



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0081219
(43) 공개일자 2009년07월28일

(51) Int. Cl.

C12M 1/42 (2006.01) *G06F 3/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0007187

(22) 출원일자 2008년01월23일

심사청구일자 2008년01월23일

(71) 출원인

한국과학기술원

대전 유성구 구성동 373-1

(72) 발명자

이두용

대전 유성구 구성동 한국과학기술원 기계공학과

손형일

대전 유성구 구성동 한국과학기술원 기계공학과

우효준

대전 유성구 구성동 한국과학기술원 기계공학과

(74) 대리인

전영일

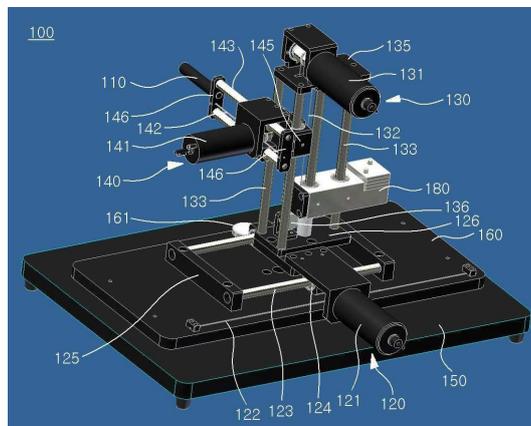
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 세포 조작용 햅틱장치

(57) 요약

이 발명은, 사용자가 손잡이를 이용하여 x축, y축 및 z축 방향으로 동작시켜 미세 조작장치의 동작을 위한 입력을 생성하고, 세포와 미세 조작장치의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감 및 역감을 x축, y축 및 z축 반력구동장치를 통해 사용자에게 전달한다. 이 발명은 세포 조작 시스템을 이용하여 세포를 조작할 때 세포와 미세 조작도구의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생하는 힘과 유사한 촉감과 역감을 사용자에게 효과적으로 제공할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

사용자가 손잡이를 이용하여 x축, y축 및 z축 방향으로 동작시켜 미세 조작장치의 동작을 위한 입력을 생성하고, 세포와 상기 미세 조작장치의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감 및 역감을 x축, y축 및 z축 반력구동장치를 통해 사용자에게 전달하는 세포 조작용 햅틱장치로서,

상기 x축 반력구동장치는 지지판의 상부에 결합되어 x축 방향에 대한 반력을 구현하고,

상기 y축 반력구동장치는 상기 x축 반력구동장치의 상부에 결합되어 y축 방향에 대한 반력을 구현하며,

상기 z축 반력구동장치는 상기 y축 반력구동장치 상에 결합되어 z축 방향에 대한 반력을 구현하고 일측에 상기 손잡이가 결합되는 것을 특징으로 하는 세포 조작용 햅틱장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 지지판은 바닥면에 지지되는 바닥 지지판과, 상기 바닥 지지판의 상부에 회전축을 통해 회전 가능하게 결합되는 장치 지지판으로 구성되는 것을 특징으로 하는 세포 조작용 햅틱장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 x축, y축 및 z축 반력구동장치는 회전운동을 발생시키는 구동모터와, 상기 구동모터의 회전축에 감겨 회전운동을 직선운동으로 전달하는 와이어, 및 상기 직선운동에 대한 가이드 역할을 하는 선형운동 볼 부시바를 포함하는 것을 특징으로 하는 세포 조작용 햅틱장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 x축, y축 및 z축 반력구동장치는 상기 선형운동 볼 부시바의 원활한 가이드를 위해 마찰을 최소화하는 볼 부시베어링을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 세포 조작용 햅틱장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 y축 반력구동장치의 선형운동 볼 부시바는 2쌍으로 구성되어, 한 쌍의 선형운동 볼 부시바는 상기 z축 반력구동장치가 y축 방향으로 직선운동하도록 가이드하고, 다른 한 쌍의 선형운동 볼 부시바는 상기 z축 반력구동장치의 구동모터와 대칭적인 위치에서 카운터-매스(counter-mass)가 y축 방향으로 직선운동하도록 가이드하는 것을 특징으로 하는 세포 조작용 햅틱장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 이 발명은 세포 조작용 햅틱장치에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 세포 조작 시스템을 이용하여 세포를 조작할 때 세포와 미세 조작도구의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감과 역감을 사용자에게 효과적으로 제공하는 세포 조작용 햅틱장치에 관한 것이다.

배경기술

<2> 도 1은 종래의 세포 조작장치 및 시스템의 개념도이다. 일반적으로 세포 조작은 도 1과 같이 현미경 및 카메라 등의 영상장치를 통해 얻는 시각 정보를 이용하여 각종 세포를 관찰하고, 미세 조작장치 및 피펫과 같은 미세 조작도구를 이용하여 세포에 DNA나 특정물질을 주입하거나 세포 내의 물질을 추출하는 등과 같은 일련의 과정을

일컫는다. 보통 인간의 세포크기는 10 - 100 μ m로 육안으로 관찰하기 어려울 정도로 매우 작고 모양이 불규칙적이다. 또한, 인간의 세포는 매우 연약하기 때문에 외부의 자극에 쉽게 손상된다. 따라서, 세포 조작의 성공률을 높이기 위해서는 세포의 정확한 위치에 적절한 힘으로 정밀한 조작이 이루어져야 한다.

- <3> 불임부부를 위한 시험관 아기기술 IVF(In Vitro Fertilization)에 사용되는 기존의 세포질내 정자 직접주입술 (Intracytoplasmic Sperm Injection, ICSI)과 같은 세포 조작방법은 세포 조작을 할 때 현미경을 통해 얻은 시각 정보만을 이용하여 조작자가 세포 조작도구를 조작한다. 따라서, 세포 조작시 조작자의 손 기술과 현미경과 모니터를 통한 시각 정보에만 의지해야 하기 때문에, 비숙련자는 미세 조작장치의 끝단에 부착되어 있는 미세 조작도구를 어느 정도의 힘과 빠르기로 조작해야 할지 신속하고 정확한 판단을 내리기 어려워 세포 조작의 성공률이 많이 떨어지고, 세포 조작 작업에 많은 시간이 소요되는 문제점이 있었다. 또한, 조작자의 숙련도에 따라 세포 조작의 성공률이 크게 달라지기 때문에, 오랜 기간의 훈련을 거친 숙련자만이 정밀한 세포 조작 작업을 수행할 수 있었다.
- <4> 따라서, 비숙련자가 안정적이고 원활한 세포 조작 작업을 수행하기 위해서는, 시각 정보 외에도 세포와 미세 조작도구의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감과 역감에 대한 정보가 제공되어야 한다. 즉, 조작자에게 접촉 힘에 대한 정보가 제공되면, 조작자가 미세 조작도구를 이용하여 세포를 조작할 때, 세포와 미세 조작도구의 접촉이나 세포의 변형에 따른 힘의 세기를 조절할 수 있기 때문에, 과다한 힘에 의한 세포의 손상을 막을 수 있다. 따라서, 조작자에게 시각 정보와 더불어 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감과 역감에 대한 정보가 함께 제공되면, 조작자의 숙련도에 따른 세포 조작의 성공률의 차이를 개선할 수 있을 뿐만 아니라 세포 조작 작업에 소요되는 시간을 많이 단축시킬 수 있다.
- <5> 세포질내 정자 직접주입술 및 세포내 유전자 주입과 같은 세포 조작 기술에 사용되는 세포 조작 시스템을 상용화한 대표적인 기업으로는, 독일의 Eppendorf사, 일본의 Narishige사 및 미국의 Sutter사 등이 있다. 상용화된 기존의 세포 조작 시스템의 경우에는 세포 조작을 할 때 사용자가 다이얼(dial) 또는 조이스틱(joystick) 등과 같은 구조의 조작기를 통하여 세포 조작 환경에 위치한 미세 조작 장치들을 구동하기 때문에, 사용자의 손과 팔의 동작에 따른 미세 조작장치의 끝단에 위치한 미세 조작도구의 동작을 직관적이고 쉽게 인식하기가 힘들었다. 또한, 다이얼 또는 조이스틱 등과 같은 구조의 조작기는 세포와 미세 조작도구의 사이에서 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감 및 역감에 대한 정보를 사용자에게 제공하기에는 한계가 있는 구조를 가지고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <6> 따라서, 이 발명은 앞서 설명한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 세포 조작 시스템을 이용하여 세포를 조작할 때 조작자의 숙련도에 따른 성능 저하의 문제를 개선하고, 세포 조작 작업의 소요시간을 단축하기 위해 안정적이고 원활한 세포 조작 작업이 가능하도록 세포와 미세 조작도구의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 근거하여 가상의 촉감과 역감을 사용자에게 제공하는 세포 조작용 햅틱장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.
- <7> 또한, 이 발명은 미세 조작장치와 같은 자유도를 가지며 사용자의 손과 팔의 동작에 따른 미세 조작장치의 끝단에 위치한 미세 조작도구의 동작을 직관적이고 쉽게 인식하기 쉬운 구조를 갖는 세포 조작용 햅틱장치를 제공하는 데 다른 목적이 있다.

과제 해결수단

- <8> 이 발명은, 사용자가 손잡이를 이용하여 x축, y축 및 z축 방향으로 동작시켜 미세 조작장치의 동작을 위한 입력을 생성하고, 세포와 미세 조작장치의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감 및 역감을 x축, y축 및 z축 반력구동장치들을 통해 사용자에게 전달하는 세포 조작용 햅틱장치로서, x축 반력구동장치는 지지판의 상부에 결합되어 x축 방향에 대한 반력을 구현하고, y축 반력구동장치는 x축 반력구동장치의 상부에 결합되어 y축 방향에 대한 반력을 구현하며, z축 반력구동장치는 y축 반력구동장치 상에 결합되어 z축 방향에 대한 반력을 구현하고 일측에 손잡이가 결합되는 것을 특징으로 한다.
- <9> 이 발명의 지지판은 바닥면에 지지되는 바닥 지지판과, 바닥 지지판의 상부에 회전축을 통해 회전 가능하게 결합되는 장치 지지판으로 구성될 수 있다.

- <10> 이 발명의 x축, y축 및 z축 반력구동장치는 회전운동을 발생시키는 구동모터와, 구동모터의 회전축에 감겨 회전운동을 직선운동으로 전달하는 와이어, 및 직선운동에 대한 가이드 역할을 하는 선형운동 볼 부시바를 포함할 수 있다.
- <11> 이 발명의 x축, y축 및 z축 반력구동장치는 선형운동 볼 부시바의 원활한 가이드를 위해 마찰을 최소화하는 볼 부시베어링을 더 포함할 수도 있다.
- <12> 이 발명의 y축 반력구동장치의 선형운동 볼 부시바는 2쌍으로 구성되어, 한 쌍의 선형운동 볼 부시바는 z축 반력구동장치가 y축 방향으로 직선운동하도록 가이드하고, 다른 한 쌍의 선형운동 볼 부시바는 z축 반력구동장치의 구동모터와 대칭적인 위치에서 카운터-매스(counter-mass)가 y축 방향으로 직선운동하도록 가이드한다.

효 과

- <13> 이 발명의 햅틱장치는 세포 조작 시스템을 이용하여 세포를 조작할 때 세포와 미세 조작도구의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생하는 힘과 유사한 촉감과 역감을 사용자에게 효과적으로 제공할 수 있어 다음과 같은 효과가 있다.
- <14> 첫째, 세포 조작 시스템과 동일한 3개의 자유도를 가져 사용자가 직관적으로 사용하기가 쉽다.
- <15> 둘째, 세포 조작 시스템과 동일하게 직선운동을 하므로 조작에 따르는 추가적인 훈련을 요하지 않는다.
- <16> 셋째, 반력구동장치가 저 마찰 볼 부시베어링 및 선형운동 볼 부시바를 사용하므로 사용자가 햅틱장치를 저항 없이 자연스럽게 사용할 수 있다.
- <17> 넷째, 반력구동장치가 사용자에게 세포의 미세한 반력을 전달할 수 있다.
- <18> 다섯째, 사용자가 이 발명의 햅틱장치를 통해 세포의 미세한 반력을 전달받을 수 있으므로 세포 조작(이동, 누르기, 찌르기, 삽입 등)의 성공률을 높일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <19> 아래에서는 이 발명에 따른 세포 조작 시스템의 작동관계를 먼저 설명한다.
- <20> 도 2는 이 발명에 따른 세포 조작용 햅틱장치 및 시스템의 개념도이고, 도 3은 도 2에 도시된 세포 조작 시스템의 작동 순서도이며, 도 4는 도 2에 도시된 세포 조작 시스템을 구성하는 주요 구성요소들의 좌표계를 각각 나타낸 개략도이다.
- <21> 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 사용자는 그래픽 사용자 인터페이스를 통해서 세포와 미세 조작도구의 영상을 보면서 햅틱장치를 조종하여 미세 조작장치의 끝단에 위치한 미세 조작도구를 통해서 세포를 조작한다. 현미경을 이용하여 세포와 미세 조작도구의 영상을 확대하고, 현미경에 의해 확대된 세포와 미세 조작도구의 영상은 영상촬영장치를 이용하여 실시간으로 촬영된다.
- <22> 영상처리부는 실시간으로 촬영된 영상에서 세포와 미세 조작도구의 영상을 각각의 개별 영상으로 분리하고 추출한다. 그리고, 영상처리부는 추출된 세포의 영상에서 세포의 여러 가지 막의 윤곽을 실시간으로 추출하고, 이를 바탕으로 세포의 형상과 위치 정보를 추출한다. 그런 다음, 추출된 세포의 형상과 위치 정보를 바탕으로 세포 변형 모델을 생성한다. 또한, 영상처리부는 세포 변형 모델을 사용하여 실시간으로 세포의 형상과 위치의 변화를 추적한다.
- <23> 또한, 영상처리부는 추출된 미세 조작도구의 영상에서 사용자가 햅틱장치를 조종하여 움직이는 미세 조작도구의 영상을 실시간으로 추종할 수 있는 미세 조작도구 모델을 생성한다. 영상처리부는 미세 조작도구 모델을 사용하여 미세 조작도구의 위치 변화를 실시간으로 추적한다. 또한, 영상처리부는 세포와 미세 조작도구의 시각 정보를 실시간으로 변형되는 세포 변형 모델과 실시간으로 추적되는 미세 조작도구 모델의 형태로, 그래픽 사용자 인터페이스를 통해서 사용자에게 전달한다.
- <24> 충돌검사부는 영상처리부에서 생성한 세포 변형 모델과 미세 조작도구 모델의 위치 정보를 사용하여, 실제 세포 조작환경에서 세포와 미세 조작도구 사이의 접촉하는 순간을 검출한다. 만약, 충돌검사부가 세포 변형 모델과 미세 조작도구 모델의 충돌을 감지하면, 반력계산부는 세포 변형 모델과 미세 조작도구 모델 사이의 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 반력을 계산한다.
- <25> 반력계산부는 세포 변형 모델의 표면으로부터 미세 조작도구 모델이 삽입된 깊이에 비례하여 반력을 계산한다.

계산된 반력은 실제 세포와 미세 조작도구의 물성치에 기반을 둔 것이 아니라 영상정보를 이용하여 계산하였기 때문에, 이 계산된 반력과 다른 실제 반력이 사용자에게 전달된다. 그러나, 세포와 미세 조작기구 사이의 상호 작용에 대한 정보를 제공하기 때문에, 안정적이고 원활한 세포 조작 작업을 수행하기에 적절하다. 계산된 반력은 햅틱 제어부로 전달되고, 햅틱장치를 통하여 사용자에게 전달된다. 햅틱 제어부는 계산된 반력이 사용자에게 안정적이면서 실시간으로 전달되도록 300Hz 이상의 주파수 타이머에 동기화되어 작동한다.

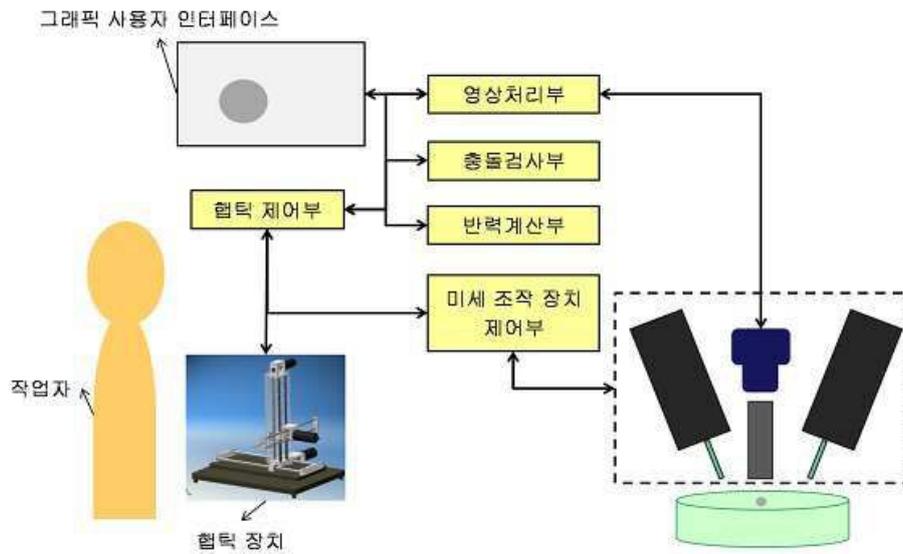
- <26> 사용자는 햅틱장치를 조정하여 미세 조작장치의 운동명령을 미세 조작장치 제어부에 전달한다. 사용자에게 의해 조종되는 햅틱장치는 수 mm 단위로 이동하며, 미세 조작장치는 햅틱장치의 이동에 특정한 비율에 비례하여 수 μ m 단위로 이동한다. 햅틱장치와 미세 조작장치의 이동 비율은 세포와 미세 조작도구의 끝단 사이의 거리에 따라 변할 수 있다.
- <27> 이 발명은 현미경, 영상촬영장치, 영상처리부, 충돌검사부, 반력계산부, 미세 조작기구, 미세 조작장치, 미세 조작장치 제어부, 햅틱 제어부, 햅틱장치, 및 그래픽 사용자 인터페이스로 구성된 세포 조작 시스템에 있어서, 세포와 미세 조작도구의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감과 역감을 사용자에게 제공하고, 사용자의 손과 팔의 동작에 따른 미세 조작장치의 끝단에 위치한 미세 조작도구의 동작을 직관적이고 쉽게 인식할 수 있는 햅틱장치의 개발에 중점을 두고 있다.
- <28> 아래에서, 이 발명에 따른 세포 조작용 햅틱장치의 양호한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <29> 도 5는 이 발명의 한 실시예에 따른 세포 조작용 햅틱장치의 구성관계를 도시한 사시도이고, 도 6 및 도 7은 도 5에 도시된 햅틱장치의 일부분을 각각 확대 도시한 상세도이며, 도 8 내지 도 11은 도 5에 도시된 햅틱장치의 정면도, 좌우측면도 및 평면도이다.
- <30> 도 5 내지 도 11에 도시된 바와 같이, 이 실시예의 햅틱장치(100)는 미세 조작장치와 같은 3개의 자유도를 가지도록 구성되어 있다. 즉, 도 4에 나타난 바와 같이, 햅틱장치(100)의 기구학적인 구조와 좌표계가 미세 조작장치의 기구학적인 구조 및 그래픽 사용자 인터페이스의 좌표계와 동일한 형태를 가지기 때문에, 사용자의 손과 팔의 동작에 따른 미세 조작장치의 끝단에 위치한 미세 조작도구의 동작을 직관적이고 쉽게 인식하기가 쉬운 구조를 가진다. 즉, 미세 조작장치가 축을 따라서 병진운동을 하는 3개의 미끄럼 관절이 결합된 직렬형 기구학 형태를 취하므로, 도 5와 같이 구성되는 이 실시예의 세포 조작용 햅틱장치(100)는 3개의 미끄럼 관절이 결합된 직렬형 기구학 형태를 취한다.
- <31> 도 5에 도시된 바와 같이, 이 실시예의 햅틱장치(100)는 3개의 병진운동 축을 기준으로 상하, 좌우, 전후 방향으로 동작한다. 따라서, 사용자가 햅틱장치(100)의 끝단에 위치한 손잡이(110)를 이용하여 햅틱장치(100)를 상하, 좌우, 전후 방향으로 동작시켜 미세 조작장치의 동작을 위한 입력을 생성하고, 세포와 미세 조작장치의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감과 역감은 햅틱장치(100)의 3개의 반력구동장치(120, 130, 140)를 통하여 사용자에게 전달한다.
- <32> 이 실시예의 햅틱장치(100)는 도 9에 도시된 바와 같이 사람의 팔 자세에 맞추어 회전할 수 있는 기저부를 가진다. 세포 조작 작업과 같은 미세하고 정밀한 작업을 할 때 사람의 팔 자세는 특정한 자세를 선호하게 되는데, 이 실시예의 햅틱장치(100)의 기저부는 사람의 특정한 팔 자세에 맞추어 회전하도록, 장치 지지판(160)이 회전축(170)에 대해 회전 가능하게 바닥 지지판(150)에 결합된다. 장치 지지판(160)에는 조임으로써 회전축(170)에 대해 회전을 제한하는 회전제한 스크류(161)가 더 설치될 수 있다.
- <33> 도 6은 햅틱장치(100)의 일부분인 반력구동장치를 확대 도시한 것으로서, 제1 자유도, 제2 자유도, 제3 자유도 모두 같은 구조의 반력구동장치(120, 130, 140)로 구성되어 있다. 반력구동장치(120, 130, 140)는 회전운동을 발생시키는 구동모터(121, 131, 141)와, 회전운동을 직선운동으로 전달하는 와이어(122, 132, 142)와, 직선운동에 대한 가이드 역할을 하는 선형운동 볼 부시바(123, 133, 143)로 이루어져 있다. 그리고, 선형운동시 볼 부시바와의 마찰을 최소화하기 위해 저 마찰 볼 부시베어링(124)을 사용하도록 구성된다.
- <34> 반력구동장치(120, 130, 140)는 구동모터(121, 131, 141)가 회전운동을 하면, 와이어(122, 132, 142)가 풀리거나 감기면서 볼 부시베어링(124)이 선형운동 볼 부시바(123, 133, 143)를 따라 직선운동을 하면서 사용자에게 반력을 전달한다. 일반적으로 선형운동 가이드 장치로서 선형운동 가이드 블록을 사용하지만, 이 실시예에서는 볼 부시베어링 및 선형운동 볼 부시바를 사용하여 마찰을 최소화하도록 구성되어 있다.
- <35> 도 5에 도시된 바와 같이, 햅틱장치(100)에서 x축 반력구동장치(120)는 좌우운동(x축) 방향에 대한 반력을 구현하는 장치로서, y축 및 z축 반력구동장치(130, 140)를 좌우운동 방향으로 이동시킨다. y축 반력구동장치(130)는 상하운동(y축) 방향에 대한 반력을 구현하는 장치이며, z축 반력구동장치(140)를 상하운동 방향으로 이동시

킨다. 마지막으로, z축 반력구동장치(140)는 전후운동(z축) 방향에 대한 반력을 구현하는 장치이다. x축 반력 구동장치(120)는 y축, z축 반력구동장치(130, 140)에 비해 많은 하중을 이동시켜야 하므로, 볼 부시베어링 및 선형운동 볼 부시바를 다른 것에 비해 그 직경이 약 60% 정도 큰 것을 사용하는 것이 바람직하다.

- <36> 아래에서는 x축, y축 및 z축 반력구동장치(120, 130, 140)의 결합관계를 구체적으로 설명한다.
- <37> 도 5에 도시된 바와 같이, 장치 지지판(160)의 상부에는 x축 방향으로 일정 간격을 두고 한 쌍의 x축 지지대(125)가 y축을 향해 배열된다. 이 한 쌍의 x축 지지대(125)는 서로 간에 간격을 두고 배열되는 한 쌍의 x축 선형운동 볼 부시바(123)로 연결되며, 이때 x축 선형운동 볼 부시바(123)는 장치 지지판(160)의 표면과 일정 간격을 두고 설치된다. 이 한 쌍의 x축 선형운동 볼 부시바(123)의 상부에는 볼 부시베어링(124)을 매개체로 x축 가이드판(126)이 x축 방향으로 자유로운 직선운동이 가능하도록 설치된다.
- <38> x축 가이드판(126)의 일측에는 x축 구동모터(121)의 프레임이 결합되고, x축 구동모터(121)의 회전축에는 양단이 장치 지지판(160)에 고정된 x축 와이어(122)가 감겨 있다. 따라서, x축 구동모터(121)가 회전운동을 하면, x축 와이어(122)가 풀리거나 감기면서 x축 지지판(126)이 볼 부시베어링(124)을 매개체로 x축 선형운동 볼 부시바(123)를 따라 직선운동을 한다.
- <39> x축 가이드판(126)의 상부에는 2쌍의 y축 선형운동 볼 부시바(133)가 y축 방향으로 설치된다. 여기서, 한 쌍의 y축 선형운동 볼 부시바(133)는 z축 지지대(145)가 y축 방향으로 자유롭게 직선운동하도록 가이드하는 역할을 하고, 다른 한쌍의 y축 선형운동 볼 부시바(133)는 z축 구동모터(141)와 대칭적인 위치에서 카운터-매스(counter-mass ; 180)가 y축 방향으로 자유롭게 직선운동하도록 가이드하는 역할을 한다. 여기서, 카운터-매스(180)는 y축(상하운동) 방향으로 직선운동을 구현하는 z축 구동모터(131)의 무게 불균형을 보상하는 역할을 한다.
- <40> 2쌍의 y축 선형운동 볼 부시바(133)의 상부에는 y축 지지대(135)가 설치되고, 이 y축 지지대(135)에는 y축 구동모터(131)의 프레임이 고정되며, y축 구동모터(131)의 회전축에는 y축 와이어(132)가 감겨 있다. 여기서, y축 와이어(132)는 y축 구동모터(131)의 회전축에 감긴 상태에서, 그 일측이 x축 지지대(145)에 고정된 다음 x축 가이드판(126)에 고정된 도르래(136)를 거쳐 카운터 매스(180)에 타측이 고정된 후 y축 구동모터(131)의 회전축에 감기는 루프를 구성한다. 따라서, y축 구동모터(131)가 회전운동을 하면, y축 와이어(132)가 풀리거나 감기면서 z축 지지대(135)가 볼 부시베어링(도시안됨)을 매개체로 한 쌍의 y축 선형운동 볼 부시바(133)를 따라 직선운동을 하고, 그에 대응하여 카운터 매스(180)가 볼 부시베어링(도시안됨)을 매개체로 다른 한 쌍의 y축 선형운동 볼 부시바(133)를 따라 직선운동을 한다.
- <41> z축 지지대(145)에는 볼 부시베어링(도시안됨)을 매개체로 하여 한 쌍의 z축 선형운동 볼 부시바(143)가 설치되고, 이 한 쌍의 z축 선형운동 볼 부시바(143)의 양 단부에는 한 쌍의 z축 가이드판(146)이 각각 결합된다. 그리고, z축 지지대(145)에는 z축 구동모터(131)의 프레임이 고정되고, z축 구동모터(131)의 회전축에는 양측이 한 쌍의 z축 가이드판(146)에 각각 고정된 z축 와이어(132)가 감겨 있다. 그리고, 한 쪽의 z축 가이드판(146)에는 사용자가 쥐고 조작할 수 있는 손잡이(110)가 결합된다. 따라서, z축 구동모터(141)가 회전운동을 하면, z축 와이어(142)가 풀리거나 감기면서 z축 선형운동 볼 부시바(143)가 볼 부시베어링(도시안됨)을 매개체로 z축 지지대(145)를 따라 직선운동을 한다.
- <42> 따라서, 이 실시예의 햅틱장치(100)는 사용자가 손잡이(110)를 쥐고 x축, y축 및 z축 방향으로 조작하여 미세 조작장치의 동작을 위한 입력을 생성하고, 그로 인해 세포와 미세 조작장치의 사이에 발생하는 접촉 및 변형에 의해 발생한 힘과 유사한 촉감 및 역감을 x축, y축 및 z축 반력구동장치(120, 130, 140)를 통해 손잡이(110)를 거쳐 사용자에게 전달한다.
- <43> 이 실시예의 햅틱장치(100)를 제어하는 햅틱 제어부는 중력보상 알고리즘을 가진다. 따라서, 사용자가 햅틱장치(100)를 조종할 때 중력보상 알고리즘을 이용함으로써, z축 반력구동장치(140)를 y축 방향으로 이동시킬 때에 z축 반력구동장치(140)의 구성요소들의 무게에 의한 힘을 사용자가 느끼지 못하도록 보상한다.
- <44> 이상에서 이 발명의 세포 조작용 햅틱장치에 대한 기술사항을 첨부도면과 함께 서술하였지만 이는 이 발명의 가장 양호한 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 이 발명을 한정하는 것은 아니다.
- <45> 또한, 이 기술분야의 통상의 지식을 가진 자이면 누구나 이 발명의 기술사항의 범주를 이탈하지 않고 첨부한 특허청구범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

도면의 간단한 설명

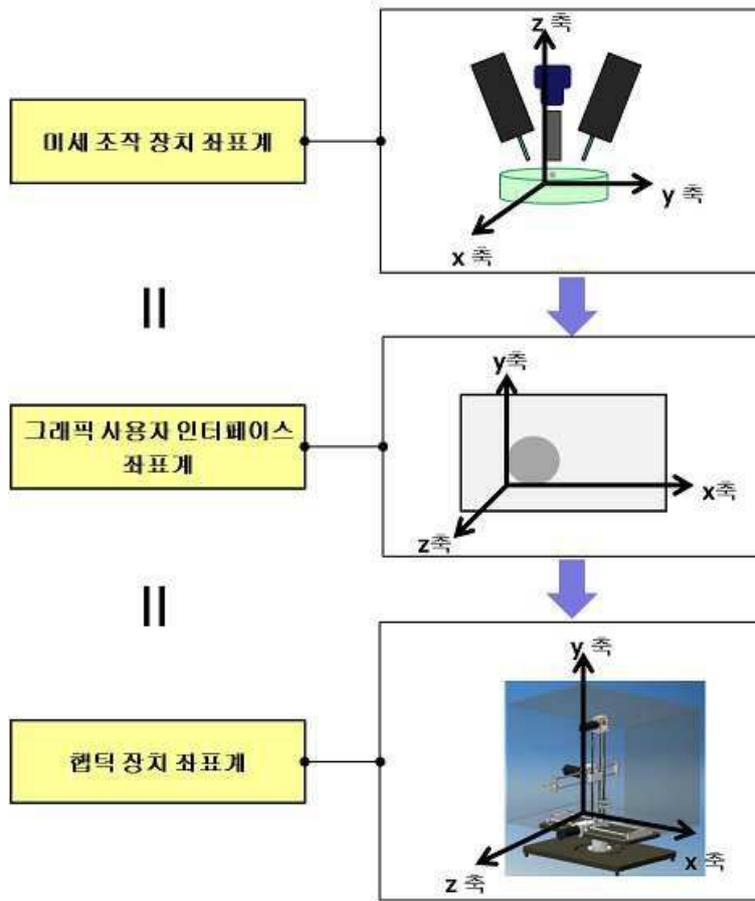
도면2



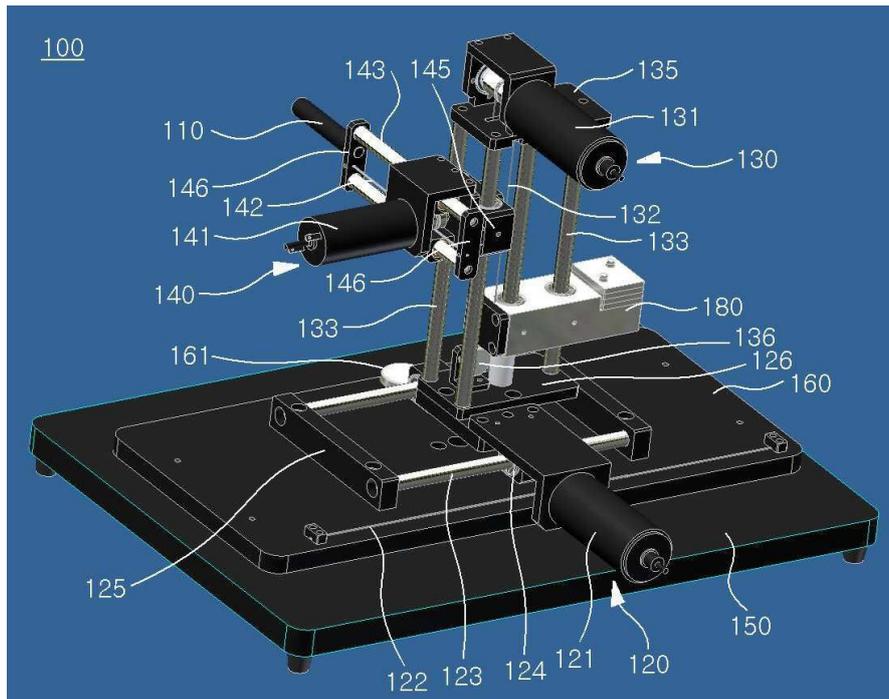
도면3



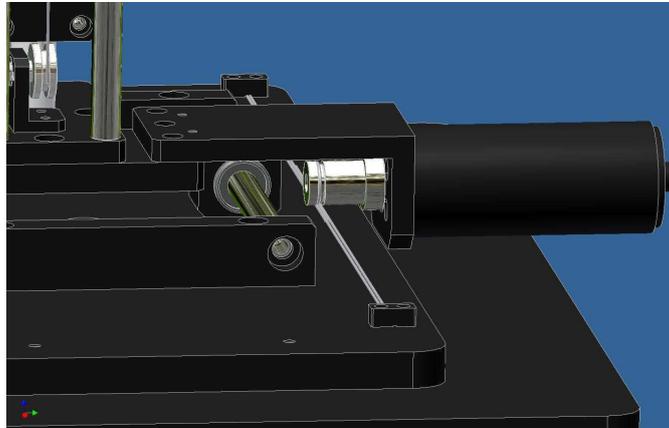
도면4



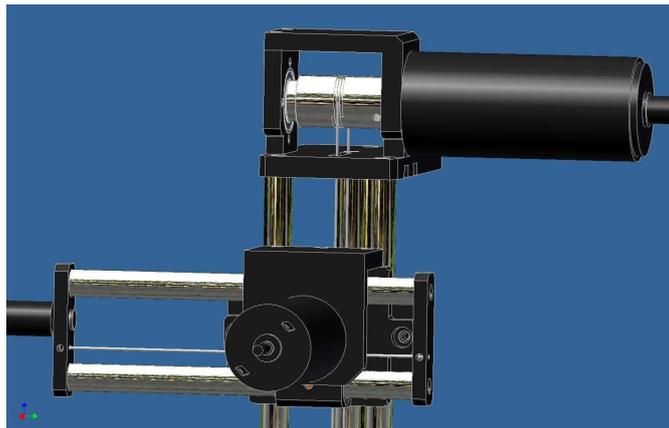
도면5



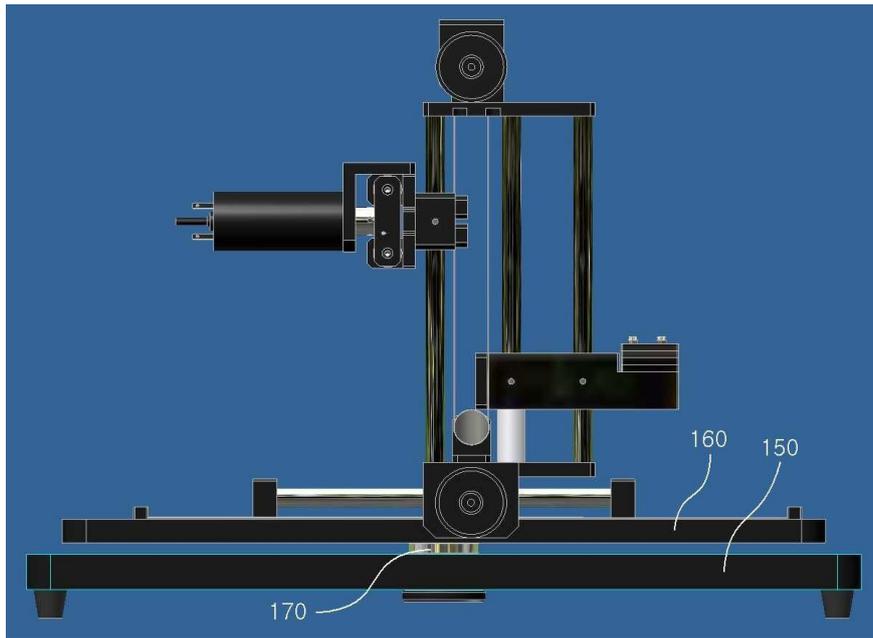
도면6



도면7



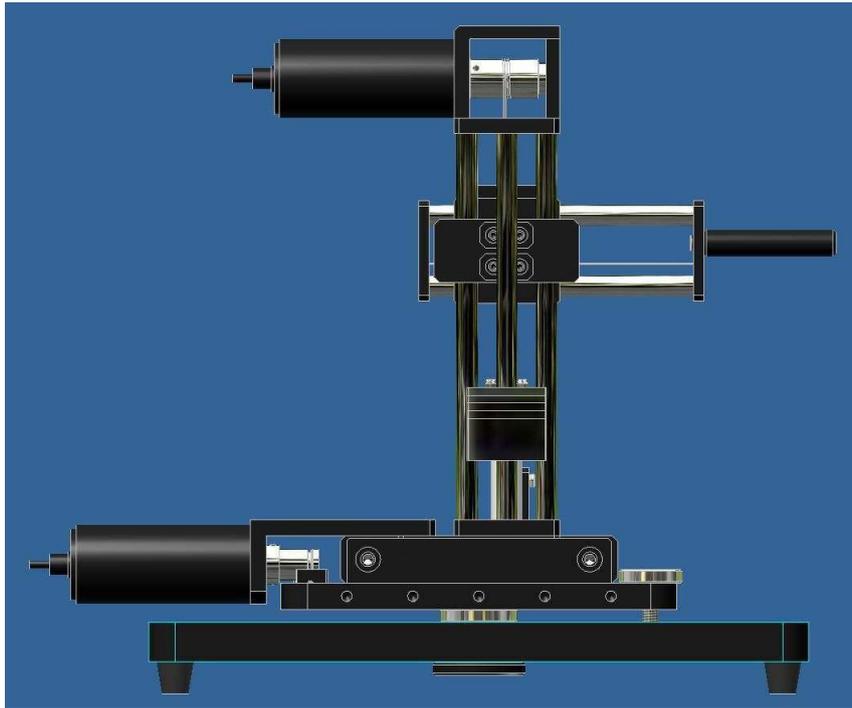
도면8



도면9



도면10



도면11

