



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년12월01일  
 (11) 등록번호 10-1794744  
 (24) 등록일자 2017년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01R 1/067 (2006.01) H01J 37/20 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0105045  
 (22) 출원일자 2014년08월13일  
 심사청구일자 2015년09월09일  
 (65) 공개번호 10-2015-0020119  
 (43) 공개일자 2015년02월25일  
 (30) 우선권주장  
 61/866,003 2013년08월14일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2002181898 A\*  
 US06060892 A\*  
 KR1020110137389 A\*  
 US20030042921 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**에프이아이 컴파니**  
 미국 오리건 97124 힐스보로 엔이 도슨 크릭 드라이브 5350  
 (72) 발명자  
**바렌드 폴 조하네스 레오나르드**  
 네덜란드 오이스테르베이크 5062 씨엑스 파테르프트 엘센스트라트 11  
**반 덴 보하르트 마테이스 페트뤼스 빌헬무스**  
 네덜란드 북스텔 5283 엘비 호핀스트라트 2  
**브런디지 필립**  
 미국 오리건 97227 포틀랜드 노쓰 롱뷰 예비뉴 3825  
 (74) 대리인  
**리엔목특허법인**

전체 청구항 수 : 총 14 항

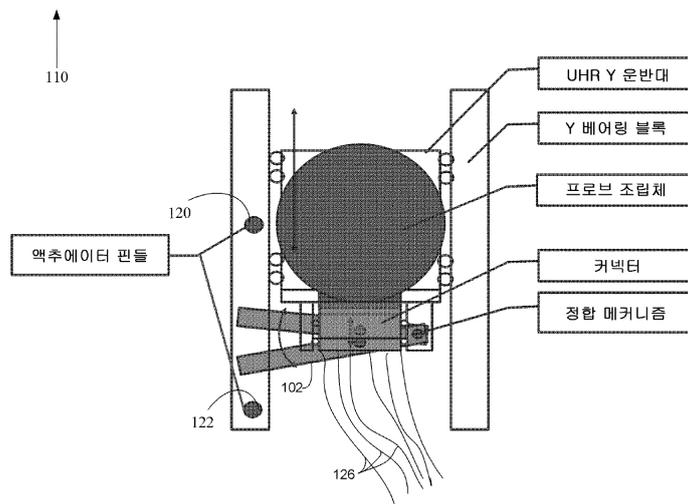
심사관 : 오경환

**(54) 발명의 명칭 하전 입자 비임 시스템용 회로 프로브**

**(57) 요약**

고정된 작업 부품을 지닌 프로브 조립체가 케이블의 간섭 없이 회전되거나 기울어질 수 있고, 그 다음에 진공 챔버를 개방시키지 않고 재접속될 수 있도록 프로브 조립체가 진공 챔버 내에서 상기 프로브 조립체의 전기 하니스(electrical harness)로부터 접속 및 접속해제될 수 있다. 또한, 프로브 조립체가 상기 프로브 조립체의 전기 하니스로부터 접속해제되는 경우에 샘플 및 프로브들을 잡지시키는 수단 및 상기 프로브들이 동작시 너무 멀리 돌출하지 않게 함으로써 프로브 메커니즘 및 프로브 자체에 대한 손상을 방지하는 수단이 개시되어 있다.

**대표도**



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템에 있어서,  
 상기 시스템은,  
 진공 챔버;  
 이동가능하고 회전가능한 스테이지;  
 상기 회전가능한 스테이지 상에 지지되도록 구성된 프로브 조립체;  
 를 포함하며,  
 상기 프로브 조립체는,  
 상기 작업 부품과 접촉하며 전기 신호를 제공 또는 감지하는 하나 이상의 전기 프로브들; 및  
 상기 프로브에 전기 신호들을 제공하거나 상기 프로브로부터 전기 신호들을 수신하는 전기 커넥터; 및  
 상기 스테이지의 제1 부분 상에 고정된 하나 이상의 제1 요소들 및 상기 제1 부분에 대해 이동가능한 상기 스테이지의 제2 운반대 부분 상에 고정된 하나 이상의 제2 요소들;  
 을 포함하고,  
 상기 제1 요소들 중 하나는 상기 스테이지의 제2 운반대 부분의 이동에 의해 상기 제2 요소들 중 하나와 접촉하여 상기 전기 커넥터를 물리적으로 접속해제하거나 재접속하며, 상기 전기 커넥터는 상기 스테이지의 제2 운반대 부분의 이동이 상기 전기 커넥터를 선택적으로 접속 또는 접속해제하여 상기 전기 커넥터가 접속해제될 경우에 상기 스테이지가 자유롭게 이동하는 것을 허용하도록 구성되는, 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 제1 요소들 중 하나 이상의 제1 요소들은 액추에이터 핀을 포함하며 상기 제2 요소들 중 하나 이상의 제2 요소들은 상기 액추에이터 핀들에 의해 이동되는 레버를 포함하는, 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템.

**청구항 4**

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 시스템은,  
 상기 전기 커넥터가 접속해제될 경우에 샘플을 접지시키는 도체;  
 를 부가적으로 포함하는, 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 도체는 상기 스테이지를 이동시킴으로써 상기 샘플에 의해 접촉되는 포스트인, 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템.

**청구항 6**

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 시스템은,

상기 전기 커넥터가 접속해제되는 경우에 프로브 니들들을 접지시키는 도체;  
 를 추가적으로 포함하는, 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템.

**청구항 7**

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 시스템은,  
 상기 프로브들의 연장을 제한하는, 상기 프로브들 외부의 기계적 장벽;  
 을 추가적으로 포함하는, 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템.

**청구항 8**

하전 입자 비임 시스템을 작동시키는 방법에 있어서,  
 상기 방법은,  
 진공 챔버의 로드 록을 통해 프로브 조립체를 삽입하는 단계로서,  
 상기 프로브 조립체는,  
 다수 개의 프로브; 및  
 상기 다수 개의 프로브에 의한 프로빙 동안 샘플을 지지하는 샘플 위치부;  
 를 포함하는, 단계;  
 하전 입자 비임을 사용하여 상기 진공 챔버의 샘플을 처리하는 단계;  
 상기 진공 챔버를 개방시키지 않고, 상기 프로브 조립체 상의 제1 전기 커넥터를 상기 진공 챔버의 제2 전기 커넥터와 정합시키는 단계로서, 상기 정합은 상기 하전 입자 비임 시스템에서 샘플을 배치하는데 사용된 것과는 다르게 사용되는 모터 구동 이동 시스템을 사용하여 이루어지게 되는, 단계; 및  
 상기 다수 개의 프로브 중 하나 이상의 프로브들을 상기 샘플과 접촉하여 상기 샘플에 대한 전기 테스트를 수행하는 단계;  
 상기 하전 입자 비임을 사용하여 상기 샘플을 처리하고 상기 다수 개의 프로브 중 하나 이상의 프로브들을 상기 샘플과 접촉하여 상기 샘플에 대한 전기 테스트를 수행한 후에:  
 상기 제1 전기 커넥터 및 상기 제2 전기 커넥터를 접속해제하는 단계;  
 상기 하전 입자 비임을 사용하여 상기 샘플을 다시 처리하는 단계;  
 상기 제1 전기 커넥터를 다시 상기 제2 전기 커넥터와 정합시키는 단계; 및  
 상기 다수 개의 프로브 중 하나 이상의 프로브들을 상기 샘플과 접촉하여 상기 샘플에 대한 전기 테스트를 다시 수행하는 단계;  
 를 포함하는, 하전 입자 비임 시스템을 작동시키는 방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

제8항에 있어서, 상기 방법은,  
 집속 이온 비임을 사용하여 한번 또는 재차 샘플을 처리하기 전에,  
 상기 샘플을 접지시키는 단계;  
 를 추가적으로 포함하는, 하전 입자 비임 시스템을 작동시키는 방법.

**청구항 11**

제8항에 있어서, 상기 방법은,

상기 하전 입자 비임을 사용하여 한번 또는 재차 상기 샘플을 처리하는 동안에,

상기 프로브 조립체의 커넥터가 접속되어 있지 않은 동안 상기 샘플에 충돌하는 하전 입자들의 에너지를 감소시키도록 상기 샘플을 전기적으로 바이이싱하는 단계;

를 추가적으로 포함하는, 하전 입자 비임 시스템을 작동시키는 방법.

**청구항 12**

제8항에 있어서, 상기 방법은,

상기 하전 입자 비임을 사용하여 상기 진공 챔버의 샘플을 처리하는 동안 상기 프로브들을 접지시키는 단계;

를 추가적으로 포함하는, 하전 입자 비임 시스템을 작동시키는 방법.

**청구항 13**

제10항에 있어서, 상기 샘플을 접지시키는 단계는 접지 도체와 접촉한 상태로 상기 샘플을 수평 또는 수직으로 이동하는 단계를 포함하는, 하전 입자 비임 시스템을 작동시키는 방법.

**청구항 14**

제8항에 있어서, 상기 방법은,

상기 프로브에 대한 손상을 방지하도록 상기 프로브의 최대 고도(maximum elevation)에 대한, 상기 프로브들 자체 외부의 물리적 제지를 제공하는 단계;

를 추가적으로 포함하는, 하전 입자 비임 시스템을 작동시키는 방법.

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

제4항에 있어서, 상기 시스템은,

상기 전기 커넥터가 접속해제되는 경우에 프로브 니들들을 접지시키는 도체;

를 추가적으로 포함하는, 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템.

**청구항 19**

제4항에 있어서, 상기 시스템은,

상기 프로브들의 연장을 제한하는, 상기 프로브들 외부의 기계적 장벽;

을 추가적으로 포함하는, 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은 하전 입자 비임 시스템들과 함께 사용하기 위한 전기 프로브들에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 나노미터 스케일의 작은 도체들을 사용하여 전기 회로들을 프로빙하는 것은 나노프로빙(nanoprobng)으로서 언급된다. 나노프로빙은 고장 분석들 및 장치 특성화를 위해 반도체 시장에서 널리 사용되고 있다. 일부 프로브들은 전압 또는 전류를 측정 또는 인가하여 회로를 전기적으로 테스트하도록 10 nm 보다도 양호한 분해능을 가지고 배치될 수 있다.
- [0003] 프로빙하기 전에, 샘플은 예를 들면 매몰 처리된 도체들을 노출하여 회로에 전기적으로 접속함으로써 준비될 필요가 있다. 듀얼 비임 시스템, 다시 말하면 이온 비임 컬럼 및 전자 비임 컬럼을 포함하는 하전 입자 비임 시스템은 샘플 분석을 위한 강력한 도구이다. 듀얼 비임 시스템에서, 이온 비임은 예를 들면 회로의 매몰 층들을 노출하는데 사용될 수 있으며, 전자 비임은 회로의 노출 층들의 고도로 확대된 이미지를 형성하는 데 사용될 수 있다. 일부 듀얼 비임 시스템들의 이점은 스테이지가 서로 다른 구조들을 밀링(milling) 처리하기 위해 그리고 이미지 처리하기 위해 서로 다른 각도들로부터 전자 비임 및 이온 비임에 대해 작업 부품(work piece)을 노출하도록 기울어지고 회전될 수 있다는 점이다. 일부 시스템들의 다른 한 이점은 비임이 최종 초점 렌즈를 통과한 후에 그리고 비임이 회로에 충돌하기 전에 비임의 에너지를 감소시킴으로써 고분해능을 유지하면서 샘플 손상을 줄이도록 스테이지의 일부에 전압이 인가될 수 있다는 점이다.
- [0004] 전자 마이크로스코프 내에 배치하기 위한 나노프로브 조립체들은 예를 들면 독일, 로이틀링겐 소재의 Kleindiek Nanotechnik GmbH로부터 시판되고 있다. 프로브 조립체는 테스트 대상 회로로부터의 전압을 인가 또는 감지할 수 있는 다수 개, 때로는 4개, 6개 또는 8개의 전기 프로브를 지닐 수 있다. 각각의 프로브는 프로브 팁을 높이거나 낮춰서 상기 회로와 접촉할 수 있게 하는 조작기(manipulator)를 포함한다. 상기 프로브 팁은 상기 조작기와 전기적으로 절연되어 있는 것이 전형적이다. 그러나, 프로브 조립체가 상기 듀얼 비임 시스템에 고정되는 경우에, 듀얼 비임의 유연성 대부분은 상실된다. 상기 프로브 조립체에 대한 케이블링(cabling)은 스테이지의 이동을 제한하므로 하전 입자 비임 처리에 필요한 방식으로 샘플을 회전하고 기울이는 것을 불가능하게 할 수 있다. 상기 프로브 조립체의 전자 장치는 스테이지 또는 샘플에 대한 저지 전압(retarding voltage)의 인가를 방지할 수 있기 때문에, 전자 비임 에너지는 초점 렌즈를 통과한 후에 감소하지 않을 수 있다.
- [0005] 상기 듀얼 비임 시스템에서의 프로브 조립체의 존재로 상기 시스템의 유연성이 감소하고, 회전 및 비임 감속이 회피되기 때문에, 상기 프로브 조립체를 지나는 시스템으로부터 작업 부품을 제거하고 상기 작업 부품을 다른 한 듀얼 비임 시스템 내에 삽입하여 상기 작업 부품을 처리할 필요가 있다. 그런 후에, 상기 작업 부품을 상기 프로브 조립체를 포함하는 제1 시스템 내로 다시 이동될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 본 발명의 목적은 프로브 어셈블리와 조합된 듀얼 비임 시스템의 유연성을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 본 발명의 특정 실시예들에는 고정된 작업 부품을 지닌 프로브 조립체가 케이블의 간섭 없이 회전되거나 기울어질 수 있고, 그 다음에 진공 챔버를 개방시키지 않고 재접속될 수 있도록 진공 챔버 내에서 프로브 조립체를 상기 프로브 조립체의 전기 하니스(electrical harness)로부터 접속 및 접속해제하도록 하는 메커니즘이 제공된다. 본 발명의 특정 실시예들에는 프로브 조립체가 상기 프로브 조립체의 전기 하니스로부터 접속해제되는 경우에 샘플 및 프로브들을 접지시키는 수단이 제공된다. 본 발명의 특정 실시예들에는 프로브들이 프로브들을 손상시킬 수 있는 물체에 근접 배치되어 있는 경우에, 에어 락(air lock)을 통과하거나 스테이지를 기울이는 것과 같은 동작들 동안 프로브들이 너무 멀리 돌출하지 않게 함으로써 프로브 메커니즘 및 프로브 자체에 대한 손상을 방지하는 수단이 제공된다.
- [0008] 위에서 언급한 내용은 이하 본 발명의 구체적인 내용이 양호하게 이해될 수 있도록 본 발명의 특징들 및 기술적 이점들을 상당히 넓은 윤곽으로 기재한 것이었다. 이하에서는 본 발명의 추가적인 특징들 및 이점들이 설명될 것이다. 당업자라면 이해하겠지만 개시된 개념 및 특정 실시예들은 본 발명의 동일한 목적들을 구현하도록 다른 구조들을 수정하거나 설계하기 위한 기초로서 용이하게 이용될 수 있는 것이다. 또한 당업자라면 알 수 있겠지만 그러한 등가의 구성들이 첨부된 청구항들에 기재된 바와 같은 발명의 정신 및 범위로 부터 벗어나지 않는 것이다.

**발명의 효과**

[0009] 본 발명은 고정된 작업 부품을 지닌 프로브 조립체가 케이블의 간섭 없이 회전되거나 기울어질 수 있고, 그 다음에 진공 챔버를 개방시키지 않고 재접속될 수 있도록 진공 챔버 내에서 프로브 조립체를 상기 프로브 조립체의 전기 하니스로부터 접속 및 접속해제하도록 하는 메커니즘을 제공함으로써 프로브 어셈블리와 조합된 듀얼 비임 시스템의 유연성을 제공한다.

[0010] 지금부터 본 발명 및 본 발명의 이점들의 좀더 완전한 이해를 위해 첨부도면들과 연관지어 취해진 이하의 설명들이 참조될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0011] 도 1은 고분해능 스테이지의 운반대 상의 프로브 조립체를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 2a 및 도 2b는 서로 다른 구성들로 프로브 조립체, 샘플 및 도전성 포스트를 보여주는 도면들로서, 도 2a는 샘플을 프로빙하도록 구성된 프로브들을 보여주는 도면이고, 도 2b는 하전 입자 비임 처리를 위해 접지 포스트와 접촉하도록 이동된 샘플을 보여주는 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 서로 다른 구성들로 프로브, 샘플 및 수평 요소를 지니는 접지 포스트를 보여주는 도면들로서, 도 3a는 샘플이 접지 포스트와 접촉해 있지 않거나 프로브와 접촉해 있지 않은 중립 구성을 보여주는 도면이며, 도 3b는 샘플이 접지 포스트의 수평 요소와 접촉하도록 이동되는 것을 보여주는 도면이다.

도 4a, 도 4b, 도 4c, 및 도 4d는 다양한 구성으로 프로브, 샘플, 접지 포스트, 및 프로브 접지 도체를 보여주는 도면들로서, 도 4a는 프로브, 샘플, 접지 포스트, 또는 프로브 접지 도체 중 어떠한 것도 서로 접촉해 있지 않은 중립 위치에서 프로브 및 샘플을 보여주는 도면이고, 도 4b는 샘플이 접지 포스트와 접촉해 있으며 프로브가 프로브 접지 도체와 접촉해 있는, 하전 입자 비임으로 샘플을 처리하는 구성을 보여주는 도면이고, 도 4c는 프로브가 샘플과 접촉해 있고 프로브 접지 도체와는 접촉해 있지 않으며 샘플이 접지 포스트와 접촉해하지 않은, 샘플을 프로빙하기 위한 구성을 보여주는 도면이고, 도 4d는 프로브 조립체를 평면도로 보여주는 도면으로서, 다수의 프로브 상의 프로브 접지 도체 및 접지 폴과 접촉하는 샘플을 보여주는 도면이다.

도 5는 도 1의 전기 접속 및 접속해제 메커니즘을 좀더 세부적으로 보여주는 도면이다.

도 6은 예를 들면 스테이지가 경사져 있는 경우이나 또는 진공 챔버 내부로 및 진공 챔버 외부로 이동되는 경우에 프로브 및 프로브 메커니즘에 대한 손상을 방지하도록 프로브 메커니즘의 고도각(elevation angle)을 제한하는 높이 생성자(height constructor)를 보여주는 도면이다.

도 7은 하전 입자 비임 시스템의 진공 챔버의 프로브 조립체를 보여주는 도면이다.

도 8은 로드 록(load lock)으로부터 삽입되고 진공 챔버의 스테이지 상에 고정된 프로브 조립체를 보여주는 도면이다.

도 9는 기울어져 있는 스테이지 상의 프로브 조립체를 보여주며 렌즈에 대한 프로브 조립체의 위치를 보여주는 도면이다.

도 10a 내지 도 10d는 로드 록으로부터 프로브 조립체를 로딩하고, 프로브 조립체를 전기 커넥터에 접속하며, 그리고 이를 하전 입자 비임 관측을 위한 관측 위치로 이동시키는 단계들을 보여주는 도면들이다.

도 11은 프로브 조립체를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 12a 및 도 12b는 프로브 조립체 상의 소켓으로부터 전기 커넥터를 각각 접속 및 접속해제하도록 배치된 커넥터 조립체를 보여주는 도면들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0012] 나노프로브를 사용하여 샘플을 전기적으로 테스트하는 것과 진공 챔버로부터 샘플을 제거하지 않고 하전 입자 비임 처리를 사용하여 샘플을 처리하는 것을 번갈아 전환할 수 있는 것이 바람직하다.

[0013] 처리 동안, 본원 출원인은 특정 샘플 준비 프로세스에서,

[0014] a. 샘플의 관심 영역이 비임들의 일치하는 지점에 있는 것,

- [0015] b. 샘플이 접지되어 있는 것,
- [0016] c. 니들(needle)들이 접지되어 있는 것,
- [0017] d. 샘플이 52도로 기울어질 수 있는 것, 및
- [0018] e. 42도로 기울어져 있지만, 스테이지가 +/- 180도로 완전히 회전될 수 있는 것이 바람직하다는 점을 알게 되었다.
- [0019] 프로브 조립체로 전기 신호들을 전달하고 프로브 조립체로부터 전기 신호들을 전달하는 와이어링 하니스(wiring harness)는 기울어지거나 회전되기 전에 접속해제되어야 하며, 접속해제는 샘플 및 니들들로부터의 접지 접속을 제거하게 된다. 또한, 와이어링 하니스는 고전압으로 스테이지를 바이어싱하기 전에 접속해제되어야 하는데, 이는 프로브 전자 장치를 손상시켜 안전하지 않은 상태들을 만들어내는 것을 회피하도록 비임 에너지를 감소시킨다.
- [0020] 도 11에는 프로브 조립체(1102)의 한 실시예가 도시되어 있다. 상기 프로브 조립체는 비록 단지 하나의 프로브(1104)만이 도시되어 있지만 6개 또는 8개의 프로브와 같은 다수의 프로브를 지니는 것이 전형적이다. 프로브(1104)는 수평면으로 이동시킬 수 있는 조작기(manipulator; 1106)로서, 프로브 팁(1110)을 지지하는 아암(1108)을 높이고 낮출 수 있는 조작기(1106)를 포함한다. 3차원으로, 다시 말하면 x-y 평면으로 그리고 수직으로 샘플을 이동시킬 수 있는 프로브 샘플 스테이지(1120)는 샘플(1122)을 지지한다. 스템(stub; 1124)는 마이크로스코프의 한 스테이지에 고정하고 소켓(socket; 1126)은 프로브들 및 샘플 스테이지를 위한 전기 접속부들을 제공한다.
- [0021] 도 1에는 진공 챔버 내에서 스테이지를 이동시킴으로써 프로브 조립체로부터 전기 하니스를 접속 및 접속해제할 수 있는 프로브 조립체가 도시되어 있다. 본원 출원인은 정밀 스테이지의 구동 메커니즘이 단순히 와이어링 하니스의 전기 커넥터를 프로브 조립체의 전기 커넥터 위쪽으로 밀어서 와이어링 하니스의 전기 커넥터를 프로브 조립체의 전기 커넥터로부터 분리하기에 불충분한 힘을 제공한다는 점을 알아내었다. 도 1에는 레버(lever; 102)를 사용하여 스테이지 이동으로부터의 힘을 증가시킴으로써 프로브 조립체의 전기 커넥터로부터 와이어링 하니스의 전기 커넥터를 접속 또는 접속해제하는 프로브 조립체가 도시되어 있다.
- [0022] 상기 프로브 조립체는 5-축 스테이지(five-axis stage) 상에 배치되는 것이 바람직할 수 있는데, 다시 말하면 상기 스테이지는 X, Y, 및 Z 방향으로 이동될 수 있으며 기울어지고 회전될 수 있다. 도 1에는 단지 Y-축 이동 메커니즘만이 도시되어 있다. 상기 프로브 조립체는 Y 베어링 블록 내에서 이동하는 초고분해능(ultra high resolution; UHR) Y 운반대 상에 배치되어 있는 것으로 도시되어 있다. 레버(102)를 지니는 커넥터 정합 조립체(connector mating assembly)는 상기 프로브 조립체의 분리가능한 부분에 부착된다. 상기 UHR Y 운반대가 화살표(110)의 방향으로 이동할 경우에, 상기 레버는 액추에이터 핀(120)과 접촉하고, 상기 레버는 화살표(110)와는 반대 방향으로 변위됨으로써, 커넥터가 프로브 조립체의 커넥터에서 끌어 당겨지게 된다. 이러한 실시예에서는 레버가 사용되지만, 캠, 케이블들, 또는 유사한 그 어떤 것과 같은 임의의 메커니즘이 사용될 수 있다. 로봇 또는 모터 구동 메커니즘이 사용될 수 있다. 상기 커넥터들이 접속해제된 후에, 상기 프로브 조립체는 그후 스테이지에 의해 제공되는 범위 내에서 자유롭게 이동한다. 상기 프로브 조립체는 와이어링 하니스(126)가 상기 프로브 조립체의 이동을 제한하지 않고 스테이지에 대하여 기울어져 있고 회전될 수 있다. 또한, 스테이지는 높은 바이어싱 전압이 케이블을 통해 전달될 위험 없이 비임 에너지를 감소시키기 위해 공지된 방법들에 의해 전기적으로 바이어싱될 수 있다.
- [0023] 예를 들면 접속 이온 비임을 통해 밀링(milling) 처리하거나 또는 전자 비임을 사용해 이미지 처리함으로써 샘플이 처리된 후에, UHR Y 운반대가 화살표(110)와는 반대 방향으로 이동되고, 레버(102)가 액추에이터 핀(122)과 접촉하게 되는데, 이는 샘플이 프로브될 수 있도록 상기 커넥터를 강제로 상기 프로브 조립체의 커넥터에 들어가게 한다. 이러한 프로세스는 예를 들면 서로 다른 층들이 이온 비임을 사용하여 샘플로부터 제거되고 노출된 층들이 순차적으로 전기적으로 프로빙됨에 따라 반복될 수 있다. 본 발명의 실시예들은 진공 챔버를 대기압으로 통기(venting)시키지 않고 진공 챔버 내에서 상기 프로브 조립체에 대한 전기 접속부들이 접속 및 접속해제되는 것을 허용한다.
- [0024] 도 5에는 프로브 조립체를 선택적으로 접속 및 접속해제하기 위한 접속 메커니즘이 도시되어 있다. 도 8에 도시된 바와 같이 상기 프로브 조립체는 스테이지 상에 고정되어 있다. 스테이지가 이동되는 경우에, 커넥터 메커니즘이 작동 상태로 이동된다. 액추에이터 아암(레버)이 액추에이터 아암(레버)의 이동 단들 상에 있는 액추에이터 핀들을 향해 밀려내게 되면, 커넥터는 상기 프로브 조립체의 커넥터와 접속되거나 상기 프로브 조립체의 커

넥터로부터 접속해제된다. 도 8에는 정합 메커니즘의 커넥터에 접속된 와이어링 하니스가 도시되어 있다. 상기 와이어링 하니스는 진공 챔버의 내부 및 외부 사이로 신호들을 안내하도록 하는 포트에 연장되어 있는 것이 전형적이다.

[0025] 도 12a 및 도 12b에는 도시되어 있지 않지만 도시된 원판(round plate) 상에 고정되게 되는 프로브 조립체에 커넥터를 접속 또는 접속해제하도록 서로 다른 위치들에서 스테이지 상의 커넥터 조립체가 도시되어 있다. 도 12a에는 레버가 커넥터를 강제로 상기 프로브 조립체 상의 소켓에 들어가게 하는 커넥터 조립체 위치가 도시되어 있다. 도 12b에는 레버가 커넥터를 강제로 상기 프로브 조립체 상의 소켓에서 빼내어 상기 커넥터를 접속해제하게 하는 커넥터 조립체 위치가 도시되어 있다.

[0026] 도 11에 도시된 바와 같이, 각각의 프로브는 조작기 부분 및 도전성 프로브 부분을 포함한다. 상기 도전성 프로브 부분은 상기 조작기 부분과 전기적으로 절연되어 있으며 스테이지를 통해 접지된 상기 프로브 조립체의 베이스와 전기적으로 절연되어 있다. 상기 프로브 조립체의 샘플 홀더는 상기 프로브 조립체의 베이스와 전기적으로 절연되어 있다. 상기 샘플 및 상기 도전성 프로브 부분에 대한 전기 접점이 상기 프로브 조립체의 와이어링 하니스를 통해 형성된다.

[0027] 상기 와이어링 하니스가 상기 프로브 조립체로부터 접속해제되는 경우에, 상기 샘플 및 상기 프로브들은 전기적으로 부동상태(floating)에 있는데, 다시 말하면 상기 샘플 및 상기 프로브들은 접지되어 있지 않다. 하전 입자 비임이 상기 샘플을 향하게 되는 경우에, 상기 샘플이 접지되어 있지 않다면 상기 샘플은 충전 상태가 된다. 도 2a 및 도 2b에는 상기 샘플을 접지시키는 한가지 방법이 도시되어 있다. 프로브 조립체(202)는 샘플(200)을 테스트하기 위한 6개의 프로브(204)를 포함한다. 프로브들은 상기 샘플에 신호를 인가하거나 상기 샘플 상의 신호를 측정하는데 사용될 수 있다. 포스트(post; 206)는 상기 프로브 조립체의 베이스로부터 연장되어 있다. 상기 샘플이 전기적으로 프로빙되는 상태에 있지 않고 하전 입자 비임에 의해 처리되고 있는 경우에, 상기 샘플은 포스트(206)와 전기적으로 접촉하도록 이동된다. 포스트(206)는 시스템 스테이지를 통해 접지된, 상기 프로브 조립체의 베이스를 통해 접지되어 있다. 오퍼레이터는 상기 프로브 조립체를 진공 챔버 내로 로드하기 전에 상기 프로브 조립체 상의 서브스테이지를 접지 요소를 향해 밀쳐낼 수 있다. 변형적으로는, 상기 서브스테이지가 상기 접지 요소와 접촉할 때까지 모터들을 사용하여 구동되는 상기 서브스테이지에 전력을 공급하도록 상기 프로브 조립체가 커넥터와 정합될 수 있다. 특정 실시예들에서는, 조작기가 상기 서브스테이지를 상기 접지 요소로 향해 이동시키는데 사용될 수 있다. 상기 프로브들은 현재 하전 입자 비임이 상기 샘플에 충돌하게 되는 지점에서 떨어져 있으며, 상기 샘플은 현재 접지되어 있다.

[0028] 도 3a 및 도 3b에는 샘플(200)을 접지시키기 위한 다른 한 실시예가 도시되어 있다. 도 2a 및 도 2b에서와 같이 포스트(200)와 접촉하도록 수평면으로 상기 샘플을 이동시키기보다는 오히려, 상기 샘플은 수평 부분(310)을 지니는 포스트(302)와 접촉하도록 수직으로 이동된다. 상기 샘플을 수평으로 이동시키는 경우에서처럼, 샘플 서브스테이지는 진공 챔버 내로 삽입되기 전에 접지 포스트를 향해 수동으로 이동될 수 있는데, 다시 말하면 상기 샘플 서브스테이지는 전력을 공급받아서 접지 포스트를 향해 이동될 수도 있고 상기 프로브 조립체 외부에 있는 조작기는 상기 서브스테이지를 이동시킬 수도 있다.

[0029] 도 2a, 도 2b, 도 3a 및 도 3b의 실시예들에는 상기 샘플을 접지시키도록 하는 방법이 제공되어 있지만, 상기 프로브들 자체는 접지되어 있지 않다. 도 4a 내지 도 4d에는 상기 프로브들 상의 접지 요소, "메자닌(mezzanine)" 즉 프로브 액추에이터들이 메자닌과 접촉하도록 상기 프로브들을 높이는 경우에 상기 프로브들을 접지시키게 하는 "메자닌"의 사용이 도시되어 있다. 상기 메자닌이 도 2a, 도 2b, 도 3a, 또는 도 3b 중 어느 하나의 접지 포트와 조합하여 사용되는 경우에, 상기 메자닌은 상기 와이어링 하니스가 상기 프로브 조립체로부터 접속해제되는 경우에 상기 샘플을 위한 그리고 상기 프로브들을 위한 접지 접점을 제공할 수 있다. 상기 메자닌은 상기 프로브 조립체의 베이스를 통해 그리고 상기 시스템 스테이지를 통해 접지된다.

[0030] 도 4a에는 상기 샘플(200) 또는 상기 프로브들(306) 중 어느 것도 접지되어 있지 않은 경우의 구성이 도시되어 있다. 도 4b에서는, 상기 샘플이 접지 폴(206)과 접촉하도록 이동되었으며, 상기 프로브(306)는 접지된 메자닌(402)과 접촉하도록 조작기(406)에 의해 높여졌다. 상기 프로브들은 또한 진공 챔버에 배치되기 전에 상기 메자닌과 접촉하도록 수동으로 이동될 수도 있고, 조작기는 상기 프로브들의 위치를 결정하는데 사용될 수도 있다. 도시된 구성에서는, 상기 프로브 및 상기 샘플 양자 모두가 접지되어 있다. 그러므로, 상기 샘플은 하전 입자 비임에 의해 계속 조작될 수 있으며, 어떠한 정전하(靜電荷; static charge)라도 상기 샘플 또는 니들 상에 축적하지 않게 된다. 도 4c에 도시된 구성에서는, 상기 샘플이 프로빙되는 상태에 있다. 상기 샘플 또는 상기 니들들 중 어떠한 것도 접지되어 있지 않다. 상기 Y 운반대는 상기 프로브 조립체의 커넥터가 상기 프로브 조립체

에 재접속되도록 이동되었으며, 상기 프로브는 전기 테스트를 위해 상기 샘플과 접촉하도록 낮춰진다. 도 4d에는 접지된 구성으로 포스트(206) 및 메자닌(402)을 지나는 프로브 조립체가 도시되어 있다.

[0031] 상기 메자닌은 상기 프로브들을 접지시키는데 사용되고 또한 상기 프로브가 물리적 이동 동안, 예를 들면 상기 프로브 조립체가 진공 시스템의 에어 록 내에 삽입되고 있는 동안 위쪽으로 기울어지게 되는 경우어나 또는 상기 샘플을 지니고 있는 프로브 조립체가 하전 입자 비임 처리를 위해 기울어지게 되는 경우에 상기 프로브가 손상을 받게 되는 지점으로 상기 프로브가 올라가지 않게 하는데 사용될 수 있다. 도 6에는 상기 프로브들이 과도하게 올라가지 못하게 함으로써 상기 프로브 조립체에 대한 손상을 방지하기 위한 다른 한 구조가 도시되어 있다. 상기 구조는 링(ring; 602)을 포함하며, 상기 링(602)은 탭(tab; 604)들을 지니고, 상기 탭(604)들은 상기 링으로부터 연장되어 있으며 상기 프로브의 조작기(608) 부분, 결과적으로는 상기 프로브의 도전성 부분(608)이 프로브 조립체의 베이스 판(base plate) 위쪽으로 너무 멀리 연장되는 것을 방지하는데, 여기서 상기 프로브의 조작기(608) 부분, 결과적으로는 상기 프로브의 도전성 부분(608)이 프로브 조립체의 베이스 판(base plate) 위쪽으로 너무 멀리 연장되는 것은 상기 프로브가 다른 한 구조에 근접하게 되는 경우에, 예컨대 상기 프로브 조립체가 록을 통해서 진공 챔버 내로 로드되는 경우어나 또는 스테이지가 기울어져서, 상기 프로브 조립체가 하전 입자 비임 컬럼의 초점 렌즈 부근에 있게 되는 경우에 상기 프로브를 손상시킬 수 있다. 특정 실시예들에서는, 탭(604)들은 상기 조작기(608)들의 이동 범위에 의해 상기 조작기들이 개별 프로브들의 용이한 교체를 위해 상기 탭들 아래에서부터 나오게 이동될 수 있도록 배치되어 있다. 도 9에는 샘플 스테이지가 기울어져 있는 진공 챔버의 내부가 도시되어 있다. 도 7에는 상기 스테이지가 기울어져 있는 경우에 상기 프로브 조립체가 상기 렌즈에 매우 근접해 있는 것이 도시되어 있다. 상기 프로브들이 샘플 프로브 홀더 위쪽으로 상당히 연장되어 있지 않게 하거나 상기 프로브들이 상기 렌즈에 부딪혀서 손상을 입게 되는 것이 필요하다.

[0032] 도 7에는 진공 챔버의 내부가 도시되어 있다. 틸트 스테이지(tilt stage; 702)는 이동 스테이지(translation stage; 714)를 지지하고 상기 이동 스테이지(714)는 소켓(716)을 지니는 프로브 조립체(704)를 지지한다. 상기 프로브 조립체는 로드 록을 통해 진공 챔버의 로드 록 셔틀(load lock shuttle; 710) 상으로 이동된다. 도 7에는 상기 프로브 조립체 상에 배치된 샘플에 하전 입자들을 집속시키기 위한 렌즈(706)가 도시되어 있다.

[0033] 도 10a 및 도 10b에는 스테이지 상에 프로브 조립체를 로드하는 단계들이 도시되어 있다. 상기 프로브 조립체는 진공 챔버의 로드 록 셔틀 상으로 이동되고 도 10a에 도시된 바와 같이 스테이지 고정대 상에 배치된다. 상기 스테이지 조립체는 도 10b에 도시된 위치로 상기 셔틀에 의해 낮춰진다. 도 10c에는 상기 커넥터 조립체 상의 커넥터를 위에서 언급한 바와 같이 상기 프로브 조립체 상의 소켓과 정합시키도록 상기 스테이지가 수평으로 이동되는 것이 도시되어 있다. 도 10d에서는, 상기 프로브 조립체에 전기적으로 접속된 스테이지는 샘플이 유센트릭(eucentric)에 배치되도록, 다시 말하면 비임들이 일치하고 상기 스테이지가 회전되거나 기울어지게 되는 동안 일치한 채로 있게 되는 지점에 샘플이 배치되도록 높여진다.

[0034] 본 발명의 한 실시태양에는 진공 챔버에서 작업 부품을 전기적으로 프로빙하기 위한 시스템이 제공되며, 상기 시스템은,

[0035] 진공 챔버;

[0036] 이동가능하고 회전가능한 스테이지;

[0037] 상기 회전가능한 스테이지 상에 지지되도록 구성된 프로브 조립체;

[0038] 를 포함하며,

[0039] 상기 프로브 조립체는,

[0040] 상기 작업 부품과 접촉하며 전기 신호를 제공 또는 감지하는 하나 이상의 전기 프로브들; 및

[0041] 상기 프로브에 전기 신호들을 제공하거나 상기 프로브로부터 전기 신호들을 수신하는 전기 커넥터;

[0042] 를 포함하고,

[0043] 상기 전기 커넥터는 상기 스테이지의 이동이 상기 전기 커넥터를 선택적으로 접속 또는 접속해제하여 상기 전기 커넥터가 접속해제될 경우에 상기 스테이지가 자유롭게 이동하는 것을 허용하도록 구성된다.

[0044] 특정 실시예들에서는, 상기 시스템이 상기 스테이지의 제1 부분 상에 고정된 하나 이상의 제1 요소들 및 상기 제1 부분에 대해 이동가능한 상기 스테이지의 제2 부분 상에 고정된 하나 이상의 제2 요소들을 부가적으로 포함하고, 상기 제1 요소들 중 하나는 상기 제2 요소들 중 하나와 접촉하여 상기 전기 커넥터를 물리적으로 접속해

제하거나 재접속한다.

- [0045] 특정 실시예들에서는, 상기 제1 요소들 중 하나 이상의 제1 요소들이 액추에이터 핀을 포함하며 상기 제2 요소들 중 하나 이상의 제2 요소들이 상기 액추에이터 핀들에 의해 이동되는 레버를 포함한다.
- [0046] 특정 실시예들에서는, 상기 시스템은 상기 전기 커넥터가 접속해제될 경우에 샘플을 접지시키는 도체를 부가적으로 포함한다.
- [0047] 특정 실시예들에서는, 상기 도체가 상기 스테이지를 이동시킴으로써 상기 샘플에 의해 접촉되는 포스트이다.
- [0048] 특정 실시예들에서는, 상기 시스템은 상기 전기 커넥터가 접속해제되는 경우에 프로브 니들들을 접지시키는 도체를 부가적으로 포함한다.
- [0049] 특정 실시예들에서는, 상기 시스템은 상기 프로브들의 연장을 제한하는, 상기 프로브들 외부의 기계적 장벽을 부가적으로 포함한다.
- [0050] 본 발명의 특정 실시태양들에서는 하전 입자 비임 시스템을 작동시키는 방법이 포함되며, 상기 방법은,
- [0051] 진공 챔버의 로드 록을 통해 프로브 조립체를 삽입하는 단계로서,
- [0052] 상기 프로브 조립체는,
- [0053] 다수 개의 프로브; 및
- [0054] 상기 다수 개의 프로브에 의한 프로빙 동안 샘플을 지지하는 샘플 위치부;
- [0055] 를 포함하는, 단계;
- [0056] 하전 입자 비임을 사용하여 상기 진공 챔버의 샘플을 처리하는 단계;
- [0057] 상기 진공 챔버를 개방시키지 않고, 상기 프로브 조립체 상의 제1 전기 커넥터를 상기 진공 챔버의 제2 전기 커넥터와 정합시키는 단계; 및
- [0058] 상기 다수 개의 프로브 중 하나 이상의 프로브들을 상기 샘플과 접촉하여 상기 샘플에 대한 전기 테스트를 수행하는 단계;
- [0059] 를 포함한다.
- [0060] 특정 실시예들에서는, 상기 방법은,
- [0061] 상기 하전 입자 비임을 사용하여 상기 샘플을 처리하고 상기 다수 개의 프로브 중 하나 이상의 프로브들을 상기 샘플과 접촉하여 상기 샘플에 대한 전기 테스트를 수행한 후에,
- [0062] 상기 제1 전기 커넥터 및 상기 제2 전기 커넥터를 접속해제하는 단계;
- [0063] 상기 하전 입자 비임을 사용하여 상기 샘플을 다시 처리하는 단계;
- [0064] 상기 제1 전기 커넥터를 다시 상기 제2 전기 커넥터와 정합시키는 단계; 및
- [0065] 상기 다수 개의 프로브 중 하나 이상의 프로브들을 상기 샘플과 접촉하여 상기 샘플에 대한 전기 테스트를 다시 수행하는 단계;
- [0066] 를 부가적으로 포함한다.
- [0067] 특정 실시예들에서는, 상기 방법은,
- [0068] 집속 이온 비임을 사용하여 한번 또는 재차 샘플을 처리하기 전에,
- [0069] 상기 샘플을 접지시키는 단계;
- [0070] 를 부가적으로 포함한다.
- [0071] 특정 실시예들에서는, 상기 방법은,
- [0072] 상기 하전 입자 비임을 사용하여 한번 또는 재차 상기 샘플을 처리하는 동안에,
- [0073] 상기 프로브 조립체 커넥터가 접속되어 있지 않은 동안 상기 샘플에 충돌하는 하전 입자들의 에너지를 감소시키

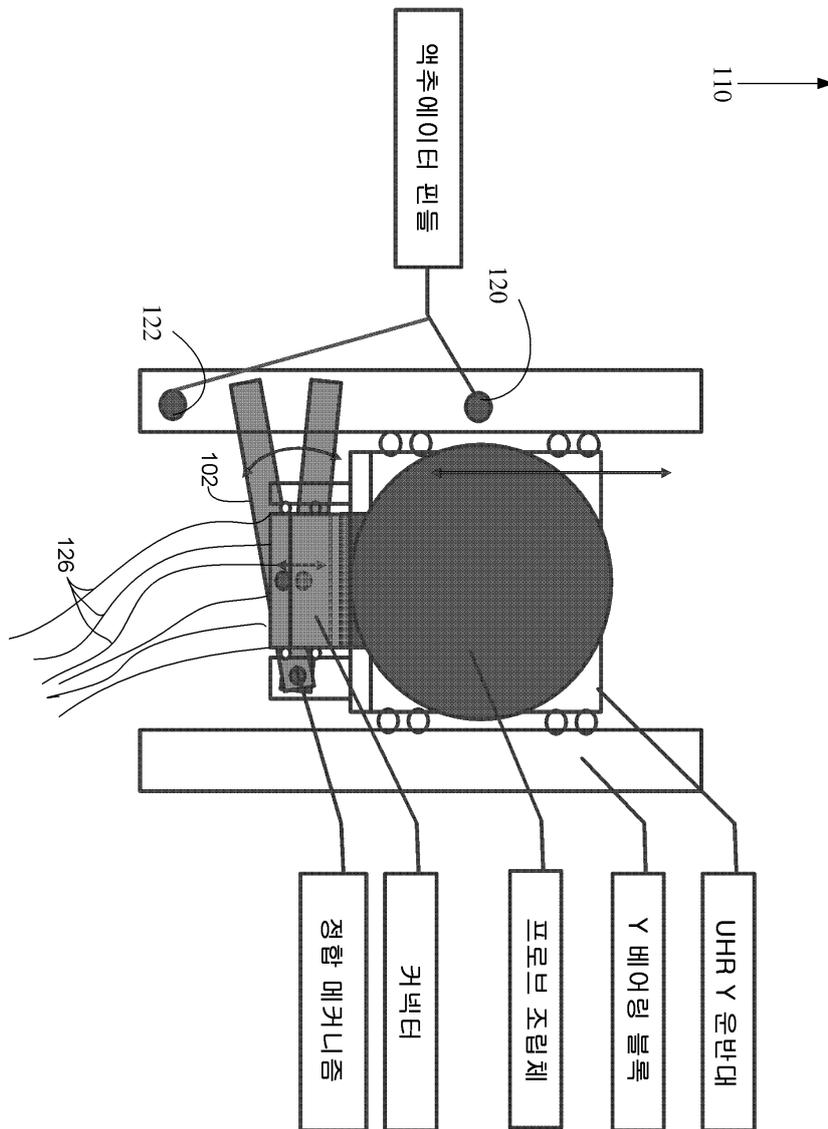
도록 상기 샘플을 전기적으로 바이이싱하는 단계;

- [0074] 를 추가적으로 포함한다.
- [0075] 특정 실시예들에서는, 상기 방법은,
- [0076] 상기 하전 입자 비임을 사용하여 상기 진공 챔버의 샘플을 처리하는 동안 상기 프로브들을 접지시키는 단계;
- [0077] 를 추가적으로 포함한다.
- [0078] 특정 실시예들에서는, 상기 샘플을 접지시키는 단계는 접지 도체와 접촉한 상태로 상기 샘플을 수평 또는 수직으로 이동하는 단계를 포함한다.
- [0079] 특정 실시예들에서는, 상기 방법은,
- [0080] 상기 프로브에 대한 손상을 방지하도록 상기 프로브의 최대 고도(maximum elevation)에 대한, 상기 프로브들 자체 외부의 물리적 제지를 제공하는 단계;
- [0081] 를 추가적으로 포함한다.
- [0082] 특정 실시예들에서는, 본 발명은 진공 챔버에 고정된 프로브 조립체의 샘플을 접지시키는 장치 및 방법을 포함하며, 상기 방법은 상기 샘플 또는 샘플 스테이지를 수평 또는 수직으로 이동시켜 접지 포스트와 접촉하는 단계를 포함한다.
- [0083] 특정 실시예들에서는, 본 발명은 진공 챔버에 고정된 프로브 조립체의 프로브를 접지시키는 장치 및 방법을 포함하며, 상기 방법은 상기 프로브를 이동시켜 접지 도체를 상기 프로브의 상부 또는 상기 프로브의 하부에 접촉시키는 단계를 포함한다.
- [0084] 특정 실시예들에서는, 본 발명은 진공 챔버에 고정된 프로브 조립체의 프로브를 보호하는 장치 및 방법을 포함하며, 상기 방법은 상기 프로브의 이동을 제한하여 상기 프로브가 상기 프로브 조립체의 위쪽으로 충분히 멀리 연장되어 에어 록 또는 렌즈 또는 다른 구조와 충돌하는 것을 방지하는 외부 구속(external restriction)을 제공하는 단계를 포함한다.
- [0085] 본 발명의 바람직한 방법 또는 장치는 여러 신규의 실시태양들을 지니며, 본 발명이 서로 다른 목적들을 위해 서로 다른 방법들 또는 장치들로 구체화될 수 있기 때문에, 모든 실시태양이 모든 실시예로 존재해야 할 필요가 없다. 더욱이, 위에서 언급한 실시예들에 대한 실시태양들 대부분이 개별적으로 특허성이 있을 수 있다. 예를 들면, 상기 샘플을 접지시키는 장치 및 방법은 상기 프로브 조립체를 전기적으로 접속 및 접속해제하는 장치 및 방법과는 다르게 특허성이 있는 것으로 여겨진다. 또한, 상기 프로브들을 접지시키는 장치 및 방법 그리고 상기 프로브들의 이동 범위를 제한함으로써 상기 프로브들을 보호하는 장치 및 방법은 개별적으로 특허성이 있다. 이러한 발명들은 독립적으로 사용될 수 있으며 함께 사용되어야 할 필요가 없다. 본 발명은 넓은 이용가능성을 가지며 위의 예들에서 설명되고 도시된 바와 같은 여러 이점을 제공할 수 있다. 상기 실시예들은 특정 용도에 따라 크게 달라지므로, 모든 실시예들이 모든 이점을 제공하는 것이 아니며 본 발명에 의해 달성가능한 목적들 모두를 충족시키는 것이 아니다.
- [0086] 비록 이전의 설명 대부분이 드릴 절삭물들로부터 얻어지는 무기질 샘플들에 관련된 것이지만, 본 발명은 임의의 적합한 재료의 샘플들을 준비하는데 사용될 수 있다. "작업 부품(work piece)", "샘플(sample)", "기판(substrate)" 및 "건본(specimen)"이라는 용어들은 달리 시사되지 않는 한 본 출원에서 서로 교체가능하게 사용된다. 더욱이, "자동" 및 "자동화된"이라는 용어들, 또는 유사한 용어들이 본 출원에서 사용될 때에는 언제든지, 그러한 용어들이 자동 또는 자동화된 프로세스 또는 단계의 수동 작동을 포함하는 것으로 이해될 것이다.
- [0087] 이하의 논의에서 그리고 첨부된 청구항들에서, "포함하는" 그리고 "구성되는"이라는 용어들은 오픈 엔드 방식(open-ended fashion)으로 사용됨으로써, "---을 포함하지만 ---에 국한되지 않는"를 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 임의의 용어가 본원 명세서에서 특정하게 정의되어 있지 않은 경우에는, 상기 용어는 그 용어의 분명하고 통상적인 의미가 제공되도록 의도된 것이다. 첨부도면들은 본 발명을 이해하는데 도움을 주도록 의도된 것이며, 달리 시사되지 않는 한 일정한 비율로 나타나 있지 않다. 본 발명을 구현하는데 적합한 입자 비임 시스템들은 예를 들면 본 출원의 양수인인 FEI 사로부터 시판되고 있다.
- [0088] 지금까지 본 발명 및 본 발명의 이점들이 구체적으로 설명되었지만, 여기서 이해해야 할 점은 첨부된 청구항들

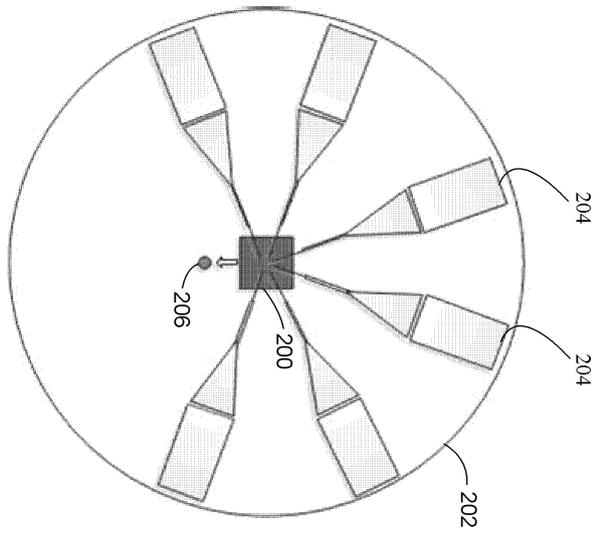
에 의해 정의된 바와 같은 발명의 정신 및 사상으로부터 벗어나지 않고 본원 명세서에 기재된 실시예들에 대해 다양한 변경, 대체 및 변경이 이루어질 수 있다는 점이다. 더욱이, 본 출원의 범위는 본원 명세서에 기재된 프로세스, 기계, 제조, 물질의 구성, 수단, 방법들 및 단계들의 특정 실시예들로 제한되는 것으로 의도한 것이 아니다. 당업자라면 본 발명의 개시로부터 용이하게 이해하겠지만, 본원 명세서에 기재된 대응하는 실시예들과 실질적으로 동일한 기능을 수행하거나 본원 명세서에 기재된 대응하는 실시예들과 실질적으로 동일한 결과를 이루는 현재 존재하거나 차후에 개발될 프로세스들, 기계들, 제조, 물질의 구성들, 수단, 방법들 또는 단계들은 본 발명에 따라 이용될 수 있다. 따라서, 첨부된 청구항들은 첨부된 청구항들의 범위 내에 그러한 프로세스들, 기계들, 제조, 물질의 구성들, 수단, 방법들, 또는 단계들을 포함하는 것으로 의도된 것이다.

도면

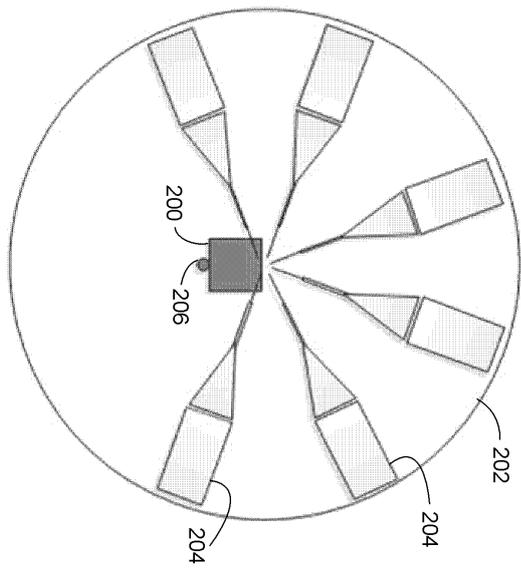
도면1



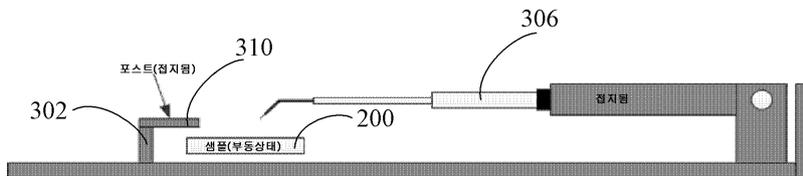
도면2a



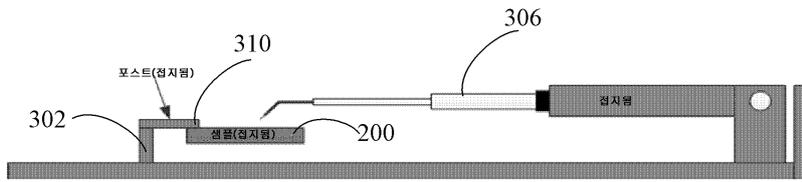
도면2b



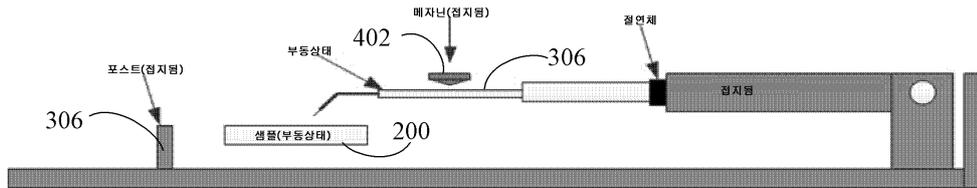
도면3a



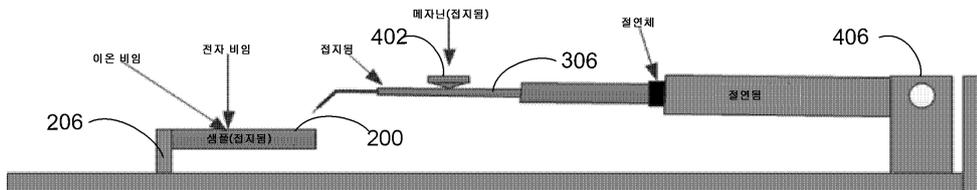
도면3b



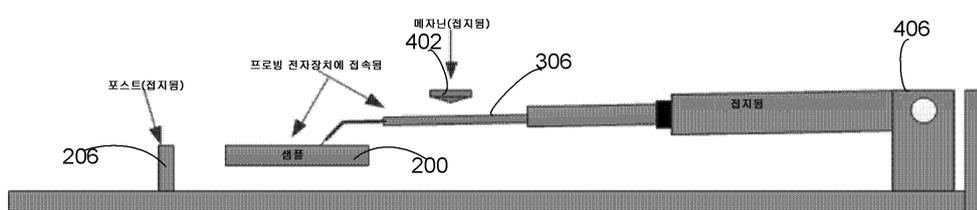
도면4a



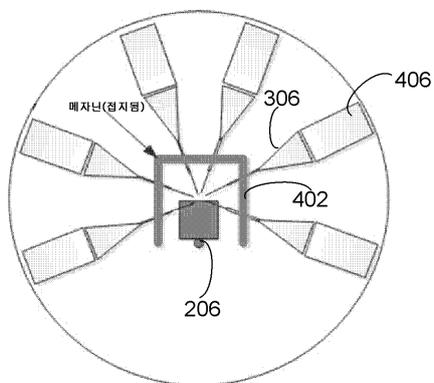
도면4b



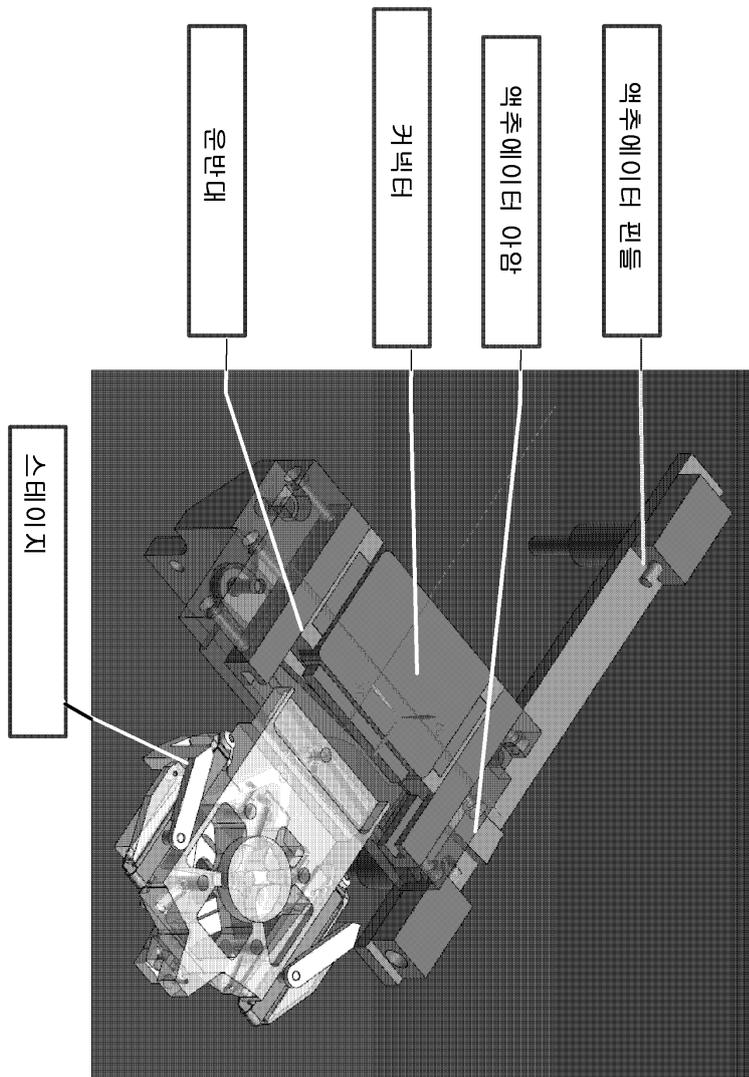
도면4c



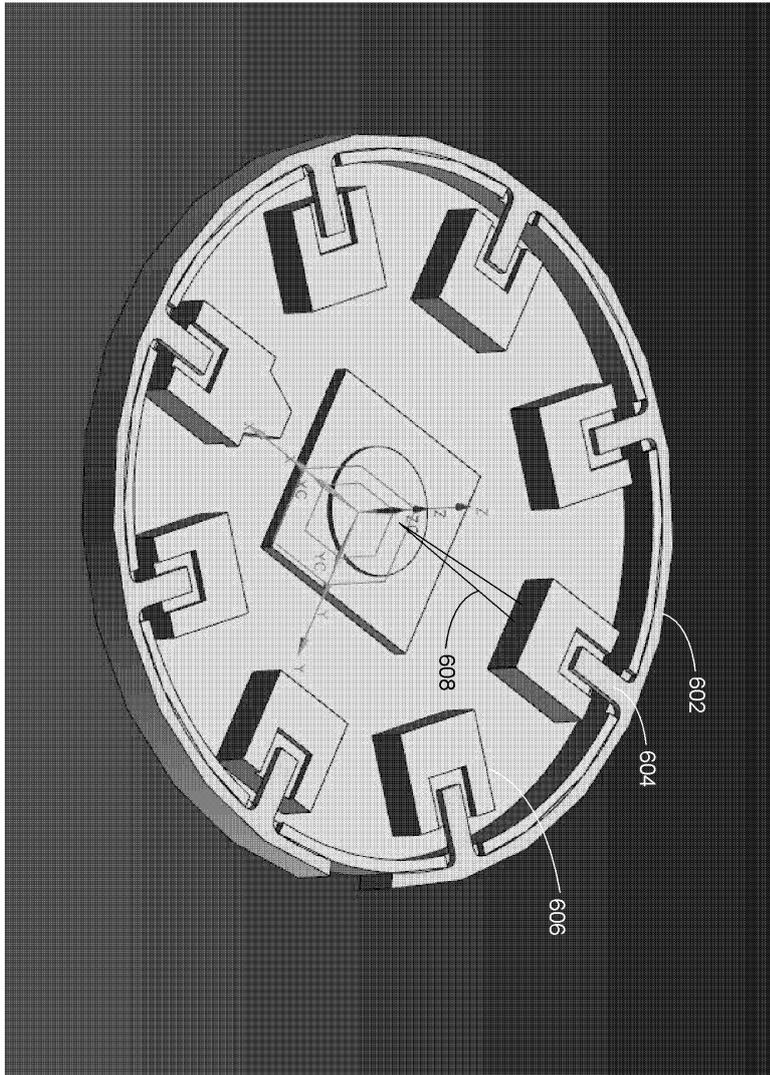
도면4d



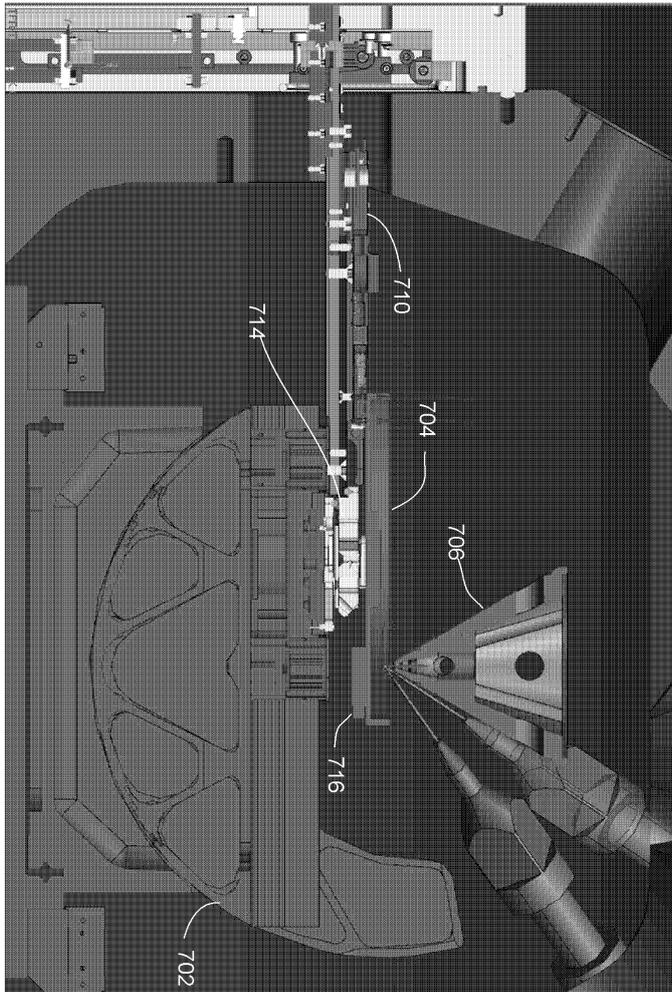
도면5



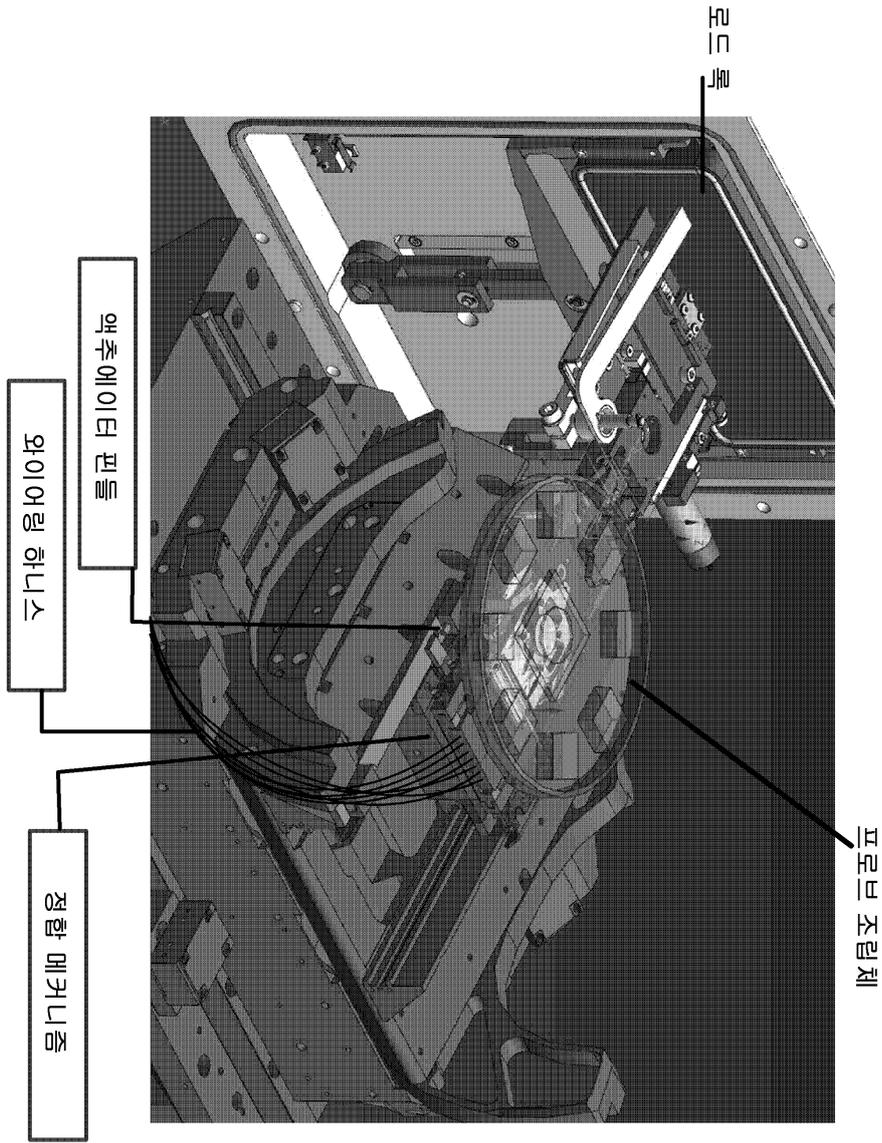
도면6



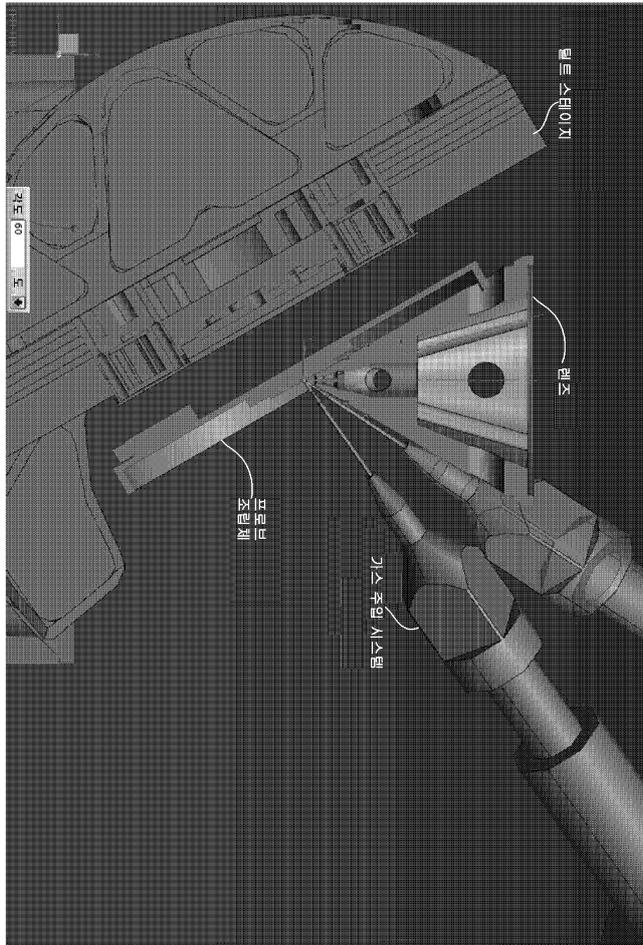
도면7



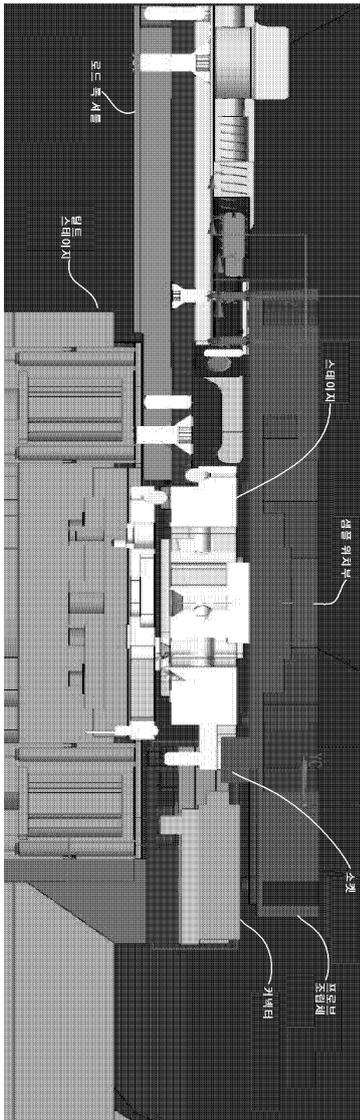
도면8



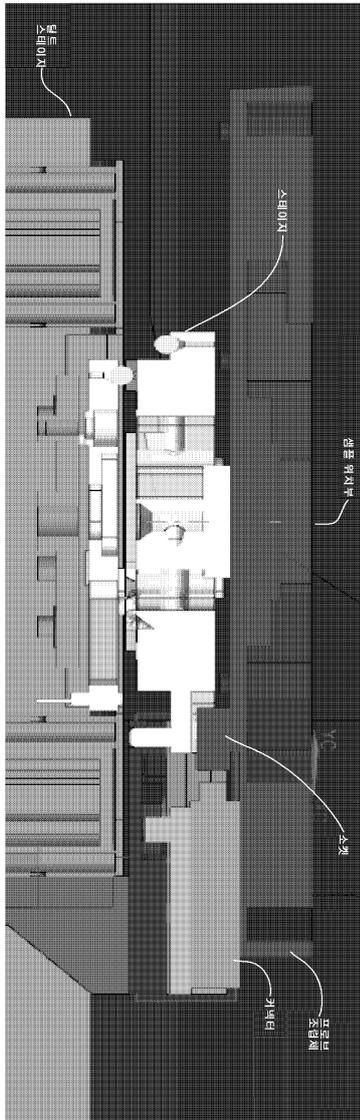
도면9



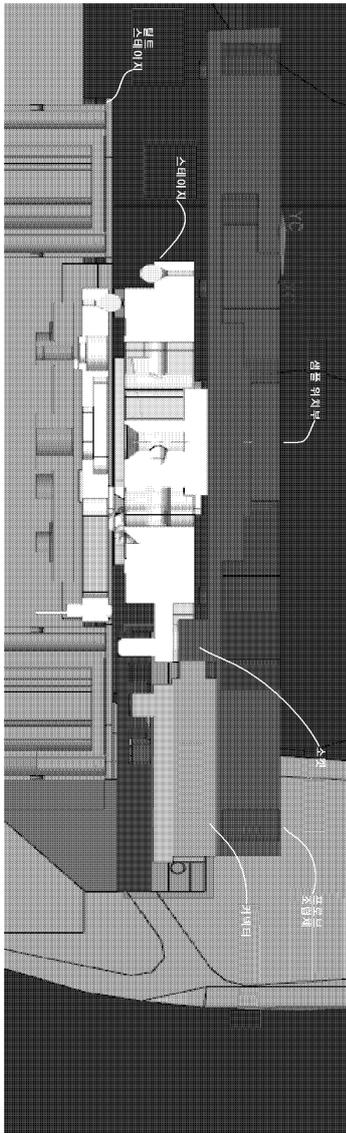
도면10a



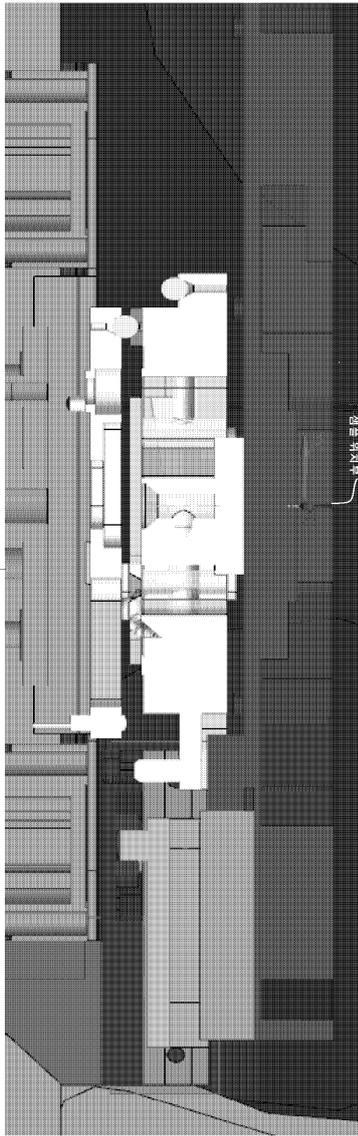
도면10b



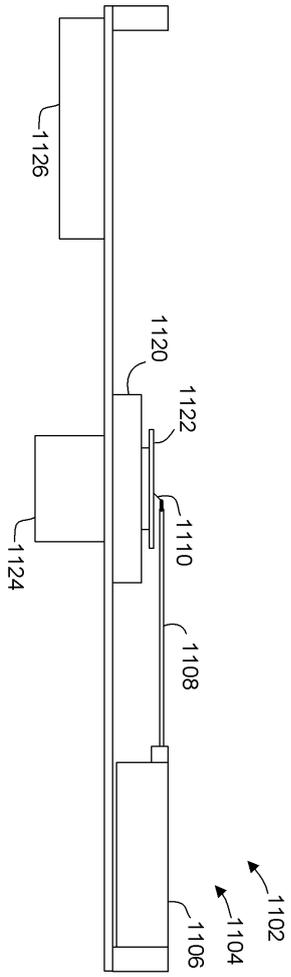
도면10c



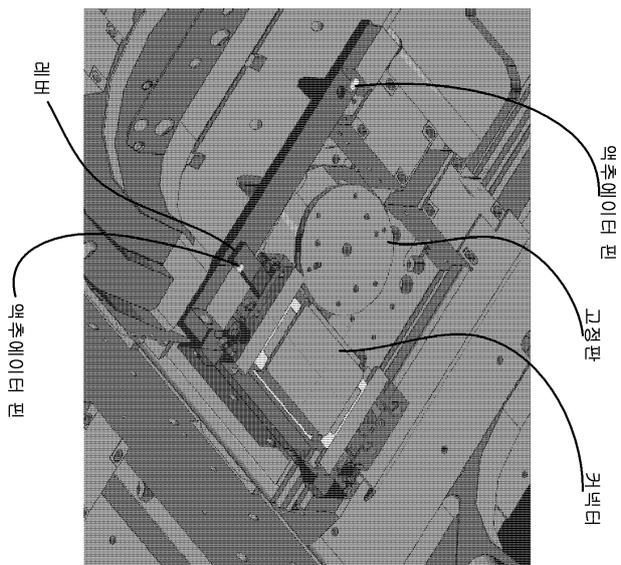
도면10d



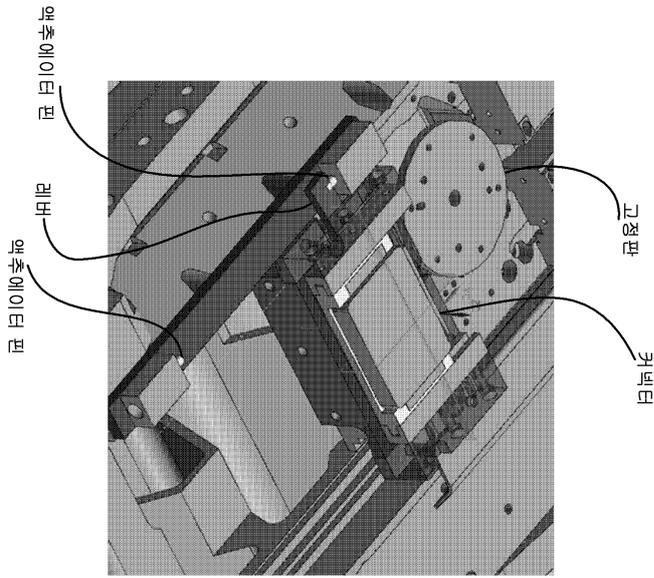
도면11



도면12a



도면12b



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11 발명

【변경전】

상기 프로브 조립체 커넥터가

【변경후】

상기 프로브 조립체의 커넥터가