



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0022946  
(43) 공개일자 2018년03월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 34/30 (2016.01) A61B 34/00 (2016.01)  
B25J 9/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
A61B 34/30 (2016.02)  
A61B 34/70 (2016.02)
- (21) 출원번호 10-2018-7002946
- (22) 출원일자(국제) 2015년07월09일  
심사청구일자 2018년01월30일
- (85) 번역문제출일자 2018년01월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2015/003488
- (87) 국제공개번호 WO 2017/006377  
국제공개일자 2017년01월12일

- (71) 출원인  
카와사키 주코교 카부시키 카이샤  
일본국 고베 추오-쿠 히가시카와사키-초 3초메 1-1
- (72) 발명자  
칸, 카즈토시  
일본국 효고 673-8666 아카시-시 카와사키-초 1-1  
카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
- (74) 대리인  
김영철, 김 순 영

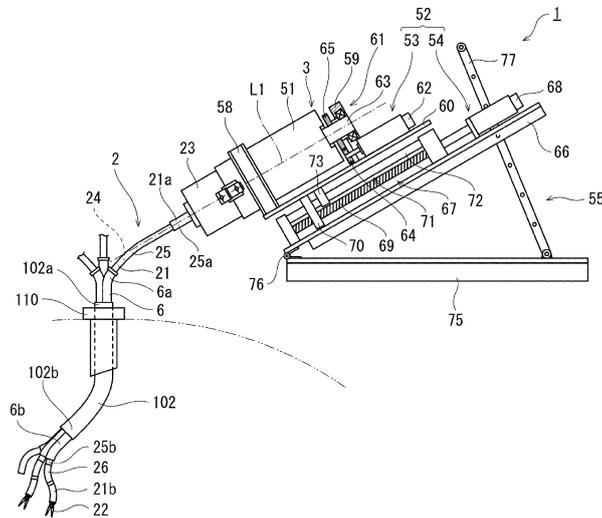
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **수술용 로봇**

(57) 요약

로봇 본체 구동기구(51)와; 중공의 플렉시블 샤프트(25)와, 로봇 본체 구동기구의 구동력을 받아 굽힘 동작을 수행하는 굽힘 관절(27, 28)을 포함하고, 근위단(27a)이 플렉시블 샤프트의 원위단(25b)에 이어지는 관절부(26)와, 관절부의 원위단(30)에 설치된 엔드 이펙터(22)와, 굽힘 관절과 로봇 본체 구동기구를 접속하여, 로봇 본체 구동기구의 구동력을 굽힘 관절에 전달하는 구동력 전달기구(24)를 가지는 로봇 본체(2)와; 로봇 본체를 상기 플렉시블 샤프트의 근위단(25a)의 축선 주위로 회동시키는 회전 구동기구(53)를 가진다.

대표도



(52) CPC특허분류

*B25J 9/065* (2013.01)

*A61B 2034/301* (2016.02)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

로봇 본체 구동기구와,

중공의 플렉시블 샤프트와, 상기 로봇 본체 구동기구의 구동력을 받아 굽힘 동작을 수행하는 굽힘 관절을 포함하고, 근위단이 상기 플렉시블 샤프트의 원위단에 이어지는 관절부와, 상기 관절부의 원위단에 설치된 엔드 이펙터와, 상기 굽힘 관절과 상기 로봇 본체 구동기구를 접속하여, 상기 로봇 본체 구동기구의 구동력을 상기 굽힘 관절에 전달하는 구동력 전달기구를 가지는 로봇 본체와,

상기 로봇 본체를 상기 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 주위로 회동시키는 회전 구동기구를 가지는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 회전 구동기구는, 상기 로봇 본체 및 상기 로봇 본체 구동기구를 일체로 상기 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 주위로 회동시키는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 로봇 본체를 상기 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 방향으로 병진시키는 병진 구동기구를 가지는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 병진 구동기구는, 상기 로봇 본체 및 상기 로봇 본체 구동기구를 일체로 상기 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 방향으로 병진시키는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 관절부는, 제1 굽힘 관절 및 제2 굽힘 관절을 포함하고,

상기 제1 굽힘 관절은, 상기 로봇 본체 구동기구의 구동력을 받아 소정의 방향으로 굽힘 동작을 수행하며,

상기 제2 굽힘 관절은, 상기 로봇 본체 구동기구의 구동력을 받아 상기 제1 굽힘 관절이 굽힘 동작을 수행하는 방향과 반대방향으로 굽힘 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 검자인 것을 특징으로 하는 수술용 로봇.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

수술대에 설치된 지지 레일에 장착 가능하게 구성되어 있는 수술용 로봇 지지대를 더 가지며,

상기 회전 구동기구는, 상기 수술용 로봇 지지대에 지지되어 있는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 수술용 로봇에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래부터 의료용 매니플레이터(manipulator) 시스템이 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

[0003] 이 매니플레이터 시스템은, 선단부에 봉합사나 바늘 등을 파지하는 파지부를 가지는 매니플레이터와, 매니플레이터 본체와, 일단에 매니플레이터가 장착되는 암(arm)을 가지고 있다. 암은, 축방향 중간부가 짐벌부(gimbal portion)를 통해 매니플레이터 본체에 장착되어 있다. 또한, 암은, 타단이 짐벌부를 통해 매니플레이터 본체에 장착되어 있다. 그리고 매니플레이터 본체는, 암의 타단의 짐벌부를 동작시켜, 암의 축방향 중간부의 짐벌부를 지지점으로 하여, 암 선단을 이동시켜, 매니플레이터의 파지부를 이동시킨다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 특개2004-122286호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 그러나 특허문헌 1에 기재된 매니플레이터 시스템은, 매니플레이터의 파지부를 이동시키는 기구가 대규모로 이루어져, 제조에 불리하고, 제조비용이 높다는 문제가 있었다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 한 형태에 따른 수술용 로봇은, 로봇 본체 구동기구와; 중공의 플렉시블 샤프트와, 상기 로봇 본체 구동기구의 구동력을 받아 굽힘 동작을 수행하는 굽힘 관절을 포함하고, 근위단이 상기 플렉시블 샤프트의 원위단에 이어지는 관절부와, 상기 관절부의 원위단에 설치된 엔드 이펙터와, 상기 굽힘 관절과 상기 로봇 본체 구동기구를 접속하여, 상기 로봇 본체 구동기구의 구동력을 상기 굽힘 관절에 전달하는 구동력 전달기구를 가지는 로봇 본체와; 상기 로봇 본체를 상기 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 주위로 회동시키는 회전 구동기구; 를 가진다.

[0007] 이 구성에 의하면, 회전구동기구에 의해서 로봇 본체를 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 주위로 회동시킴으로써, 엔드 이펙터를 플렉시블 샤프트의 원위단의 축선을 중심으로 하는 원주방향으로 이동시킬 수 있다. 따라서, 수술용 로봇을 콤팩트하게 할 수 있고, 수술용 로봇의 제조비용을 저렴하게 할 수 있다.

[0008] 상기 회전 구동기구는, 상기 로봇 본체 및 상기 로봇 본체 구동기구를 일체로 상기 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 주위로 회동시켜도 좋다.

[0009] 이 구성에 의하면, 간소한 구성으로 로봇 본체를 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 주위로 회동시킬 수 있다.

[0010] 상기 로봇 본체를 상기 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 방향으로 병진시키는 병진 구동기구를 가지고 있어도 좋다.

[0011] 이 구성에 의하면, 엔드 이펙터를 플렉시블 샤프트의 원위단의 축선 방향으로 이동시킬 수 있다.

[0012] 상기 병진 구동기구는, 상기 로봇 본체 및 상기 로봇 본체 구동기구를 일체로 상기 플렉시블 샤프트의 근위단의 축선 방향으로 병진시켜도 좋다.

[0013] 이 구성에 의하면, 간소한 구성으로 로봇 본체를 플렉시블 샤프트의 원위단의 축선 방향으로 병진시킬 수 있다.

[0014] 상기 관절부는, 제1 굽힘 관절 및 제2 굽힘 관절을 포함하고; 상기 제1 굽힘 관절은, 상기 로봇 본체 구동기구

의 구동력을 받아 소정의 방향으로 굽힘 동작을 수행하며, 상기 제2 굽힘 관절은, 상기 로봇 본체 구동기구의 구동력을 받아 상기 제1 굽힘 관절이 굽힘 동작을 수행하는 방향과 반대방향으로 굽힘 동작을 수행하여도 좋다.

[0015] 이 구성에 의하면, 엔드 이펙터를 내측을 향하는 자세로 할 수 있어, 작업을 쉽게 할 수가 있다.

[0016] 상기 엔드 이펙터는 겹자여도 좋다.

[0017] 이 구성에 의하면, 겹자를 사용한 작업에 수술용 로봇을 사용할 수 있다.

[0018] 수술대에 설치된 지지 레일에 장착 가능하게 구성되어 있는 수술용 로봇 지지대를 더 가지며, 상기 회전 구동기구는, 상기 수술용 로봇 지지대에 지지되어 있어도 좋다.

[0019] 이 구성에 의하면, 수술용 로봇을 환자 근방에 위치시켜 수술을 수행할 수 있어, 수술자와 환자의 거리를 줄일 수 있다.

### 발명의 효과

[0020] 본 발명은, 수술용 로봇을 콤팩트하게 할 수 있으며, 수술용 로봇의 제조비용을 저렴하게 할 수 있다는 효과를 발휘한다.

### 도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은, 본 발명의 실시형태에 따른 수술용 로봇을 구비하는 수술용 로봇 시스템의 구성 예를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 2는, 도 1의 수술용 로봇의 구성 예를 나타내는 도면이다.

도 3a는, 도 1의 수술용 로봇의 로봇 본체의 원위단의 구성 예를 나타내는 도면으로, 로봇 본체의 관절부를 곧게 편 상태를 나타내는 도면이다.

도 3b는, 도 1의 수술용 로봇의 로봇 본체의 원위단의 구성 예를 나타내는 도면으로, 로봇 본체의 관절부를 구부린 상태를 나타내는 도면이다.

도 4는, 도 1의 수술용 로봇의 로봇 본체의 손목관절의 구성 예를 나타내는 일부 단면을 포함하는 도면이다.

도 5a는, 도 1의 수술용 로봇의 로봇 본체의 원위단의 구성 예를 나타내는 도면으로, 제1 굽힘관절 조작케이블의 구성 예를 나타내는 도면이다.

도 5b는, 도 1의 수술용 로봇의 로봇 본체의 원위단의 구성 예를 나타내는 도면으로, 제2 굽힘관절 조작케이블의 구성 예를 나타내는 도면이다.

도 6a는, 도 1의 수술용 로봇의 로봇 본체의 원위단의 구성 예를 나타내는 B-B 선에 따른 단면이다.

도 6b는, 도 1의 수술용 로봇의 로봇 본체의 원위단의 구성 예를 나타내는 C-C 선에 따른 단면이다.

도 7은, 도 1의 수술용 로봇의 제어계통의 구성 예를 개략적으로 나타내는 블록도이다.

도 8은, 도 1 수술용 로봇의 동작 예를 나타내는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 실시형태에 관하여 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 본 실시형태에 의해서 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 또한, 이하에서는, 모든 도면을 통해 동일 또는 상당하는 요소에는 동일한 참조부호를 부여하고, 그 중복하는 설명을 생략한다.

[0023] 도 1은, 본 발명의 실시형태에 따른 수술용 로봇(1)을 구비하는 수술용 로봇 시스템(100)의 구성 예를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 2는, 수술용 로봇(1)의 구성 예를 나타내는 도면이다.

[0024] 도 1에 나타난 바와 같이, 수술용 로봇 시스템(100)은 수술자(W)가 수술대(111) 위의 환자(P)의 체내에 삽입한 수술용 로봇(1)의 원위단(遠位端)에 설치된 수술도구를 외부에서 원격으로 조작함에 따라 저침습 수술(Minimal Invasive Surgery)을 수행하는 시스템이다.

[0025] 수술용 로봇 시스템(100)은, 예를 들면, 하나 이상의 수술용 로봇(1)과, 내시경(101)을 구비한다.

- [0026] 수술용 로봇(1)은, 수술대(111)에 설치되어 있는 지지 레일(112)에 장착된 수술용 로봇 지지대(113)에 지지 되어 있다. 그리고 수술용 로봇(1)은, 가늘고 길게 형성된 암을 가지며, 암의 원위단에 수술도구를 가진다. 그리고 이 수술도구에 의해서, 환자(P)의 체내의 처치 부위의 처치를 수행한다. 본 실시형태에서, 수술용 로봇(1)은, 암의 원위단에 겹자(鉗子)를 가지는 로봇이다. 그러나 암의 원위단의 수술도구는 겹자에 한정되는 것이 아니라, 다양한 수술도구를 적용할 수 있다.
- [0027] 내시경(101)은, 수술자(W)가 환자(P)의 체내를 시인(視認)하기 위한 것으로, 원위단에 비디오카메라 및 조명을 가진다. 그리고 내시경(101)의 비디오카메라에 의해서 촬영한 이미지는, 표시 장치(114)에 표시된다. 이에 따라, 수술자(W)는, 환자(P)의 체내에 위치하는 수술용 로봇의 암의 원위단 및 수술도구의 상태와 함께, 처치 부위의 상태를 시인하면서, 수술용 로봇(1)을 조작하여 수술을 수행할 수 있다.
- [0028] 그리고 도 2에 나타난 바와 같이, 수술용 로봇(1)은, 집속관(102)에 삽입되어 집속 된다. 집속관(102)은, 가요성(可撓性)을 가지며, 중공의 통(筒) 형상으로 형성되어 있다.
- [0029] [로봇 본체의 구성 예]
- [0030] 도 3a는, 로봇 본체(2)의 원위단의 구성 예를 나타내는 도면으로, 로봇 본체(2)의 관절부(26)를 곧게 편 상태를 나타내는 도면이다. 도 3b는, 로봇 본체(2)의 원위단의 구성 예를 나타내는 도면으로, 로봇 본체(2)의 관절부(26)를 구부린 상태를 나타내는 도면이다.
- [0031] 도 2에 나타난 바와 같이, 수술용 로봇(1)은, 로봇 본체(2)와, 구동부(3)와, 제어기(4)(도 1 참조)와, 조작부(5)(도 1 참조)를 구비한다. 또한, 본 실시형태에서, 수술용 로봇(1)은 안내관(6)을 구비한다.
- [0032] 도 2에 나타난 바와 같이, 로봇 본체(2)는, 암(21)과, 암(21)의 원위단(21b)에 설치된 엔드 이펙터(End effector)와, 구동력 전달기구(24)를 가진다. 또한, 로봇 본체(2)는, 베이스(23)를 가진다. 베이스(23)는, 구동부(3)에 장착할 수 있도록 구성되어 있다. 그리고 베이스(23)를 구동부(3)에 장착하는 것에 의해, 로봇 본체(2)를 구동부(3)에 연결할 수 있다.
- [0033] 도 3a 및 도 3b에 나타난 바와 같이, 암(21)은, 가요성을 가지는 중공의 플렉시블 샤프트(25)와, 관절부(26)을 가진다.
- [0034] 플렉시블 샤프트(25)는, 예를 들면, 통(筒) 모양의 통형체이다. 그리고 도 2에 나타난 바와 같이, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(近位端)(25a)은, 베이스(23)에 장착되고 고정되어 있다.
- [0035] 플렉시블 샤프트(25)는, 굽힘 방향으로는 가요성을 가지는 한편, 축선 방향으로는 높은 강성을 가진다. 또한, 플렉시블 샤프트(25)는, 축선 주위의 회전 토크에 대해서도 강성을 가진다.
- [0036] 관절부(26)는, 근위단(제1 굽힘 관절(27)의 근위단(27a))이 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)에 이어진다. 관절부(26)는, 중공의 통형체로서, 내부공간은, 플렉시블 샤프트(25)의 내부공간과 연통하고 있다.
- [0037] 관절부(26)는, 제1 굽힘 관절(27)과, 제2 굽힘 관절(28)과, 접속부(29)와, 손목관절(30)을 가진다. 제1 굽힘 관절(27)과, 제2 굽힘 관절(28)과, 접속부(29)와, 손목관절(30)은, 동일 축선 상에 배치되어 있다. 관절부(26)는, 외주면이 도시하지 않은 커버에 의해 덮이고, 플렉시블 샤프트(25)와 대략 동일한 지름을 가진다.
- [0038] 제1 굽힘 관절(27)은, 중공의 통형체로서, 근위단(27a)이 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)에 이어지도록 장착되어 있다. 또한, '이어지는'이란, 2개의 것이 직접 접속되어 있는 경우뿐만 아니라, 2개의 것 사이에 다른 것이 개입하여 간접적으로 접속되어 있는 경우도 포함한다.
- [0039] 도 6a는, 로봇 본체(2)의 원위단의 구성 예를 나타내는 B-B 선에 따른 단면도이다. 도 6b는, 로봇 본체(2)의 원위단의 구성 예를 나타내는 C-C 선에 따른 단면도이다.
- [0040] 제1 굽힘 관절(27)은, 관절부(26)의 축선 방향으로 일렬로 이어진 복수의 브리지 부재(31)를 가진다. 브리지 부재(31)는, 관절부(26)의 축선 방향으로 연장되는 원기둥 형상으로 형성되어 있다. 그리고 브리지 부재(31)는, 브리지 부재(31)의 축선 및 후술하는 제1 굽힘 관절(27)의 굽힘 방향과 직교하는 방향에서 바라볼 때(즉, 후술하는 핀(31f)의 연장방향에서 바라볼 때), 브리지 부재(31)의 축선으로부터 멀어 질수록 브리지 부재(31)의 축선 방향의 두께 치수가 작아지는 테이퍼 형상으로 형성되어 있다. 즉, 브리지 부재(31)는, 도 3a에서, 위쪽 및 아래쪽을 향해 갈수록 얇아지도록 형성되어 있다. 이에 따라, 제1 굽힘 관절(27)을 구부렸을 때 브리지 부재(31)의 끝 면과 당해 끝 면에 대치하는 인접하는 브리지 부재(31)의 끝 면과의 간섭을 회피하고 있다.

- [0041] 그리고 도 6a 및 도 6b에 나타낸 바와 같이, 브리지 부재(31)는, 제1 삽통공(31a)과, 한 쌍의 제2 삽통공(31b)과, 한 쌍의 제3 삽통공(31c)을 가진다.
- [0042] 제1 삽통공(31a)은, 브리지 부재(31)의 축선 상에 형성되고, 후술하는 토크 전달 튜브(44)가 삽입관통되어 있다. 그리고 일렬로 이어진 복수의 브리지 부재(31)의 제1 삽통공(31a)이 암(21)의 연장방향으로 연장하는 제1 경로(R1)를 구성하고 있다.
- [0043] 한 쌍의 제2 삽통공(31b)은, 브리지 부재(31)의 양쪽 끝 면을 접속하고, 브리지 부재(31)의 축선과 평행하게 연장되어 있다. 한 쌍의 제2 삽통공(31b) 중 하나는, 브리지 부재(31)의 축선 및 후술하는 제1 굽힘 관절(27)의 굽힘 방향과 직교하는 방향에서 바라볼 때(즉, 후술하는 핀(31f)의 연장방향에서 바라볼 때), 브리지 부재(31)의 축선에 대해 한 쌍의 제2 삽통공(31b) 중 나머지 하나가 위치하는 쪽과 반대쪽에 위치되어 있다. 즉, 도 3a에서, 한 쌍의 제2 삽통공(31b) 중 하나는, 후술하는 핀(31f)보다 위쪽에 형성되고, 나머지 하나는 후술하는 핀(31f)보다 아래쪽에 형성되어 있다. 그리고 후술하는 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 양단부가 한 쌍의 제2 삽통공(31b)에 각각 삽입관통되어 있다. 그리고 일렬로 이어진 복수의 브리지 부재(31)의 한 쌍의 제2 삽통공(31b)이 암(21)의 연장방향으로 연장되는 한 쌍의 제2 경로(R2)를 구성하고 있다. 따라서, 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 하나는, 후술하는 핀(31f)의 연장방향에서 바라보았을 때, 브리지 부재(31)의 축선에 대해 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 나머지 하나가 위치하는 쪽과 반대쪽에 위치하고 있다.
- [0044] 한 쌍의 제3 삽통공(31c)은, 브리지 부재(31)의 양쪽 끝 면을 접속하여, 브리지 부재(31)의 축선과 평행하게 연장되어 있다. 한 쌍의 제3 삽통공(31c) 중 하나는, 브리지 부재(31)의 축선 및 후술하는 제1 굽힘 관절(27)의 굽힘 방향과 직교하는 방향에서 바라보았을 때, 브리지 부재(31)의 축선에 대해 한 쌍의 제3 삽통공(31c) 중 나머지 하나가 위치하는 쪽과 반대쪽에 위치되어 있다. 즉, 도 3a에서, 한 쌍의 제3 삽통공(31c) 중 하나는, 후술하는 핀(31f)보다 위쪽에 형성되고, 나머지 하나는 후술하는 핀(31f)보다 아래쪽에 형성되어 있다. 그리고 후술하는 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 양단부가 한 쌍의 제3 삽통공(31c)에 각각 삽입관통되어 있다. 그리고 일렬로 이어진 복수의 브리지 부재(31)의 한 쌍의 제3 삽통공(31c)이 암(21)의 연장방향으로 연장되는 한 쌍의 제3 경로(R3)를 구성하고 있다. 따라서, 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 하나는, 후술하는 핀(31f)의 연장방향에서 바라보았을 때, 브리지 부재(31)의 축선에 대해 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 나머지 하나가 위치하는 쪽과 반대쪽에 위치하고 있다.
- [0045] 또한, 브리지 부재(31)의 한쪽 끝 면으로부터 브리지 부재(31)의 연장방향 바깥쪽을 향해 돌출하는 한 쌍의 제1 돌출부(31d)가 형성되고, 또한, 브리지 부재(31)의 다른 한쪽 끝 면으로부터 브리지 부재(31)의 연장방향 바깥쪽으로 돌출하는 한 쌍의 제2 돌출부(31e)가 형성되어 있다. 한 쌍의 제1 돌출부(31d)와 이웃하는 브리지 부재(31)의 한 쌍의 제2 돌출부(31e)는, 일직선상으로 늘어선 한 쌍의 핀(31f)에 의해 연결되어 있다. 이에 따라, 각 브리지 부재(31)는, 인접하는 브리지 부재(31)에 대해 한 쌍의 핀(31f)의 축선(요동 축선) 주위로 요동 가능하게 연결되어 있다. 그리고 브리지 부재(31)의 각 요동 축선은 서로 평행이 되도록 구성되고, 제1 굽힘 관절(27)은, 브리지 부재(31)의 축선 및 요동 축선과 직교하는 방향(이하, '굽힘 방향'이라고도 한다.)으로 제1 굽힘 관절(27)의 원위단(27b)이 향하도록 굽힘 동작을 수행하도록 구성되어 있다. 또한, 도 3a에서, 브리지 부재(31)의 축선은 지면의 좌우 방향으로 연장하는 축선이고, 요동 축선은 지면의 깊이방향으로 연장하는 축선이다.
- [0046] 상술한 바와 같이, 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 하나는, 후술하는 핀(31f)의 연장방향에서 바라보았을 때, 브리지 부재(31)의 축선에 대해 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 나머지 하나가 위치하는 쪽과 반대쪽에 위치하고 있기 때문에, 제1 굽힘 관절(27)이 굽힘 동작을 수행하면 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 굽힘 방향 내측에 위치하는 제2 경로(R2)의 경로 길이는 짧아지고, 굽힘 방향 외측에 위치하는 제2 경로(R2)는 길어진다. 마찬가지로, 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 하나는, 후술하는 핀(31f)의 연장방향에서 바라보았을 때, 브리지 부재(31)의 축선에 대해 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 나머지 하나가 위치하는 쪽과 반대쪽에 위치되어 있기 때문에, 제1 굽힘 관절(27)이 굽힘 동작을 수행하면 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 굽힘 방향 내측에 위치하는 제3 경로(R3)의 경로 길이는 짧아지고, 굽힘 방향 외측에 위치하는 제3 경로(R3)는 길어진다.
- [0047] 제2 굽힘 관절(28)은, 제1 굽힘 관절(27)과 동일한 구성이므로, 그 설명을 생략한다.
- [0048] 접속부(29)는, 중공의 통형체로서, 제1 굽힘 관절(27)과 제2 굽힘 관절(28)을 접속하고 있다.
- [0049] 그리고 제1 굽힘 관절(27) 및 제2 굽힘 관절(28)은, 동일 평면상에서 굽힘 동작을 수행하도록 구성되어 있다. 따라서, 도 3a에 나타낸 바와 같이, 제1 굽힘 관절(27) 및 제2 굽힘 관절(28)을 곧게 편 상태에서, 대상물을 향해서 전방으로부터 대상물을 파지할 수 있다. 또한, 도 3b에 나타낸 바와 같이, 제1 굽힘 관절(27) 및 제2 굽힘

관절(28)을 구부림에 따라, 겹자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2)을 중심으로 하는 지름방향으로 이동시킬 수 있다. 그리고 이 상태에서, 예를 들어 겹자(22)를 축선(L2)을 향하는 쪽으로 향하면, 대상물을 향해 측방으로부터 대상물의 외주연을 파지할 수 있다.

[0050] 손목관절(30)은, 겹자(22)를 암(21)의 축선 주위로 회동시킨다. 손목관절(30)은, 암(21)(관절부(26))의 축선과 직교하는 평면상으로 연장하는 관상체로서, 중앙부에 관통공(30a)이 형성되어 있다. 관통공(30a)은, 후술하는 겹자 조작케이블(43)이 삽입관통되는 구멍으로서, 암(21)의 축선 상에 형성되어 있다. 그리고 손목관절(30)은, 도시하지 않은 베어링을 통해, 암(21)의 축선 주위로 회동 가능하게 제2 굽힘 관절(28)의 원위단(28b)에 이어지도록 장착되어 있다. 따라서, 손목관절(30)은, 플렉시블 샤프트(25), 제1 굽힘 관절(27) 및 제2 굽힘 관절(28)에 대해, 암(21)의 원위단(21b)의 축선 주위로 회동 가능하게 구성되어 있다.

[0051] 또한, 손목관절(30)의 근위단 쪽의 면에서, 관통공(30a)의 주연부에는, 후술하는 토크 전달 튜브(44)의 원위단(44b)이 고정되어 있다(도 4 참조). 따라서, 토크 전달 튜브(44)의 근위단을 회동시키는 것에 의해서, 토크 전달 튜브(44)의 원위단(44a)이 회동하고, 이에 따라 손목관절(30)이 회동한다.

[0052] 엔드 이펙터는, 수술 도구로서, 본 실시형태에서, 겹자(22) 이다. 겹자(22)는 손목관절(30)에 장착되어 있다. 즉, 겹자(22)는, 관절부(26)의 원위단(제2 굽힘 관절(28)의 원위단(28b))에 이어진다. 따라서, 토크 전달 튜브(44)의 근위단을 회동시키면, 손목관절(30)을 통해, 겹자(22)가 암(21)(관절부(26))의 축선 주위로 회동하도록 구성되어 있다. 이에 따라, 대상물의 자세에 대응하여 겹자(22)의 자세를 조정해서, 대상물을 파지할 수 있다.

[0053] 또한, 겹자(22)는, 조작케이블 연결부를 가지는 개폐동작 작동기구(도시하지 않음)를 구비한다. 조작케이블 연결부는, 후술하는 겹자 조작케이블(43)의 원위단(43a)이 연결되는 부분이다. 겹자(22)의 개폐동작 작동기구는, 조작케이블 연결부가 소정 방향으로 움직이면, 그 이동량에 대응하여 겹자를 소정량 개폐하는 기구이다. 또한, 조작케이블 연결부는, 도시하지 않은 가압기구에 의해, 겹자 조작케이블(43)의 근위단으로부터 원위단(43a)을 향하는 방향으로 가압 되고 있다. 이에 따라, 겹자 조작케이블(43)을 원위단(43a)으로부터 근위단을 향하는 방향으로 견인하면, 조작케이블 연결부는, 상기 가압기구의 가압력에 대항하여 겹자 조작케이블(43)의 원위단(43a)의 이동 방향으로 움직여, 예를 들면 닫힘 동작을 수행해서, 대상물의 파지 동작을 수행한다. 또한, 겹자 조작케이블(43)을 근위단으로부터 원위단(43a)을 향하는 방향으로 송출하면, 겹자 조작케이블(43)은 휘지만, 가압기구가 그 휨을 흡수하도록, 조작케이블 연결부를 상기 겹자 조작케이블(43)의 원위단(43a)의 이동 방향과는 반대방향으로 이동시켜, 예를 들면 열림 동작을 수행하여, 대상물 해방 동작을 수행한다.

[0054] 이와 같이, 암(21)의 근위단(21a)으로부터 원위단(21b)까지의 내부공간은 연통하고 있으며, 내부에 후술하는 구동력 전달기구(24)의 제1 굽힘관절 조작케이블(41), 제2 굽힘관절 조작케이블(42), 겹자 조작케이블(43) 및 토크 전달 튜브(44)가 삽입관통되어 있다.

[0055] 구동력 전달기구(24)는, 구동부(3)의 후술하는 로봇 본체 구동기구(51)의 구동력을 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)에 이어지는 기구에 전달하는 기구이다. 즉, 구동력 전달기구(24)는, 로봇 본체 구동기구(51)와 제1 굽힘 관절(27), 로봇 본체 구동기구(51)와 제2 굽힘 관절(28), 로봇 본체 구동기구(51)와 손목관절(30), 그리고 로봇 본체 구동기구(51)와 겹자(22)를 각각 접속하여, 로봇 본체 구동기구(51)의 구동력을, 제1 굽힘 관절(27), 제2 굽힘 관절(28), 손목관절(30) 및 겹자(22)에 전달하는 기구이다. 도 3 및 도 4에 나타난 바와 같이, 구동력 전달기구(24)는, 제1 굽힘관절 조작케이블(41)과, 제1 굽힘관절 조작케이블 작동부(도시하지 않음)와, 제2 굽힘관절 조작케이블(42)과, 제2 굽힘관절 조작케이블 작동부(도시하지 않음)와, 겹자 조작케이블(43)과, 겹자 조작케이블 작동부(도시하지 않음)와, 토크 전달 튜브(44)와, 토크 전달 튜브 회동부(도시하지 않음)를 가진다.

[0056] 도 5a는, 로봇 본체(2)의 원위단의 구성 예를 나타내는 도면으로, 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 구성 예를 나타내는 도면이다.

[0057] 제1 굽힘관절 조작케이블(41)은, 도 5a에 나타난 바와 같이, 양단부(41b)가 제1 굽힘 관절(27)의 원위단(27b)에 위치하는 브리지 부재(31)에 고정되어 있다.

[0058] 그리고 제1 굽힘관절 조작케이블(41)은, 한쪽의 단부(41a)로부터 중간부를 향해 연장되는 부분이, 제1 굽힘 관절(27)의 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 하나 및 플렉시블 샤프트(25)의 내부공간을 지나, 베이스(23)의 내부공간까지 연장되어 있다. 또한, 다른 한쪽의 단부(41a)로부터 중간부를 향해 연장되는 부분이, 제1 굽힘 관절(27)의 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 다른 하나 및 플렉시블 샤프트(25)의 내부공간을 지나, 베이스(23)의 내부공간까지 연장되어 있다.

[0059] 제1 굽힘관절 조작케이블 작동부는, 베이스(23)의 내부에 설치되고, 구동부(3)의 구동력에 의해, 베이스(23)의

내부공간에 위치하는 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부를 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 연장방향으로 이동시키는 기구이다. 그리고 구동부(3)의 구동력에 의해서 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부가 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 연장방향의 한쪽으로 이동하면, 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부로부터 어느 한쪽의 단부(41a)에 걸친 부분이 견인되어, 당해 한쪽의 단부(41a)가 암(21)의 근위단(21a)을 향해서 이동한다. 이에 따라, 제1 굽힘 관절(27)의 한 쌍의 제2 경로(R2) 중, 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부로부터 상기 한쪽의 단부(41a) 쪽 부분이 삽입관통되어 있는 하나의 경로 길이가 짧아져, 제1 굽힘 관절(27)은, 당해 하나의 제2 경로(R2)가 위치하는 쪽으로 구부러지도록 굽힘 동작을 수행한다. 또한, 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부로부터 다른 한쪽의 단부(41a)에 걸친 부분은 송출되어, 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 경로 길이가 길어진 다른 하나의 경로로 송입된다.

[0060] 한편, 구동부(3)의 구동력에 의해 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부가 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 연장방향의 다른 한쪽으로 이동하면, 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부로부터 다른 한쪽의 단부(41a)에 걸친 부분이 견인되어, 당해 다른 한쪽의 단부(41a)가 암(21)의 근위단(21a)을 향해서 이동한다. 이에 따라, 제1 굽힘 관절(27)의 한 쌍의 제2 경로(R2) 중, 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부로부터 상기 다른 한쪽의 단부(41a)가 삽입관통되어 있는 다른 하나의 경로 길이가 짧아져, 제1 굽힘 관절(27)은, 당해 다른 하나의 제2 경로(R2)가 위치하는 쪽으로 구부러지도록 굽힘 동작을 수행한다. 또한, 제1 굽힘관절 조작케이블(41)의 중간부로부터 한쪽의 단부(41a)에 걸친 부분은 송출되고, 경로 길이가 길어진 한 쌍의 제2 경로(R2) 중 하나의 경로에 송입된다.

[0061] 도 5b는, 로봇 본체(2)의 원위단의 구성 예를 나타내는 도면으로, 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 구성 예를 나타내는 도면이다.

[0062] 제2 굽힘관절 조작케이블(42)은, 도 5b에 나타난 바와 같이, 양단부(42a)가 제2 굽힘 관절(28)의 원위단(28b)에 위치하는 브리지 부재(31)에 고정되어 있다. 그리고 제2 굽힘관절 조작케이블(42)은, 한쪽의 단부(42a)로부터 근위단을 향해서 연장되는 부분이, 제2 굽힘 관절(28)의 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 하나, 접속부(29), 제1 굽힘관절(27)의 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 하나, 그리고 플렉시블 샤프트(25)의 내부공간을 지나, 베이스(23)의 내부공간까지 연장되어 있다. 또한, 다른 한쪽의 단부(42a)로부터 중간부를 향해서 연장되는 부분이, 제2 굽힘 관절(28)의 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 다른 하나, 접속부(29), 제1 굽힘 관절(27)의 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 다른 하나, 그리고 플렉시블 샤프트(25)의 내부공간을 지나, 베이스(23)의 내부공간까지 연장되어 있다.

[0063] 제2 굽힘관절 조작케이블 작동부는, 베이스(23)의 내부에 설치되어, 구동부(3)의 구동력에 의해, 베이스(23)의 내부공간에 위치하는 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부를 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 연장방향으로 이동시키는 기구이다. 그리고 구동부(3)의 구동력에 의해 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부가 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 연장방향의 한쪽으로 이동하면, 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부로부터 어느 한쪽의 단부(42a)에 걸친 부분이 견인되어, 당해 한쪽의 단부(42a)가 암(21)의 근위단(21a)을 향해서 이동한다. 이에 따라, 제2 굽힘 관절(28)의 한 쌍의 제3 경로(R3) 중, 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부로부터 상기 한쪽의 단부(42a) 쪽 부분이 삽입관통되어 있는 하나의 경로 길이가 짧아져, 제2 굽힘 관절(28)은, 당해 한쪽의 제3 경로(R3)가 위치하는 쪽으로 구부러지도록 굽힘 동작을 수행한다. 또한, 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부로부터 다른 한쪽의 단부(42a)에 걸친 부분은 송출되어, 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 경로 길이가 길어진 다른 하나의 경로로 송입된다.

[0064] 한편, 구동부(3)의 구동력에 의해 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부가 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 연장방향의 다른 한쪽으로 이동하면, 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부로부터 다른 한쪽의 단부(42a)에 걸친 부분이 견인되어, 당해 다른 한쪽의 단부(42a)가 암(21)의 근위단(21a)을 향해서 이동한다. 이에 따라, 제2 굽힘 관절(28)의 한 쌍의 제3 경로(R3) 중, 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부로부터 상기 다른 한쪽의 단부(42a)가 삽입관통되어 있는 다른 하나의 경로 길이가 짧아져, 제2 굽힘 관절(28)은, 당해 다른 하나의 제3 경로(R3)가 위치하는 쪽으로 구부러지도록 굽힘 동작을 수행한다. 또한, 제2 굽힘관절 조작케이블(42)의 중간부로부터 한쪽의 단부(42a)에 걸친 부분은 송출되어, 경로 길이가 길어진 한 쌍의 제3 경로(R3) 중 하나의 경로로 송입된다.

[0065] 겹자 조작케이블(43)은, 상술한 바와 같이, 원위단(43a)이 겹자(22)에 장착되어 있다. 그리고 겹자 조작케이블(43)은, 원위단(43a)으로부터 근위단을 향해서 연장되는 부분이, 손목관절(30)의 관통공(30a)(도 4 참조) 및 토크 전달 튜브(44)의 내부공간(관절부(26) 및 플렉시블 샤프트(25)의 내부공간)을 통과하여, 근위단이, 베이스(23)의 내부공간에 위치하고 있다. 즉, 겹자 조작케이블(43)은, 토크 전달 튜브(44)에 삽입관통되어 있다.

- [0066]     겸자 조작케이블 작동부는, 베이스(23)의 내부에 설치되어, 구동부(3)의 구동력에 의해서, 베이스(23)의 내부공간에 위치하는 겸자 조작케이블(43)의 근위단을 암(21)의 축선 방향으로 견인하는 기구이다. 그리고 구동부(3)의 구동력에 의해서 겸자 조작케이블(43)의 근위단이 견인되면, 겸자 조작케이블(43)이 겸자 조작케이블(43)의 연장방향으로 이동하고, 그 결과 겸자(22)가 동작하도록 구성되어 있다.
- [0067]     도 4는, 손목관절(30)의 구성 예를 나타내는 일부 단면을 포함하는 도면이다.
- [0068]     토크 전달 튜브(44)는, 가요성을 가지며, 통 형상으로 형성되어 있다. 그리고 토크 전달 튜브(44)는, 근위단에 걸리는 토크를 임의의 방향을 향한 원위단(44b)에 전달할 수 있는 것이다. 즉, 토크 전달 튜브(44)는, 근위단을 회동시킴으로써, 임의의 형상으로 구부린 중간부를 통해서, 원위단(44b)을 근위단의 회동량에 대응하여 회동시키도록 구성되어 있다. 그리고 토크 전달 튜브(44)는, 도 4에 나타난 바와 같이, 원위단(44b)이 손목관절(30)의 관통공(30a)의 주연부에 고정되어 있다. 그리고 토크 전달 튜브(44)는, 원위단(44b)으로부터 근위단을 향해서 연장되는 부분이며, 제2 굽힘 관절(28)의 제1 경로(R1), 접촉부(29), 제1 굽힘 관절(27)의 제1 경로(R1), 그리고 플렉시블 샤프트(25)의 내부공간을 통과하여, 토크 전달 튜브(44)의 근위단은, 베이스(23)의 내부공간에 위치하고 있다.
- [0069]     토크 전달 튜브 회동부는, 베이스(23)의 내부에 설치되어, 구동부(3)의 구동력에 의해서, 토크 전달 튜브(44)의 근위단을 회동시키는 기구이다. 그리고 토크 전달 튜브(44)의 근위단이 회동하면, 토크 전달 튜브(44)의 원위단(44a)이 동력을 받아 회동하여, 손목관절(30)이 회동하도록 구성되어 있다.
- [0070]     그리고 토크 전달 튜브(44)는, 가요성을 가지고 있기 때문에, 플렉시블 샤프트(25)와 함께 구부릴 수 있다.
- [0071]     도 2에 나타난 바와 같이, 안내관(6)은, 가요성의 통형체로서, 플렉시블 샤프트(25)가 삽입관통되어 있다. 그리고 도 2에 나타난 사용상태에서, 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)은, 안내관(6)의 원위단(6b)으로부터 돌출되어 있다. 따라서, 관절부(26) 및 겸자(22)는, 안내관(6)의 원위단(6b)으로부터 돌출된 상태로 있다. 또한, 안내관(6)의 길이 치수는, 플렉시블 샤프트(25)의 길이 치수보다 짧게 형성되어 있다. 또한, 안내관(6)은, 플렉시블 샤프트(25), 관절부(26) 및 겸자(22)를 삽입관통할 수 있는 크기로 형성되어 있다. 따라서, 안내관(6)의 근위단(6a)으로부터 겸자(22), 관절부(26) 및 플렉시블 샤프트(25)를 삽입하고, 로봇 본체(2)의 원위단을 송입하는 것에 의해, 로봇 본체(2)의 원위단을 안내관(6)의 원위단(6b)을 향해 송입하여, 안내관(6)의 원위단(6b)으로부터 겸자(22), 관절부(26) 및 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)을 돌출시킬 수가 있다. 그리고 안내관(6)은, 삽입된 각 수술용 로봇(1) 및 내시경(101)을 안내관(6)의 연장방향으로 미끄러짐 이동시킬 수 있도록 구성되고, 또한, 삽입된 각 수술용 로봇(1) 및 내시경(101)을 안내관(6)의 축선 주위로 미끄러짐 회동시킬 수 있도록 구성되어 있다.
- [0072]     또한, 안내관(6)은, 굽힘 방향의 강성이 플렉시블 샤프트(25)의 굽힘 방향의 강성보다 크게 구성되어 있다. 이에 따라, 플렉시블 샤프트(25)를 그 축선 주위로 회동시켰을 때, 안내관(6)이 변형되는 것을 방지할 수 있으며, 플렉시블 샤프트(25)의 연장 방향을 유지한 상태에서, 플렉시블 샤프트(25)의 각도위치를 변경할 수가 있다.
- [0073]     본 실시형태에서, 안내관(6)은, 집속관(102)과 별도의 몸체이지만, 집속관(102)과 일체로 구성되어 있어도 좋다.
- [0074]     [구동부의 구성 예]
- [0075]     도 2에 나타난 바와 같이, 구동부(3)는, 로봇 본체(2)를 구동하는 로봇 본체 구동기구(51)와, 회전 병진 유닛(52)을 가진다.
- [0076]     로봇 본체 구동기구(51)는, 구동력 전달기구(24)의 제1 굽힘관절 조작케이블 작동부, 제2 굽힘관절 조작케이블 작동부, 겸자 조작케이블 작동부 및 토크 전달 튜브 회동부(모두 도시하지 않음)을 개별적으로 구동하도록 구성되어 있다. 그리고 로봇 본체 구동기구(51)와 로봇 본체(2)의 베이스(23)는 착탈 가능하게 구성되어 있다. 따라서, 로봇 본체(2)를 교체할 때는, 로봇 본체(2)의 베이스(23)를 로봇 본체 구동기구(51)에서 떼어내고, 다른 로봇 본체(2)의 베이스(23)를 로봇 본체 구동기구(51)에 장착할 수 있다. 따라서, 로봇 본체(2)의 교체를 신속하게 수행할 수 있다.
- [0077]     그리고 로봇 본체(2)의 베이스(23)를 로봇 본체 구동기구(51)에 장착하는 것에 의해, 로봇 본체 구동기구(51)와 구동력 전달기구(24)가 연결되고, 로봇 본체 구동기구(51)의 구동력이 구동력 전달기구(24)의 제1 굽힘관절 조작케이블 작동부, 제2 굽힘관절 조작케이블 작동부, 겸자 조작케이블 작동부 및 토크 전달 튜브 회동부를 통해, 제1 굽힘 관절(27), 제2 굽힘 관절(28), 겸자(22) 및 손목관절(30)에 전달되도록 구성되어 있다.

- [0078] 회전 병진 유닛(52)은, 회전 구동기구(53)와, 병진 구동기구(54)를 가진다.
- [0079] 회전 구동기구(53)는, 로봇 본체(2)가 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 주위로 회동하도록, 로봇 본체(2)를 구동하는 기구이다. 본 실시형태에서, 회전 구동기구(53)는, 로봇 본체(2) 및 로봇 본체 구동기구(51)를 일체로 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 주위로 회동시킨다. 회전 구동기구(53)는, 회전 구동기구 지지부(61)와, 회전 구동부(62)를 가진다.
- [0080] 회전 구동기구 지지부(61)는, 로봇 본체 구동기구(51)를 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 주위로 회동 가능하게 지지한다. 회전 구동기구 지지부(61)는, 지지대(60)와, 도시하지 않은 베어링을 통해서 로봇 본체 구동기구(51)를 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 주위로 회동 가능하게 지지하는 제1 지지부(58)와, 축선이 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1)과 동축으로 배치되고, 로봇 본체 구동기구(51)에 장착된 회동축(63)과, 도시하지 않은 베어링을 통해 회동축(63)을 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)을 그 축선(L1) 주위로 회동 가능하게 지지하는 제2 지지부(59)를 포함한다.
- [0081] 회전 구동부(62)는, 예를 들면 서보 모터로서, 구동축에 주동측(主動側) 기어(64)가 끼워 맞추어져 있다. 그리고 주동측 기어(64)는, 회전 구동기구 지지부(61)의 회동축(63)에 끼워 맞추어진 종동측(從動側) 기어(65)와 맞물려 있다. 따라서, 회전 구동부(62)의 구동축이 회동하면, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 주위로 로봇 본체 구동기구(51)를 회동시키고, 또한 이 로봇 본체 구동기구(51)에 장착된 로봇 본체(2)를 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 주위로 회동시킨다.
- [0082] 병진 구동기구(54)는, 로봇 본체(2)를 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향으로 병진 구동하는 기구이다. 본 실시형태에서, 병진 구동기구(54)는, 로봇 본체(2) 및 로봇 본체 구동기구(51)를 일체로 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향으로 병진시킨다. 병진 구동기구(54)는, 병진 구동기구 지지부(66)와, 가이드 레일 기구(71)와, 볼 스크루 기구(67)와, 병진 구동부(68)를 가진다.
- [0083] 가이드 레일 기구(71)는, 가이드 레일(72)과, 가이드 레일(72) 위를 이동하는 슬라이더(73)를 가진다. 가이드 레일(72)은, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1)과 평행하게 연장하도록 배치된 봉 형상의 봉형체로서, 양단부가 병진 구동기구 지지부(66)에 고정되어 있다. 슬라이더(73)는, 가이드 레일(72) 위를 미끄러짐 이동하도록 구성되어 있다. 그리고 슬라이더(73)는, 회전 구동기구 지지부(61)의 지지대(60)에 장착되어 있다. 이에 따라, 회전 구동기구 지지부(61)는, 가이드 레일 기구(71)에 지지 되어, 병진 구동기구 지지부(66)에 대해 상대적으로 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향으로 진퇴이동 하도록 구성되어 있다. 따라서, 병진 구동기구 지지부(66)에 장착되어 있는 로봇 본체 구동기구(51) 및 로봇 본체(2)는, 병진 구동기구 지지부(66)에 대해, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향으로 진퇴이동 가능하게 구성되어 있다.
- [0084] 볼 스크루 기구(67)는, 회전 구동기구 지지부(61)를 병진 구동기구 지지부(66)에 대해 상대적으로 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향으로 진퇴 이동시킨다. 볼 스크루 기구(67)는, 볼 스크루(69)와, 슬라이더(70)를 가진다. 볼 스크루(69)는, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1)과 평행하게 연장하도록 배치되고, 양단부가 병진 구동기구 지지부(66)에 볼 스크루(69)의 축선 주위로 회동 가능하게 지지 되어 있다. 슬라이더(70)는, 볼 스크루(69)의 회동에 의해서, 볼 스크루(69)가 연장하는 방향, 즉, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향으로 진퇴 이동하도록 구성되어 있다. 그리고 슬라이더(70)는, 회전 구동기구 지지부(61)의 지지대(60)에 장착되어 있다.
- [0085] 병진 구동부(68)는, 예를 들면 서보 모터로서, 도시하지 않은 감속기를 통해, 구동축이 볼 스크루(69)와 접속되어 있다. 따라서, 병진 구동부(68)의 구동축이 회전하면, 볼 스크루(69)가 회동하여, 슬라이더(70)를 볼 스크루(69)의 연장방향, 즉, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향으로 이동시킨다. 이에 따라, 로봇 본체(2) 및 로봇 본체 구동기구(51)를 일체로 플렉시블 샤프트(25)의 축선 방향으로 병진시킨다.
- [0086] 또한, 본 실시형태에서, 회전 구동기구(53)가 로봇 본체(2) 및 로봇 본체 구동기구(51)를 직접 지지하고, 병진 구동기구(54)가 로봇 본체(2), 로봇 본체 구동기구(51) 및 회전 구동기구(53)를 병진시키도록 구성되어 있지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 이것에 대신하여, 병진 구동기구(54)가 로봇 본체(2) 및 로봇 본체 구동기구(51)를 직접 지지하고, 회전 구동기구(53)가 로봇 본체(2), 로봇 본체 구동기구(51) 및 병진 구동기구(54)를 회동시키도록 구성하여도 좋다.
- [0087] 그리고 본 실시형태에서, 회전 병진 유닛(52)은, 경사 유닛(55)에 지지 되어 있다. 경사 유닛(55)은, 수술대(111)에 대한 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1)의 경사각도를 조정하는 기구이다.

- [0088] 본 실시형태에서, 경사 유닛(55)은, 기초대(75)와, 힌지(76)와, 경사각도 조정부(77)를 가진다.
- [0089] 기초대(75)는, 수술용 로봇 지지대(113)(도 1 참조)에 고정되어 있다.
- [0090] 힌지(76)는, 상하 방향에서 바라보았을 때, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향과 교차하는 방향, 또한 수평방향으로 연장하는 축선 주위로, 병진 구동기구 지지부(66)를 기초대(75)에 대해 경사운동이 자유롭게 연결한다.
- [0091] 경사각도 조정부(77)는, 가늘고 긴 판 형상으로 형성되고, 기초단부가 기초대(75)에 수평방향으로 연장하는 축선 주위로 요동이 자유롭게 연결되어 있다. 그리고 경사각도 조정부(77)의 기초단부로부터 선단부를 향해서 연장되는 부분에는, 경사각도 조정부(77)의 연장방향으로 일렬로 늘어선 복수의 관통공이 형성되어 있다. 그리고 병진 구동기구 지지부(66)에는, 도시하지 않은 볼트와 나사 결합하는 도시하지 않은 암나사가 형성되어 있고, 경사각도 조정부(77)의 어느 하나의 관통공에 삽입관통된 볼트와 병진 구동기구 지지부(66)의 암나사를 나사 결합시키는 것에 의해서, 기초대(75)에 대한 병진 구동기구 지지부(66)의 경사각도, 즉, 수술대(111)에 대한 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1)의 경사각도를 소정의 경사각도로 유지할 수 있다. 이에 따라, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1)의 경사각도를 적절한 각도로 조정할 수 있고, 암(21)을 원활하게 안내관(6)에 송입하거나, 안내관(6)으로부터 인출할 수가 있다.
- [0092] [제어기 및 조작부의 구성 예]
- [0093] 도 8은, 제어기(4)의 구성 예를 나타내는 블록도이다.
- [0094] 로봇 본체(2)가 구비하는 제어기(4)는, 예를 들면, CPU 등의 연산기를 가지는 제어부(81)와, ROM 및 RAM 등의 메모리를 가지는 기억부(82)를 구비하고 있다. 제어부(81)는, 집중제어하는 단독의 제어기로 구성되어도 좋고, 서로 협동하여 분산제어하는 복수의 제어기로 구성되어도 좋다. 제어부(81)는, 조작부(5)로부터 수신한 데이터에 의거하여 각 수술용 로봇(1)의 로봇 본체 구동기구(51), 회전 구동기구(53)의 회전 구동부(62) 및 병진 구동기구(54)의 병진 구동부(68)의 동작을 제어하여, 수술용 로봇(1)의 동작을 제어한다. 또한, 제어부(81)는, 내시경(101)으로부터 수신한 이미지 데이터를 처리하여, 표시 장치(114)로 송신한다. 기억부(82)에는 소정의 제어 프로그램이 기억되어 있고, 제어부(81)가 이러한 제어 프로그램을 읽어내어 실행함으로써, 수술용 로봇(1)의 동작이 제어된다.
- [0095] 조작부(5)는, 수술자(W)가 조작하여, 수술용 로봇(1)에 의해서 실행되어야 할 동작명령을 입력하기 위한 것이다. 조작부(5)는, 제어기(4)와 통신 가능하게 구성되어 있다. 그리고 조작부(5)는, 수술자(W)에 의해 입력된 수술용 로봇(1)에 의해서 실행되어야 할 동작명령을 데이터로 변환하여 제어부(81)에 송신한다.
- [0096] [사용 예]
- [0097] 다음으로, 수술용 로봇(1)의 사용 예를 설명한다.
- [0098] 도 8은, 수술용 로봇(1)의 사용 예에서의 동작 예를 나타내는 도면이다.
- [0099] 먼저, 도 2에 나타낸 바와 같이, 하나 이상의 안내관(6)을 집속관(102)의 근위단(102a)의 개구로부터 집속관(102)에 삽입하고, 집속관(102)의 원위단(102b)으로부터 안내관(6)의 원위단(6b)이 돌출할 때까지 송입한다. 또한, 내시경(101)에 대해서도 마찬가지로, 집속관(102)의 원위단(102b)으로부터 내시경(101)의 원위단이 돌출할 때까지 송입한다.
- [0100] 다음으로, 환자(P)의 체표(體表)의 하나 이상의 수술용 로봇(1) 및 내시경(101)을 삽입할 부위에 트로카(trocar)(110)를 유치(留置)한다.
- [0101] 다음으로, 환자(P)의 체표에 유치된 트로카(110)에 집속관(102)을 삽입하여, 내시경(101)에 의해 환자(P)의 체내를 시인하고, 집속관(102)의 원위단(102b)을 환자(P)의 처치 부위 근방에 위치시킨다. 또한, 집속관(102), 내시경(101) 및 안내관(6)은, 가요성을 가지기 때문에, 트로카(110)가 유치되어 있는 부위와 처치 부위를 지나가는 가상의 직선상에, 예를 들면, 환자(P)의 장기가 위치하는 경우에도, 집속관(102), 내시경(101) 및 안내관(6)을 만곡 시킴으로써, 그 장기를 우회하여 집속관(102)의 원위단(102b)을 처치 부위 근방에 도입할 수 있다.
- [0102] 다음으로, 하나 이상의 수술용 로봇(1)의 로봇 본체(2)의 암(21)을 안내관(6)의 근위단(6a)의 개구로부터 안내관(6)에 삽입하여, 안내관(6)의 원위단(6b)으로부터 암(21)의 원위단(21b)이 돌출할 때까지 송입한다. 이에 따라, 하나 이상의 수술용 로봇(1) 및 내시경(101)은, 집속관(102)에 의해 집속 되어, 이것들을 일체로 환자(P)의

처치 부위 근방에 도입할 수 있다.

- [0103] 다음으로, 베이스(23)를 로봇 본체 구동기구(51)에 장착하여, 로봇 본체(2)의 구동력 전달기구(24)와 로봇 본체 구동기구(51)를 연결한다. 이에 따라, 로봇 본체 구동기구(51)의 구동력이 구동력 전달기구(24)의 제1 굽힘관절 조작케이블 작동부, 제2 굽힘관절 조작케이블 작동부, 겸자 조작케이블 작동부 및 토크 전달 튜브 회동부를 통해, 제1 굽힘 관절(27), 제2 굽힘 관절(28), 겸자(22) 및 손목관절(30)에 전달되게 된다. 그리고 경사 유닛(55)을 조작하여, 수술대(111)에 대한 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1)의 경사각도를 적절한 각도로 조정한다.
- [0104] 다음으로, 수술자(W)는, 내시경(101)의 비디오카메라에 의해 촬영되어 표시 장치(114)에 표시되는 이미지를 확인하면서, 조작부(5)를 조작한다. 그리고 제어부(81)는, 조작부(5)로부터 수신한 데이터에 의거하여 로봇 본체 구동기구(51), 회전 구동기구(53)의 회전 구동부(62) 및 병진 구동기구(54)의 병진 구동부(68)의 동작을 제어하여, 수술용 로봇(1)의 동작을 제어한다.
- [0105] 이때, 제어부(81)는, 수술용 로봇(1)에 의해서 실행되어야 할 동작명령에, 겸자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2)을 중심으로 하는 지름방향으로 이동시키는 동작명령이 포함되어 있다고 판정하면, 제어부(81)는, 로봇 본체 구동기구(51)를 구동하여, 제1 굽힘 관절(27) 및 제2 굽힘 관절(28)을 구부린다. 이에 따라, 겸자(22)는, 겸자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2)을 중심으로 하는 지름방향으로 이동한다.
- [0106] 또한, 제어부(81)는, 수술용 로봇(1)에 의해서 실행되어야 할 동작명령에, 겸자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2)(도 3, 도 4 참조)을 중심으로 하는 원주방향으로 이동시키는 동작명령이 포함되어 있다고 판정하면, 제어부(81)는, 회전 병진 유닛(52)의 회전 구동부(62)를 구동하여, 플렉시블 샤프트(25)의 근위단을 그 축선(L1) 주위로 회동시킨다. 이에 따라, 도 8에 나타난 바와 같이, 플렉시블 샤프트(25)는, 안내관(6)의 내부공간에서, 플렉시블 샤프트(25)의 축선 방향의 자세를 유지한 상태로, 전체가 플렉시블 샤프트(25)의 축선 주위로 회동한다. 그 결과, 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)에 이어지는 관절부(26)는, 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2) 주위로 회동한다. 즉, 예를 들면, 제1 굽힘 관절(27)을 'B1' 방향으로 구부리고, 제2 굽힘 관절(28)을 'B1'과 반대방향인 'B2' 방향으로 구부리고 있는 상태에서는, 겸자(22)는, 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2)을 중심으로 하는 원주 상을 이동한다. 따라서, 수술자(W)가 조작부(5)를 조작함에 따라, 겸자(22)가 대상물을 파지하는 위치를 변경할 수 있다.
- [0107] 또한, 제어부(81)는, 수술용 로봇(1)에 의해서 실행되어야 할 동작명령에, 안내관(6)의 원위단으로부터 돌출하는 수술용 로봇(1)의 원위단의 돌출량을 변화시키는 동작명령이 포함되어 있다고 판정하면, 제어부(81)는, 회전 병진 유닛(52)의 병진 구동부(68)를 구동하여, 로봇 본체(2)를 플렉시블 샤프트(25)의 근위단(25a)의 축선(L1) 방향으로 이동시킨다.
- [0108] 이에 따라, 플렉시블 샤프트(25)는, 안내관(6)에 송입(삽입) 또는 인출된다. 암(21)을 안내관(6)에 송입함에 따라, 안내관(6)의 원위단으로부터 돌출하는 수술용 로봇(1)의 원위단의 돌출량을 크게 할 수 있어, 겸자(22)를, 예를 들어 환자(P)의 처치 부위에 접근시킬 수 있다. 또한, 암(21)을 안내관(6)으로부터 인출함에 따라, 안내관(6)의 원위단으로부터 돌출하는 수술용 로봇(1)의 원위단의 돌출량을 작게 할 수 있어, 겸자(22)를, 예를 들어 환자(P)의 처치 부위로부터 멀어지게 할 수 있다. 이와 같이, 수술자(W)가 조작부(5)를 조작함에 따라, 안내관(6)의 원위단으로부터 돌출하는 수술용 로봇(1)의 원위단의 돌출량을 변화시켜, 겸자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2) 방향으로 이동시킬 수가 있다.
- [0109] 그리고 상술한 바와 같이, 수술용 로봇(1)에 의해서 실행되어야 할 동작명령에, 겸자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2)을 중심으로 하는 지름방향으로 이동시키는 동작명령이 포함되어 있다고 판정하면, 제어부(81)는, 로봇 본체 구동기구(51)를 구동하여, 제1 굽힘 관절(27) 및 제2 굽힘 관절(28)을 구부리지만, 이때, 겸자(22)는, 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2) 방향에서 플렉시블 샤프트(25)에 접근하는 쪽으로 이동한다. 이런 이동을 취소하기 위하여, 제어부(81)는, 제1 굽힘 관절(27) 및 제2 굽힘 관절(28)을 구부리는 동작을 수행했을 때, 겸자(22)가 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2) 방향에서 플렉시블 샤프트(25)에 접근하는 쪽으로 이동한 거리에 대응하여, 암(21)을 안내관(6)으로 송입하여도 좋다. 이에 따라, 겸자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2) 방향과 직교하는 평면상에서 이동시킬 수가 있다.
- [0110] 그리고 수술중에 하나의 수술도구를 다른 수술도구와 교체할 때는, 베이스(23)를 로봇 본체 구동기구(51)로부터

떼어내고, 안내관(6)으로부터 상기 하나의 수술도구를 갖춘 수술용 로봇(1)을 뽑아낸다. 그리고 상기 다른 수술도구를 갖춘 수술용 로봇(1)을 안내관(6)에 삽입한다. 이와 같이, 교체할 수술도구 이외의 수술도구를 갖춘 다른 수술용 로봇 및 내시경(101)을 처치 부위 근방에 위치시킨 채, 일부의 수술도구를 교체할 수 있기 때문에, 수술도구의 교체를 신속하게 수행할 수 있어, 환자(P)의 신체적 부담을 경감할 수가 있다. 또한, 수술자(W)의 작업 부담을 경감할 수가 있다.

[0111] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 수술용 로봇(1)은, 회전 구동기구(53)에 의해서 로봇 본체(2)를 암(21)의 근위단(21a)의 축선 주위로 회동시켜, 겸자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2)을 중심으로 하는 원주방향으로 이동시킬 수 있다. 즉, 암(21)의 근위단(21a)을 3차원 공간에서 병진 이동시키지 않고, 겸자(22)를 플렉시블 샤프트(25)의 원위단(25b)의 축선(L2)을 중심으로 하는 원주방향으로 이동시킬 수가 있기 때문에, 암(21)의 근위단(21a)을 3차원 공간에서 병진 이동시키기 위한 대규모의 장치가 필요치 않다. 따라서, 수술용 로봇(1)을 콤팩트하게 할 수 있어, 수술용 로봇(1)의 제조 비용을 저렴하게 할 수 있다.

[0112] 상기 설명으로부터, 통상의 기술자에게는, 본 발명의 많은 개량이나 다른 실시 형태가 분명하다. 따라서, 상기 설명은, 예시로서만 해석되어야 하며, 본 발명을 실행하는 최선의 형태를 통상의 기술자에게 교시할 목적으로 제공된 것이다. 본 발명의 정신을 벗어나지 않고, 그 구조 및/또는 기능의 자세한 내용을 실질적으로 변경할 수 있다.

### 부호의 설명

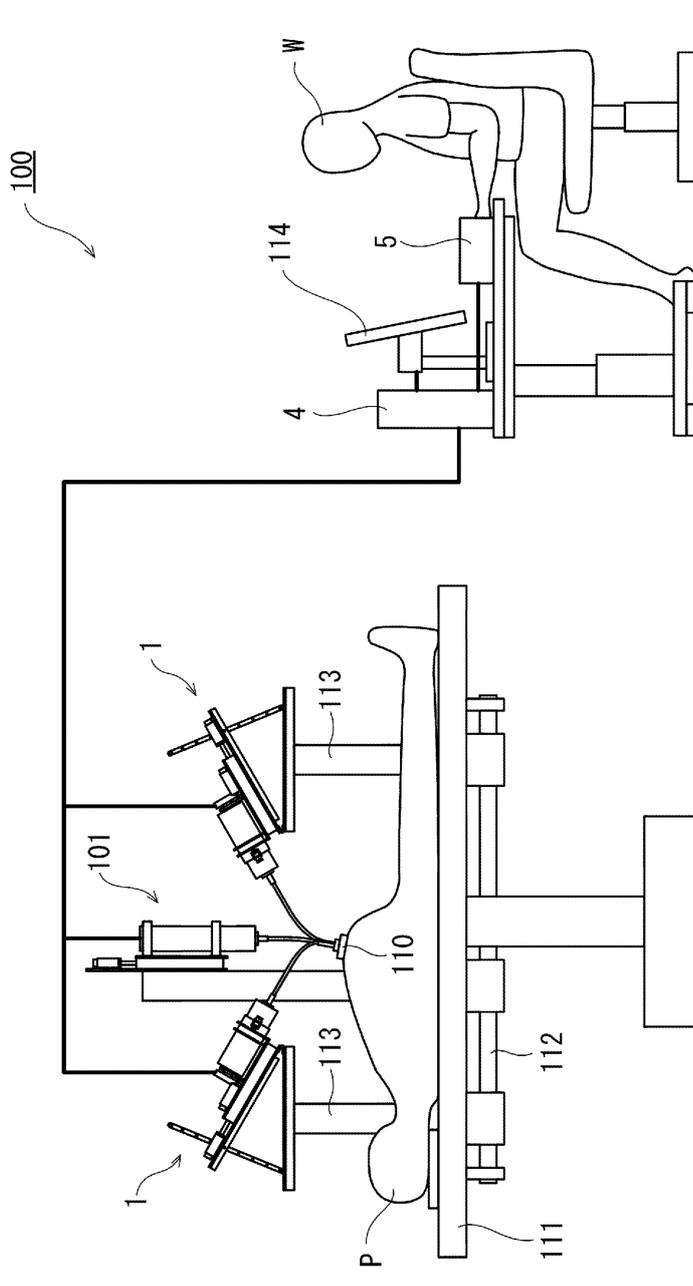
- [0113]
- L1 : 축선
  - L2 : 축선
  - 0 : 수술자
  - P : 환자
  - W : 수술자
  - 1 : 수술용 로봇
  - 2 : 로봇 본체
  - 3 : 구동부
  - 4 : 제어기
  - 5 : 조작부
  - 6 : 안내관
  - 21 : 암
  - 22 : 겸자
  - 22a : 작동축
  - 23 : 베이스
  - 24 : 구동력 전달기구
  - 25 : 플렉시블 샤프트
  - 26 : 관절부
  - 27 : 제1 굽힘 관절
  - 28 : 제2 굽힘 관절
  - 29 : 접속부
  - 30 : 손목관절
  - 30a : 관통공

- 31 : 브리지 부재
- 32 : 조작케이블 연결부
- 33 : 조작케이블 연결부
- 41 : 제1 굽힘관절 조작케이블
- 42 : 제2 굽힘관절 조작케이블
- 43 : 겹자 조작케이블
- 44 : 토크 전달 튜브
- 51 : 로봇 본체 구동기구
- 52 : 회전 병진 유닛
- 53 : 회전 구동기구
- 54 : 병진 구동기구
- 55 : 경사 유닛
- 58 : 제1 지지부
- 59 : 제2 지지부
- 60 : 지지대
- 61 : 회전 구동기구 지지부
- 62 : 회전 구동부
- 63: 회동축
- 64 : 주동축 기어
- 65 : 종동축 기어
- 66 : 병진 구동기구 지지부
- 67 : 볼 스크루 기구
- 68 : 병진 구동부
- 69 : 볼 스크루
- 70 : 슬라이더
- 71 : 가이드 레일 기구
- 72 : 가이드 레일
- 73 : 슬라이더
- 75 : 기초대
- 76 : 힌지
- 77 : 경사각도 조정부
- 81 : 제어부
- 82 : 기억부
- 100 : 수술용 로봇 시스템
- 111 : 수술대
- 112 : 지지 레일

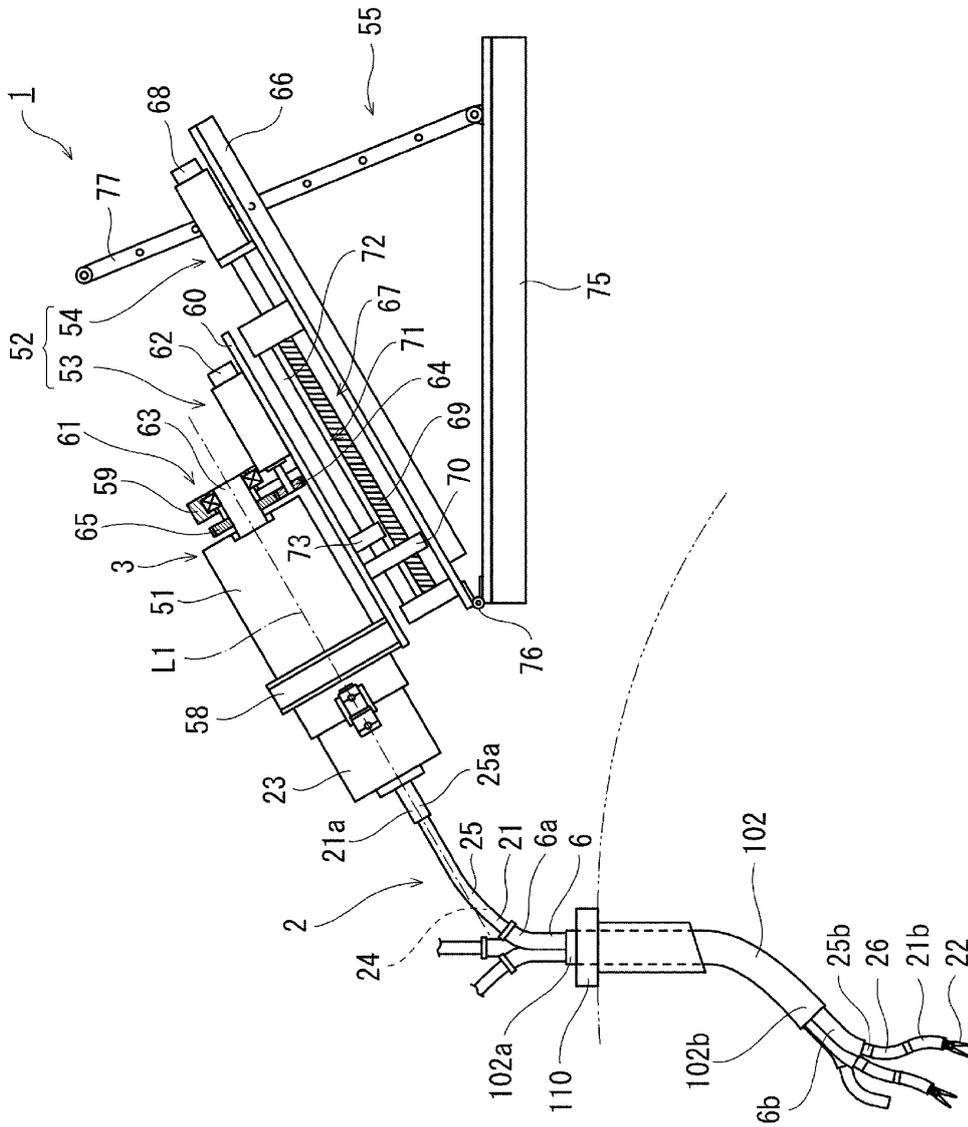
113 : 수술용 로봇 지지대

도면

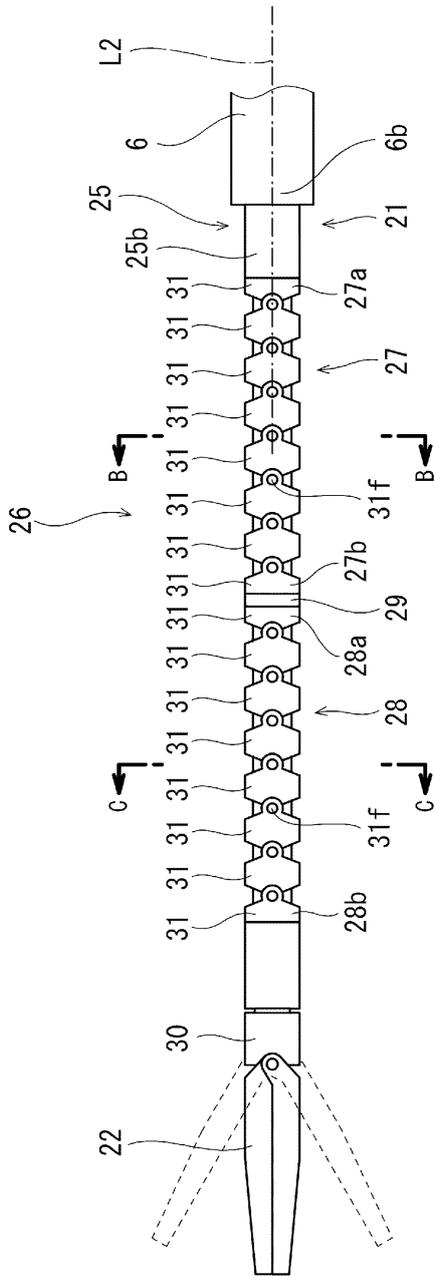
도면1



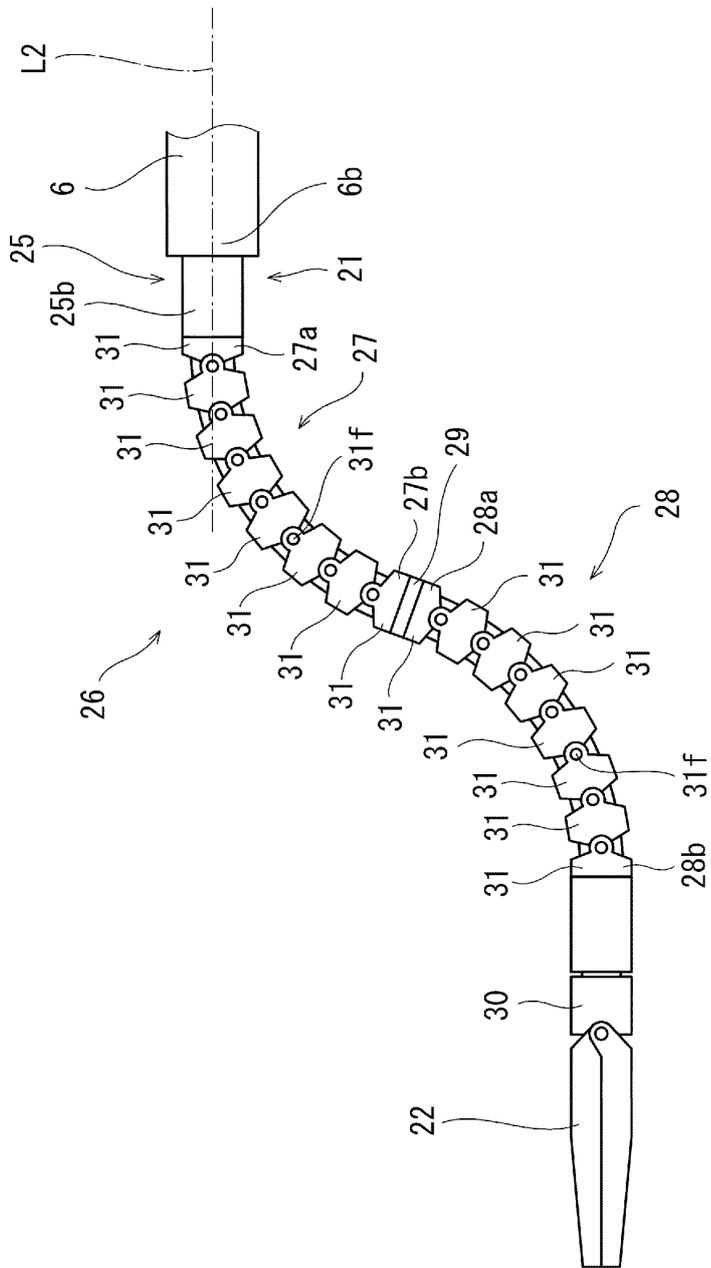
도면2



도면3a

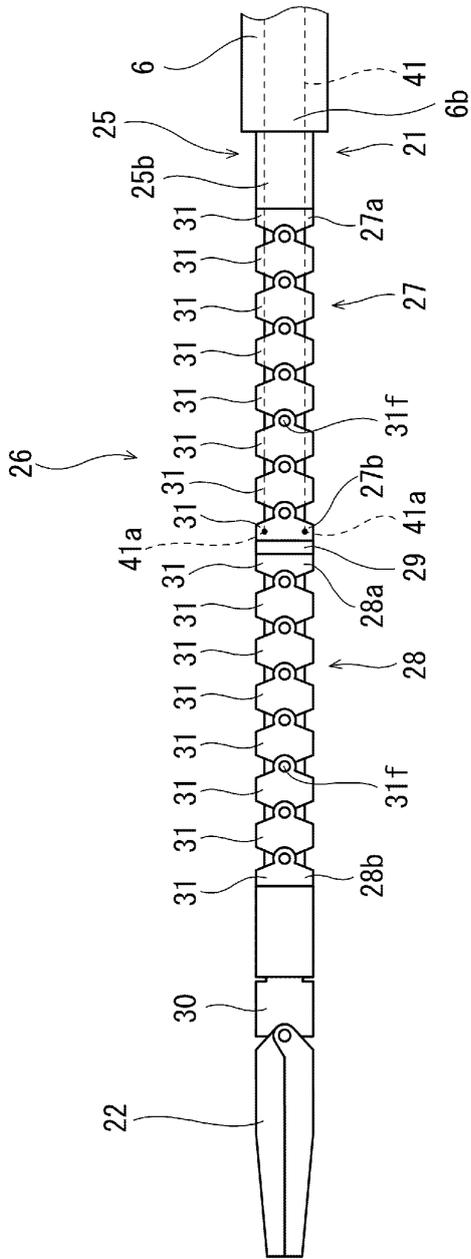


도면3b

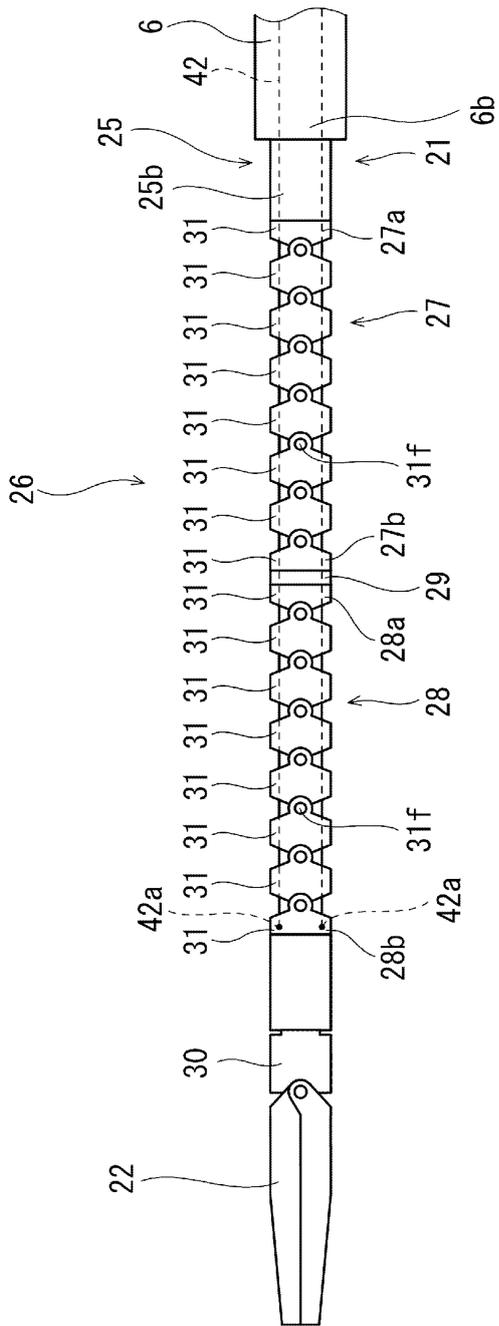




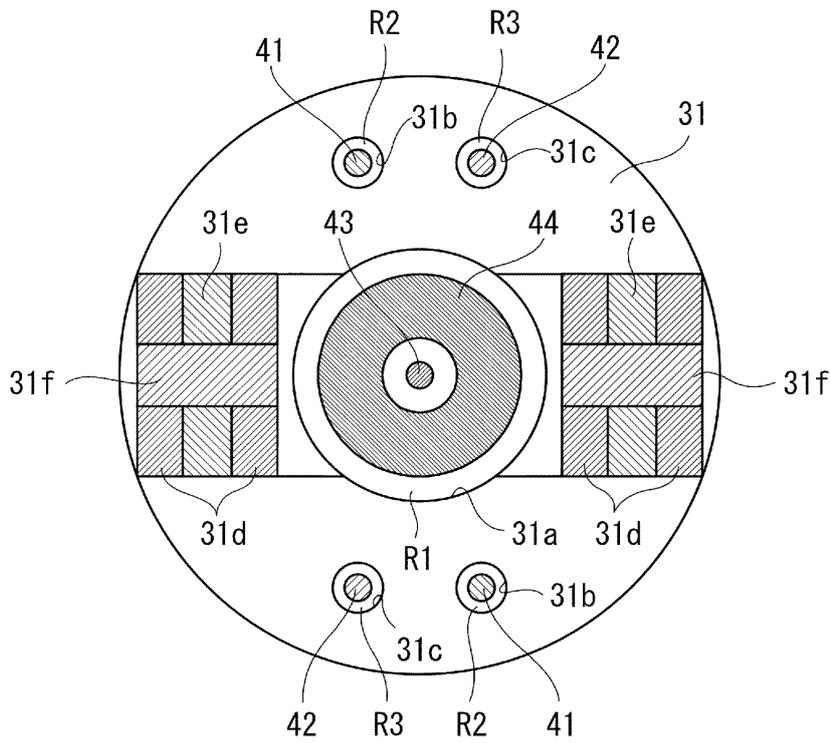
도면5a



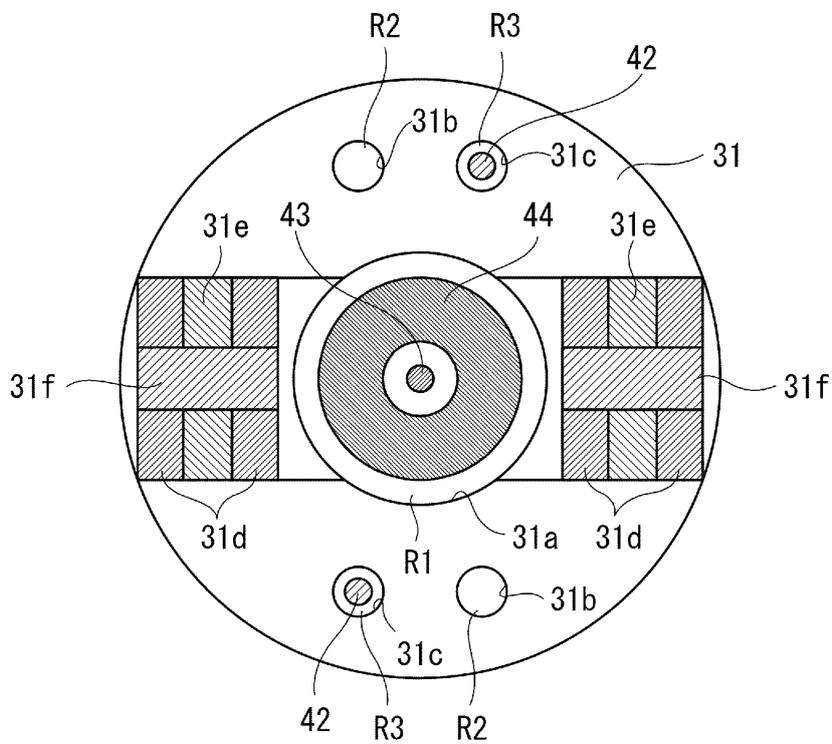
도면5b



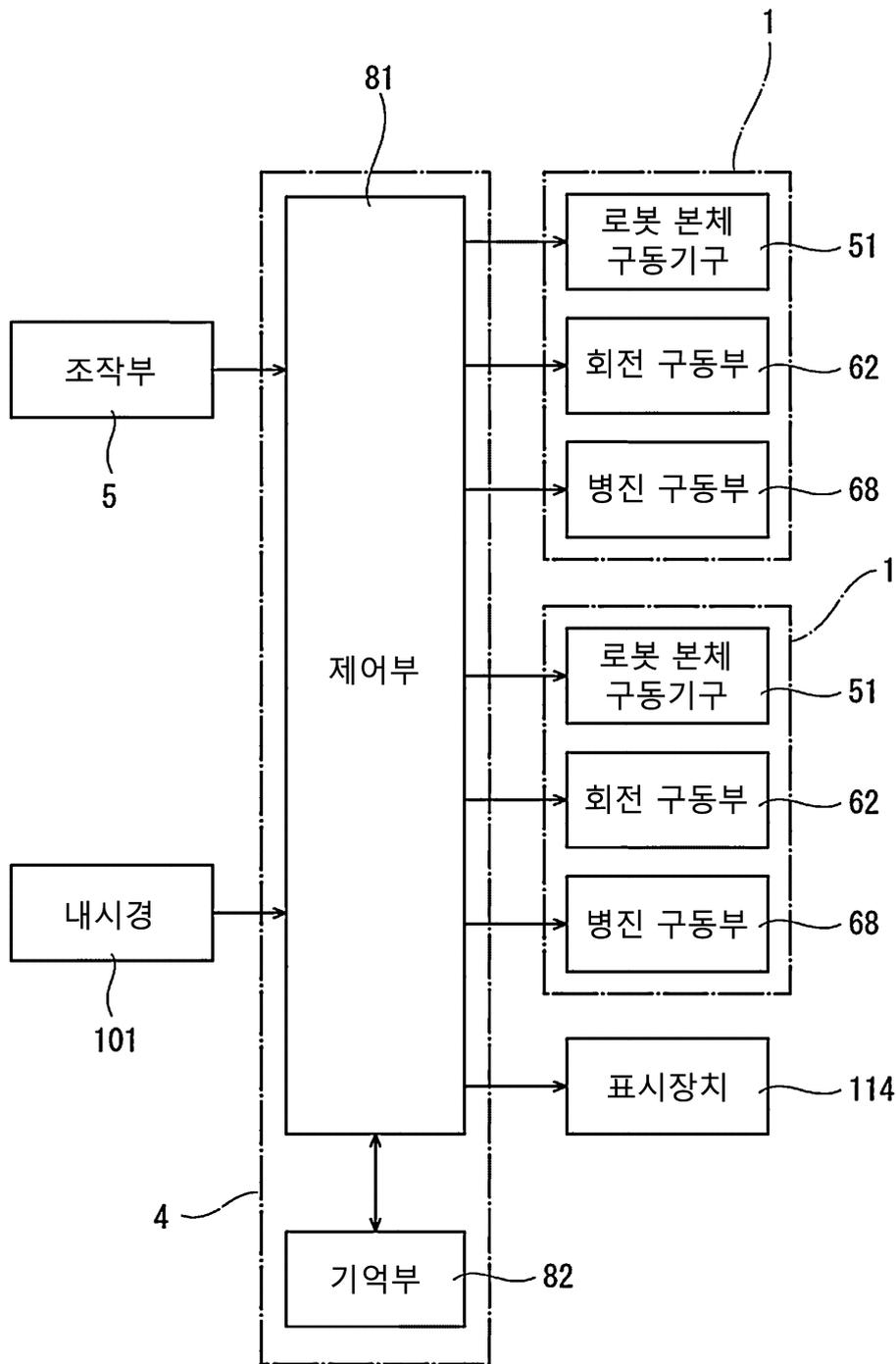
도면6a



도면6b



도면7



도면8

