



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0129578
(43) 공개일자 2012년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 3/00 (2006.01) *B25J 9/06* (2006.01)

A61B 17/062 (2006.01) *G06F 3/033* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0047924

(22) 출원일자 2011년05월20일

심사청구일자 2011년05월20일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

최승복

인천광역시 남구 주안동 1606 진흥아파트 102동 1304호

한영민

인천광역시 남구 송학길104번길 30, 주안한신APT 103동 801호 (주안동)

김형섭

경기도 안양시 동안구 동안로 40, 무궁화 한양아파트 107동 701호 (호계동)

(74) 대리인

이원희

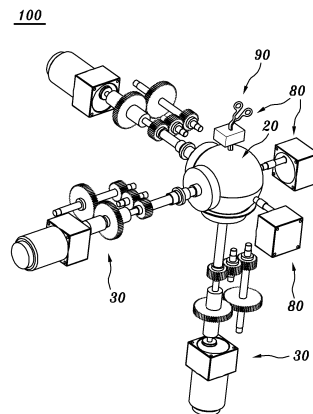
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 E R 유체를 이용한 3 자유도 능동 햅틱 마스터 시스템

(57) 요약

ER 유체를 이용한 3 자유도 능동 햅틱 마스터 시스템을 개시한다. 상기 ER 유체를 이용한 3 자유도 능동 햅틱 마스터 시스템은 회전하는 3개의 ER 클러치를 구비하고 원구형상의 내면을 갖는 외측 몸체부 및 상기 몸체부에서 자유로이 운동할 수 있도록 구면 조인트로 결합되는 내측 원구를 포함하며, 상기 구면 조인트의 내측 원구와 몸체부 사이의 간극에 ER 유체가 충전되는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 3148213322

부처명 교육과학기술부

연구사업명 도약연구(도전)

연구과제명 스마트 작동기를 이용한 최소 침습 수술용 햅틱 로봇 시스템의 구축

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2015.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

회전하는 3개의 ER 클러치를 구비하고 원구형상의 내면을 갖는 외측 몸체부; 및

상기 몸체부(10)에서 자유로이 운동할 수 있도록 구면 조인트로 결합되는 내측 원구(20)를 포함하며,

상기 구면 조인트의 내측 원구(20)와 몸체부(10) 사이의 간극에 ER 유체가 충전되는 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 3 자유도 능동 햅틱 마스터 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 몸체부(10)의 클러치는,

일단이 내측 원구(20)이며 외부로부터 인가되는 전압을 통해 구동되는 모터와 타단이 기어 메커니즘을 이용하여 기계적으로 체결되며, 상기 클러치의 모터쪽 단은 시계방향으로 회전하는 CW(Clock Wise) 회전자(60)와 반시계 방향으로 회전하는 CCW(Counter-Clock Wise) 회전자(70)를 동시에 구비하며, 상기 CW 회전자(60)는 상기 모터와 직결되며, 상기 CCW회전자(70)는 기어메커니즘을 통해 상기 모터와 연결되어 반대방향으로 회전하는 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 3 자유도 능동 햅틱 마스터 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 내측 원구(20)와 몸체부(10) 사이는,

일정한 간극을 형성하고 있으며, 상기 전극에 전기장을 형성하기 위해 내측원구(20)와 몸체부 사이에 간극을 형성하고 몸체부에는 제어신호에 해당하는 전압을 공급하는 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 3 자유도 능동 햅틱 마스터 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 내측 원구(20)는,

의사가 조작할 수 있도록 수술용 가위(90)의 손잡이와 연결되고, 그 회전 각도를 측정하기 위해 3개의 엔코더(80)가 설치되며, 양방향 클러치와의 간섭을 피하기 위해 구면조인트를 중심으로 클러치 반대쪽에 설치되는 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 3 자유도 능동 햅틱 마스터 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 ER 유체는,

상기 클러치부의 CW 회전자(60)과 CCW 회전자(70)에는 서로 다른 전극이 충전되어 인가되는 기장에 의해 항복전단응력이 생성되고, 상기 전기장의 세기에 따라 항복응력의 크기와 그에 따른 반력의 세기가 조절되는 것을 특징으로 하는 ER 유체를 이용한 3 자유도 능동 햅틱 마스터 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 ER 유체를 이용한 3자유도 힘 반향 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전기장의 인가에 따라 그 상태를 가역적으로 변화시킬 수 있는 ER 유체가 충전되는 구면조인트를 의료용 마스터 장치에 설치함으로써 슬레이브 장치에 설치된 의료용 수술 도구가 인체 장기에 접촉할 때 발생하는 접촉력의 크기에 따라 전기장 세기를 조절하여 ER 유체의 상태를 변화시키고, 이때 생성되는 연속적이고 세밀한 반력을 마스터 장치를 조종하는 의사에게 전달함으로써 슬레이브의 수술도구가 장기와 접촉하는 상황에서의 촉감 정보를 마스터에서 정확하게 구현할 수 있는 ER 유체를 이용한 3자유도 능동 햅틱 마스터 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 복잡하고 어려운 작업 환경에서 로봇의 일을 처리하기 어려운 경우가 많다. 그러한 경우에는 인간의 적절한 판단에 의한 로봇에 대한 제어 시스템이 필요하다.

[0003] 이러한 작업을 성공적이고 안전하게 처리하기 위해서는 인간의 판단과 기술, 작업환경에 대한 정보, 종속 매니플레이터의 센서 정보에 대한 작업자의 적절한 반응 등이 필요하게 되므로 작업자가 원격제어를 하기 위한 제어 조종기가 필요한데, 이러한 제어 조종기 중의 하나가 힘 반향 장치이다.

[0004] 이러한 힘 반향장치가 사용되는 곳 중의 하나가 의료용 햅틱 마스터 장치인데 상기 의료용 햅틱 마스터 장치는 마스터-슬레이브 로봇을 이용한 최소침습수술등의 의료현장에서 환자의 장기와 접촉하는 슬레이브 로봇의 접촉력을 마스터 로봇에 구현하여 의사에게 반력을 전달하기 위한 장치를 말한다.

[0005] 햅틱 마스터용 힘 반향 장치를 포함한 종래의 힘 반향 장치들은 서보 모터를 구동시스템으로 이용하고 있는데, 서보 모터는 코깅 현상이나 브러쉬 마찰 등의 영향과 토오크 증폭을 위한 감속기의 사용으로 인해 낮은 토오크가 요구되는 상황에서 정밀한 제어 성능을 얻기 어려우며, 모터에 사용되는 로터의 회전관성이 상대적으로 출력 토오크에 비해 큰 편이기 때문에 작동기 효율이 좋지 못하고 작동기 대역폭에 일정한 한계를 갖는 단점이 있다.

[0006] 또한, 기존의 서보 모터 시스템은 전달 토오크의 정/역 전환을 위해 모터 자체의 운동을 전화해 주어야 하며 이 과정에서 응답속도 지연이 과도해져 피드백에 의한 제어 신호와 실제 시스템에 입력되는 신호간의 위상차가 커져 지연 현상이 커지는 단점이 있다.

[0007] 그리고 2 자유도 이상의 다자유도 회전운동과 그에 따른 반력을 구현하기 위해서는 짐벌(Gimbal)과 같은 기구학적 메커니즘을 이용하기 때문에 그 구조가 매우 복잡하고 정밀한 반력의 제어에 있어서도 많은 제약이 따르고 있다. 나아가, 능동 작동기의 사용과 브레이크 시스템의 부재로 인해 의료 안전성이 크게 저해될 수 있는 문제점이 있다.

[0008] 한편, 의료용 수술로봇을 이용한 최소침습수술 기법이 환자에게 주는 여러 가지 이점으로 인해 최근 관심이 집중되고 있지만 의사에게 있어서는 환자의 장기와 접촉하는 촉감을 잃게 되는 문제점을 햅틱 장치의 도입을 통해 촉감을 구현하여 유연하고 안전하게 접촉할 수 있게 하는 요구가 날로 증대되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 구조가 단순하면서도 3자유도 회전이 가능한 구면 조인트에 3개의 양방향 ER 클러치 메커니즘을 작동기로서 도입함으로써 단순하

고 효과적이면서도 안정적인 3자유도 능동 힘 반향이 가능한 햅틱 마스터 장치를 제공함에 있다.

- [0010] 또한, 본 발명은 전기장의 세기에 따라 항복응력이 변하는 ER유체를 적용함으로써 제어 토크의 크기를 연속적으로 조절하는 것이 가능한 3자유도 힘 반향 장치를 제공함에 다른 목적이 있다.
- [0011] 또한 본 발명은 클러치를 구성하는 2개의 회전자가 같은 회전축을 중심으로 구동모터의 회전에 의해 각각 반대 방향으로 회전하며, 이때 전기장을 요구되는 운동 방향에 따라 선택적으로 부하함으로써 구동모터의 정/역 전환이 없이 바로 요구하는 토크를 얻을 수 있는 양방향 클러치를 x,y,z,축의 각 방향으로 하나씩 3개의 힘반향 작동기를 적용함으로써 3자유도 힘반향을 제공할 수 있는 능동 햅틱 마스터를 제공함에 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 3자유도 햅틱 마스터 시스템은 회전하는 3개의 ER 클러치를 구비하고 원구형상의 내면을 갖는 외측 몸체부, 상기 몸체부 내부에서 자유로이 운동할 수 있도록 구면 조인트로 결합되는 내측 원구를 포함하며, 상기 구면 조인트의 내측 원구와 외측 몸체부 사이의 간극에 ER 유체가 충전되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 몸체부의 클러치는 일단이 내측 원구이며 외부로부터 인가되는 전압을 통해 구동되는 모터와 타단이 기어 메커니즘을 이용하여 기계적으로 체결되며, 상기 클러치의 모터쪽 단은 시계방향으로 회전하는 CW(Clock Wise) 회전자와 반시계 방향으로 회전하는 CCW(Counter-Clock Wise) 회전자를 동시에 구비하며, 상기 CW 회전자는 상기 모터와 직결되며, 상기 CCW회전자는 기어메커니즘을 통해 상기 모터와 연결되어 반대방향으로 회전하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 내측 원구와 외측 회전자는 일정한 간극을 형성하고 있으며, 상기 전극에 전기장을 형성하기 위해 내측원구는 그라인드를 형성하고 외측 회전자에는 제어신호에 해당하는 전압을 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 상기 내측 원구는 의사가 조작할 수 있도록 수술용 가위의 손잡이와 연결되고, 그 회전 각도를 측정하기 위해 3개의 엔코더가 설치되며, 양방향 클러치와의 간섭을 피하기 위해 구면조인트를 중심으로 클러치 반대쪽에 설치되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 상기 ER 유체는 상기 클러치부의 내외측 전극 사이에 충전되어 인가되는 전기장에 의해 항복전단응력이 생성되고, 상기 전기장의 세기에 따라 항복응력의 크기와 그에 따른 반력의 세기가 조절되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따른 ER 유체를 이용한 3자유도 햅틱 마스터에 의하면 전기장에 의해 유변 현상을 일으키는 ER 유체의 항복응력을 제어함으로써 제어 토크의 크기를 연속적으로 조절하는 것이 가능하기 때문에 기존의 서보 모터 시스템이 갖는 토크 리플(Torque-ripple)이나 코깅(Cogging) 현상 등이 존재하지 않고, 낮은 토크를 요구하는 영역에서도 연속적이며 부드러운 제어 성능을 확보할 수 있는 효과를 갖는다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따르면 로봇이 활용되는 실제 수술 현장에서 필요로 하는 3자유도 회전 운동과 그에 따른 3자유도 반력을 정확하게 구현함으로써 보다 현실적이고 안정적인 힘 반향이 가능함에 따라 최소침습수술(MIS)시에 수술자가 실제 직접 수술시와 같은 감각으로 수술을 집도할 수 있도록 함으로써 수술의 안정성과 정확성을 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 3 자유도 햅틱 마스터의 개념도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 마스터에 구비되는 양방향 클러치의 구동 메커니즘의 개념도이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 3 자유도 햅틱 마스터 시스템 장치를 개략적으로 나타낸 장치도이다.
- 도 4는 도 3의 입체도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 명세서 또는 출원에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서 또는 출원에 설명된 실시 예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니된다.
- [0021] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0022] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 3 자유도 햅틱 마스터 시스템을 나타낸 개념도이다.
- [0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 3 자유도 햅틱 마스터 시스템은 몸체부(10), 내측 원구(20), 클러치(30)를 포함한다.
- [0026] 상기 몸체부(10)는 ER유체의 항복응력과 축의 회전을 통해 반력을 생성하는 ER클러치부를 구비하고, 클러치 회전자의 전극면은 몸체부의 내면과 함께 원구면을 형성한다.
- [0027] 상기 내측 원구(20)는 상기 몸체부(10)와 일정한 간극을 두고 형성되며, 상기 몸체부와 클러치 회전자 내부에서 자유로이 운동할 수 있도록 구면 조인트로 결합되도록 형성된다.
- [0028] 상기 구면 조인트의 내측 원구(20)와 몸체부 및 클러치 회전자 사이의 간극에는 ER 유체가 충전될 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 클러치부(30)를 구성하는 회전자에는 제어신호에 따른 전압이 외부에서 공급되고 상기 내측 원구(20)에는 전기적 그라인드가 형성되어 전기장을 생성하며, 상기 전기장은 상기 ER 유체의 항복전단응력을 가역적으로 변화시키는 역할을 수행한다.
- [0030] 도 2는 도 1에 도시된 마스터에 구비되는 양방향 클러치의 구동 메커니즘의 개념도이다.
- [0031] 보다 구체적으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 클러치(200)는 모터(30), 제1기어부(50), 제2기어부(40), CW 회전자(60), CCW회전자(70)를 포함한다.

- [0032] 상기 모터(30)는 외부로부터 전압을 인가받아 구동되며, 상기 CW 회전자(60)와 직결되도록 형성된다.
- [0033] 상기 제1기어부(50)는 상기 모터(30)와 일단이 기계적으로 체결되며, 타단은 상기 제 2기어부와 체결되어 회전 방향을 역전하고, CCW 회전자(70)에 체결되며, 상기 기어부는 적어도 4개 이상의 기어들을 구비할 수 있다.
- [0034] 상기 클러치의 CW회전자(60)와 CCW 회전자(70)는 서로 반대 방향으로 회전하며, 외부로부터 정(+),부(-)의 제어 신호에 해당하는 전압을 공급받아 내측 원구(20)와 전압차를 유발시키도록 형성한다.
- [0035] 상기 내측 원구(20)와 클러치 회전자 사이의 전압차에 의해 간극에는 전기장이 형성되며 간극에 충전되어 있는 ER유체는 항복전단응력을 발생시키고 내측 원구(20)에 토크를 전달한다.
- [0036] 상기 CW 회전자(60)와 CCW 회전자(70)는 정(+) 또는 부(-)의 제어 신호에 따라 선택적으로 전압이 인가되어 능동적인 반력을 생성한다.
- [0037] 본 시스템(100)은 3자유도 반력을 구현하기 위해 내측 원구(20)를 중심으로 전체 6개의 회전 전극을 갖도록 하여 3개의 양방향 클러치부(60)를 x,y,z 축에 각각 배치하고 각 축에 하나씩 3개의 엔코더(80)를 설치하여 수술용 가위(90)와 연결된 내측 원구(20)의 회전 각도를 측정한다.
- [0038] 도 3은 도 1에 도시된 3자유도 햅틱 마스터 시스템 장치를 개략적으로 나타낸 장치도이다.
- [0039] 도 4는 도 3의 입체도를 나타낸다.
- [0040] 도 1 및 도 4를 참조하면, 햅틱 마스터 장치는 본 발명의 3자유도 햅틱 시스템을 구비하며, 원구형 조인트부를 구비한다.
- [0041] 상기 3자유도 햅틱 마스터 시스템에 관한 설명은 위에 상술을 통해 대체하도록 한다.
- [0042] 상기 원구형 조인트부(70)는 수술용 가위(90)를 넣어 연결하는 부분으로, 환자의 피부나 장기 등에 대한 반향을 전달하도록 하는 부분이다.
- [0043] 참고로, 도 1를 참조하면, 내측 원구(20)의 기본적인 움직임의 원리는 다음과 같다. 내측 원구(20) 위와 연결된 원구형 조인트부 내에 가위(90)를 연결함으로써 가위를 조절함에 따라 구가 회전하게 된다.
- [0044] 그때 회전하다가 수술용 나이프나 치료하는 기구가 환자의 피부나 장기를 접촉하게 되면 상기 클러치부(60)에 전기장을 가하게 되고 그에 따라 구가 잘 돌아가지 않게 하는 원리를 이용하여 능동적으로 피부나 장기의 촉감을 구현해 내는 것이다.
- [0045] 이는 기본적인 ER 유체의 특성을 이용한 것인데 ER 유체의 특징인 전기장의 전압의 크기에 비례하게 항복전단응력이 변하는 ER 유체의 특성을 이용하여 연속적인 힘제어가 가능하도록 한다.
- [0046] 이런 시스템이 x,y,z 축에 각각에 배치가 됨으로써 3자유도 회전 운동에 대한 힘 반향이 가능하도록 한다. 이러한 힘 반향이 정확하게 가능하도록 각각의 축에 대해 반대편에 엔코더(80)가 존재함으로써, x,y,z 축에 대한 힘이나 토크에 대해서 측정하고 구현하게 된다.
- [0047] 따라서, 본 발명은 전기장에 따라 유변현상을 일으키는 ER 유체를 제어하여 제어 토크의 크기를 연속적으로 조절할 수 있도록 연속적으로 조절할 수 있도록 함으로써 햅틱 마스터의 반력을 조절할 수 있다.
- [0048] 또한 본 발명은 몸체부와 상기 몸체부의 내측에 고정 설치되는 외측 원구와 상기 내측 원구(20) 내부에 자유로이 운동할 수 있도록 구면 조인트로 결합되는 내측 원구(20)와 상기 구면 조인트의 내측 원구(20)와 클러치(30)

사이의 간극에 충전되는 ER 유체를 포함하여 구성하되, 상기 ER 유체에 인가되는 전기장에 따라 가역적으로 변하는 능동의 반력을 구현할 수 있다.

[0049] 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형의 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

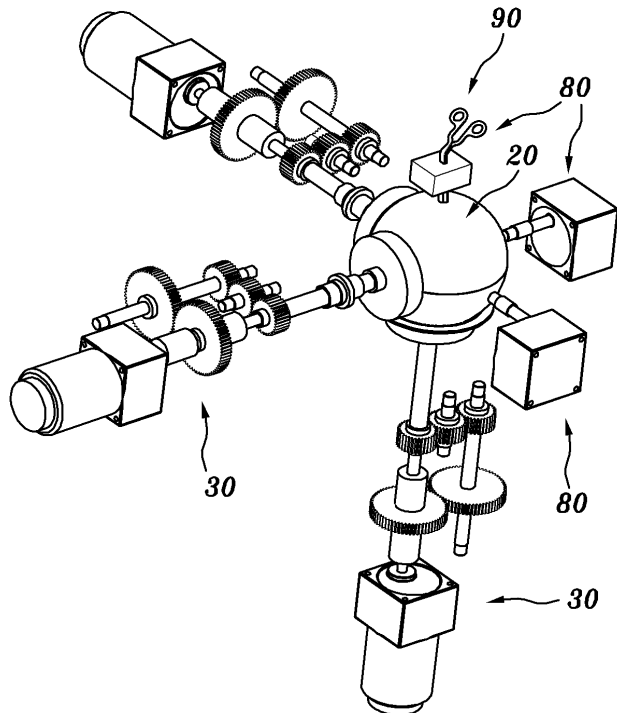
[0050]

10: 몸체부	20: 내측 원구
30: 클러치	40: 제2기어부
50: 제1기어부	60: CW 회전자
70: CCW 회전자	80: 엔코더
90: 수술용 가위	100: 시스템
200: ER 클러치	

도면

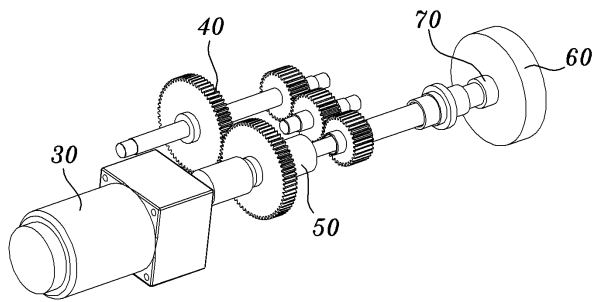
도면1

100

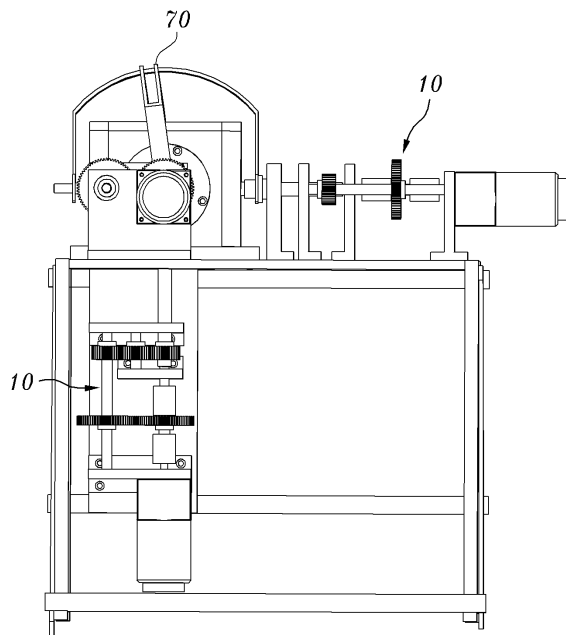


도면2

200



도면3



도면4

