



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0134022
(43) 공개일자 2017년12월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 9/04 (2006.01) G01B 5/30 (2006.01)
G01Q 10/04 (2010.01) G01Q 60/42 (2010.01)

(52) CPC특허분류
G01B 9/04 (2013.01)
G01B 5/30 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0065642
(22) 출원일자 2016년05월27일
심사청구일자 2016년05월27일

(71) 출원인
광주과학기술원
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)

(72) 발명자
박기환
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기전공학부
정지성
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 정보기전공학부
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
김기문

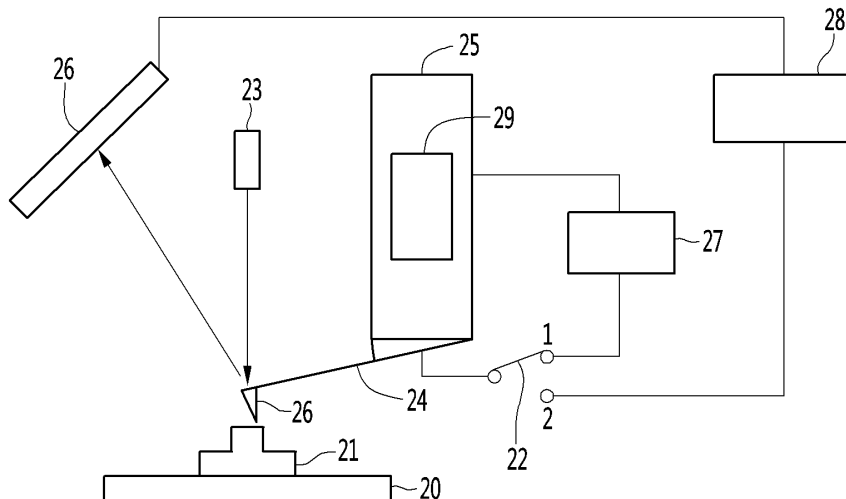
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 원자현미경을 이용한 높이 교정 방법

(57) 요약

실시예는 원자현미경을 사용하여 물체의 높이를 측정하는 과정에 포함되는 높이 교정 방법으로서, 측정하고자 하는 물체를 원자현미경의 측정부에 올려놓는 단계, 절대 변위 센서로 측정된 압전구동기 절대변위값과 상기 압전구동기의 절대변위값에 따른 제1 제어기의 제1 출력값을 통해 상기 측정부에 올려진 물체의 높이 변환 계수를 교정하는 단계 및 광센서로 측정되는 압전구동기의 변위에 따른 제2 제어기의 제2 출력값에 상기 높이 변환 계수를 곱하여 상기 물체의 높이를 구하는 단계를 포함하고, 상기 높이 변환 계수는 상기 압전구동기의 절대변위값을 상기 제1 출력값으로 나누어준 값일 수 있다 실시예는 원자 현미경으로 물체의 높이를 측정시 높이변환계수를 교정하는 과정에만 선행적인 특성을 가지는 센서를 적용함으로써, 분해능이 좋은 기존의 광센서를 통해 정밀한 높이 측정이 가능하다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류
G01Q 10/045 (2013.01)
G01Q 60/42 (2013.01)

김준섭

광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기전공학부

(72) 발명자
윤여민

광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 기전공학부

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NN12860

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 도약연구지원사업(도전)

연구과제명 회전 운동체의 진동측정을 위한 영상기반 추종 3D 레이저 스캐닝 바이브로미터 기술개발

기여율 1/1

주관기관 광주과학기술원

연구기간 2014.05.01 ~ 2015.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

원자현미경을 사용하여 물체의 높이를 측정하는 과정에 포함되는 방법으로서,

측정하고자 하는 물체를 원자현미경의 측정부에 올려놓는 단계;

절대 변위 센서로 측정된 압전구동기 절대변위값과 상기 압전구동기의 절대변위값에 따른 제1 제어기의 제1 출력값을 통해 상기 측정부에 올려진 물체의 높이 변환 계수를 교정하는 단계; 및

광센서로 측정되는 압전구동기의 변위에 따른 제2 제어기의 제2 출력값에 상기 높이 변환 계수를 곱하여 상기 물체의 높이를 구하는 단계;

를 포함하고,

상기 높이 변환 계수는 상기 압전구동기의 절대변위값을 상기 제1 출력값으로 나누어준 값인 원자현미경을 이용한 높이 교정 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 절대변위 센서는 상기 압전구동기의 입력전압에 대한 출력변위의 값이 측정높이 범위 내에서 선형성을 갖는 스트레인 게이지 센서인 원자현미경을 이용한 높이 교정 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1 출력값은 상기 제1 제어기가 상기 압전구동기가 일정 변위를 가지도록 제어할 때의 출력 신호인 원자현미경을 이용한 높이 교정 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제2 출력값은 상기 제2 제어기가 상기 압전구동기에 구비된 켈틸레버에 가해지는 힘에 의한 상대적인 변위에 따른 출력 신호인 원자현미경을 이용한 높이 교정 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 측정부에 측정물체가 올려지면, 상기 압전구동기는 상기 제1 제어기와 연결되어 상기 높이 변환 계수를 도출한 후에 상기 제2 제어기와 연결되는 원자현미경을 이용한 높이 교정 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 물체의 실제 높이는 상기 제1 출력값을 통해 도출된 상기 높이 변환 계수와 상기 제2 출력값을 곱하여 도출되는 원자현미경을 이용한 물체의 높이 교정 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 원자현미경을 이용한 높이 교정 방법으로, 보다 구체적으로는 압전구동기의 비선형성에 의해 야기되

는 측정 오류를 해결하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 원자현미경(Atomic force microscope)은 미세한 탐침 끝과 측정물체 표면 간에 작용하는 원자력(Atomic force)이 일정하게 유지되도록 탐침에 부착된 압전구동기(PZT actuator)의 변위를 제어하면서 제어기의 출력으로 측정물체의 형상을 측정하는 정밀 계측 장치이다. 도 1에 이러한 원자현미경의 구조가 개시되어 있다. 기존의 원자현미경은 XY축 나노 스캐너(10), Z축으로 구동하는 압전구동기(15), 압전구동기의 헤드부를 구성하는 켈틸레버(14)와 켈틸레버 팁(16), 광원(13), 광센서(12) 및 제어기(17)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0003] 켈틸레버 팁(16)이 측정하고자 하는 샘플(11)에 접근함에 따라 샘플(11)과 켈틸레버 팁(16) 사이의 원자력이 발생하고 이는 광센서(12)를 통해 켈틸레버(14)가 휘어지는 정도로 측정된다. XY축 나노 스캐너(10)는 샘플(11)을 XY축 방향으로 움직이며, Z축 방향으로는 켈틸레버(14)와 샘플(11) 사이에 일정한 힘(간격)이 작용하도록 제어기(17)에서 압전구동기(15)의 힘을 제어한다.
- [0004] 이 때 제어기(17)의 출력(압전구동기의 입력)은 압전구동기의 변위가 되는데 이 값은 측정물체의 높이 정보에 비례한다. 따라서 정확한 형상 높이 정보를 얻기 위해서는 압전구동기(15)에 입력되는 제어기(17)의 출력 크기와 측정물체의 높이 정보간의 비례 계수(높이 변환 계수)를 정확히 교정해야 한다.
- [0005] 하지만 압전구동기(15)는 히스테리시스와 크립 현상과 같은 비선형성을 가지고 있으며, 이로 인해 높이 변환 계수가 측정물체의 높이에 따라 일정하지 않다. 따라서 물체의 정확한 높이 측정을 위해서는 측정물체의 높이에 맞추어 높이 변환 계수를 매번 교정해 주어야 할 필요가 있었다.
- [0006] 일반적인 원자현미경의 높이 변환 계수 교정방법은 표준시편을 사용하여 이루어진다. 표준시편 측정 시 획득한 제어기의 출력크기에 대한 표준시편의 높이의 비율을 이용해서 높이 변환 계수를 교정한다. 측정물체의 높이에 따라 높이 변환 계수가 일정하지 않기 때문에 정확한 교정을 위해서는 측정물체의 높이와 유사한 높이를 갖는 표준시편이 필요하다. 그러나 다양한 측정물체의 높이에 해당하는 표준시편을 모두 보유하고 있는 것은 불가능하고, 매번 표준시편을 측정해야 하는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상술한 문제를 해결하기 위해 창안된 것으로, 원자현미경으로 물체의 높이를 측정시에 표준시편을 사용하지 않고도 압전구동기 입출력의 비선형성으로 인한 측정 에러를 제거하여 물체의 높이를 정확히 측정할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.
- [0008] 본 발명은 나노미터 수준으로 높이가 낮은 물체에 대해서도 정밀한 분해능을 유지하면서 물체의 높이를 측정할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 실시예는 원자현미경을 사용하여 물체의 높이를 측정하는 과정에 포함되는 높이 교정 방법으로서, 측정하고자 하는 물체를 원자현미경의 측정부에 올려놓는 단계; 절대 변위 센서로 측정된 압전구동기 절대변위값과 상기 압전구동기의 절대변위값에 따른 제1 제어기의 제1 출력값을 통해 상기 측정부에 올려진 물체의 높이 변환 계수를 교정하는 단계; 및 광센서로 측정되는 압전구동기의 변위에 따른 제2 제어기의 제2 출력값에 상기 높이 변환 계수를 곱하여 상기 물체의 높이를 구하는 단계를 포함하고, 상기 높이 변환 계수는 상기 압전구동기의 절대변위값을 상기 제1 출력값으로 나누어준 값일 수 있다.
- [0010] 그리고, 상기 절대변위 센서는 상기 압전구동기의 입력전압에 대한 출력변위의 값이 측정높이 범위 내에서 선형성을 갖는 스트레인 게이지 센서일 수 있다.
- [0011] 그리고, 상기 제1 출력값은 상기 제1 제어기가 상기 압전구동기가 일정 변위를 가지도록 제어할 때의 출력 신호일 수 있다. 또한, 상기 제2 출력값은 상기 제2 제어기가 상기 압전구동기계 구비된 켈틸레버에 가해지는 힘에 의한 상대적인 변위에 따른 출력 신호일 수 있다.
- [0012] 그리고, 상기 측정부에 측정물체가 올려지면, 상기 압전구동기는 상기 제1 제어기와 연결되어 상기 높이 변환 계수를 도출한 후에 상기 제2 제어기와 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 그리고, 상기 물체의 실제 높이는 상기 제1 출력값을 통해 도출된 상기 높이 변환 계수와 상기 제2 출력값을 곱하여 도출되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예에 따르면, 원자 현미경으로 물체의 높이를 측정시 기준에는 높이별로 여러 개의 표준시편을 요구하였으나, 표준시편을 구비하지 않고도 물체의 높이를 측정 오류 없이 정확하게 산출할 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시예에 따르면, 원자 현미경으로 물체의 높이를 측정시 높이 변환 계수를 교정하는 과정에만 선형적인 특성을 가지는 센서를 적용함으로써, 분해능이 좋은 기존의 광센서를 통해 정밀한 높이 측정이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 종래의 원자현미경을 나타낸 구성도
- 도 2는 종래 원자현미경의 제어 블록도를 나타낸 도면
- 도 3은 압전구동기의 입력전압에 대한 출력 변위 관계를 나타낸 그래프
- 도 4는 측정 물체의 높이에 따른 높이 변환 계수의 차이를 나타낸 도면
- 도 5는 실시예에 따른 압전구동기의 교정을 나타낸 도면
- 도 6은 실시예에 따른 압전구동기의 변위를 제어할 수 있는 제어기를 구성한 도면
- 도 7은 실시예에 따른 원자현미경의 물체 높이 측정 시스템을 나타낸 도면
- 도 8은 실시예에 따른 원자현미경의 물체 높이 측정 방법을 나타낸 흐름도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세하게 설명하지만, 본 발명의 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 대해 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위해 생략될 수 있다.

[0018] 일반적인 원자현미경의 높이 변환 계수 교정방법은 주로 표준시편을 사용하여 이루어진다. 실시예는 표준시편 없이도 높이 변환 계수를 교정하여 물체의 높이를 측정하는 방법에 특징이 있는 것으로, 물체의 높이 측정시 표준시편을 사용되어야 하는 이유에 대해 살펴보기로 한다.

[0019] 도 1에 개시된 바와 같이 켈틸레버가 측정물체에 접근함에 따라 측정물체 표면과 켈틸레버 탐침 사이의 거리에 비례해서 원자력이 발생한다. 원자력에 크기에 따라 켈틸레버가 변형되고, 변형의 정도(ΔZ)는 광센서의 신호를 통해 얻어진다. 측정물체의 높이(Z_s)가 높아짐에 따라 켈틸레버의 변형(ΔZ)이 줄어들게 되고, ΔZ 가 일정하게 되도록 압전구동기의 변위(Z)를 제어할 때 Z_s 는 Z 에서 ΔZ 를 빼줌으로써 구할 수 있다.

[0020] 원자현미경은 절대 높이가 아닌 샘플의 상대 높이를 측정하기 때문에, 식 1에서 ΔZ 가 일정한 고정된 값이라고 하면 식 2와 같이 Z 는 결국 Z_s 라고 가정할 수 있다.

[0021] 압전구동기의 변위(Z)는 직접 측정이 불가능하기 때문에, 압전구동기의 입력신호이자 제어기의 출력 신호인 u 와 선형적인 관계를 이용해서 Z 값을 얻어낼 수 있다. 도 2는 종래 원자현미경의 제어 블록도를 나타낸 도면으로, 이를 참조하면 Z 는 제어기 출력 신호의 크기(u)에 대한 측정물체의 높이(Z_s)의 비율인 높이 변환 계수(h , height scale factor)와 제어기 출력 신호의 크기(u)를 곱해줌으로써 구할 수 있다. 높이 변환 계수는 이전 측정 결과들에서 미리 설정된 값이라 할 수 있다.

[0022] 그리고 Z 는 Z_s 로 대체될 수 있기 때문에 Z 를 Z_s 로 치환하면, 측정물체의 높이(Z_s)는 높이 변환 계수와 제어기 출력 신호 크기의 곱으로 나타낼 수 있다.

[0023] 그러나 실제 압전구동기는 입력되는 전압(제어기의 출력 신호)과 출력변위(측정물체의 높이)에 대해 비선형성(크립, 히스테리시스)을 가지고 있어 측정물체의 높이는 제어기 출력 신호의 크기에 선형적으로 비례하지 않게 된다. 즉, 높이 변환 계수(h)는 제어기 출력 신호의 크기에 따라 일정하지 않다.

- [0024] 도 3은 압전구동기의 입력전압에 대한 출력 변위 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0025] 도 3을 참조하면, 압전구동기의 입력전압에 대한 출력 변위는 히스테리시스와 같은 비선형적인 곡선을 나타내게 되는데, 이는 측정물체의 높이에 따라 서로 다른 곡선을 나타내게 된다. 도 4는 측정 물체의 높이에 따른 높이 변환 계수의 차이를 나타낸 도면이다. A의 직선은 측정물체의 높이가 Z_1 일 때 입력 전압(u_1)에 대한 출력 변위 (Z_1)의 관계를 나타내며, 입력 전압(u_1)이 압전구동기에 입력될 때 출력 변위는 Z_1 과 같이 나타난다. 이 경우에 높이 변환 계수 h_1 은 Z_1/u_1 와 같이 결정된다.
- [0026] B의 직선은 측정물체의 높이가 Z_1 보다 높은 Z_2 일 때 입력 전압(u_2)에 대한 출력 변위(Z_2)의 관계를 나타내며, 입력 전압(u_2)이 압전구동기에 입력될 때 출력 변위는 Z_2 와 같이 나타난다. 이 경우에 높이 변환 계수 h_2 은 Z_2/u_2 와 같이 결정된다.
- [0027] 즉, Z_1 과 Z_2 의 크기에 따라 h_1 과 h_2 의 크기가 달라지기 때문에, 측정물체의 높이가 달라짐에 따라서 높이 변환 계수의 교정이 필요하다. 기존에는 측정하고자 하는 물체에 이미 적용된 적이 있는 높이의 표준시편을 측정하여 해당 높이의 높이 변환 계수를 얻는 방법을 사용하였으나, 이러한 방법은 측정 물체가 다양해질 경우 측정 효율이 현저히 감소한다.
- [0028] 도 5는 실시예에 따른 원자현미경에서 압전구동기를 나타낸 도면이다. 도 5를 참조하면, 실시예의 원자현미경에 구성되는 압전구동기에는 측정높이 범위 내에서 선형성을 갖는 추가적인 변위센서가 마련될 수 있다. 상기 변위센서는 압전구동기의 절대 변위를 측정하는 센서로서 스트레인 게이지(Strain gage) 센서일 수 있다.
- [0029] 스트레인은 변형도 또는 변형률을 나타내며, 어느 물체가 인장 또는 압축을 받을 때 원래의 길이에 대하여 늘어나거나 줄어든 길이를 비율로 표시한 값을 의미하며, 스트레인 게이지라 함은 물체의 힘이 작용하여 물체의 변형이 일어나는 효과를 이용하여 재료의 응력인 스트레인을 측정하는 센서를 말한다. 스트레인 게이지 센서는 반도체에서 압력에 의해 결정의 균형이 변하면 저항률이 변화하는 피에조(piezo) 저항 효과를 이용하는 센서이며, 압전물질을 이용하는 소자이다.
- [0030] 압전물질은 어떤 결정에 압력을 가했을 때 전위차가 발생되고 또 이들의 물질에 전위차가 인가되면 물리적 변위가 생기는 원리를 이용한 물질이며, 상기와 같은 압전효과가 나타나는 물질로는 수정, 로셀염, 티탄산바륨, 인공세라믹 등이 있으며 본 실시예에서는 인공세라믹(PZT)을 사용한 스트레인 게이지 센서가 적용될 수 있다. 상기와 같은 스트레인 게이지 센서를 사용하면 압전 구동기의 절대 변위를 직접 측정할 수 있다.
- [0031] 도 5에서와 같이 원자현미경으로 물체의 높이를 측정시에, 물체의 표면과 접촉하는 켈틸레버는 동일한 각도를 유지하도록 제어되고, 켈틸레버에 가해지는 힘에 따라 압전구동기의 위치가 변화하게 된다.
- [0032] 도 6은 압전구동기의 변위를 제어할 수 있는 제어기를 구성한 도면이다. 압전구동기를 일정 변위인 Zs' 이 되도록 제어할 때 제어기의 출력을 u' 이라 하면 압전구동기의 입출력 비례 계수 h 는 Zs'/u' 과 같이 표현될 수 있다.
- [0033] 여기서, h 는 제어기의 출력 신호와 측정물체의 높이와의 관계를 나타내는 높이 변환 계수일 수 있다. 즉, 높이 변환 계수에 제어기의 출력값을 곱해주면 압전구동기의 변위가 되며, 이는 물체의 높이가 된다.
- [0034] 실시예에서는 물체의 높이를 측정하기 전에 해당 물체의 높이 변환 계수를 결정하기 위한 1차 측정을 실시하게 되는데, 이 때 해당 물체에 대한 1차적인 높이 측정은 절대 변위 센서인 스트레인 게이지 센서를 통해 수행할 수 있다. 스트레인 게이지 센서를 통해 높이 변환 계수를 교정한 후에는 기존의 광센서를 통해 측정 물체의 실질적인 높이를 측정하는 과정이 수행될 수 있다.
- [0035] 도 7은 실시예에 따른 원자현미경을 이용한 물체 높이 측정 시스템을 나타낸 도면이다. 도 7을 참조하면, 실시예의 원자현미경을 이용한 물체 높이 측정 시스템은 광원(23), 광센서(26), 압전구동기(25), 변위센서(29), XY축 나노스캐너(20) 켈틸레버(24), 스위치(22), 제1 제어기(27) 및 제2 제어기(28)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0036] 압전구동기(25)는 측정 물체의 높이에 따라 일정한 변위값을 갖도록 제어되는 구성으로서, 하단부에 켈틸레버(24)가 부착되어 있으며 켈틸레버가 휘어진 각도가 일정하게 유지되면서 압전구동기(25)의 위치가 이동된다. 실시예는 압전구동기에 부착이 가능한 추가적인 변위센서를 마련하고, 상기 변위센서로 압전구동기의 절대 위치에 따른 변위 정보(절대변위값)를 받아 이를 측정하고자 하는 물체에 대해 높이 변환 계수를 교정하는데 사용한다.
- [0037] 상기 변위센서(29)는 입력전압에 대한 출력변위의 값이 측정높이 범위 내에서 선형성을 갖는 스트레인 게이지

센서를 사용하는 것이 바람직하다. 그리고, 상기 변위센서(29) 기준으로 압전구동기의 변위를 제어할 수 있는 제1 제어기(27)가 마련될 수 있다.

- [0038] 상기 압전구동기(25)의 하단에 구비되는 스위치(22)는 2개의 노드로 구성되며, 스위치가 접촉되는 노드에 따라 압전구동기(25)의 출력값은 제1 제어기(27) 또는 제2 제어기(28)의 입력으로 들어갈 수 있다.
- [0039] 제1 제어기(27)는 스위치(22)가 1번 노드와 접촉하는 경우에 연결되며, 상기 제1 제어기(27)는 압전 구동기(25)에 부착된 스트레인 게이지 센서(29)와 연결될 수 있다. 상기 스트레인 게이지 센서(29)로 압전구동기(25)의 변위의 절대값을 측정하여, 입력 전압값과 변위에 따른 높이 변환 계수가 결정될 수 있다.
- [0040] 그리고, 스위치(22)가 2번 노드와 접촉하는 경우에 연결되는 제2 제어기(28)가 마련될 수 있으며, 상기 제2 제어기(28)는 압전구동기(25)와 광센서(26)를 연결함으로써 물체의 형상 정보를 측정할 수 있다. 제2 제어기(28)는 기존의 원자현미경에 구비되었던 제어기의 구성과 동일하며, 실시예는 제1 제어기를 추가적으로 마련하여 제2 제어기에서 사용할 높이 변환 계수를 교정하는 점에 특징이 있다.
- [0041] 실시예는 스위치가 접촉되는 노드에 따라 선택적으로 압전구동기와 연결되는 센서의 종류를 선택할 수 있다. 실시예의 원자현미경을 이용한 물체 높이 측정 시스템에 사용되는 센서는 압전구동기의 절대변위를 사용하여 측정 물체에 대한 높이 변환 계수를 결정하기 위한 스트레인 게이지 센서와, 실제 물체의 형상 정보를 측정하기 위한 광센서를 포함할 수 있다.
- [0042] 도 8은 실시예에 따른 원자현미경의 물체 높이 측정 방법을 나타낸 흐름도이다. 도 8을 참조하면, 실시예의 다른 원자현미경을 사용한 물체의 높이 측정 방법은 우선 측정하고자 하는 물체를 원자현미경의 측정부에 올려놓는 단계(S10)를 수행한다. 상기 측정부는 물체를 XY 방향으로 움직이는 XY축 나노 스캐너일 수 있다.
- [0043] 이어서, 압전구동기에 마련된 변위센서가 제1 제어기와 연결되도록 스위치를 1번 노드로 이동하고, 제1 제어기의 제1 출력값을 획득하는 단계(S20)를 수행한다. 변위센서는 스트레인 게이지 센서일 수 있으며, 제1 제어기는 현재 측정대상 물체에 대해 압전구동기가 일정한 절대변위값을 가지도록 하여 이에 대한 출력 신호를 획득할 수 있다.
- [0044] 이어서, 압전구동기의 변위(출력변위)와 제1 제어기의 출력 신호인 제1 출력값에 따라서 높이 변환 계수를 결정하는 S30 단계를 수행한다. 높이 변환 계수는 출력변위를 제1 출력값로 나누어준 값으로 설정될 수 있다. S10 내지 S30 단계는 실제 물체의 형상 정보(높이값)를 얻기 전에, 현재 물체에 대한 정확한 높이 변환 계수를 얻기 위해 수행되는 과정들이다.
- [0045] 이어서, 스위치를 2번 노드로 이동하여 압전구동기와 광센서 사이에서 제2 제어기가 작동하도록 하여, 제2 제어기로부터 제2 출력값을 얻는 D10 단계를 수행한다. D10 단계는 광센서를 기반으로 하여 수행될 수 있으며, 제2 제어기는 캔틸레버에 가해지는 힘에 따라 현재 물체에 대한 출력 신호인 제2 출력값을 얻는다.
- [0046] 이어서, 제2 제어기에서 얻어진 제2 출력값과 S30 단계에서 얻어진 높이 변환 계수를 곱하여 물체의 실질적인 높이값을 산출하는 D20 단계가 수행될 수 있다.
- [0047] 측정하고자 하는 물체를 교체하는 경우에는 스위치를 다시 1번 노드로 이동시키고, S10 내지 S30의 단계를 거쳐 새로운 물체에 해당되는 높이 변환 계수를 도출하고, D10 및 D20의 과정을 수행하여 물체의 높이를 보다 정확하게 산출할 수 있다.
- [0048] 실시예는 기존의 원자현미경의 높이 측정 방법과는 달리, 압전구동기에 추가적인 변위센서를 마련하여 이를 높이 변환 계수의 교정에 사용한다. 그러나, 절대 변위센서는 입력 전압과 출력 변위 사이에 선형성을 가지는 특징을 가지지만, 분해능이 기존의 광센서에 비해 수십~수백배 이상 낮은 단점이 있다.
- [0049] 따라서, 실시예는 추가적인 절대 변위센서를 통해 높이 변환 계수만을 교정하고, 원자 현미경의 제어기를 광센서와 연결하여 정밀한 출력값을 얻고 이 값을 교정된 높이 변환 계수와 곱하여 정확한 물체의 높이값을 구할 수 있다. 실시예는 기존과 같은 표준 시편을 이용한 측정 방법보다 높이 변환 계수의 교정시간이 훨씬 단축되고, 높이 측정의 효율성을 크게 개선할 수 있다.
- [0050] 즉, 실시예는 원자 현미경으로 물체의 높이를 측정시 높이 변환 계수를 교정하는 과정에만 선형적인 특성을 가지는 센서를 적용함으로써, 분해능이 좋은 기존의 광센서를 통해 정밀한 높이 측정이 가능한 장점이 있다.
- [0051] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지

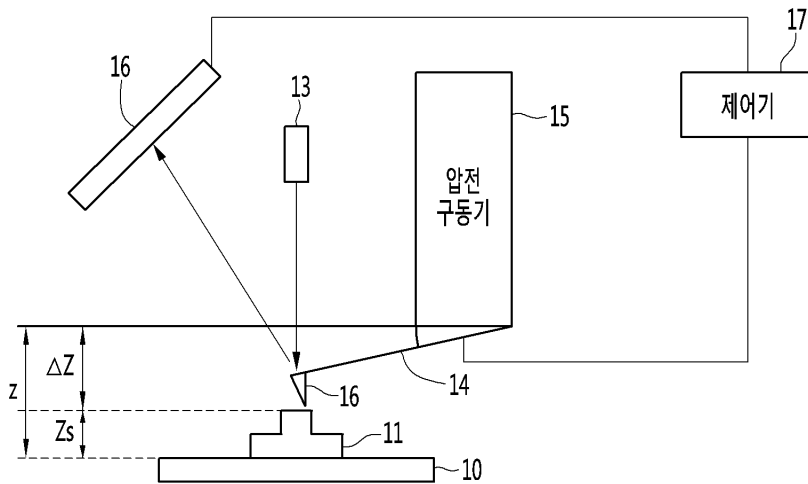
않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

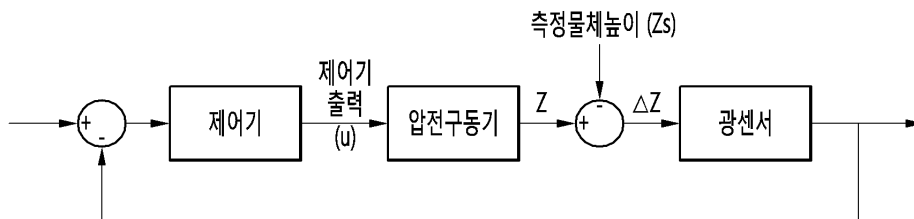
- [0052] 20: XY축 나노스캐너
- 21: 샘플
- 22: 스위치
- 23: 광원
- 24: 켈틸레버
- 25: 압전구동기
- 26: 광센서
- 27: 제1 제어기
- 28: 제2 제어기
- 29: 절대 변위센서

도면

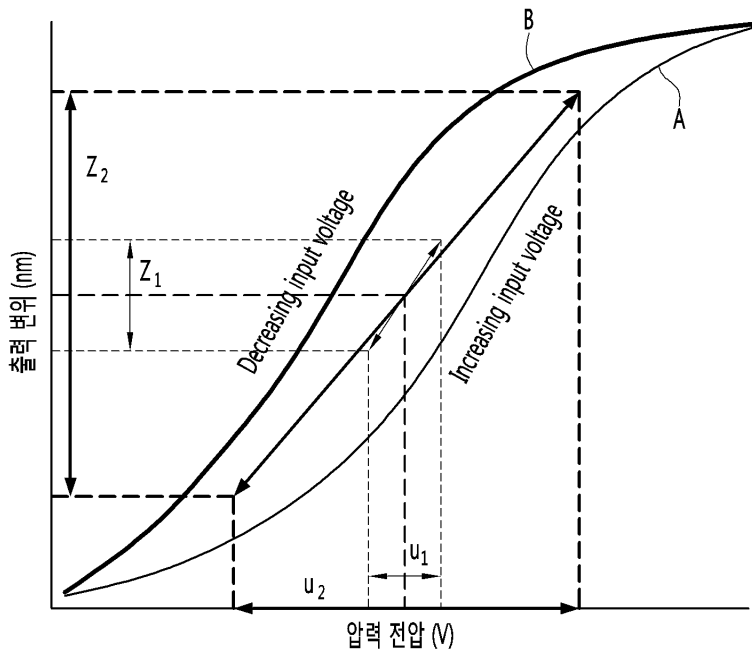
도면1



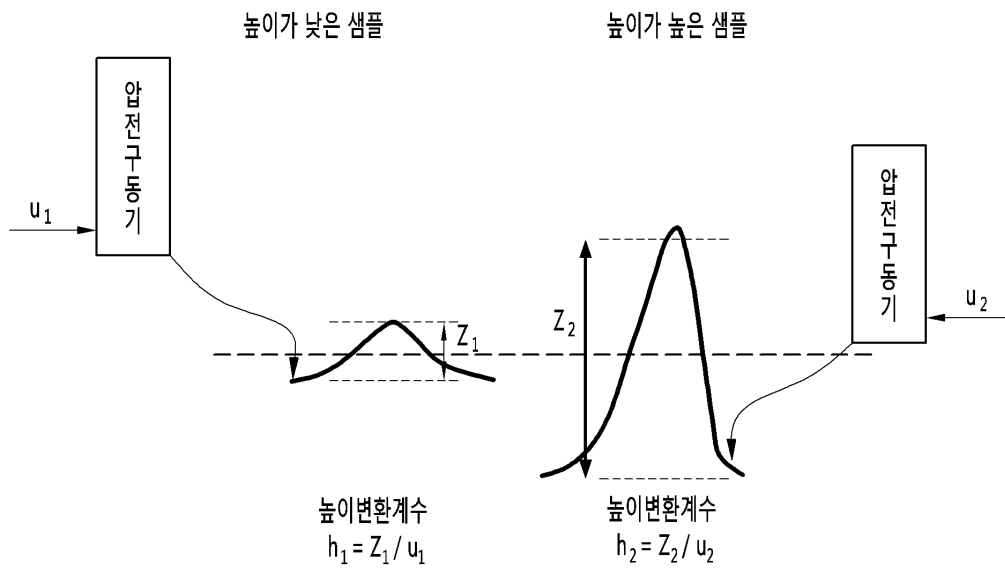
도면2



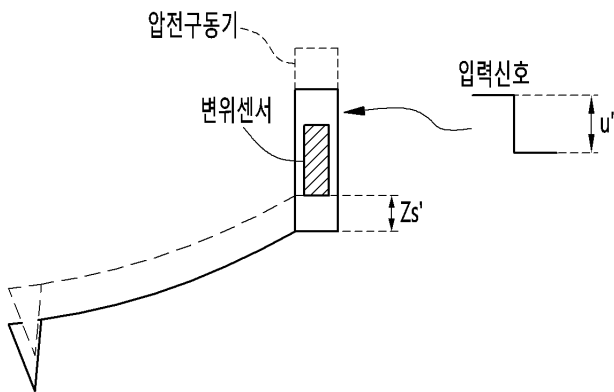
도면3



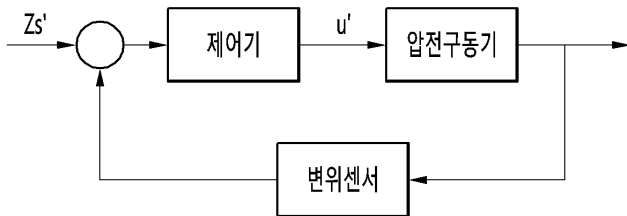
도면4



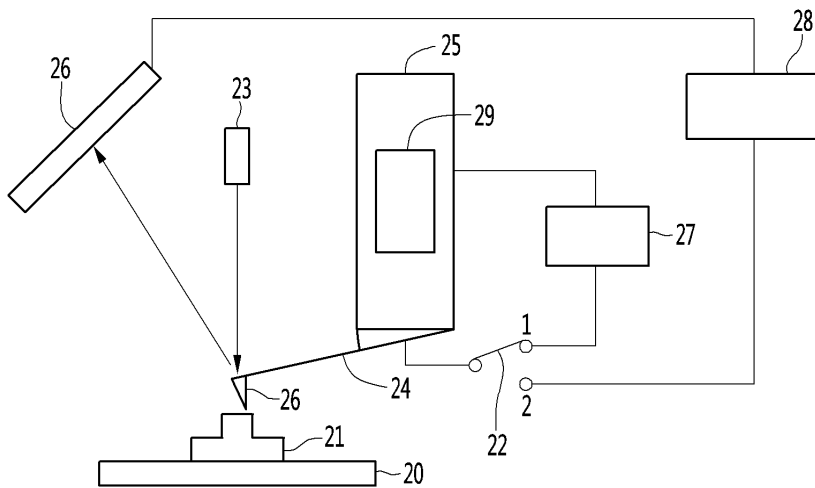
도면5



도면6



도면7



도면8

