



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월20일
(11) 등록번호 10-1155885
(24) 등록일자 2012년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 19/00 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01) B25J 9/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0130022
(22) 출원일자 2010년12월17일
심사청구일자 2010년12월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080100212 A
KR1020100077615 A
KR1020100100278 A

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
최승복
인천광역시 남구 주안동 1606 진흥아파트 102동 1304호
한영민
인천광역시 남구 승학길104번길 30, 주안한신APT 103동 801호 (주안동)
조한준
인천광역시 남동구 방축로 493, 103동 704호 (간석동, 현대아파트)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 8 항

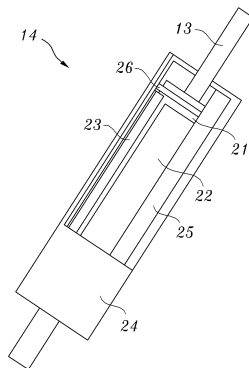
심사관 : 오승재

(54) 발명의 명칭 E R 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치

(57) 요약

본 발명은 3자유도 회전운동과 1자유도 병진운동이 가능한 최소침습수술용 마스터 로봇 시스템에 있어서 병진 방향의 선형운동에 대해 반응동적으로 힘 반향을 제공하기 위한 햅틱장치에 관한 것으로, 본 발명에 따르면, 최소침습수술용 로봇에 있어서 선형 병진운동을 구현하는 종래의 선형작동기는 발생 변위가 작고 안정성이 떨어지는 한계가 있으며, 회전형 모터에 링크 구조를 연결하는 방식은 구성이 복잡하고 고가이며 정밀한 제어가 어렵다는 문제점들을 해결하기 위해, 인가되는 전기장에 따라 점성이 변화하는 ER 유체 또는 인가되는 자기장에 따라 점성이 변화하는 MR 유체를 이용하여 연속적인 제어가 가능하며 제어 안정성이 높은 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치가 제공된다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 3148213322

부처명 교육과학기술부

연구사업명 중견연구자지원사업 도약연구(도전)

연구과제명 스마트 작동기를 이용한 최소 침습 수술용 햅틱 로봇 시스템의 구축

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2015.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

조종자가 파지할 수 있도록 그 상부에 형성되어 있는 그리퍼(gripper)와, 상기 그리퍼와 연결되는 로드를 포함하여, 3자유도의 회전운동과 1자유도의 병진운동을 수행하도록 구성된 마스터장치 및 상기 마스터장치를 조종하여 원격으로 환자의 수술을 집도하도록 구성된 슬레이브 장치를 포함하는 최소침습수술용 로봇 시스템의 병진운동 및 상기 병진운동에 대한 힘 반향을 구현하는 반응동 선형 햅틱장치에 있어서,

상기 로드가 고정되고, 중앙부에는 홈이 형성되어 있으며, 전극 역할을 수행할 수 있도록 도체로 형성되는 피스톤과,

ER 유체를 포함하며, 상기 홈에 상기 피스톤을 감싸듯이 고정되는 다공성 수지와,

상기 피스톤이 왕복운동 하도록 설치되는 실린더와,

상기 실린더의 내부 벽에 삽입되어 있는 전극과,

상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 ER 유체가 외부로 새는 것을 방지하는 동시에, 상기 실린더 내부에 묻어있는 상기 ER 유체를 긁어내는 역할을 하도록 상기 피스톤의 상하 양쪽 끝 부분에는 삽입되는 실링과,

상기 피스톤이 상기 실린더 내부에서 병진운동을 하는 중 회전하는 것을 방지하기 위한 키 홈 및

상기 ER 유체에 인가하는 전기장을 발생하기 위한 전류를 공급하는 전원공급수단을 포함하여 구성되고,

그것에 의해, 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 ER 유체에 전기장을 인가하지 않았을 경우는 반력이 발생하지 않으므로 상기 피스톤이 자유롭게 병진운동을 할 수 있고, 상기 피스톤 및 상기 실린더 내부의 상기 전극에 전압을 인가하여 전기장을 발생시키면, 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 ER 유체에 의해 반력을 발생시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 장치는,

환자의 장기와 접촉하는 상기 슬레이브 장치로부터의 접촉정보에 따라 상기 피스톤 및 상기 실린더 내부의 상기 전극에 인가하는 전압을 적절히 조절하여 전기장의 강도를 가감함으로써, 상기 슬레이브 장치의 접촉을 상기 마스터 장치에 그대로 구현할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 다공성 수지는,

탄성이 있는 해면상의 다공성 물질로서 합성수지를 이용하여 만들어지며,

각각의 공극에는 ER 유체가 채워져 있는 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 다공성 수지는,

ER 유체를 포함하는 관 형태의 다공성 수지 2개를 둥글게 말아서 상기 장치에 적용하도록 구성된 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치.

청구항 5

조종자가 파지할 수 있도록 그 상부에 형성되어 있는 그리퍼(gripper)와, 상기 그리퍼와 연결되는 로드를 포함하여, 3자유도의 회전운동과 1자유도의 병진운동을 수행하도록 구성된 마스터장치 및 상기 마스터장치를 조종하여 원격으로 환자의 수술을 집도하도록 구성된 슬레이브 장치를 포함하는 최소침습수술용 로봇 시스템의 병진운동 및 상기 병진운동에 대한 힘 반향을 구현하는 반응동 선형 햅틱장치에 있어서,

상기 로드가 고정되고, 중앙부에는 홈이 형성되어 있는 피스톤과,

MR 유체를 포함하며, 상기 홈에 상기 피스톤을 감싸듯이 고정되는 다공성 수지와,

상기 피스톤이 왕복운동 하도록 설치되는 실린더와,

상기 MR 유체에 자기장을 인가할 수 있도록 상기 피스톤의 중앙 부분에 배치되어 있는 코일과,

상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 MR 유체가 외부로 새는 것을 방지하는 동시에, 상기 실린더 내부에 묻어있는 상기 MR 유체를 긁어내는 역할을 하도록 상기 피스톤의 상하 양쪽 끝 부분에는 삽입되는 실링과,

상기 피스톤이 상기 실린더 내부에서 병진운동을 하는 중 회전하는 것을 방지하기 위한 키 홈 및

상기 MR 유체에 인가하는 자기장을 발생하기 위한 전류를 공급하는 전원공급수단을 포함하여 구성되고,

그것에 의해, 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 MR 유체에 자기장을 인가하지 않았을 경우는 반력이 발생하지 않으므로 상기 피스톤이 자유롭게 병진운동을 할 수 있고, 상기 코일에 전류를 인가하여 자기장을 발생시키면, 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 MR 유체에 의해 반력을 발생시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 장치는,

환자의 장기와 접촉하는 상기 슬레이브 장치로부터의 접촉정보에 따라 상기 코일에 인가하는 전압을 적절히 조절하여 자기장의 강도를 가감함으로써, 상기 슬레이브 장치의 접촉을 상기 마스터 장치에 그대로 구현할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 다공성 수지는,

탄성이 있는 해면상의 다공성 물질로서 합성수지를 이용하여 만들어지며,

각각의 공극에는 MR 유체가 채워져 있는 것을 특징으로 하는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 다공성 수지는,

MR 유체를 포함하는 판 형태의 다공성 수지 2개를 등글게 말아서 상기 장치에 적용하도록 구성된 것을 특징으로 하는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 ER 유체(electro-rheological fluid) 또는 MR 유체(magneto-rheological fluid)를 이용하여 병진운동이 가능한 반응동 힘 반향 장치를 구현하기 위한 것으로, 더 상세하게는, 3자유도 회전운동과 1자유도 병진운동이 가능한 최소침습수술(Minimally Invasive Surgery ; MIS)용 마스터 로봇 시스템에 있어서 병진 방향의 선형운동에 대해 반응동적으로 힘 반향을 제공하기 위한 햅틱장치에 관한 것이다.

[0002] 또한, 본 발명은, 의료용 로봇의 햅틱 인터페이스에 있어서, 연속적인 힘 제어가 가능하고 반응동 시스템의 안정성을 높일 수 있는 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 최근, 로봇 기술의 발달에 따라, 의료분야에서도 로봇 시스템이 도입되고 있다.
- [0004] 대표적인 예로, 마스터-슬레이브 로봇(Master-Slave Robot)을 이용한 최소침습수술(MIS)용 로봇이 있으며, 이는 의사가 마스터 로봇을 조종하면 원격으로 슬레이브 로봇이 환자의 수술을 집도하도록 구성된 것이다.
- [0005] 이와 같이 최소침습수술용 로봇을 이용할 경우, 환자는 최소한의 부위만 절개하여 수술을 받을 수 있으므로 최소한의 흉터만을 남길 수 있다.
- [0006] 따라서 이러한 장점으로 인해, 의료용 로봇 장비는, 고가임에도 불구하고 그 상업적 가치가 증가하고 있으며, 의료현장에 적극적으로 도입되고 있다.
- [0007] 그러나 수술용 로봇 시스템을 사용할 경우, 마스터 로봇을 조종하는 의사는 더 이상 손으로 직접 환자의 수술 부위를 만지고 상태를 확인할 수 없는 상황이 되므로, 환자와 직접 접촉하는 슬레이브 장치에서 마스터 장치에 환자나 환부의 상태를 정확히 전달해주지 못할 경우, 치명적인 의료사고를 야기할 수도 있다.
- [0008] 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 개념의 기술이 요구되고 있으며, 이러한 새로운 기술 중 대표적인 것이 인간의 촉감을 구현하는 햅틱 인터페이스 기술이다.
- [0009] 즉, 햅틱장치(haptic device)란, 상기한 바와 같은 최소침습수술용 로봇과 같은 의료용 로봇에 있어서, 환자의 장기와 접촉하는 슬레이브 로봇의 접촉을 마스터 로봇에 그대로 구현하여, 시술자인 의사에게 장기의 형상과 반력을 실감나게 전달하기 위한 장치를 의미한다.
- [0010] 또한, 일반적으로, 최소침습수술용 로봇은 4자유도를 가지며, 1자유도의 선형 병진운동을 구현한다.
- [0011] 이러한 선형 병진운동을 구현하는 종래의 방법으로는, 예를 들면, 선형작동기와 회전형 모터에 링크 구조를 연결하는 방법이 있으며, 대표적인 선형작동기에는 압전재료를 이용한 압전작동기가 있으나, 발생 변위가 작고 안정성이 떨어지는 한계가 있는 것이었다.
- [0012] 또한, 회전형 모터에 링크 구조를 연결하는 방식은, 그 구성이 복잡하고, 고가이며, 정밀한 제어가 어렵다는 단점이 있는 것이었다.
- [0013] 즉, 상기한 바와 같은 종래의 방법은, 능동 햅틱 장치로서 장치의 오작동 및 정밀한 제어를 못하는 경우에 예상치 않은 변위나 힘의 발생으로 인해 환자의 장기를 손상시킬 수 있다는 단점이 있는 것이었다.
- [0014] 따라서 반력을 발생시키는 반응동 햅틱장치로서 예상치 않은 변위나 힘이 발생하지 않아 보다 안정성이 높은 능동 햅틱장치를 제공하기 위해, 최근에는 ER 유체나 MR 유체를 이용한 햅틱장치가 주목받고 있다.
- [0015] 상기한 바와 같은 종래의 햅틱장치의 예로는, 예를 들면, 한국 공개특허공보 제10-2010-0077615호(2010.07.08. 공개)에 기재된 바와 같은 "원격 로봇 수술을 위한 병렬형 구조와 직렬형 구조가 결합된 5자유도의 햅틱 장치"가 있다.
- [0016] 상기한 공개특허 제10-2010-0077615호의 "원격 로봇 수술을 위한 병렬형 구조와 직렬형 구조가 결합된 5자유도의 햅틱 장치"는, 다수의 관절로 이루어진 자유도 의료용 로봇에 있어서, 매니플레이터의 조종에 의한 원격 시술을 위해 로봇을 실시간으로 제어할 수 있도록, 진진 및 후진, 좌우 꺾임 회전, 상하 꺾임 회전, 회전, 그립(Grip)이 가능하도록 병렬형 구조와 직렬형 구조가 결합된 5자유도의 햅틱 장치에 관한 것이다.
- [0017] 즉, 상기한 공개특허 제10-2010-0077615호의 햅틱장치는, 각 관절에 장착된 액츄에이터의 하중으로 인하여 끝단에서 햅틱 마스터를 잡고 구동을 할 때 역학적 관성을 증가시켜서 마스터의 역구동성(Back Drivability)을 저하시킴으로써 정밀도가 떨어지게 되는 직렬형 구조의 단점과, 여러 개의 링크가 병렬로 연결되어 있는 구조적 특징으로 인해 힘이 분산되어 내구성이 강하고 안정된 구조를 가지나 정기구학(Forward Kinematics) 해석에서 단일해가 존재하지 않아 실시간 제어가 어렵고 특이점(로봇의 자유도가 줄어들어 정상 제어가 불가능한 지점)을 고려해야 하는 기술적 어려움이 있는 병렬형 구조의 한계점을 극복하기 위해, 직렬형 구조와 병렬형 구조를 통합한 하이브리드형 햅틱장치를 텐던 와이어(tendon wire) 구동 메커니즘으로 구동하여 전체적인 구성이 간단하면서 해석이 용이하고, 역구동성을 향상시킬 수 있는 원격 로봇 수술을 위한 병렬형 구조와 직렬형 구조가 결합된 5자유도의 햅틱장치를 제공하고자 하는 것이다.

- [0018] 그러나 상기한 공개특허 제10-2010-0077615호의 햅틱장치는, 상기한 회전형 모터에 링크 구조를 연결하는 방식과 같이, 여전히 구성이 복잡하고 정밀한 제어가 어렵다는 문제가 있다.
- [0019] 또한, 햅틱장치에 대한 종래기술의 다른 예로서, 예를 들면, 한국 공개특허공보 제10-2009-0126760호(2009.12.09. 공개)에 기재된 "센서와 유변유체를 이용한 햅틱 장치, 이를 갖는 전자기기 및 이를 이용한 햅틱 제공방법"과 같은 것이 있다.
- [0020] 즉, 상기한 공개특허 제10-2009-0126760호의 "센서와 유변유체를 이용한 햅틱 장치, 이를 갖는 전자기기 및 이를 이용한 햅틱 제공방법"은, 종래의 기계적인 햅틱 피드백은 무게가 많이 나가고 복잡한 링크 구조를 가질 뿐만 아니라, 소형화가 어렵고 관성으로 인한 신속한 응답속도를 구현하기 어려웠던 문제점을 해결하기 위해, 최근에 연구가 활발히 진행되고 있는 유변유체 또는 전기활성 폴리머 등의 스마트 물질(smart material)을 이용하여, 전자기기를 움켜쥐거나 비틀거나 당길 때 사용자에게 적절한 햅틱 피드백을 제공할 수 있는 센서와 유변유체를 이용한 햅틱장치와, 이를 가지는 전자기기 및 이를 이용한 햅틱 제공방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0021] 이를 위해, 상기한 공개특허의 햅틱장치는, 적어도 일방향의 힘 또는 상기 힘에 의한 변형을 감지하는 감지수단과, 상기 감지수단에 인접하고 내부에 유변유체가 충전되어 소정의 유연성을 갖는 유체관 및 상기 감지수단의 출력신호에 기초하여 상기 유체관에 전기를 인가함으로써 상기 유체관의 강성을 변화시키는 제어부를 포함하여, 상기 유체관의 강성 변화를 사용자가 인지하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 그러나, 상기한 공개특허 제10-2009-0126760호는, 유변유체 또는 전기활성 폴리머 등의 스마트 물질을 이용하는 점에서 종래에 비해 새로운 점이 있으나, 어디까지나 휴대용 재생장치와 같은 비교적 소형이며 단순한 기기에 적용하기 위한 것으로, 의료용 로봇과 같이 고도의 정밀도가 요구되는 분야에 적용하기 위한 것은 아니었다.
- [0023] 또한, 이러한 종래기술의 또 다른 예로서, 예를 들면, 한국 공개특허공보 제10-2010-0002909호(2010.01.07. 공개)에 개시된 "이알 유체 또는 엠알 유체를 이용한 다자유도 힘 반향 장치"와 같은 것이 있다.
- [0024] 더 상세하게는, 상기한 공개특허문헌의 힘 반향장치는, 전기장 또는 자기장 인가에 따라 그 상태를 가역적으로 변화시킬 수 있는 ER/MR 유체가 충전되는 구면조인트를 MIS용 마스터 장치에 설치함으로써 슬레이브 장치에 설치된 의료용 수술 도구가 인체 장기에 접촉할 때 발생하는 접촉력의 크기에 따라 전기장 또는 자기장의 세기를 조절하여 ER/MR 유체의 상태를 변화시키고, 이때 생성되는 연속적이고 세밀한 반력을 마스터 장치를 조종하는 의사에게 전달함으로써 슬레이브의 수술도구가 장치와 접촉하는 상황에서의 촉감 정보를 마스터에서 정확하게 구현할 수 있는 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 다자유도 힘 반향장치에 관한 것이다.
- [0025] 이를 위해, 상기한 힘 반향장치는, 몸체부와, 상기 몸체부의 내측에 고정 설치되는 외측 원구와, 상기 외측 원구 내부에 자유로이 운동할 수 있도록 구면 조인트로 결합되는 내측 원구와, 상기 구면 조인트의 내, 외측 원구 사이의 간극에 충전되는 ER 유체 또는 MR 유체를 포함하여 구성되며, 상기 ER 유체 또는 MR 유체에 인가되는 전기장 또는 자기장에 따라 가역적으로 변하는 능동 또는 반능동의 반력을 구현할 수 있도록 한 것을 특징으로 한다.
- [0026] 그러나, 상기한 공개특허공보 제10-2010-0002909호에 개시된 힘 반향장치는, 전기장 또는 자기장에 의해 제어 가능한 ER/MR 유체를 구조가 단순하면서도 3자유도 회전이 가능한 구면 조인트에 적용하고, 양방향 클러치와 브레이크 매커니즘을 도입하여, 2자유도 능동 또는 3자유도 반능동 힘 반향이 가능한 것에 특징이 있으나, 능동모드와 반능동 모드를 전환해야 하므로 그만큼 구조가 복잡해지고, 또한, 3자유도만을 가지는 힘 반향장치이므로 실제 의사의 수술동작을 효과적으로 구현해야 하는 최소침습수술용 로봇에 적용함에 있어서 다양한 움직임을 구현하기에는 한계가 있어 적용성이 떨어진다는 단점이 있는 것으로, 즉, 상기한 특허문헌에 개시된 햅틱장치들과 마찬가지로, 보다 제어 안정성이 높은 햅틱장치를 제공하기 위하여는 개선의 여지가 있는 것이었다.
- [0027] 따라서 상기한 바와 같은 종래기술들의 문제점을 해결하기 위하여는, 연속적인 제어가 가능하며 제어 안정성이 높은 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치를 제공하는 것이 바람직하나, 아직까지 그러한 요구를 모두 만족시키는 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치는 제공되지 못하고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0028] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점들을 해결하기 위한 것으로, 따라서 본 발명의 목적은, 최소침습수술용 로봇과 같은 종래의 의료용 로봇 시스템에 선형 운동 햅틱장치를 구현함에 있어서, 압전재료를 이용한 압전작동기는 발생 변위가 작고 안정성이 떨어지는 문제가 있으며, 또한, 회전형 모터에 링크 구조를 연결하는 방식은 복잡하고 고가이며 정밀한 제어가 어려웠던 문제점들을 모두 해결하기 위해, 인가되는 전기장에 따라 점성이 변화하는 ER 유체, 또는, 인가되는 자기장에 따라 점성이 변화하는 MR 유체 및 선형 브레이크 메커니즘을 이용하여, 연속적인 제어가 가능하며 제어 안정성이 높은 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0029] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따르면, 조종자가 파지할 수 있도록 그 상부에 형성되어 있는 그리퍼(gripper)와 상기 그리퍼와 연결되는 로드를 포함하여 3자유도의 회전운동과 1자유도의 병진운동을 수행하도록 구성된 마스터장치 및 상기 마스터장치를 조종하여 원격으로 환자의 수술을 집도하도록 구성된 슬레이브 장치를 포함하는 최소침습수술용 로봇 시스템의 병진운동 및 상기 병진운동에 대한 힘 반향을 구현하는 반응동 선형 햅틱장치에 있어서, 상기 로드가 고정되고 중앙부에는 홈이 형성되어 있으며, 전극 역할을 하도록 도체로 만들어지는 피스톤과, ER 유체를 포함하며 상기 홈에 상기 피스톤을 감싸듯이 고정되는 다공성 수지와, 상기 피스톤이 왕복운동 하도록 설치되는 실린더와, 상기 실린더의 내부 벽에 삽입되어 있는 전극과, 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 ER 유체가 외부로 새는 것을 방지하는 동시에 상기 실린더 내부에 묻어있는 상기 ER 유체를 긁어내는 역할을 하도록 상기 피스톤의 상하 양쪽 끝 부분에는 삽입되는 실링과, 상기 피스톤이 병진운동을 하는 중 회전하는 것을 방지하기 위한 키 홈 및 상기 ER 유체에 인가하는 전기장을 발생하기 위한 전류를 공급하는 전원공급수단을 포함하여 구성되고, 그것에 의해, 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 ER 유체에 전기장을 인가하지 않았을 경우는 반력이 발생하지 않으므로 상기 피스톤이 자유롭게 병진운동을 할 수 있고, 상기 피스톤 및 상기 실린더 내부의 전극에 전압을 인가하여 전기장을 발생시키면 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 ER 유체에 의해 반력을 발생시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치가 제공된다.

[0030] 여기서, 상기 장치는, 환자의 장기와 접촉하는 상기 슬레이브 장치로부터의 접촉정보에 따라 상기 피스톤 및 상기 실린더 내부의 전극에 인가하는 전압을 적절히 조절하여 전기장의 강도를 가감함으로써, 상기 슬레이브 장치의 접촉을 상기 마스터 장치에 그대로 구현할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 한다.

[0031] 또한, 상기 다공성 수지는, 탄성이 있는 해면상의 다공성 물질로서 합성수지를 이용하여 만들어지며, 각각의 공극에는 ER 유체가 채워져 있는 것을 특징으로 한다.

[0032] 아울러, 상기 다공성 수지는, ER 유체를 포함하는 판 형태의 다공성 수지 2개를 등글게 말아서 상기 장치에 적용하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

[0033] 또한, 본 발명에 따르면, 조종자가 파지할 수 있도록 그 상부에 형성되어 있는 그리퍼(gripper)와 상기 그리퍼와 연결되는 로드를 포함하여 3자유도의 회전운동과 1자유도의 병진운동을 수행하도록 구성된 마스터장치 및 상기 마스터장치를 조종하여 원격으로 환자의 수술을 집도하도록 구성된 슬레이브 장치를 포함하는 최소침습수술용 로봇 시스템의 병진운동 및 상기 병진운동에 대한 힘 반향을 구현하는 반응동 선형 햅틱장치에 있어서, 상기 로드가 고정되고 중앙부에는 홈이 형성되어 있는 피스톤과, MR 유체를 포함하며 상기 홈에 상기 피스톤을 감싸듯이 고정되는 다공성 수지와, 상기 피스톤이 왕복운동 하도록 설치되는 실린더와, 상기 MR 유체에 자기장을 인가할 수 있도록 상기 피스톤의 중앙 부분에 배치되어 있는 코일과, 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 MR 유체가 외부로 새는 것을 방지하는 동시에 상기 실린더 내부에 묻어있는 상기 MR 유체를 긁어내는 역할을 하도록 상기 피스톤의 상하 양쪽 끝 부분에는 삽입되는 실링과 상기 피스톤이 병진운동을 하는 중 회전을 방지하기 위한 키 홈 및 상기 MR 유체에 인가하는 자기장을 발생하기 위한 전류를 공급하는 전원공급수단을 포함하여 구성되고, 그것에 의해, 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 MR 유체에 자기장을 인가하지 않았을 경우는 반력이 발생하지 않으므로 상기 피스톤이 자유롭게 병진운동을 할 수 있고, 상기 코일에 전류를 인가하여 자기장을 발생시키면 상기 다공성 수지에 흡수되어 있는 상기 MR 유체에 의해 반력을 발생시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치가 제공된다.

[0034] 여기서, 상기 장치는, 환자의 장기와 접촉하는 상기 슬레이브 장치로부터의 접촉정보에 따라 상기 코일에 인가하는 전압을 적절히 조절하여 자기장의 강도를 가감함으로써, 상기 슬레이브 장치의 접촉을 상기 마스터 장

치에 그대로 구현할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 한다.

[0035] 또한, 상기 다공성 수지는, 탄성이 있는 해면상의 다공성 물질로서 합성수지를 이용하여 만들어지며, 각각의 공극에는 MR 유체가 채워져 있는 것을 특징으로 한다.

[0036] 아울러, 상기 다공성 수지는, MR 유체를 포함하는 판 형태의 다공성 수지 2개를 등글게 말아서 상기 장치에 적용하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0037] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 인가되는 전기장에 따라 점성이 변화하는 ER 유체를 이용하거나, 또는, 인가되는 자기장에 따라 점성이 변화하는 MR 유체를 이용하여 병진운동을 행하는 ER 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치가 제공된다.

[0038] 또한, 본 발명에 따르면, ER 및 MR 유체는 전기장 또는 자기장을 인가하면 전단저항력을 발생시키는 지능재료 인 동시에, ER 및 MR 유체는 연속적인 힘 제어가 가능하므로, 반능동 시스템의 안정성을 높일 수 있다는 장점을 가진다.

[0039] 즉, 본 발명에 따르면, 피스톤, 실린더, ER 또는 MR 유체를 흡수한 다공성 수지와 실링을 포함하여, 전기장이 나 자기장을 인가하지 않은 경우는 피스톤이 자유롭게 선형 병진운동을 할 수 있고, 다공성 수지에 전기장 또는 자기장을 인가하면 ER 또는 MR 유체가 실린더 벽과 다공성 수지 사이에 입자구조를 형성하여 반력이 발생하는 것을 특징으로 하는 ER 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치를 제공할 수 있다.

[0040] 따라서 본 발명에 따르면, 상기한 바와 같이 ER 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치가 제공됨으로써, 최소침습수술용 로봇과 같은 종래의 의료용 로봇 시스템에 있어서, 압전재료를 이용한 압전작동기는 발생 변위가 작고 안정성이 떨어지는 문제가 있으며, 또한, 회전형 모터에 링크 구조를 연결하는 방식은 복잡하고 고가이며 정밀한 제어가 어려웠던 문제점들을 모두 해결하여, 연속적인 제어가 가능하며 제어 안정성이 높은 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치를 적용하여 4자유도를 가지는 햅틱 마스터장치를 이용한 최소침습수술의 시술과정을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치에 있어서, ER 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치에 있어서, MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치에 있어서, ER 유체 또는 MR 유체를 포함하는 다공성 수지의 구체적인 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반능동 선형 햅틱장치의 구체적인 실시예에 대하여 설명한다.

[0043] 여기서, 이하에 설명하는 내용은 본 발명을 실시하기 위한 실시예일 뿐이며, 본 발명은 이하에 설명하는 실시예의 내용으로만 한정되는 것은 아니라는 사실에 유념해야 한다.

[0044] 즉, 본 발명에 따른 햅틱장치는, 피스톤, 실린더, ER 또는 MR 유체를 흡수한 다공성 수지 및 실링으로 구성되어, 전기장이나 자기장을 인가하지 않은 경우는 피스톤이 자유롭게 선형 병진운동을 할 수 있고, 다공성 수지에 전기장 또는 자기장을 인가하면 ER 또는 MR 유체가 실린더 벽과 다공성 수지 사이에 입자구조를 형성하여 반력이 발생하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0045] 여기서, ER 및 MR 유체는 전기장 또는 자기장을 인가하면 전단저항력을 발생시키는 지능재료이며, 연속적인 힘 제어가 가능하므로, 햅틱장치와 같은 반능동 시스템의 안정성을 높일 수 있다.

[0046] 따라서 본 발명에 따르면, 연속적인 제어가 가능하며 제어 안정성이 높은 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반

능동 선형 햅틱장치를 제공할 수 있다.

- [0047] 여기서, 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치의 구체적인 실시예에 대하여 설명하기에 앞서, ER 유체 및 MR 유체의 구체적인 내용에 대하여 설명한다.
- [0048] 진동 감쇠를 위한 기능성 유체에 대한 구체적인 연구결과는, 1950년 윈슬로우(Winslow)에 의해 처음 제안되었으며, 최근까지는 주로 ER 유체(Electro-Reological Fluid)를 이용한 개발이 대부분이었다.
- [0049] ER 유체란, 비전도성 용매에 강한 전도성 입자를 분산시킨 콜로이드 용액으로서, 인가하는 전기장에 따라 그 역학적인 특성이 가역 변화하는 유체를 통틀어 의 일컫는 말이다.
- [0050] 즉, ER 유체는, 전기장을 인가하지 않았을 때는 비전도성 용매 중에 분산된 입자가 자유로이 운동을 하는 뉴토니안(Newtonian) 유체의 거동을 나타내지만, 전기장을 인가하면 대전된 전도성의 입자가 전극에 수직으로 체인형 구조를 형성하여 유체의 흐름에 저항하는 항복응력을 가지는 빙햄(Bingham) 유체의 성질을 나타내게 된다.
- [0051] 이러한 ER 유체의 거동은 19세기말에 의해 최초로 관찰되었으며, 윈슬로우(Winslow) 유체라고도 불리고 있다.
- [0052] 또한, ER 유체는 전기장 무부하시 유체에 분산된 입자가 자유운동을 하여 등방성(isotropic)의 특성을 보이지만, 전기장을 ER 유체에 가하면 유체 중에 분산된 입자가 유도분극을 일으켜 전극을 향하는 다수의 섬유상 조직을 형성함으로써 이방성(anisotropic)의 거동을 가지게 되어 유체의 유동이나 외부에서 가해지는 전단력에 대하여 저항을 나타내며, 이때 발생하는 입자들의 결합력이 외부에서 가해지는 전단력에 대해 저항력을 가지게 되어 유체의 유동을 제한하게 된다.
- [0053] 그러나 ER 유체의 경우는, 상대적으로 낮은 항복강도를 가지므로 감쇠력에 제한이 있고, 오염물질에 의해 감쇠력이 심각하게 저하되며, 구동에 강한 전기장이 필요하므로, 고전압 전력 공급에 의한 위험성과 고비용의 단점을 가지고 있다.
- [0054] 따라서 이러한 문제들을 보완하기 위한 진동 감쇠용 기능성 유체로서, 근래, 자기 유변 유체, 즉, MR 유체(Magneto-Rheological fluid)에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.
- [0055] MR 유체란, 실리콘 오일 또는 미네랄 오일 등의 비전도성 용매 속에 마이크로미터 크기의 자성을 가질 수 있는 입자들을 분산시킨 비콜로이드 용액으로, 자기장이 부하되지 않은 경우 분산 입자는 뉴토니안 유체의 성질을 띠지만 자기장이 부하되면 분산 입자가 분극화를 일으켜 부하된 자기장과 평행한 방향으로 섬유질이 형성되어 전단력이나 유동에 대한 저항력을 가지는 유체를 의미한다.
- [0056] 즉, MR 유체는, 자기장이 가해지지 않았을 때에는 전단 변형률에 비례하는 항복응력을 발생하는 뉴튼 유체의 성질을 가지나, 자기장이 형성되면 유체내의 작은 입자들이 체인을 형성하여 전단변형률이 없어도 일정한 항복응력을 발생시키는 빙햄 유체(Bingham fluid)의 성질을 띠게 된다.
- [0057] 이러한 MR 유체는, 빠른 응답특성을 가지고, 동적 항복강도가 높으며, 오염에 의한 성능저하가 발생하지 않고, 내마모성이 우수하며, 작동 온도범위가 약 -40℃ ~ 150℃로 넓다는 등의 특징을 가진다.
- [0058] 즉, ER 유체는 빠른 응답성과 전기장 형성이 용이하다는 장점을 가진 반면, 낮은 강도와 좁은 사용온도 범위, 특히 고온에서의 급격한 성능 저하와 일반적으로 제조공정과 가용시 발생할 수 있는 물과 불순물에 의하여 치명적인 성능 저하를 가져오게 되며, 또한, ER 유체는 고전압을 필요로 하므로 순간적으로 수천 볼트의 전압을 낼 수 있는 고전압 장치가 반드시 필요하다는 단점도 있다.
- [0059] 이에 비해, MR 유체는, ER 유체와 동일하게 분리 현상이 발생할 수 있고, 자기장 형성에 어려움이 상존하고 있으나, 적은 에너지 공급으로 높은 강도를 구현할 수 있으며, 넓은 온도예의 안정성이 보장되며, 또한, 불순물에 민감하지 않다는 장점을 가지고 있다.
- [0060] 이러한 MR 유체와 관련된 기술은 화학, 기계, 항공, 우주뿐만 아니라 군수 산업에 이르기까지 그 적용 범위가 매우 광범위하고, 낮은 원가로도 고부가가치 창출이 가능해 경제적 영향도 상당히 크다.
- [0061] 따라서 이러한 산업 전반과 경제에 미치는 영향, 기술 자립의 필요성을 고려하여 MR유체에 대한 기초 기술을 확보하기 위한 연구가 현재도 활발히 진행되고 있다.
- [0062] 계속해서, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치의 상세한 내용에 대하여 설명한다.

- [0063] 먼저, 도 1을 참조하여, 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치를 이용한 최소 침습수술의 수술과정에 대하여 설명한다.
- [0064] 도 1은 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치를 이용한 최소침습수술의 수술 과정에 이용되는 마스터장치(10) 및 슬레이브 장치(11)의 구성을 나타내고 있다.
- [0065] 즉, 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치의 마스터 장치(10)는, 3자유도의 회전운동과 1자유도의 병진운동을 수행하도록 구성되어 있으며, 3자유도의 회전운동 햅틱장치와 1자유도의 선형운동 햅틱장치가 적용된다. 또한, 마스터 장치(10)의 상부에는, 조종자가 파지할 수 있는 그리퍼(gripper)(12)가 로드(13)와 연결되어 있다.
- [0066] 더 상세하게는, 조종자가 마스터장치(10)를 작동하면, 원격에 설치된 슬레이브 장치(11)가 동작하여 환자의 수술을 집도하게 되고, 이때, 슬레이브 장치(11)가 환자의 피부에 접촉하면, 그 반력을 마스터장치(10)에 전달하여 마스터장치(10)에서 힘 반향을 구현함으로써, 조종자가 실제와 같은 반력을 느낄 수 있도록 하는 것이다.
- [0067] 여기서, 상기한 마스터 장치(10)는, 도 2 및 도 3을 참조하여 후술하는 바와 같이, ER 유체 또는 MR 유체를 적용하여 병진운동 및 병진운동에 대한 힘 반향을 구현할 수 있는 메커니즘인 힘 반향장치(14, 15)와 연결되어 있다.
- [0068] 또한, 상기한 마스터 장치(10)는, 도시하지는 않았으나, 각각의 ER 유체 또는 MR 유체를 적용한 메커니즘에 전기장 또는 자기장을 발생하기 위한 전류를 인가하는 전원공급수단을 더 포함하여 이루어진다.
- [0069] 계속해서, 도 2를 참조하면, 도 2는 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치에 있어서 ER 유체를 적용한 메커니즘을 포함하는 힘 반향장치(14)를 나타낸 것이다.
- [0070] 즉, 도 2에 나타낸 바와 같이, ER 유체를 적용한 힘 반향장치(14)에 있어서, 그리퍼(12)와 연결되어 있는 로드(13)는 피스톤(21)에 고정되어 있다.
- [0071] 여기서, 피스톤(21)의 가운데에는 홈이 형성되어 있고, 그 홈에 ER 유체를 흡수한 다공성 수지(22)가 고정되어, 피스톤(21)을 감싸듯이 배치되어 있다.
- [0072] 또한, 피스톤(21)은, ER 유체에 전기장을 인가하는 전극 역할을 할 수 있도록 도체 물질로 만들어진다.
- [0073] 아울러, 실린더(24)의 내부 벽에도 다른 전극(25)이 삽입되어 있으며, 여기서, 실린더(24) 내부의 전극(25)과 피스톤(21)을 감싸고 있는 다공성 수지(22)는 서로 접촉하고 있다.
- [0074] 또한, 피스톤(21)에는, 키 홈(23)을 형성하여 피스톤(21)이 실린더(24) 내부에서 병진운동을 할 때 회전하는 것을 방지한다.
- [0075] 아울러, 피스톤(21)의 양쪽 끝 부분에는, 실링(26)을 삽입하여 다공성 수지(22)에 흡수되어 있는 ER 유체가 외부로 새는 것을 방지하는 동시에, 실린더(24) 내부에 묻어있는 ER 유체를 긁어내는 역할을 하도록 한다.
- [0076] 따라서 상기한 바와 같은 구성을 통해, 다공성 수지(22)에 흡수되어 있는 ER 유체에 전기장을 인가하지 않았을 경우는, 반력이 발생하지 않으므로 피스톤(21)이 자유롭게 병진운동을 할 수 있다.
- [0077] 그러나, 피스톤(21)과 실린더(23) 내부의 전극(25) 사이에 전압을 인가하여 전기장을 발생시키면, 다공성 수지(22)에 흡수되어 있는 ER 유체의 입자들이 구조를 형성하여 반력을 발생시키게 되며, 그것에 의해 반응동 힘 반향을 구현하게 된다.
- [0078] 따라서 슬레이브장치(11)로부터의 정보에 따라 상기한 피스톤(21)과 실린더(23) 내부의 전극(25) 사이에 인가하는 전압을 적절히 조절하여 전기장의 강도를 가감함으로써, 환자의 장기와 접촉하는 슬레이브장치(11)의 접촉을 마스터장치(10)에 사실적으로 구현할 수 있다.
- [0079] 계속해서, 도 3을 참조하면, 도 3은 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치에 있어서 MR 유체를 적용한 힘 반향장치(15)의 메커니즘을 나타낸 것이다.
- [0080] 즉, 도 3에 나타낸 바와 같이, MR 유체를 적용한 힘 반향장치(15)의 메커니즘도, ER 유체를 적용한 힘 반향장치(14)의 메커니즘과 마찬가지로, 피스톤(31)의 양쪽에 홈이 형성되어 있고, 그 홈에 MR 유체를 흡수한 다공성 수지(32)가 장착되어 피스톤(31)을 감싸듯이 배치되어 있다.
- [0081] 또한, 피스톤(31)의 가운데에는 코일(34)이 감겨있고, 이러한 코일(34)은 전류를 인가하면 자기장을 발생시키

는 역할을 하며, 실린더(36) 내부에는 키 홈(33)이 있어 피스톤(31)이 실린더(36) 내부에서 병진운동시 회전하는 것을 방지한다.

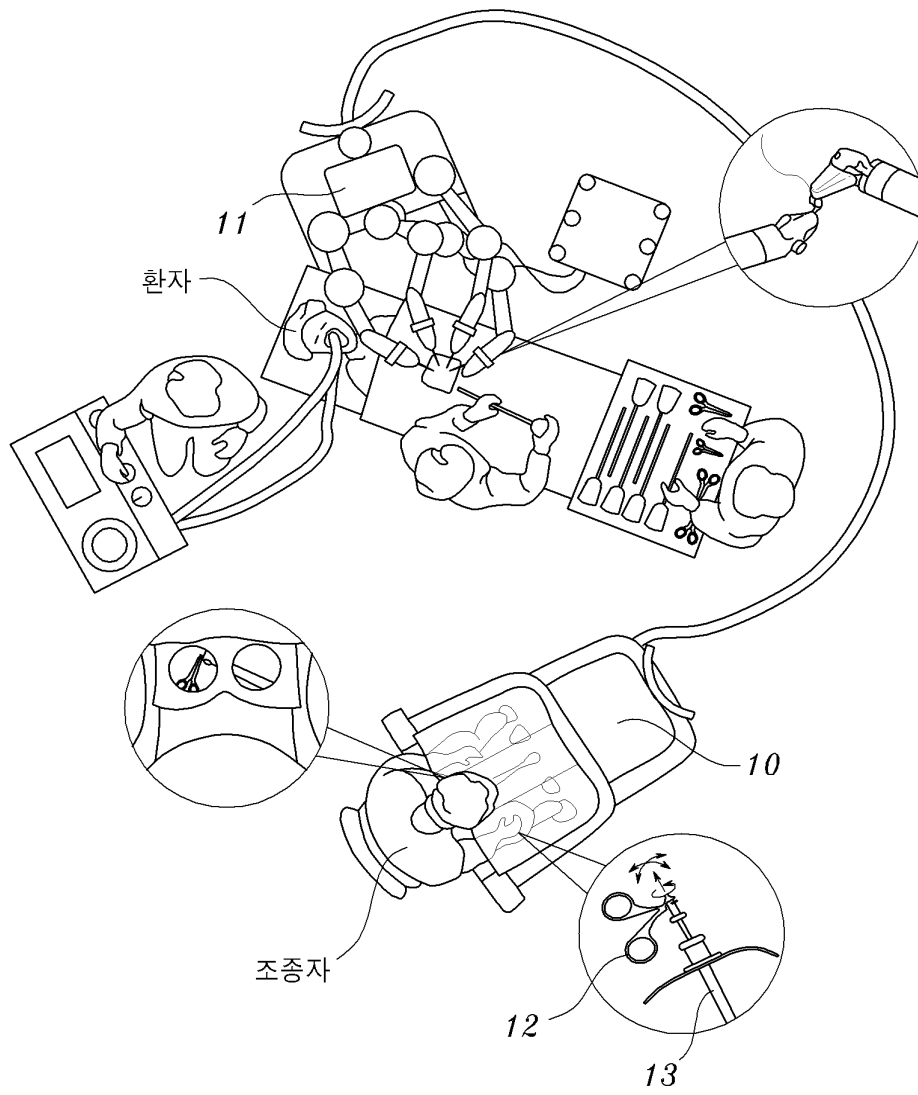
- [0082] 아울러, 피스톤(31) 양쪽 끝 부분에는 실링(35)을 삽입하여 MR 유체가 새는 것을 방지하고, 동시에 실린더(36) 내부에 묻어 있는 MR 유체를 긁어내는 역할을 한다.
- [0083] 따라서 상기한 바와 같은 구성을 통해, 자기장을 발생시키지 않았을 경우에는 피스톤(31)이 자유롭게 병진운동을 할 수 있고, 코일(34)에 전류를 인가하여 자기장을 인가하게 되면 MR 유체의 입자들이 구조를 형성하여 반력을 발생시키며, 그것에 의해 반응동 힘 방향을 구현한다.
- [0084] 즉, 슬레이브장치(11)로부터의 정보에 따라 상기한 코일(34)에 인가하는 전압을 적절히 조절하여 자기장의 강도를 가감함으로써, 환자의 장기와 접촉하는 슬레이브장치(11)의 접촉을 마스터장치(10)에 사실적으로 구현할 수 있다.
- [0085] 그 외의 부분은 상기한 ER 유체를 이용한 힘 반향장치(14)와 동일하므로, 설명을 간략히 하기 위해 반복되는 설명은 생략한다.
- [0086] 다음으로, 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치에 있어서, ER 유체 또는 MR 유체를 포함하는 다공성 수지(22, 32)의 상세한 구성에 대하여 설명한다.
- [0087] 즉, ER 유체 또는 MR 유체는, 유체의 특성상 일정한 형태를 갖추지 못하고 흘러 내리게 되므로, 따라서 본 발명에서는, ER 유체 또는 MR 유체를 다공성 수지에 흡수시킨 ER 또는 MR 다공성 수지(22, 32)를 이용한다.
- [0088] 더 상세하게는, 다공성 수지(22, 32)는, 도 4에 나타난 바와 같이, 탄성이 있는 해면상의 다공성 물질로서, 예를 들면, 합성수지를 이용하여 만들어지며, 각각의 공극에는 ER 유체 또는 MR 유체가 채워져 있다.
- [0089] 즉, 본 발명에 따른 다공성 수지(22, 32)는, 이러한 판 형태의 ER 또는 MR 다공성 수지 2개를 등글게 말아서 햅틱장치에 적용하는 것이며, 따라서 본 발명에 따른 다공성 수지(22, 32)는, 전기장 또는 자기장의 인가에 따라 공극 내부의 체인을 형성하고 반력을 구현하도록 구성된다.
- [0090] 이와 같이, 상기한 바와 같이 하여 ER 유체 또는 MR 유체가 채워진 다공성 수지(22, 32)를 이용함으로써, 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치를 구성할 수 있다.
- [0091] 따라서 상기한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 의료용 수술로봇을 이용한 최소침습수술(MIS) 기법에 있어서, 연속적인 제어가 가능하며 제어 안정성이 높은 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치를 제공할 수 있다.
- [0092] 이상, 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예를 통하여 본 발명에 따른 ER 유체 또는 MR 유체를 이용한 반응동 선형 햅틱장치의 상세한 내용에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 기재된 내용으로만 한정되는 것은 아니며, 따라서 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 설계상의 필요 및 기타 다양한 요인에 따라 여러 가지 수정, 변경, 결합 및 대체 등이 가능한 것임은 당연한 일이라 하겠다.

부호의 설명

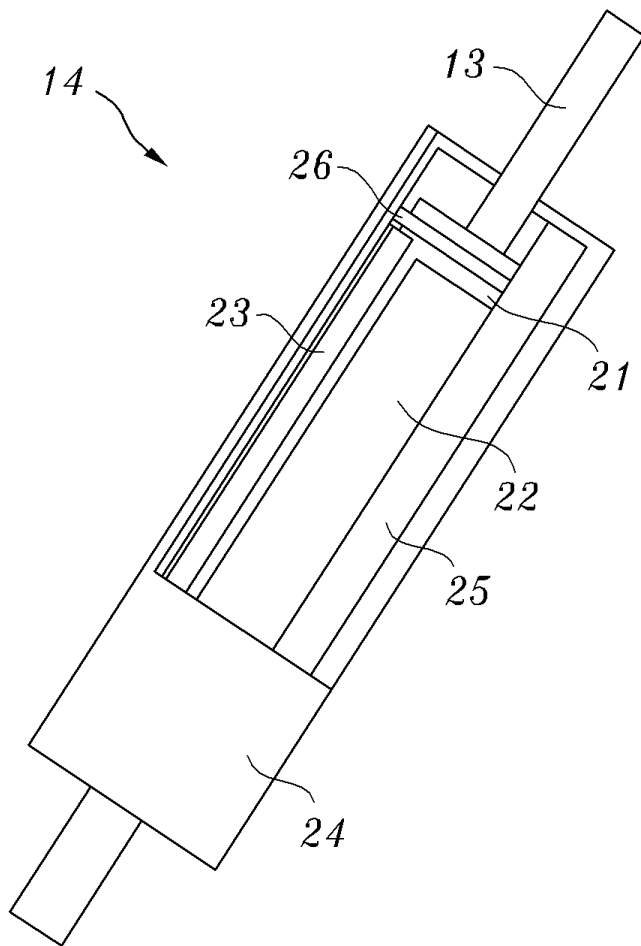
- | | | |
|--------|---------------|---------------|
| [0093] | 10. 마스터장치 | 11. 슬레이브장치 |
| | 12. 그리퍼 | 13. 로드 |
| | 14. ER 힘 반향장치 | 15. MR 힘 반향장치 |
| | 21. 피스톤 | 22. 다공성 수지 |
| | 23. 키 홈 | 24. 실린더 |
| | 25. 전극 | 26. 실링 |
| | 31. 피스톤 | 32. 다공성 수지 |
| | 33. 키 홈 | 34. 코일 |
| | 35. 실링 | 36. 실린더 |

도면

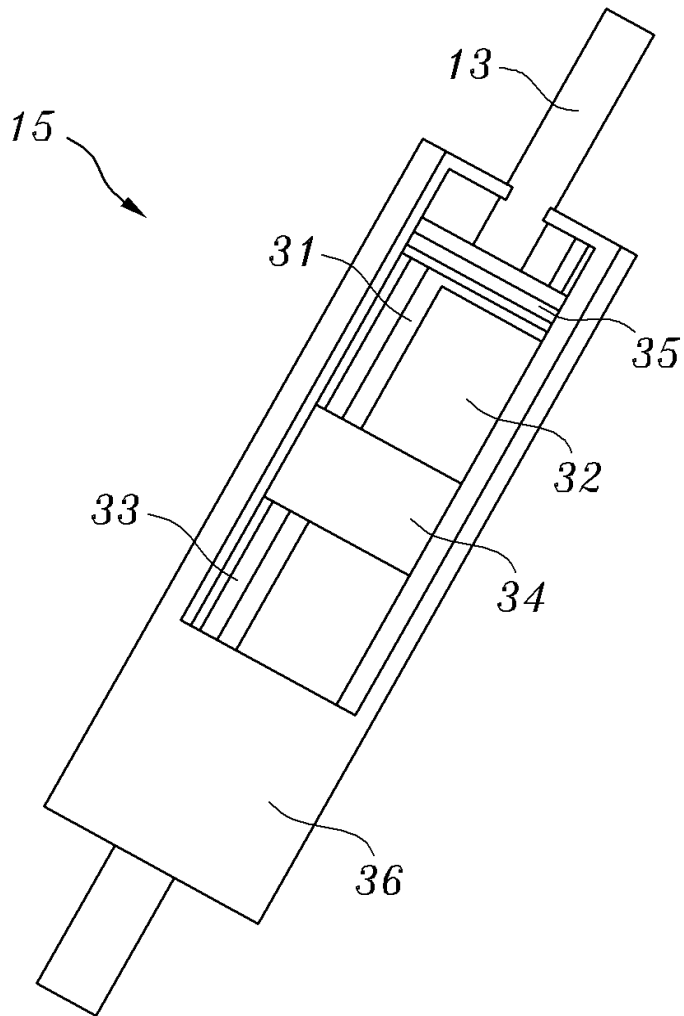
도면1



도면2



도면3



도면4

