

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
G02B 21/00

(45) 공고일자 1992년07월04일
(11) 공고번호 특1992-0005446

(21) 출원번호	특 1989-0002708	(65) 공개번호	특 1989-0015048
(22) 출원일자	1989년03월03일	(43) 공개일자	1989년 10월28일
(30) 우선권 주장	소63-50891 1988년03월04일 일본(JP) 소63-214104 1988년08월29일 일본(JP)		
(71) 출원인	가부시끼가이샤 도시바 아오이 죠이찌 일본국 가나가와켄 가와사끼시 사이와이구 호리가와쵸오 72번지		
(72) 발명자	하야시 마사카즈 일본국 가나가와켄 요코하마시 이소고구 신스기다쵸오 8번지 가부시끼가이샤 도시바 매뉴팩처링 엔지니어링 래버러터리내 이시다 후미히코 일본국 가나가와켄 요코하마시 이소고구 신스기다쵸오 8번지 가부시끼가이샤 도시바 매뉴팩처링 엔지니어링 래버러터리내 우찌다 준조 일본국 시즈오카켄 후지시 다데하라 336번지 가부시끼가이샤 도시바 후지 공장내		
(74) 대리인	김명신		

심사관 : 정종욱 (책자공보 제2841호)

(54) 현미경 장치

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

현미경 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도 내지 제3도는 본 발명의 제1의 실시예를 나타낸 것으로,
제1도는 현미경 장치의 주요부의 개략적인 구성을 나타낸 횡단면도.
제2도는 피에조부를 나타낸 사시도.
제3도는 피에조부의 제어회로를 나타낸 개략적인 구성도.
제4도는 본 발명의 제2의 실시예를 나타낸 주요부의 종단면도.
제5도는 본 발명의 제3의 실시예를 나타낸 주요부의 종단면도.
제 6도는 본 발명의 제4의 실시예를 나타낸 주요부의 사시도
제 7도는 본 발명의 제5의 실시예를 나타낸 주요부의 종단면도.
제 8도는 제5의 실시예의 피에조부를 나타낸 주요부의 사시도.
제 9도는 본 발명의 제6의 실시예를 나타낸 주요부의 사시도.
제 10도는 본 발명의 제7의 실시예를 나타낸 주요부의 종단면도.
제 11도 내지 제13도는 본 발명의 제 8의 실시예를 나타낸 것으로,
제 11도는 주요부의 종단면도.
제 12도는 피에조부의 제어회로를 나타낸 개략적인 구성도.

제 13도는 검지 바늘의 부착상태를 나타낸 주요부의 사시도이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- 1 : 광학 현미경 장치 본체
- 3 : 대물 렌즈
- 9 : 관찰 대상물
- 11, 31 : 검지 바늘
- 13 : 피에조부(상대위치 변이 기구)

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 예를들면 반도체 구조등의 미소한 관찰 대상물을 관찰하는 현미경 장치의 개량에 관한 것이다.

최근 미소한 관찰 대상물을 관찰하는 현미경 장치로서 예를들면 원자를 관찰할 수 있는 정도로 분해능이 높은 주사형 터널 현미경(이하 STM 이라 부른다)이 개발되어 있다.

이것은 현미경 본체에 설치된 검지 바늘의 선단을 검지 바늘 선단의 원자의 전자운과 관찰 대상물의 원자의 전자운이 겹쳐서 만나 1nm 정도까지 관찰 대상물에 접근해서, 이 상태에서 검지 바늘과 관찰 대상물과의 사이에 전압이 걸린 경우에 흐르는 터널 전류의 크기를 측정하고 이 측정 결과에 입각해서, 검지 바늘과 관찰 대상물과의 사이의 거리를 초정밀로 측정하도록 한 것이다.

이 경우 터널 전류의 크기는 검지 바늘과 관찰 대상물과의 사이의 거리에 따라 지수적 관계로 변화한다. 그 때문에 STM에서는 이 터널 전류의 거리 의존성을 이용해서 검지 바늘의 선단을 관찰 대상물에 1nm 정도까지 접근한 상태에서 이 검지 바늘에서 관찰 대상물의 표면을 2차원적으로 주사하며, 이 관찰 대상물 표면의 각 측정점에서 터널 전류의 크기를 측정하여 각 측정점에 있어서 검지 바늘과 관찰 대상물과의 사이의 거리를 초정밀로 측정하며, 각 측정점에서 측정한 거리를 분할함에 따라 관찰 대상물의 표면의 3차원상을 얻는 것이다.

또 실제의 측정에서는 검지 바늘과 검지 대상물과의 사이의 거리를 정밀하게 검출하기가 어려워서 터널 전류가 일정하게 되도록 검지 바늘을 관찰 대상물의 표면의 요철에 따라 상하 동작하면서 주사시켜, 이 검지 바늘의 상하 동작에 입각해서 관찰 대상물의 표면의 3차원상을 얻도록 되어 있다.

그런데 이런 종류의 STM의 관찰영역은 보통 수십 nm-1 μ m범의 정도이다. 그 때문에 예를 들면 규칙적으로 배열된 원자들의 관찰과 같이 관찰 대상물의 관찰면 전면이 거의 같은 형상일 경우에는 관찰 대상물의 어느 장소를 관찰해서도 원하는 관찰성이 얻어지므로, 따로 관찰 대상물의 관찰영역을 선택할 필요가 없으나, 예를 들면 폭 1 μ m, 높이 0.4 μ m 정도의 선상의 패턴이 웨이퍼 상으로 배치되어 있는 반도체의 단면 형상을 관찰하는 경우와 같이 관찰 대상물의 관찰면의 형상이 관찰 장소에 따라 다른 경우에는 특정의 관찰 장소를 정도가 좋도록 위치 결정을 할 필요가 있다.

그러나 종래의 STM에서는 특정의 관찰 장소를 정도가 좋도록 위치 결정을 할 수 없는 문제가 있었다. 또한 STM을 주사형 전자 현미경(STM)과 일체화한 것이 개발되어 있다.

그러나 SEM은 진공중에서 관찰 대상물을 관찰하는 구성으로 되어 있는바 대기중 및 수중에서 관찰 대상물을 관찰할 수 없는 문제가 있었다. 또 STM의 경사 후방으로 광학 현미경을 배치하고 이 광학 현미경에 의해 STM의 검지 바늘과 관찰 대상물과의 사이의 거리를 관찰하는 구성을 한 것이 개발되어 있다.

그러나 이거리 관찰용의 광학 현미경에서는 배율이 낮고 또 경사 방향에서 관찰 대상물을 관찰하도록 되어 있어서, 관찰상이 보기 어렵고, 관찰 대상물을 정확히 관찰할 수 없다는 문제가 있었다.

종래 STM에서는 반도체의 단면 형상처럼 관찰 대상물의 관찰면의 형상이 관찰 장소에 따라 다른 경우에 특정의 관찰 장소에 정도가 좋게 위치 결정을 할 수 없다는 문제가 있었다.

또한 STM을 SEM과 일체화한 경우에는 대기중 및 수중에서 관찰 대상물을 관찰할 수 없다는 문제가 있었다.

또한 STM의 경사 후방에 광학 현미경을 배치하고, 이 광학 현미경에 의해 STM의 검지 바늘과 관찰 대상물과의 사이의 거리를 관찰하는 구성으로 한 경우에는 광학 현미경의 배율이 낮고 또한 경사 방향에서 관찰 대상물을 관찰하도록 되어 있어서 관찰상이 보기 어렵게 되어 관찰상을 정확히 관찰할 수 없다는 문제가 있었다.

본 발명은 전술한 사정을 감안하여 된 것으로, 특정의 관찰 장소를 정도가 좋게 위치 결정이 가능함과 동시에, 관찰 대상물의 미세 구조를 그 배율로 정도가 좋게 관찰할 수 있는 현미경 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

특허청구범위 제1항의 발명은 광학 현미경 장치 본체의 대물렌즈에 미소전류 검출용의 검지 바늘을 일체적으로 설치함과 동시에 광학 현미경 장치 본체의 관찰 대상물과 검지 바늘과의 상대 위치를 변위시키는 상대 위치 변위기구를 설치한 것이다.

특허청구범위 제2항의 발명은 광학 현미경 장치 본체의 대물렌즈와 관찰 대상물과의 사이에 결상된 광학상을 변화시키지 않는 투광성 부재를 배치하고, 이 투광성 부재에 미소 전류 검출용의 검지 바늘을 일체적으로 설치함과 동시에 광학 현미경 장치 본체의 관찰 대상물과 검지 바늘과의 상대 위치를 변위시키는 상대 위치 변위 기구를 설치한 것이다.

특허청구범위 제1항의 발명에서는 광학 현미경 장치 본체에 의해 육안으로 관찰 대상물을 관찰하면서 검지 바늘을 광학 현미경 장치 본체의 사야내의 특정의 관찰 장소에 정도가 좋게 위치를 결정하고, 이 상태에서 관찰 대상물과 검지 바늘과의 상대 위치를 변위시키면서 검지 바늘에 의해 검출되는 미소한 터널 전류에 입각해서 관찰 대상물의 특정 영역을 정도가 좋게 관찰하도록 한 것이다.

특허청구범위 제2항의 발명에서는 광학 현미경 장치 본체에 의해 육안으로 관찰 대상물을 관찰하면서 검지 바늘을 광학 현미경 장치 본체의 사야내의 특정의 관찰 장소에 정도가 좋도록 위치를 결정하고, 이 상태에서 관찰 대상물과 검지 바늘과의 상대 위치를 변위시키면서 검지 바늘에 의해 검출되는 미소한 터널 전류에 입각해서 관찰 대상물의 특정 영역을 정도가 좋게 관찰함과 동시에, 대물 렌즈와 관찰 대상물과의 사이에 배치된 투광성 부재에 검지 바늘을 일체적으로 설치함으로써, 제작의 용이화 및 검지 바늘 손상시의 교환작업의 용이화를 도모하도록 한 것이다.

이하 본 발명의 제1의 실시예를 제1도 내지 제3도를 참조해서 설명한다.

제1도는 현미경 장치의 주요부의 개략적인 구성을 나타낸 것으로 "1"은 수직 낙사 조명 방식의 명시야식의 광학 현미경 장치 본체이다.

또한 "2"는 이 광학 현미경 장치 본체(1)의 경통(鏡筒), "3"은 이 경통(2)의 하단부에 설치된 대물 렌즈, "4"는 경통(2)의 상단부에 설치된 접안부이다.

이 광학 현미경 장치 본체(1)의 접안부(4)에는 공업용 텔레비전 카메라(1 TV카메라)(5)가 접속되어 있다. 또한 경통(2)의 중도부에는 중간거울(6)이 설치되어 있음과 동시에, 이 중간거울(6)의 측방에 조명장치(7)가 장착되어 있다.

또한 대물렌즈(3)의 하방에는 시료대(8)가 사이를 두고 대향 배치되어 있다. 그래서 광학 현미경 장치 본체(1)의 사용시에는 조명 장치(7)에서의 조명빛이 중간거울(6)을 통해서 하방향으로 굴곡되어 시료대(8)상의 관찰 대상물(9)에 조사되면서, 이 관찰 대상물(9)의 상이 대물렌즈(3)를 통해서 접안부(4)측에 결상되어 1 TV 카메라(5)를 통해서 관찰할 수 있도록 되어 있다.

또한 이 광학 현미경 장치 본체(1)의 대물렌즈(3)의 외면에는 도전 막부(10)가 전면에 걸쳐서 도포되어 있음과 동시에 이 대물렌즈(3)의 외면 중앙에는 미소 전류 검출용의 검지 바늘(11)이 일체적으로 고정되어 있다.

이 경우 대물렌즈(3) 외면의 도전 막부(10)는 예를 들면 금 등의 도전성 재료가 스퍼터링 등의 방법으로 수십 Å 정도의 두께로 대물렌즈(3) 외면에 도포된 것이다. 또한 검지 바늘(11)은 예를 들면 길이 수 mm-수십 mm 직경 수 mm 이하의 텅스텐 및 백금등의 팁의 선단을 전해 연마 및 기계 가공(그라인딩) 등의 방법으로 직경이 0.1 μ m 이하 정도까지 예리하게 가공한 것으로 이 검지 바늘(11)의 기단부가 예를 들면 납땜 및 본딩 등의 방법으로 대물렌즈(3) 외면의 도전 막부(10)에 고착되어 있다.

또한 광학 현미경 장치 본체(1)의 대물렌즈(3)의 렌즈 홀더(12)에는 렌즈 홀더(12)전체를 대물렌즈(3) 및 검지 바늘(11)과 함께 x축 방향, y축 방향 및 z축(광학 현미경 장치 본체(1)의 광축 또는 검지 바늘(11)의 축방향)방향으로 각각 미동시켜서 광학 현미경 장치 본체(1)의 관찰 대상물(9)과 검지 바늘(11)과의 상대위치를 미소 변위시키는 피에조부(상대 위치변이 기구)(13)가 설치되어 있다.

이 피에조부(13)는 제2도에 나타낸 것처럼 원통상의 압전 세라믹스(14)의 내주면에 전극 G, 외주면에 전극 x, y, -x, -y, Z가 각각 정착된 튜브 스캐너(tube scanner)로 형성되고 있다.

또한 제3도는 피에조부(13)의 제어회로를 나타낸 것이다.

제3도중에서 "15"는 예를 들면 마이크로 컴퓨터 및 그 주변회로로 형성된 제어부이다.

이 제어부(15)에는 xy 주사회로(16), 서보회로(17) 및 표시기(18)가 각각 접속되어 있다. 또한 xy 주사회로(16)에는 피에조부(13)의 전극 G, x, y, -x, -y가 각각 접속되어 있다.

또한 서보 회로(17)에는 피에조부(13)의 전극 G,Z가 각각 접속됨과 동시에 터널 전류 증폭기(19)가 접속되어 있다.

또한 이 터널 전류 증폭기(19)에는 대물렌즈(3)의 도전막부(10)가 접속되면서 전원(20)을 통해서 시료대(8)상의 관찰 대상물(9)이 접속되도록 되어 있다.

이 경우 xy 주사회로(16)는 특히 검지 바늘(11)을 x,y축 방향으로 주사시키기 위해서 x, y 주사전압을 피에조부(13)에 출력하기 위해서 주사회로이다.

또한 터널 전류 증폭기(19)는 시료대(8)상의 관찰 대상물(9)과 검지 바늘(11)과의 사이에 수십 mv-수백 mv 정도의 전압 V를 가해서 터널 전류 I_T 를 검출하고 증폭하는 것이다.

또한 서보 회로(17)는 검출된 터널 전류 I_T 를 일정하게 유지하도록 검지 바늘(11)을 z축 방향으로 따라서 변위시키는 피이드 백 전압을 피에조부(13)에 출력하는 것이다.

또한 제어부(15)는 x, y 주사전압과 z축 피이드 백 전압과를 도시하지 않은 인터 페이스 등을 통해서 입력하고, 이 입력값에 입각해서 관찰 대상물(9)의 표면의 요철상태에 관한 정보를 처리하는 것이다.

또한 표시기(18)는 xy 플로터 및 농도 표시를 위한 화상 메모리등을 갖는 CRT 등으로 형성되어 있고, 이 제어부(15)에 의해 처리된 정보 즉 관찰 대상물(9) 표면의 요철 상태가 이 표시기(18)에 표시되도록 되어 있다.

다음에 전술한 구성의 현미경 장치의 조작에 관해서 설명한다.

먼저 일단이 전원(20)에 접속된 터널 전류 검출용의 도선(21)의 타단을 관찰 대상물(9)에 접속한다.

다음에 이 관찰 대상물(9)을 시료대(8)상에 세트한다. 이 상태에서 시료대(8)를 상승시켜서 관찰 대상물(9)을 광학 현미경 장치 본체(1)의 대물렌즈(3)에 접근시키고 1 TV카메라(5)에 의해 촬영된 화상을 보면서 광학 현미경 장치 본체(1)의 광학계의 초점을 맞춘다.

이 경우 미리 광학 현미경 장치 본체(1)의 광학계의 초점 심도의 내측에 터널 전류가 검출할 수 있는 영역(STM의 초점 심도)을 설정해 둔다.

보통 광학 현미경 장치 본체(1)의 광학계의 초점 심도는 조명 장치 (7) 및 광학 배율에 따라 변화하나, 예를들면 광학 배율이 100배인 경우에는 수 μm 이하, 광학 배율이 40배인 수십 μm 이하 정도이다.

이에 대해 터널 전류의 검출 영역은 1nm정도로 광학계의 초점 심도의 약1/1000-1/10000이다. 그 때문에 광학 현미경 장치 본체(1)의 광학계의 초점 심도의 내측에 터널 전류의 영역을 설정하는 작업은 용이하게 행할 수 있다.

다음에 I TV 카메라(5)로 촬영된 광학 현미경 장치 본체(1)의 관찰 대상물(9)의 상을 관찰하면서 관찰대상물(9)을 x축 방향 및 y축 방향으로 이동시켜서 검지 바늘(11)(STM)에서 관찰하려는 부분을 광학 현미경 장치 본체(1)의 시야내의 중앙부위 또는 미리 설정된 설정 부위에 위치를 정한다.

그래서 이 상태에서 피에조부(13)의 전극 G, Z 사이에 전압을 가해서 검지 바늘(11)을 z축 방향으로 변위시켜 검지 바늘(11)의 선단을 관찰 대상물(9)의 표면으로 1nm 정도의 거리까지 접근시켰다.

또 피에조부(13)의 전극 G, Z에 전압을 가하면 피에조부(13)가 z축 방향으로 변위하는데, 이 피에조부(13)와 함께 대물렌즈(3) 및 검지 바늘(11)을 z축 방향으로 변위시킬 수 있다.

또한 같은 방법으로 검지 바늘(11)을 x축 방향으로 변위시키는 경우에는 피에조부(13)의 전극 G와 전극 x와의 사이에 전압 +Vx, 전극 G와 전극 -x와의 사이에 전압 -Vx를 가한다.

또한 검지 바늘(11)을 -x방향으로 이동시키는 경우에는 피에조부(13)의 전극 G와 전극 x와의 사이에 전압 -Vx, 전극 G와 전극 -x와의 사이에 전압 +Vx를 가한다.

또한 검지 바늘(11)을 y축 방향으로 변위시킨 경우에도 같다.

따라서 전술과 같이 피에조부(13)의 각 전극 G, x, y, -x, -y, Z에 전압을 가함으로 x축 방향, y축 방향, z축 방향으로 각각 독립으로 검지 바늘(11)을 변위시킬 수 있고, STM에 의한 관찰 대상물(9)의 표면관찰을 행할 수 있다.

또 피에조부(13)의 변위 동작에 따라 검지 바늘(11)과 함께 대물렌즈(3)도 일체적으로 변위하므로, 광학 현미경 장치 본체(1)의 관찰 대상물의 상도 미동하나 이 미동량은 수십 μm -수백 μm 이하 정도이기 때문에 광학계의 배율을 적당히 선택함에 따라 광학 현미경 장치 본체(1)의 시야 전체에 비해서, 예를들면 시야전체의 1/10~1/100 정도로 충분히 작게 할 수 있고, 관찰 대상물(9)의 상이 극도로 혼란되어 관찰 불능으로 되는 것을 방지할 수 있다.

여기서 전술한 구성의 것에 있어서는 광학 현미경 장치 본체(1)의 대물렌즈(3)에 미소 전류 검출용의 검지 바늘(11)을 일체적으로 부착함과 동시에 광학 현미경 장치 본체(1)의 관찰 대상물(9)과 검지 바늘(11)과의 상대 위치를 변위시키는 피에조부(13)를 설치한 것으로, 광학 현미경 장치 본체(1)에 의해 육안으로 관찰 대상물(9)을 관찰하면서 검지 바늘(11)을 광학 현미경 장치 본체(1)의 시야내의 특정 관찰 장소에 정도가 좋게 위치 결정하고, 이 상태에서 관찰 대상물(9)과 검지 바늘(11)과의 상대위치를 변위시키면서 검지 바늘(11)에 의해 검출되는 미소한 터널 전류에 입각하여 관찰 대상물(9)의 특정 영역을 정도가 좋게 관찰할 수 있다.

그 때문에 반도체의 단면 향상과 같이 관찰 대상물(9)의 관찰면의 형상이 관찰 장소에 따라 다른 경우에 있어서도 간단하게 특정의 관찰 장소를 정도가 좋게 위치 결정할 수 있고, 종래의 STM에 비교해서 관찰 대상물(9)의 특정의 관찰 장소의 위치 결정 작업능률을 현저하게 향상시킬 수 있다.

또한 광학 현미경 장치 본체(1)의 대물렌즈(3)에 미소 전류 검출용의 검지 바늘(11)을 일체적으로 설치해서, 대기중 및 수중 혹은 액체 질소 등의 액중에서도 관찰 대상물(9)을 관찰할 수 있다.

그 때문에 STM을 SEM과 일체화한 경우와 같이 관찰 환경이 진공중에 한정되는 경우에 비교해서 간단하게 관찰 대상물(9)의 미세구조를 고배율에서 정도 좋게 관찰할 수 있다.

또한 STM을 SEM과 일체화한 경우와 같이 진공 발생용의 고가의 장치가 필요없도록 할 수 있으므로 장치 전체의 코스트 저하를 도모할 수 있음과 동시에 진공 발생에 요하는 시간을 절약할 수도 있고 관찰 대상물(9)의 관찰시간의 단축을 도모할 수도 있다.

또 본 발명은 전술한 실시예에 한정된 것은 아니다. 예를들면 전술한 실시예에서는 대물렌즈(3)의 외면 중앙에 미소전류 검출용의 검지 바늘(11)을 일체적으로 고정한 구성의 것을 나타냈으나 제4도에 나타난 제2의 실시예와 같이 대물렌즈(3)의 외면 중앙 위치에서 떨어진 임의의 위치에 검지 바늘(11)을 고정하는 구성으로 해도 좋다.

이 경우에는 조명 장치(7)에서 조사된 조사광이 검지 바늘(11)에 의해 차단된 광학 현미경 장치 본체(1)의 관찰상이 어둡게 되는 것을 방지할 수 있다.

또한 제5도에서 나타난 제3의 실시예와 같이 대물렌즈(3)에 관통구멍(31)을 형성하고 이 관통 구멍(31)내에 검지 바늘(11)의 가단부(11a)를 관통시켜서 접촉함과 동시에 이 대물렌즈(3)의 내측부에 돌출된 돌출단부(11a)에 터널 전류 증폭기(19)와의 사이를 접속하는 도선(32)을 접속시키는 구성으로 해도 좋다.

이 경우에는 검지 바늘(11)의 지지 강도를 높일 수 있으면서 대물렌즈(3) 외면의 도전 막부(10)를 생략할 수 있다. 또한 대물렌즈(3)의 내면측에 도전막부(10)를 장착하고 대물렌즈(3)의 내부측에 돌출된 돌출단부(11a)를 이 도전 막부(10)에 접속시키는 구성으로 해도 좋다.

또한 제6도에 나타난 제4의 실시예와 같이 피에조부(13)는 원통상의 압전 세라믹스(41)의 내주면에

전극 G, 외주면에 전극 x, y, -x, -y를 각각 정착시킨 튜브 스캐너로 형성해도 좋다.

이 경우 피에조부(13)를 z축 방향으로 변위시키는 데는 전극 G, Xx간, G, -x간, G, y간, G, -y간에 각각 전압 Vz을 가하면 좋고, 피에조부(13)를 x, y축 방향으로 변위시키는 것은 제1의 실시예와 같다.

또한 제7도 및 제8도에 나타난 제5의 실시예와 같이 피에조부(13)는 원통상의 압전 세라믹스(51)의 상면 및 하면에 전극 G, Z를 각각 정착시킨 종 효과형의 튜브 스캐너에 의해 형성해서 검지 바늘(11)을 z축 방향으로만 미동시키면서, 시료대(8)에 xy 방향 구동기구(54)를 장착하여, 이 xy 방향 구동기구(54)로 시료대(8)상의 관찰 대상물(9)을 xy축 방향으로 주사시키는 구성으로 해도 좋다.

이 경우에는 튜브 스캐너로 xy축 방향으로 주사시키는 경우에 비교해서 주사 영역을 대폭으로 확대할 수 있다.

또한 제5의 실시예와 같은 종 효과형의 튜브 스캐너로 바꾸어 제9도에 나타난 제 6의 실시예와 같이 원통상의 압전 세라믹스(61)의 내주면 및 외주면에 전극 G, Z를 각각 정착시킨 횡 효과형의 튜브 스캐너에 의해 피에조부(13)를 형성해서 검지 바늘(11)을 z축 방향으로만 미동시키도록 구성해도 좋다.

또한 제 5, 6의 실시예에서는 검지 바늘(11)을 z축 방향으로만 미동시키는 피에조부(13)를 나타냈으나 검지 바늘(11)을 z축 및 x축의 2방향 혹은 z축 및 y축의 2방향으로 미동시키는 구성으로 해도 좋다.

또한 광학 현미경 장치 본체(1)측의 미동기구(피에조부)를 생략해서 시료대(8)측으로 관찰 대상물(9)을 xyz방향으로 구동하는 기구를 장착해도 좋다.

또한 제10도에 나타난 제7의 실시예와 같이 대물렌즈(3)를 지지하는 렌즈 홀더(71)의 외주 부위에 대략 원통상의 검지 바늘 지지용 부재(72)의 일방의 개구 단부를 부착하고 이 검지 바늘 지지용 부재(72)의 타방의 개구 단부에 검지 바늘이 부착된 유리판(73)을 부착하는 구성으로 해도 좋다.

이 경우 검지 바늘이 부착된 유리판(73)의 중앙에는 대물렌즈(3)의 광축 방향과 같은 방향으로 향해서 배치된 검지 바늘(11)의 기단부가 이 유리판(73)내에 관통된 상태에서 고정되어 있다.

따라서 이 경우에는 검지 바늘(11)의 기단부를 유리판(73)내에 관통 상태에서 고정되어 있으므로, 검지 바늘(11)의 부착강도를 높일 수 있으면서 대물렌즈(3) 자체에 특수한 가공을 추가할 필요가 없고 제작을 용이화할 수 있다.

또 이 경우에는 STM의 측정시에 만일 검지 바늘(11)이 휘는 등의 고장이 발생한 때에 검지 바늘이 부착된 유리판(73)을 교환하는 것만으로 끝나므로 대물렌즈(3) 전체를 교환하는 경우에 비교해서 그 교환 작업을 용이화할 수 있다.

또한 제7의 실시예의 검지 바늘 지지용 부재(72)에 검지 바늘이 부착된 유리판(73)의 부착 위치를 조정하는 조정나사를 설치해도 좋고 이 경우에는 대물렌즈(3)의 광축 방향과 검지 바늘(11)의 방향과를 일치시키는 조정 작업을 용이화할 수 있으면서 검지 바늘(11)의 선단부를 광학계의 초점 내면에 놓거나 혹은 임의의 위치에 설치하는 등의 작업을 용이화할 수도 있다.

또한 제11도 내지 제13도는 제8의 실시예를 나타낸 것이다. 이것은 제7의 실시예와 같이 광학 현미경 장치 본체(1)의 대물렌즈(3)등의 광학계(80)와 관찰 대상물(9)과의 사이에 투광성의 검지 바늘이 부착된 유리판(투광성 부재)(81)을 설치하고 이 유리판(81)의 중앙에 검지 바늘(11)의 기단부를 고정함과 동시에 제8의 실시예에서는 또한 검지 바늘(11)을 미동시키는 피에조부(82)를 광학 현미경 장치 본체(1)의 광학계(80)와는 독립해서 설치해 있어서, 검지 바늘(11)을 미동시켜서도 광학상은 미동하지 않는 구성으로 되어 있다.

이 경우 피에조부(82)에는 상하의 피에조 소자 유지 부재(82a), (82b)와 이들의 상하의 피에조 소자 지지 부재 (82a), (82b) 사이에 배치된 피에조 소자(82c)가 각각 설치되어 있고, 이들의 부재가 광학계(80)의 렌즈 홀더(83)의 외주면에 따라 상하 방향으로 이동 가능하게 장착되어 있다.

또한 이 상부 피에조 소자 지지 부재(82a)의 상부에는 광학 현미경 장치 본체(1)측의 고정부(84)에 형성된 암나사부(85)에 나사식으로 맞추어진 숫나사부(86)가 형성되어 있다.

또한 하부 피에조 소자 지지 부재(82b)의 하단부에는 검지 바늘이 부착된 유리판(81)의 유리 홀더(87)가 고정되어 있다.

또한 피에조 소자(82c)에는 제12도에 나타난 것 같이 상하의 전극 Z₁, Z₂가 설치되어 있다.

또한 유리판(81)의 하면에는 제13도에 나타난 바와 같이 예를들면 금 및 백금 등의 도전성의 얇은 막으로 형성된 통전로(88)가 형성되어 있다.

이 통전로(88)의 내단부는 검지 바늘(11)을 유리판(81)에 고정하는 도전성 접촉제(89)를 통해서 검지 바늘(11)에 접속되어 있으면서, 외주부는 리드선(90)의 일단이 접속되어 있다.

이 리드선(90)의 타단은 검지 바늘(11)과 관찰 대상물(9)과의 사이에 흐르는 터널 전류의 증폭기(91)에 접속되어 있다. 또 제12도 중에서 "92"는 검지 바늘(11)과 관찰 대상물(9)과의 사이에 흐르는 터널 전류가 일정하게 되도록 제어하는 제어부, "93"은 이 제어부(92)에서의 제어 신호에 입각해서 피에조 소자(82c)를 구동하는 구동부, "94"는 제어부(92)에서의 제어 신호에 입각해서 관찰 대상물(9)의 STM상을 표시하는 표시부이다.

따라서 전술한 구성의 것에 있어서는 검지 바늘(11)을 미동시켜도 광학상은 미동하지 않는 구성으로 되어 있어서, 광학상 현미경 장치 본체(1)측의 광학상이 검지 바늘(11)의 미동에 동반하여 변화하는

일이 없으므로 광학상을 보면서 작업을 행하는데 적당하다.

또한 피에조부(82)에 의해 동작되는 부위가 검지 바늘이 부착된 유리판(81)만이고, 다른 실시예와 같이 광학 현미경 장치 본체(1)의 광학계(80)의 질량을 고려할 필요가 없어서 주파수 특성이 향상되고 검지 바늘(11)의 미조정을 극히 용이하게 행할 수 있다.

또한 광학 현미경 장치 본체(1)는 수직 낙사 조명 방식의 명시야식의 광학 현미경에 한정된 것이 아니고, 암시야식의 광학 현미경, 혹은 노멀스 기식의 간섭 현미경이라도 좋다. 또한 그밖에 본 발명의 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러가지로 변형 실시할 수 있는 것은 물론이다.

특허청구항 제(1)항의 발명에 따르면 광학 현미경 장치 본체의 대물렌즈에 미소 전류 검출용의 검지 바늘을 일체로 설치함과 동시에, 광학 현미경 장치 본체의 관찰 대상물과 검지 바늘과의 상대 위치를 변위시키는 상대 위치 변위 기구를 설치해서 특정의 관찰 장소를 정도가 좋게 위치를 결정할 수 있고 관찰 대상물의 미세 구조를 고배율, 좋은 정도로 관찰할 수 있다.

특허청구항 제(2)항의 발명에 따르면 광학 현미경 장치 본체의 대물렌즈와 관찰 대상물과의 사이에 결상된 광학상을 변화시키지 않는 투광성 부재를 배치하고 이 투광성 부재에 미소 전류 검출용의 검지 바늘을 일체적으로 설치함과 동시에 광학 현미경 장치 본체의 관찰 대상물과 검지 바늘과의 상대 위치를 변위시키는 상대 위치 변위 기구를 설치해서 특정의 관찰 장소를 정도 좋게 위치를 결정할 수 있고 또한 관찰 대상물의 미세구조를 고배율로 정도가 좋게 관찰할 수 있음과 동시에, 제작의 용이화 및 검지 바늘 손상시의 교환 작업의 용이화를 도모할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

검지 바늘의 선단을 관찰 대상물에 근접시키고, 상기 검지 바늘과 상기 관찰 대상물과의 사이에 흐르는 터널 전류의 거리 의존성을 이용해서, 상기 관찰 대상물의 표면형상을 관찰하는 터널 현미경 장치에 있어서, 대물렌즈(3)를 가진 광학 현미경 장치 본체(1)와, 상기 광학 현미경 본체(1)의 상기 대물렌즈(3)와 관찰 대상물(9)과의 사이에 배치시킨 검지 바늘(11)과, 상기 검지 바늘과 상기 대물렌즈를 일체적으로 또한 상기 검지 바늘과 상기 관찰 대상물과의 사이의 상대위치를 변위시키도록 구성된 상대위치 변위 기구(13)로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 터널현미경 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 대물렌즈(3)에 검지 바늘(11)을 고정 설치한 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 대물렌즈(3)에 투광성 도전막(10)을 설치하고, 이 투광성 도전막에 상기 검지 바늘(11)을 고정 설치하고, 상기 도전막을 상기 검지 바늘로의 전기적 도통로로서 구성한 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 4

제2항에 있어서, 대물렌즈(3)의 광축상에 상기 검지 바늘(11)을 배치시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 5

제2항에 있어서, 대물렌즈(3)의 광축에서 편심되어 상기 검지 바늘(11)을 배치시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 6

제2항에 있어서, 대물렌즈(3)관통 구멍(31)을 설치하고, 이 관통구멍에 검지 바늘(11)을 고정시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 대물렌즈(3)를 관통한 상기 검지 바늘(11)의 관통측의 돌출단부(11a)에 도전(32)을 접속시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 8

제6항에 있어서, 대물렌즈(3)의 내면측에 투광성 도전막(10)을 설치하고, 상기 투과성 도전막(10)에 상기 검지 바늘(11)의 관통측에 돌출시킨 돌출단부(11a)를 접속시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 대물렌즈(3)와 관찰 대상물(9)과의 사이에 결상된 광학상을 변화시키지 않는 투광성 부재(73)(81)를 배치하고, 이 투광성 부재에 검지 바늘(11)을 일체적으로 배치시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 투광성 부재(81)의 표면의 일부분에 전동로(88)를 설치하고, 상기 전동로(88)와 상

기 검지 바늘(11)을 접속시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 11

제9항에 있어서, 투광성 부재(81)의 표면에 투광성 도전막을 설치하고, 이 투광성 도전막에 상기 검지 바늘(11)을 고정하고, 상기 투광성 도전막을 상기 검지 바늘로의 전기적 도통로로한 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 12

제9항에 있어서, 대물렌즈의 광축상에 상기 검지 바늘(11)을 배치시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 13

제9항에 있어서, 대물렌즈의 광축에서 편심되어 상기 검지 바늘(11)을 배치시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 14

제9항에 있어서, 투광성 부재(73)(81)에 상기 검지 바늘(11)을 관통시켜 고정한 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 투광성 부재(73)(81)를 관통시킨 상기 검지 바늘(11)의 관통축의 단부에 도선(32)을 접속시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 16

제14항에 있어서, 투광성 부재(73)(81)의 내면측에 투광성 도전막을 설치하고, 상기 투광성 도전막에 상기 검지 바늘(11)의 관통축의 단부를 접속시킨 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 17

제1항에 있어서, 상대위치 변위기구(13)를 대물렌즈(3)를 통하는 광학 통로를 포위하도록 배치시킨 원통형상의 압전 세라믹(14)(41)(51)(61)과, 이 압전 세라믹의 표면에 설치한 전극 (G)(x)(y)(-x)(-y)(z)으로 구성된 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 원통형상의 압전 세라믹(14)의 외주둘레에 상기 검지 바늘(11)을 Z축 방향으로 구동하는 전극(Z)과 상기 검지 바늘(11)을 x, y축 방향으로 구동하는 전극 (x)(y)(-x)(-y)을 설치하고, 또한 상기 전압을 세라믹(14)의 내주둘레에 상기 전극 (G)(x)(y)(-x)(-y)(Z)에 대향 배치된 전극(G)을 설치하는 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 19

제17항에 있어서, 원통형상의 전압 세라믹(14)의 외주둘레에 상기 검지 바늘(11)을 x, y축 방향으로 구동하는 전극 (x)(y)(-x)(-y)을 설치하고, 또한 상기 전압 세라믹(41)의 내주면에 공통의 대향전극 (G)을 설치해서, 상기 검지바늘(11)을 x, y축방향으로 구동하는 전극 (x)(y)(-x)(-y)의 전부와 상기 전극(G)과의 사이에 상기 검지 바늘(11)을 Z축 방향으로 구동하는 전압(Vz)을 인가하도록 구성된 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 20

제17항에 있어서, 원통형상의 전압 세라믹(51)의 외주둘레에 상기 검지 바늘(11)을 Z축 방향으로 구동하는 전극(Z)을 설치하고, 또한 상기 전압 세라믹(51)의 내주둘레에 상기 Z축 방향으로 구동하는 전극(Z)에 대향 배치하는 전극(G)을 설치한 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 21

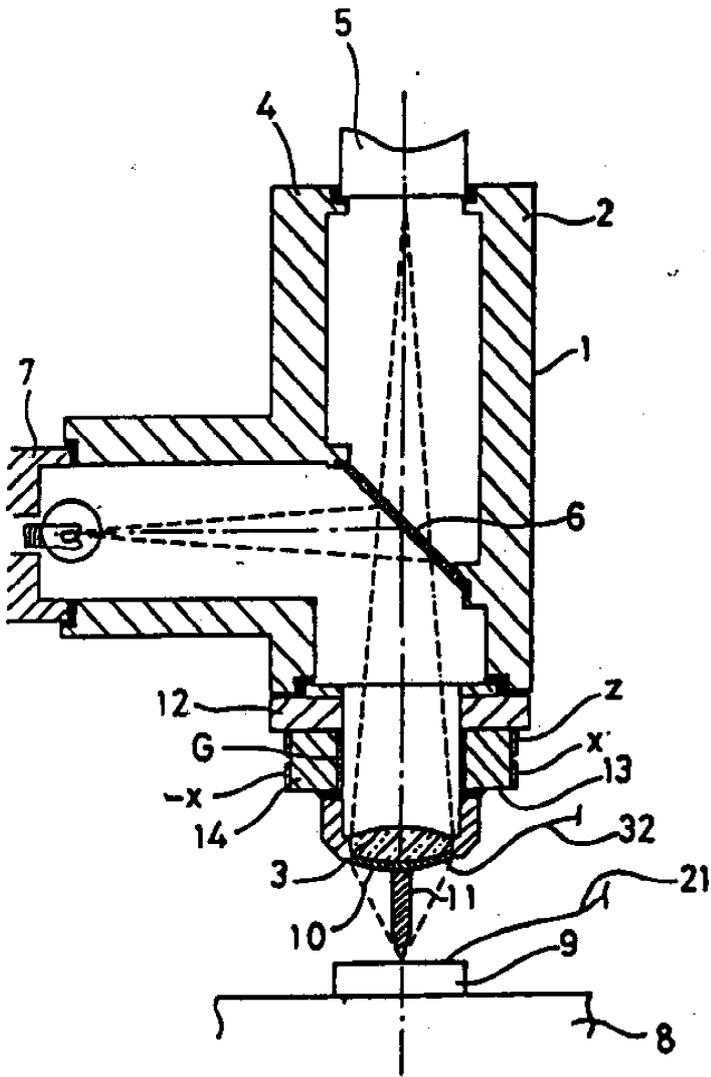
제17항에 있어서, 원통형상의 전압 세라믹(61)의 일방의 단면에 상기 검지 바늘(11)을 Z축 방향으로 구동하는 전극(Z)을 설치하고, 또한 상기 전압 세라믹(61)의 타방의 단면에 상기 Z축 방향으로 구동하는 전극(Z)에 대향 배치하는 전극(G)을 설치한 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

청구항 22

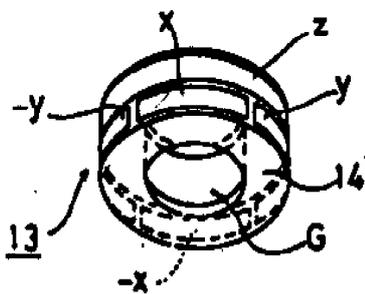
검지 바늘의 선단을 관찰 대상물에 근접시키고, 상기 검지 바늘과 상기 관찰 대상물과의 사이에 흐르는 터널 전류의 거리 의존성을 이용해서 상기 관찰 대상물의 표면 형상을 관찰하는 것에 있어서, 대물렌즈(3)를 가진 광학 현미경 장치 본체(1)와, 상기 광학 현미경 장치 본체의 상기 대물렌즈와 관찰 대상물(9)과의 사이에 배치시킨 검지 바늘(11)과, 상기 검지 바늘(11)을 일체적으로 고정 설치하고 또한 상기 대물렌즈(80)와 관찰 대상물(9)과의 사이에 배치시켜 결상된 광학상을 변화시키지 않는 투광성 부재(81)와, 상기 대물렌즈(80)와 상기 관찰 대상물(9)과의 사이의 상대위치의 변위를 행하는 광학계 변위부(85)(86)와, 상기 광학계 변위부(85)(86)와는 독립으로 변위할 수 있도록 구성하고 또한 상기 검지 바늘(11)과 상기 관찰 대상물(9)과의 사이의 상대위치를 변위시키는 탐침위치 변위부(82)로 구성된 것을 특징으로 하는 터널 현미경 장치.

도면

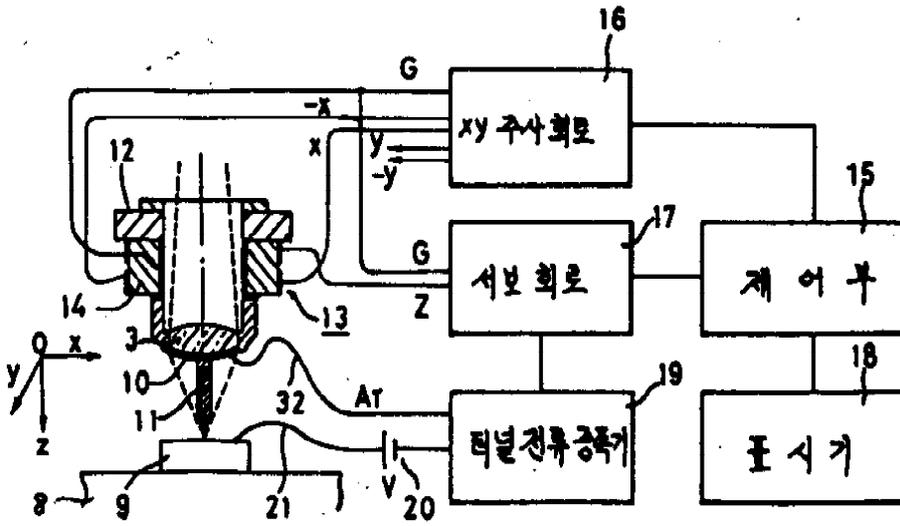
도면1



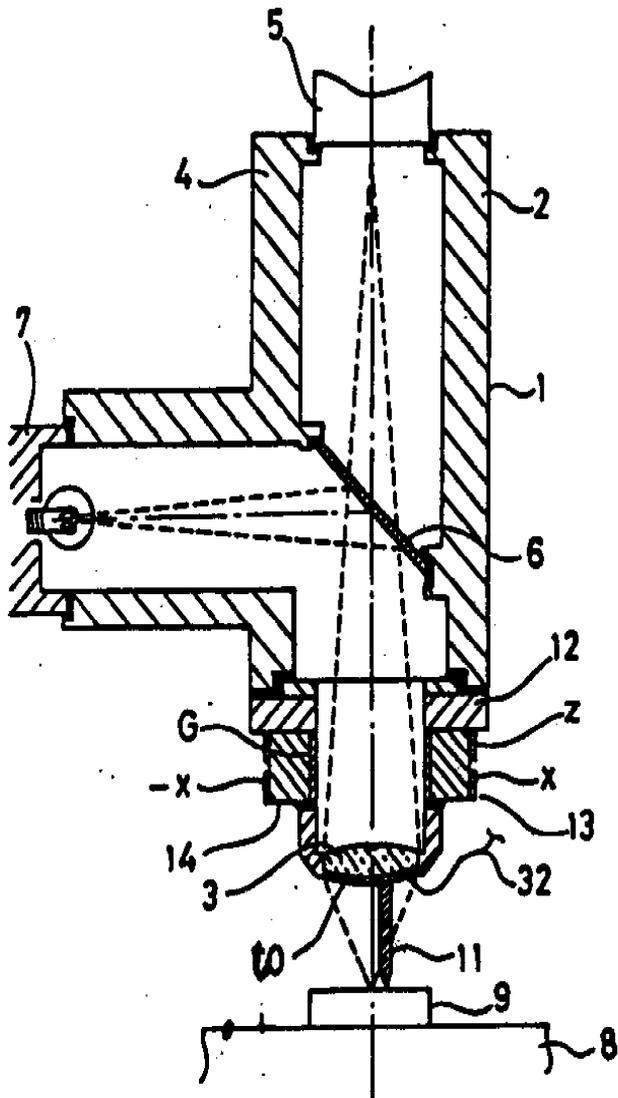
도면2



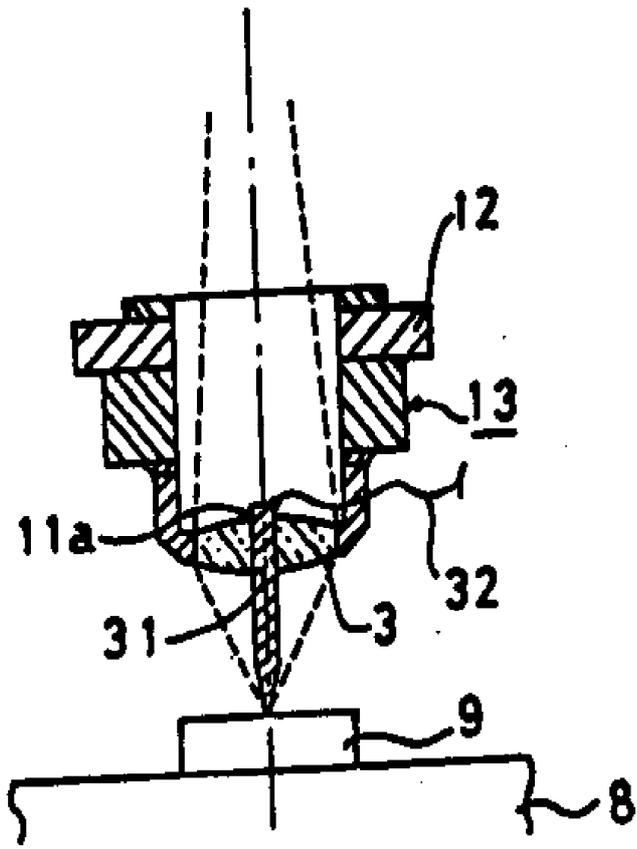
도면3



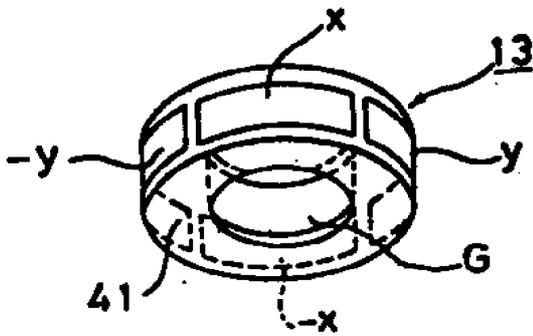
도면4



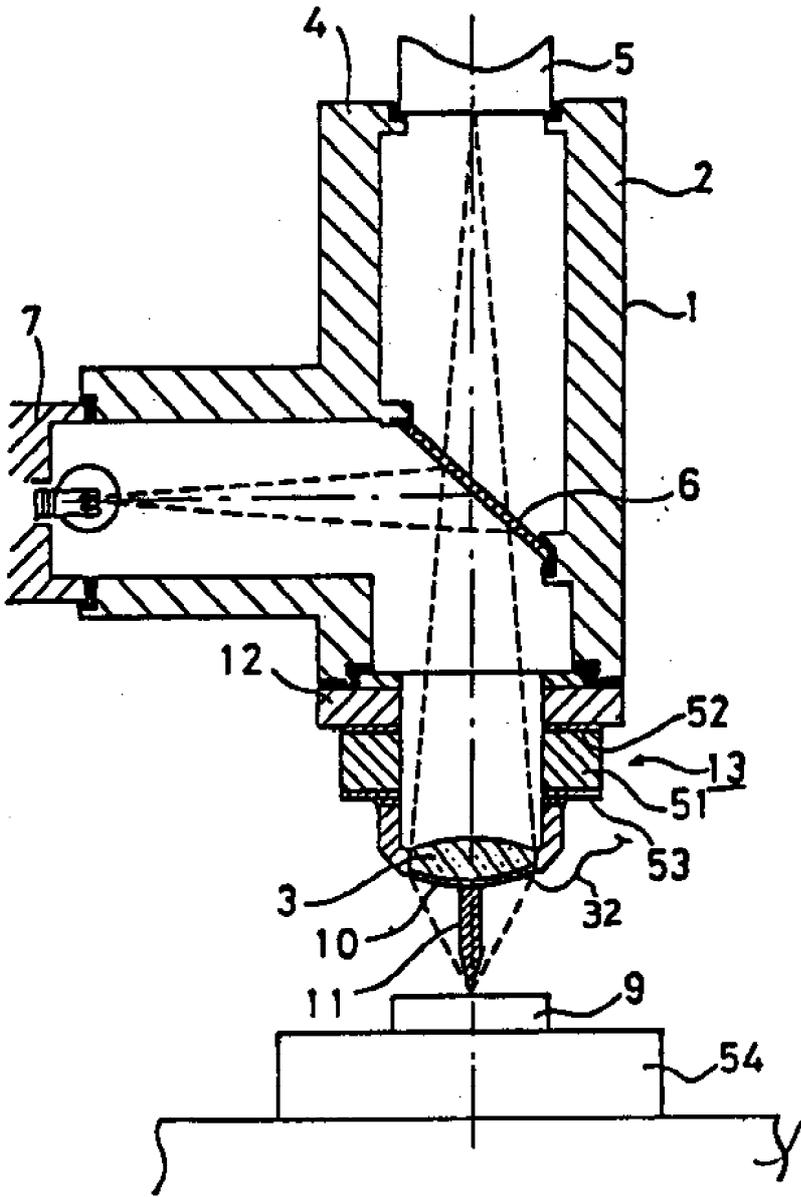
도면5



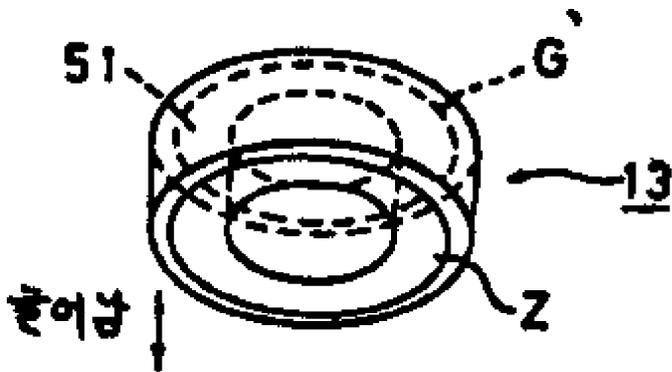
도면6



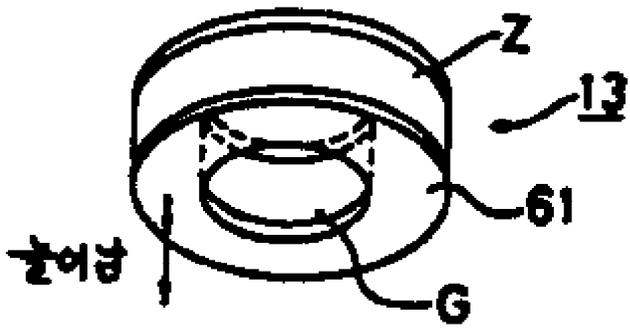
도면7



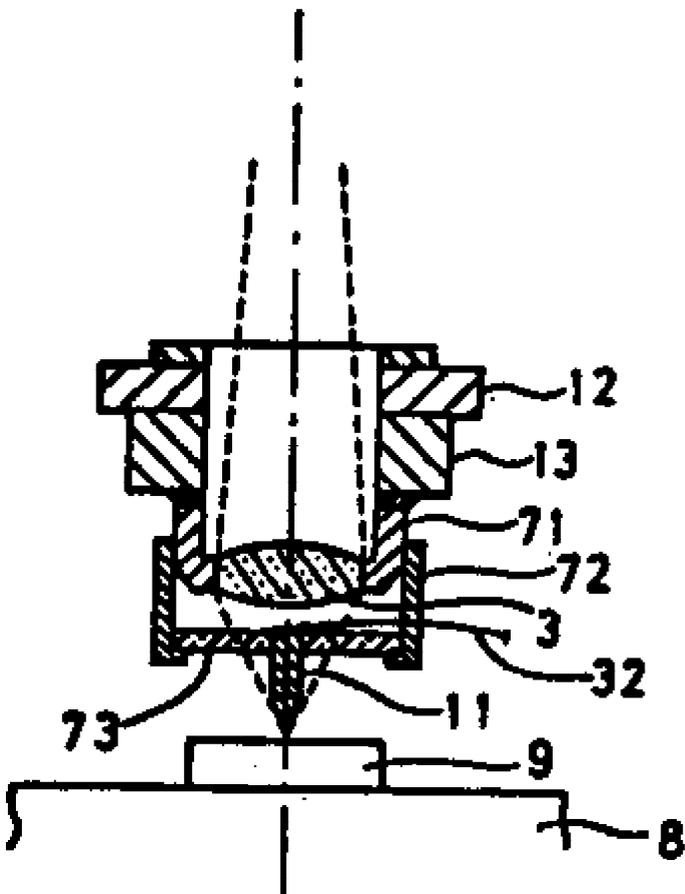
도면8



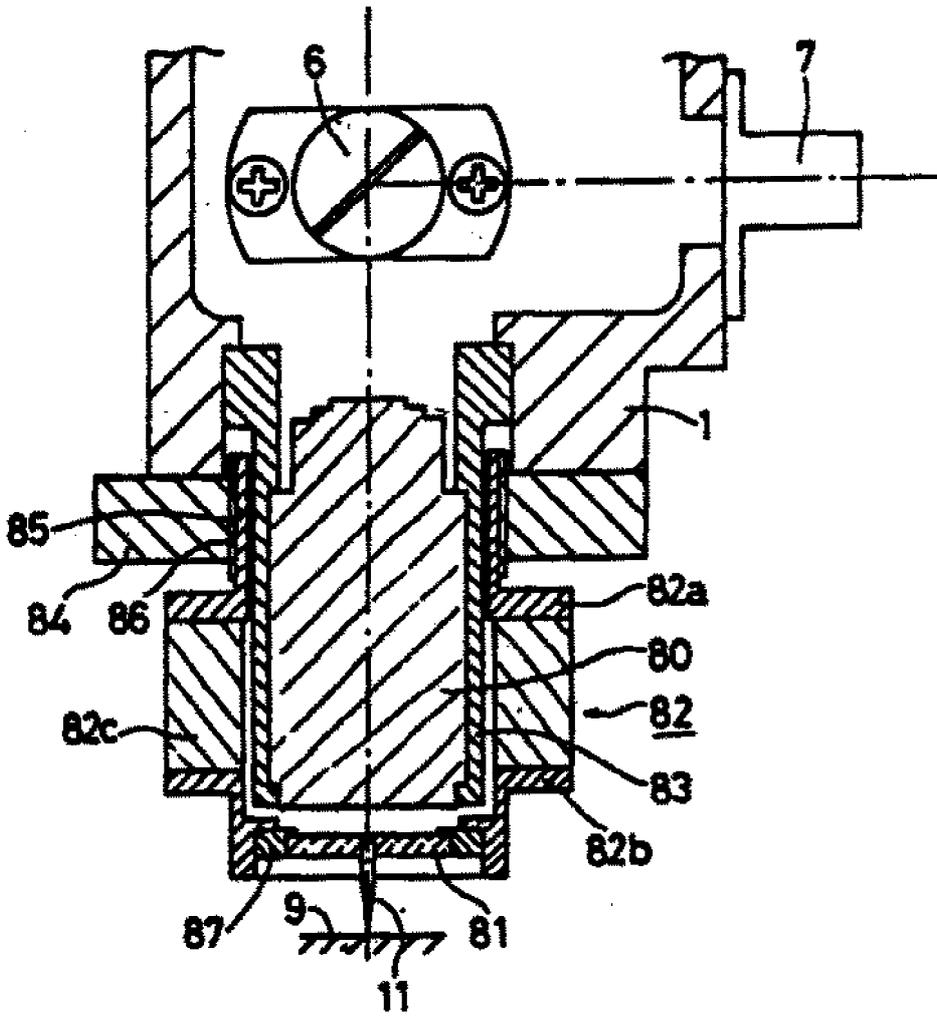
도면9



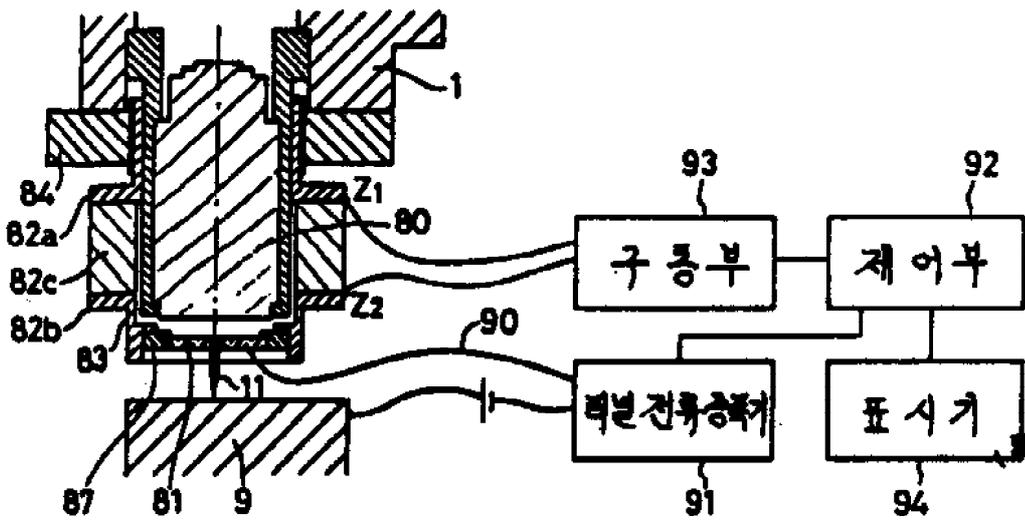
도면10



도면11



도면12



도면 13

