 15, 라인 18 - 페이지 16, 라인 17 및 도면 8-9 참조.	1-26
A	US 7973942 B2 (IYOKI 등) 2011.07.05 요약, 컬럼 8, 라인 15 - 컬럼 9, 라인 34 및 도면 1 참조.	1-26

☐ 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

2016년 04월 08일 (08.04.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 04월 08일 (08.04.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

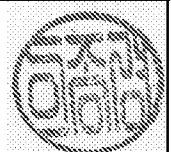
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이종경

전화번호 +82-42-481-3360



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 5877891 A	1999/03/02	EP 0746857 A1 JP 04174357 B2 JP 2004-028991 A KR 10-1995-0701127 A US 2001-0054691 A1 US 5376790 A US 5448399 A US 5496999 A US 5672816 A US 5714756 A US 5939719 A US 6057547 A US 6130427 A US 6265718 B1 US 6590703 B2 WO 93-18525 A1 WO 93-25928 A1	2001/07/18 2008/10/29 2004/01/29 1995/02/20 2001/12/27 1994/12/27 1995/09/05 1996/03/05 1997/09/30 1998/02/03 1999/08/17 2000/05/02 2000/10/10 2001/07/24 2003/07/08 1993/09/16 1993/12/23
KR 10-2011-0100735 A	2011/09/15	KR 10-1103324 B1	2012/01/11
KR 10-2011-0100052 A	2011/09/09	KR 10-1158284 B1	2012/06/19
WO 03-019238 A2	2003/03/06	AU 2002-327461 A1 EP 1427983 A2 EP 1427983 A4 JP 2005-530125 A JP 2011-107157 A US 2004-0216518 A1 US 7047796 B2 WO 03-019238 A3	2003/03/10 2004/06/16 2008/01/23 2005/10/06 2011/06/02 2004/11/04 2006/05/23 2003/10/09
US 7973942 B2	2011/07/05	JP 2008-051556 A US 2008-0049236 A1	2008/03/06 2008/02/28