



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0006831
(43) 공개일자 2010년01월22일

(51) Int. Cl.

B25J 9/00 (2006.01) B25J 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0066971

(22) 출원일자 2008년07월10일

심사청구일자 2008년07월10일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

이철희

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 2북 269A

장민규

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 2북380 첨단
수송기계설계 및제어연구실

(74) 대리인

김순웅

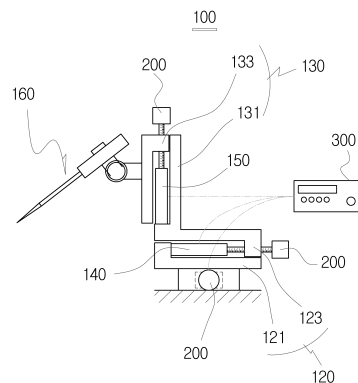
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 다자유도 마이크로 매니플레이터

(57) 요약

본 발명은 다자유도 마이크로 매니플레이터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 기대로서의 역할을 수행하는 삼축 방향 마이크로 스테이지와, 상기 마이크로 스테이지 상에서 수평방향으로 마찰접촉하여 슬라이딩 이동 가능하도록 상기 수평 경로 내에 승강 이동 가능하게 장착되는 제1 이동체와, 상기 제1 이동체와 직교하여 상부 방향으로 마찰접촉하여, 상기 마이크로 스테이지 상에서, 슬라이딩 이동 가능하도록 상기 상향 경로 내에 승강 이동 가능하게 장착되는 제2 이동체와, 상기 제1 및 제2 이동체 내에서 전원을 인가하는 제어부에 의해 연장 및 복원 가능한 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터와, 상기 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터에 의해 작동되는 말단장치로 이루어져서, 차세대 IT 제품 및 MEMS 분야 및 기타 산업 분야에서 매니플레이터로 적용하고, 또한 의료 산업의 경우 의료 수술기, 의료 수술 시뮬레이션 장비 등과 같은 초정밀 제어가 필요한 의료 및 바이오 산업 분야의 난소핵 추출이나 줄기 세포 이식 연구용 장비에도 적용 가능토록 하였다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

기대로서의 역할을 수행하는 삼축 방향 마이크로 스테이지와,
 상기 마이크로 스테이지 상에서 수평방향으로 마찰접촉하여 슬라이딩 이동 가능하도록 상기 수평 경로 내에 승강 이동 가능하게 장착되는 제1 이동체와,
 상기 제1 이동체와 직교하여 상부 방향으로 마찰접촉하여, 상기 마이크로 스테이지 상에서, 슬라이딩 이동 가능하도록 상기 상향 경로 내에 승강 이동 가능하게 장착되는 제2 이동체와,
 상기 제1 및 제2 이동체 내에서 전원을 인가하는 제어부에 의해 연장 및 복원 가능한 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터와,
 상기 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터에 의해 작동되는 말단 장치로 이루어진 것을 특징으로 하는 다자유도 마이크로 매니퓰레이터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 제1 이동체는 상기 마이크로 스테이지 상에 수평으로 고정 배치된 L자형 제1 이동블록과 상기 제1 이동블록과 선대칭되게 배열된 제2 이동블록과 상기 제1 및 제2 이동블록 사이에 개재된 제1 PMN-PT 적층 압전 액추에이터로 이루어진 것을 특징으로 하는 다자유도 마이크로 매니퓰레이터.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 제2 이동체는 상기 마이크로 스테이지 상에 수평으로 고정 배치된 L자형 제2 이동블록과 직교하여 배열된 L자형 제3 이동블록과, 상기 제3 이동블록과 선대칭되게 배열된 제3 이동블록과 상기 제3 및 제4 이동블록 사이에 개재된 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터로 이루어진 것을 특징으로 하는 다자유도 마이크로 매니퓰레이터.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,
 상기 제1 및 제2 이동체의 단부와, 마이크로 스테이지에는 영점 조정용 마이크로미터헤드가 관통접속되어 상기 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터에 직접적으로 접촉하도록 배열된 것을 특징으로 하는 다자유도 마이크로 매니퓰레이터.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 PMN-PT($\text{PbMgNbO}_3\text{-PbTiO}_3$)단결정 단판을 적층시켜 만든 적층형 액추에이터를 이용한 다자유도, 특히 3 자유도를 가지는 마이크로 매니퓰레이터에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 일반적으로, 산업계에서 사용되는 로봇은 크게 매니퓰레이터와 이동 로봇의 두가지로 분류된다. 우선, 매니퓰레이터는 여러개의 팔을 가지고 물체를 집어 옮기거나 엔드-이펙터를 사용하여 조립하는 작업 등의 기능을 수행하며, 이동 로봇은 자율적으로 장애물을 피해가며 주어진 경로를 따라가서 물체를 이송하는 작업을 수행한다. 매니퓰레이터 로봇은 회전 운동 또는 선 운동의 관절을 가질 수 있으며 그 자유도에 따라 연결된 링크의 운동이 결정된다. 이동 로봇은 센서와 액추에이터를 가지고 자유로이 움직여 위치를 바꾸어 나가는 것이다.

<3> 초정밀 분야에서 선형 액추에이터를 구성하기 위하여 압전 재료를 이용하는 기술이 다양한 분야에서 연구 및 개

발 되어 왔으며 최근 여러 종류의 초정밀 압전 액추에이터들이 상용화 되었다. 기존의 액추에이터 보다 높은 출력 밀도를 가지는 지능 재료를 이용한 액추에이터는 최근 10년 동안 많은 분야에서 연구 되고 있다. 이러한 연구 분야는 진동 제어, 음향 제어, 위치 제어, 유체 제어 등 매우 다양하다. 특히 압전 재료를 이용한 액추에이터는 빠른 응답 속도를 보이고 초정밀 운동이 가능하여 초정밀 가공 및 제어 분야에 다양하게 적용되고 있다.

- <4> 그러나, 현재 대부분의 압전 작동기에서 사용되는 압전 재료는 PZT(Pb(Zr,Ti)O₃)로 저변위 및 저출력의 한계로 실제 선형 액추에이터로 사용하기 위해서는 기계적 증폭 장치(Mechanical Amplifier)를 포함하는 구조로 적용되고 있는 것이 현실이다.
- <5> 또한, 이러한 부가 장치의 포함으로 보다 정밀한 제어 및 빠른 응답성이 요구되는 시스템에서는 각종 히스테리시스(Hysteresis) 및 시간 지연(Time delay) 현상을 발생하여 초정밀 제어를 수행하는데 어려움이 있다.
- <6> 기존의 소재인 PZT 세라믹에 비해 PMN-PT의 경우 같은 측정 조건에서 6배 정도의 변위를 보이기 때문에 카메라 폰용 소재로 압전 단결정 소재의 적용 가능성이 높다.
- <7> 또한, 압전 단결정이 갖는 높은 압전 계수와 전기기계 결합계수로 인해 의료용 초음파 분야에서 우수한 성능을 나타내는 것으로 알려져 있다.
- <8> 특히, 압전 단결정을 사용하는 심장용 프로브의 경우 기존의 PZT 세라믹으로 찾아낼 수 없는 혈류를 잡아낼 수 있는 고감도의 기능을 제공한다.
- <9> 또, 매니플레이터의 기본은 3차원 좌표 변환, 다관절의 운동학, 센서와 액추에이터 등이며, 이러한 매니플레이터에 있어, 작동 액추에이터로서의 대부분의 압전 작동기에서 사용되는 압전 재료는 PZT(Pb(Zr,Ti)O₃)로 저변위 및 저출력의 한계로 실제 선형 액추에이터로 사용하기 위해서는 기계적 증폭 장치(Mechanical Amplifier)를 포함하는 구조로 적용되고 있는 것이 현실이다.
- <10> 보다 상세하게 설명하면, PZT계 압전 재료의 저변위 저출력 문제, 증폭 메커니즘 적용으로 인한 에너지 손실 및 초정밀 제어 불리, 마이크로 단위에서의 기계적 마찰이 발생할 때 초정밀 제어 불가능, 초정밀 작동을 할시 외부로부터의 작은 힘에도 정밀한 작동이 불가하다는 등의 단점을 내포하고 있었다.
- <11> 또한, 이러한 부가 장치의 포함으로 보다 정밀한 제어 및 빠른 응답성이 요구되는 시스템에서는 각종 히스테리시스(Hysteresis) 및 시간 지연(Time delay) 현상을 발생하여 초정밀 제어를 수행하는데 어려움이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <12> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 기존의 이러한 문제점들을 극복하기 위하여 PMN-PT 단결정을 이용한 적층형 액추에이터를 기반으로 마이크로단위의 마찰을 고려, 새로운 마찰 모델을 제시하고 이를 제어하기 위해 강건 제어 알고리즘을 개발, 다자유도, 특히 3자유도의 스마트 마이크로 매니플레이터 시스템을 제공함에 주된 기술적 해결과제가 있다.
- <13> 다시 말해서, 본 발명에서는 PMN-PT 단결정 압전소자를 이용한 적층 압전 액추에이터를 적용하여 미세 범위에서의 높은 정밀 동작 제어를 할 수 있고 외부 저항요소 및 스틱-슬립 마찰 현상에 강인한 3자유도(3축) 매니플레이터 장치를 제공함을 주된 목적으로 한다.

과제 해결수단

- <14> 상기한 목적을 실현하기 위한 본 발명에 따른 다자유도 마이크로 매니플레이터는,
- <15> 기대로서의 역할을 수행하는 삼축(Tri-axial) 방향 마이크로 스테이지와,
- <16> 상기 마이크로 스테이지 상에서 수평방향으로 마찰접촉하여 슬라이딩 이동 가능하도록 상기 수평 경로 내에 승강 이동 가능하게 장착되는 제1 이동체와,
- <17> 상기 제1 이동체와 직교하여 상부 방향으로 마찰접촉하여, 상기 마이크로 스테이지 상에서, 슬라이딩 이동 가능하도록 상기 상향 경로 내에 승강 이동 가능하게 장착되는 제2 이동체와,
- <18> 상기 제1 및 제2 이동체 내에서 전원을 인가하는 제어부에 의해 연장 및 복원 가능한 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터와,

- <19> 상기 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터에 의해 작동되는 말단 장치로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <20> 또, 상기 제1 이동체는 상기 마이크로 스테이지 상에 수평으로 고정 배치된 L자형 제1 이동블록과 상기 제1 이동블록과 선대칭되게 배열된 제2 이동블록과 상기 제1 및 제2 이동블록 사이에 개재된 제1 PMN-PT 적층 압전 액추에이터로 이루어짐이 바람직하다.
- <21> 또한, 상기 제2 이동체는 상기 마이크로 스테이지 상에 수평으로 고정 배치된 L자형 제2 이동블록과 직교하여 배열된 L자형 제3 이동블록과, 상기 제3 이동블록과 선대칭되게 배열된 제3 이동블록과 상기 제3 및 제4 이동블록 사이에 개재된 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터로 이루어짐이 바람직하다.
- <22> 또, 상기 제1 및 제2 이동체의 단부와, 마이크로 스테이지에는 영점 조정용 마이크로미터헤드가 관통접속되어 상기 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터에 직접적으로 접촉하도록 배열됨이 바람직하다.
- <23> 이와 같이, 본 발명에 따른 마이크로 매니퓰레이터는 간단한 구성으로 이루어지더라도, 세포내에 미량으로 주사하거나, 세포 내의 핵 등을 제거 또는 주입하거나 하는 등의 생명공학 기술에서 유용하게 사용됨과 동시에, 차세대 IT 제품 및 관련 부품의 고기능화, 초소형화 추세에 따라 이들 분야의 생산 공정에서 사용되는 초정밀 지능형 로봇에 적용 가능하고, MEMS 분야 및 기타 산업 분야에서도 매니퓰레이터로 적용하여 정밀 부품 제조 장비, 반도체 산업 장비, 마이크로 로봇, 게임 시뮬레이션, 자동차 주행 시뮬레이션, 원자력 폐기물 처리 장비, 차세대 컴퓨터용 인터페이스 등에 사용 가능하며, 또한 의료 산업의 경우 의료 시술기, 의료 시술 시뮬레이션 장비 등과 같은 초정밀 제어가 필요한 의료 장치의 매니퓰레이터 장치로 적용 하여 기존 국외 기술사용으로 인한 기술료의 외화 지출을 절감시킬 수 있으며 바이오산업 분야의 난소핵 추출이나 줄기 세포 이식 연구용 장비에도 적용 가능케 되는 등의 매우 뛰어난 효과가 있는 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <24> 이하에서는 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <25> 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 다자유도 마이크로 매니퓰레이터는, 기대로서의 역할을 수행하는 삼축(Tri-axial) 방향 마이크로 스테이지(110)와, 상기 마이크로 스테이지(110) 상에서 수평방향으로 마찰접촉하여 슬라이딩 이동 가능하도록 상기 수평 경로 내에 승강 이동 가능하게 장착되는 제1 이동체(120)와, 상기 제1 이동체(120)와 직교하여 상부 방향으로 마찰접촉하여, 상기 마이크로 스테이지(110) 상에서, 슬라이딩 이동 가능하도록 상기 상향 경로 내에 승강 이동 가능하게 장착되는 제2 이동체(130)과, 상기 제1 및 제2 이동체(120, 130) 내에서 전원을 인가하는 제어부(300)에 의해 연장 및 복원 가능한 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터(140, 150)와, 상기 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터(140, 150)에 의해 작동되는 말단장치(160)로 이루어진다.
- <26> 또한, 상기 말단장치(160)는 상기 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터(140, 150)에 의해 작동되도록 상기 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터(150)의 일측에 고정된 관절이음형 고정블록(161)과, 이 고정블록(161)에 삽입 고정되는 엔드 이펙터(163, end-effector)로 이루어져 있다.
- <27> 또, 상기 제1 이동체(120)는 상기 마이크로 스테이지(110) 상에 수평으로 고정 배치된 L자형 제1 이동블록(121)과 상기 제1 이동블록(121)과 선대칭되게 배열된 제2 이동블록(123)과 상기 제1 및 제2 이동블록(121, 123) 사이에 개재된 제1 PMN-PT 적층 압전 액추에이터(140)로 이루어져 있다.
- <28> 또한, 상기 제2 이동체(130)은 상기 마이크로 스테이지(110) 상에 수평으로 고정 배치된 L자형 제2 이동블록(123)과 직교하여 배열된 L자형 제3 이동블록(131)과, 상기 제3 이동블록(131)과 선대칭되게 배열된 제3 이동블록(131)과 상기 제3 및 제4 이동블록(131, 133) 사이에 개재된 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터(150)로 이루어져 있다.
- <29> 또, 상기 제1 및 제2 이동체(120, 130)의 단부에는 영점 조정용 마이크로미터헤드(200)가 관통접속되어 상기 제1 및 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터(140, 150)에 직접적으로 접촉하도록 배열되어 있다.
- <30> 이때, 사용자의 작동 의지는 조이스틱 형태의 손잡이를 통하여 제어부(300, Micro-processor)로 전달되고, 강건 제어 알고리즘을 사용한 연산 처리 과정을 거친 작동 신호는 압전 액추에이터를 구동하여 미세한 초정밀 동작 제어를 수행 한다.
- <31> 이때, 높은 정밀 동작 제어를 하기 위해서 스테이지의 접촉 부분에서의 스틱-슬립 현상은 억제 되어야 한다.

- <32> 대부분의 기계적 접촉 시스템에서는 이러한 스틱-슬립 현상을 빼놓을 수 없으며 특히 미소 단위 시스템에서는 더욱 그렇다.
- <33> 따라서 본 연구에서는 스틱-슬립 마찰 현상에 대한 모델링의 정확성을 기하기 위해서 통계적 표면 거칠기 접촉 모델(Statistical Rough Surface Contact Model)을 이용하여 스틱-슬립 마찰 모델을 유도하고 초정밀 조작 제어를 수행 한다.
- <34> 이러한 통계적 표면 거칠기 접촉 모델은 실제 장치의 마찰부 표면 거칠기를 측정하여 구성함으로써 스틱-슬립 현상을 정확하게 모델링하고 초정밀 제어를 수행 할 수 있게 한다.
- <35> 또한, 정확한 end-effector의 위치 결정을 위해 스틱-슬립 보상 알고리즘뿐만 아니라 슬라이딩 모드 제어기와 같은 강건 제어를 통합하여 전체 매니퓰레이터 장치를 제어한다.
- <36> 따라서, 본 발명은 기존의 PZT 압전 액추에이터 방식과 달리 변위량이 큰 PMN-PT 단결정 액추에이터를 사용하여 보다 큰 변위량을 가지며 새로운 통계적 표면 거칠기 접촉 모델을 사용하여 보다 정확한 마찰 모델을 제시, 이를 이용하여 보상 알고리즘을 통해, 작업환경의 접촉에 의한 힘을 제어하고 미세한 미세 동작을 가능하게 하는 계층적 형태를 가지며, 외부 영향에 강인한 제어 알고리즘을 통해 초정밀 작업시 효과적인 작업 수행능력을 보장할 수 있게 되는 것이다.

산업이용 가능성

- <37> 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명의 일 실시 형태의 다자유도 마이크로 매니퓰레이터에 의하면, PMN-PT 단결정 압전 재료를 사용하여 압전 마이크로 매니퓰레이터를 개발하면 별도의 증폭 장치 없이 높은 변위 량과 출력 힘으로 PZT 압전 마이크로 매니퓰레이터의 단점을 보완 할 수 있어서 보다 높은 초정밀 제어가 가능하게 되는 등의 장점을 발휘할 수 있는 것이다.
- <38> 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

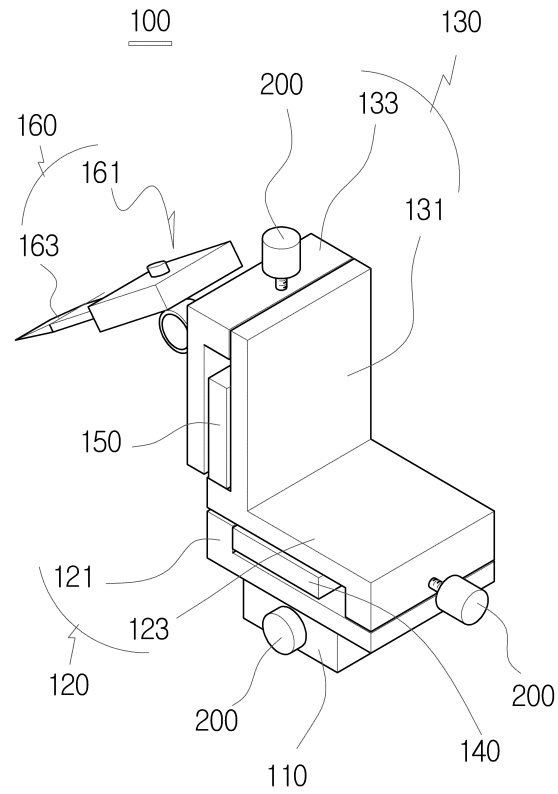
- <39> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다자유도 마이크로 매니퓰레이터의 본체를 도시한 사시도이다.
- <40> 도 2는 도 1의 다자유도 마이크로 매니퓰레이터의 구성요소 전체에 대한 종단면도이다.
- <41> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *
- <42> 100 : 매니퓰레이터
- <43> 110 : 마이크로 스테이지
- <44> 120 : 제1 이동체
- <45> 121 : 제1 이동블록
- <46> 123 : 제2 이동블록
- <47> 130 : 제2 이동체
- <48> 131 : 제3 이동블록
- <49> 133 : 제4 이동블록
- <50> 140 : 제1 PMN-PT 적층 압전 액추에이터
- <51> 150 : 제2 PMN-PT 적층 압전 액추에이터
- <52> 160 : 말단장치

<53> 200 : 마이크로미터헤드

<54> 300 : 제어부

도면

도면1



도면2

