

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일

2023 년 8 월 31 일 (31.08.2023)



(10) 국제공개번호

WO 2023/163572 A1

(51) 국제특허분류:

A61B 34/30 (2016.01)

A61B 34/00 (2016.01)

A61B 17/29 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2023/002818

(22) 국제출원일:

2023 년 2 월 28 일 (28.02.2023)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2022-0026415 2022 년 2 월 28 일 (28.02.2022) KR

(71) 출원인: 주식회사 리브스메드 (LIVSMED INC.) [KR/KR]; 13516 경기도 성남시 분당구 판교로 700, D동 304호, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 송용재 (SONG, Young Jae); 13516 경기도 성남시 분당구 판교로 700, D동 304호, Gyeonggi-do (KR). 이정주 (LEE, Jung Joo); 13516 경기도 성남시 분당구 판교로 700, D동 304호, Gyeonggi-do (KR). 김희진 (KIM, Hee Jin); 13516 경기도 성남시 분당구 판교로 700, D동 304호, Gyeonggi-do (KR). 장동규 (JANG, Dong Kyu); 13516 경기도 성남시 분당구 판교로 700, D동 304호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인더웨이브 (THEWAVE IP LAW FIRM); 06097 서울특별시 강남구 선릉로 602 6층, Seoul (KR).

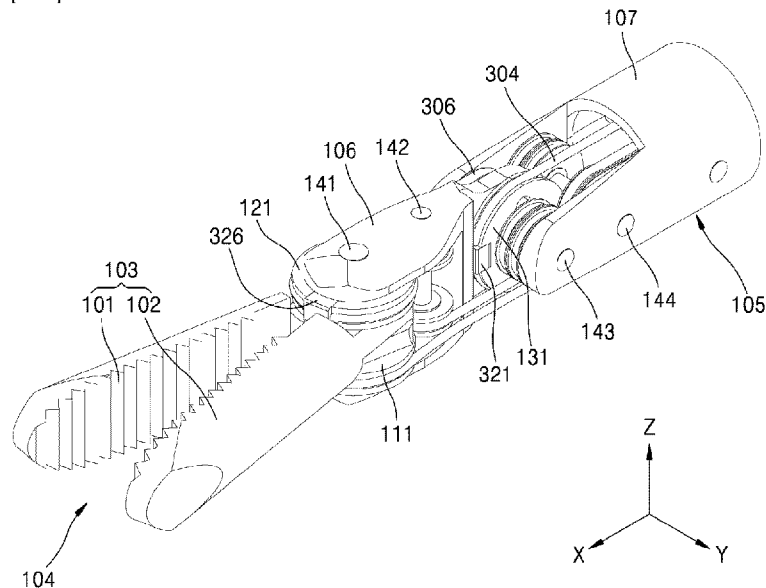
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: SURGICAL INSTRUMENT AND SURGICAL ROBOT COMPRISING SAME

(54) 발명의 명칭: 수술용 인스트루먼트 및 이를 포함하는 수술 로봇

[도7]



(57) Abstract: The present invention relates to a surgical instrument and, more specifically, to a surgical instrument that is mounted on a robot arm or manually operable for use in laparoscopic surgery or various surgeries.

(57) 요약서: 본 발명은 수술용 인스트루먼트에 관한 것으로, 상세하게는 복강경 수술 또는 여러 다양한 수술에 사용하기 위해 로봇 암에 장착되거나 또는 수동으로 작동 가능한 수술용 인스트루먼트에 관한 것이다.

[다음 쪽 계속]



WO 2023/163572 A1

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

## 명세서

### 발명의 명칭: 수술용 인스트루먼트 및 이를 포함하는 수술 로봇 기술분야

- [1] 본 발명은 수술용 인스트루먼트 및 이를 포함하는 수술 로봇에 관한 것으로, 상세하게는 복강경 수술 또는 여러 다양한 수술에 사용하기 위해 로봇 암에 장착되거나 또는 수동으로 작동 가능한 수술용 인스트루먼트 및 이를 포함하는 수술 로봇에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 의학적으로 수술이란 피부나 점막, 기타 조직을 의료 기기를 사용하여 자르거나 찢거나 조작을 가하여 병을 고치는 것을 말한다. 특히, 수술 부위의 피부를 절개하여 열고 그 내부에 있는 기관 등을 치료, 성형하거나 제거하는 개복 수술 등은 출혈, 부작용, 환자의 고통, 흉터 등의 문제를 야기한다.
- [3] 따라서 최근에는 피부에 소정의 구멍을 형성하여 의료 기기, 예를 들면, 복강경, 수술용 인스트루먼트, 미세수술용 현미경 등 만을 삽입하여 수행하는 수술 또는 로봇(robot)을 사용한 수술이 대안으로서 각광받고 있다.
- [4] 여기서 수술 로봇은 외과 의사에 의해 시행되던 수술 행위를 대신할 수 있는 기능을 가지는 로봇을 말한다. 이러한 수술 로봇은 사람에 비하여 정확하고 정밀한 동작을 할 수 있으며 원격 수술이 가능하다는 장점을 가진다.
- [5] 현재 전 세계적으로 개발되고 있는 수술 로봇은 뼈 수술 로봇, 복강경 수술 로봇, 정위 수술 로봇 등이 있다. 여기서 복강경 수술 로봇은 복강경과 소형 수술도구를 이용하여 최소 침습적 수술을 시행하는 로봇이다.
- [6] 복강경 수술은 배에 하나 이상의 작은 구멍을 뚫고, 배 안을 들여다보기 위한 내시경인 복강경을 집어넣은 후 수술하는 첨단 수술기법으로서 향후 많은 발전이 기대되는 분야이다. 최근의 복강경은 컴퓨터칩이 장착되어 육안으로 보는 것보다도 더 선명하면서도 확대된 영상을 얻을 수 있으며, 또 모니터를 통해 화면을 보면서 특별히 고안된 복강경용 수술 기구들을 사용하면 어떠한 수술도 가능할 정도로 발전하고 있다.
- [7] 더욱이 복강경 수술은 그 수술 범위가 개복 수술과 거의 같으면서도, 개복수술에 비해 합병증이 적고, 시술 후 훨씬 이른 시간 안에 치료를 시작할 수 있으며, 수술 환자의 체력이나 면역기능을 유지시키는 능력이 우수한 이점이 있다. 이로 인해 미국과 유럽 등지에서는 대장암 치료 등에 있어서는 복강경 수술이 점차 표준 수술로 인식되어 가는 추세이다.
- [8] 한편, 수술용 로봇은 일반적으로 마스터 로봇과 수술 로봇으로 구성된다. 수술자가 마스터 로봇에 구비된 조종 레버(예를 들어 핸들)를 조작하면, 수술 로봇의 로봇 암에 결합되거나 로봇 암이 파지하고 있는 수술도구가 조작되어 수술이 수행된다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [9] 본 발명은 복강경 수술 또는 여러 다양한 수술에 사용하기 위해 로봇 암에 장착되거나 또는 수동으로 작동 가능한 수술용 인스트루먼트에 있어서, 피치 동작 시 발생하는 조 와이어의 움직임을 보상하여 피치 동작과 요 동작/액추에이션 동작이 독립적으로 원활하게 수행되는 수술용 인스트루먼트 및 이를 포함하는 수술 로봇을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 일 실시예는, 하나 이상의 조(jaw) 및 상기 조와 결합하며 제1 축을 중심으로 상기 조와 함께 회전이 가능하도록 형성되는 엔드 툴 조 폴리를 포함하고, 적어도 피치 회전 및 요 회전이 가능하도록 형성되는 엔드 툴(end tool); 상기 엔드 툴 조 폴리에 결합되어 상기 엔드 툴 조 폴리의 회전에 따라 이동하는 조 와이어; 일 방향으로 연장 형성되며, 내부에 상기 조 와이어가 통과하고, 일 단부에 상기 엔드 툴이 결합되는 연결부; 상기 연결부의 타 단부에 결합되고, 상기 엔드 툴의 상기 피치 회전 및 상기 요 회전을 제어하는 구동부;를 포함하고, 상기 구동부는, 제2 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되고, 상기 조 와이어의 적어도 일부가 감기도록 형성되는 구동부 조(jaw) 폴리; 및 상기 제2 축과 상이한 제3 축을 중심으로 회전 가능하게 형성되고, 상기 구동부 조 폴리의 중심과 미리 설정된 간격을 유지한 상태에서 상대적으로 이동이 가능하며, 상기 구동부 조 폴리의 중심을 기준으로 공전(revolution)하고, 상기 조 와이어와 결합되는 구동부 조 회전축;을 포함하고, 상기 구동부 조 회전축의 회전을 통해 상기 조 와이어가 이동하면서 상기 엔드 툴 조 폴리 및 상기 조가 회전되고, 상기 구동부 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 조 와이어는 상기 구동부 조 폴리, 상기 구동부 조 회전축, 상기 구동부 조 폴리에 차례로 감긴 후에 상기 엔드 툴 쪽으로 연장되며, 상기 구동부 조 회전축이 상기 구동부 조 폴리에 대해 상대적으로 이동하면, 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경되면서, 상기 엔드 툴이 상기 피치 회전하는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트를 제공한다.
- [11] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 조 폴리에 인접하게 배치되며, 상기 제2 축을 중심으로 회전가능하도록 형성되는 구동부 피치 폴리;를 더 포함하고, 상기 구동부 조 회전축은 상기 구동부 피치 폴리에 대해 상대적으로 이동 가능하도록 형성되어, 상기 구동부 피치 폴리가 회전하면 상기 제2 축에 대한 상기 구동부 조 회전축의 상대적인 위치가 변하도록 형성될 수 있다.
- [12] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 폴리의 회전 중심과 상기 구동부 조 회전축의 회전 중심의 상대적인 거리는 일정하게 유지될 수 있다.
- [13] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 폴리가 회전하면 상기 구동부 조 회전축은 상기 구동부 피치 폴리와 연동하여 이동할 수 있다.

- [14] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 폴리가 상기 제2 축을 중심으로 회전하면, 상기 구동부 조 회전축이 상기 구동부 피치 폴리에 대해 상대적으로 이동하면서, 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경될 수 있다.
- [15] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 폴리의 회전에 의한 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이의 변경에 의해, 상기 엔드 툴 내의 상기 조 와이어의 전체 길이도 변경될 수 있다.
- [16] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 폴리의 회전에 의해 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경되더라도, 상기 조 와이어의 전체 길이는 일정하게 유지될 수 있다.
- [17] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 엔드 툴 조 폴리와 인접하게 형성되며, 상기 제1 축과 상이한 제4 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 엔드 툴 조 피치 메인 폴리와, 상기 엔드 툴 조 피치 메인 폴리와 인접하게 형성되며, 상기 제1 축과 상이한 제5 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 엔드 툴 조 피치 서브 폴리를 더 포함할 수 있다.
- [18] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 엔드 툴의 피치 회전 시에, 상기 엔드 툴 조 폴리에 감겨 나와서 상기 엔드 툴 조 피치 메인 폴리 및 상기 엔드 툴 조 피치 서브 폴리를 지나서 상기 조 와이어의 두 가닥은 같은 방향으로 동시에 이동할 수 있다.
- [19] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 축에 수직이고 상기 제4 축을 포함하는 일 평면을 기준으로, 상기 엔드 툴 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 조 와이어는 상기 일 평면에 대해 동일한 측에 배치될 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 조는 제1 조 및 제2 조를 포함하고, 상기 엔드 툴 조 폴리는, 상기 제1 조와 결합하는 엔드 툴 제1 조 폴리와, 상기 제2 조와 결합하는 엔드 툴 제2 조 폴리를 포함하고, 상기 조 와이어는 상기 엔드 툴 제1 조 폴리에 결합되는 제1 조 와이어와, 상기 엔드 툴 제2 조 폴리에 결합되는 제2 조 와이어를 포함할 수 있다.
- [21] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 축에 수직이고 상기 제4 축을 포함하는 평면을 기준으로, 상기 엔드 툴 제1 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 제1 조 와이어는 상기 평면에 대해 어느 일 측에 배치되고, 상기 엔드 툴 제2 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 제2 조 와이어는 상기 평면에 대해 다른 일 측에 배치될 수 있다.
- [22] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 조 와이어는 상기 엔드 툴 조 폴리, 엔드 툴 조 피치 메인 폴리 및 상기 엔드 툴 조 피치 서브 폴리와 차례로 접촉하도록 형성될 수 있다.
- [23] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 엔드 툴 조 폴리에 인접하게 배치되며, 상기 제4 축 또는 상기 제5 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 엔드 툴 피치 폴리; 및 상기 엔드 툴 피치 폴리 및 상기 구동부 피치 폴리에 각각 결합되어 상기

엔드 톨 피치 풀리와 상기 구동부 피치 풀리를 연결하는 피치 와이어;를 더 포함할 수 있다.

- [24] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 풀리의 회전량과 상기 엔드 톨 피치 풀리의 회전량은 실질적으로 동일할 수 있다.
- [25] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 풀리가 제1 각도만큼 자전하면, 상기 구동부 조 회전축은 상기 제1 각도만큼 공전하며, 상기 구동부 피치 풀리가 상기 제1 각도만큼 자전하면, 상기 엔드 톨 피치 풀리와 상기 엔드 톨 조 피치 메인 풀리는 제2 각도만큼 회전할 수 있다.
- [26] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 조 풀리와 인접하게 배치되고, 상기 엔드 톨로부터 상기 조 와이어를 상기 구동부 조 풀리로 전달하는 적어도 하나 이상의 구동부 서브 중개 풀리를 포함하고, 상기 조 와이어는 상기 구동부 서브 중개 풀리, 상기 구동부 조 풀리, 상기 구동부 조 회전축을 차례로 지날 수 있다.
- [27] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 풀리가 회전하면, 상기 구동부 조 회전축이 함께 회전하면서, 상기 구동부 서브 중개 풀리로의 진입 지점부터, 상기 구동부 조 풀리를 거쳐서, 상기 구동부 조 회전축으로부터의 진출 지점까지의 상기 조 와이어의 경로 길이가 변경될 수 있다.
- [28] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 풀리가 회전하면, 상기 엔드 톨 조 풀리와 상기 구동부 조 회전축을 연결하는 상기 조 와이어의 배치 경로 상에서, 상기 조 와이어가 상기 구동부 조 풀리와 처음 접촉하는 지점부터, 상기 조 와이어가 상기 구동부 조 풀리와 마지막으로 접촉하는 지점까지의 상기 조 와이어의 경로 길이가 변경될 수 있다.
- [29] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 조 풀리는 상기 제2 축을 중심으로 자전(rotation) 가능하도록 형성되고, 상기 구동부 조 회전축은 상기 제2 축을 중심으로 공전(revolution) 가능하도록 형성될 수 있다.
- [30] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 풀리가 상기 제2 축을 중심으로 자전(rotation)하면, 상기 구동부 피치 풀리와 연결된 상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축을 중심으로 공전(revolution)을 수행하면서, 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경될 수 있다.
- [31] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 피치 풀리가 상기 제2 축을 중심으로 회전하면, 상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축과 일정 정도 이격된 상태에서, 상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축과 일정한 거리를 유지하면서 상기 구동부 조 회전축 전체가 상기 제2 축을 중심으로 회전할 수 있다.
- [32] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 축을 중심으로 상기 구동부 피치 풀리와 함께 회전하도록 형성된 베이스 플레이트;를 더 포함하고, 상기 구동부 조 회전축은 상기 베이스 플레이트 상에 형성될 수 있다.
- [33] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 베이스 플레이트에는 두 개 이상의 홀부가 형성되며, 상기 각 홀부 중 적어도 하나에는 구동부 조 회전축이 배치될 수 있다.

- [34] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 베이스 플레이트는 상기 구동부 피치 폴리와 상기 구동부 조 회전축을 강체 연결하여, 상기 구동부 피치 폴리가 상기 제2 축을 중심으로 자전(rotation)하면, 상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축을 중심으로 공전(revolution)을 수행할 수 있다.
- [35] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축을 중심으로 공전(revolution)하면, 상기 구동부 조 폴리에 감기는 상기 조 와이어의 길이가 변경될 수 있다.
- [36] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 구동부 조(jaw) 폴리가 회전하여도 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이는 일정하게 유지될 수 있다.
- [37] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 조 와이어는 상기 엔드 툴 조 폴리와 상기 구동부 조 폴리와 각각 결합하여 전체적으로 폐루프(closed loop)를 형성할 수 있다.
- [38] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 요 회전은 상기 엔드 툴 조 폴리가 상기 제1 축을 중심으로 자전(rotation)하는 동작이고, 상기 피치 회전은 상기 엔드 툴 조 폴리가 상기 제1 축과 상이한 제4 축을 중심으로 공전(revolution)하는 동작일 수 있다.
- [39] 본 발명의 일 실시예는, 수술자의 핸들 조작에 의해 동작을 수행하는 하나 이상의 로봇 암 유닛; 및 상기 로봇 암 유닛에 결합되는 수술용 인스트루먼트;를 포함하고, 상기 수술용 인스트루먼트는, 하나 이상의 조(jaw) 및 상기 조와 결합하며 제1 축을 중심으로 상기 조와 함께 회전이 가능하도록 형성되는 엔드 툴 조 폴리를 포함하고, 적어도 피치 회전 및 요 회전이 가능하도록 형성되는 엔드 툴(end tool); 상기 엔드 툴 조 폴리에 결합되어 상기 엔드 툴 조 폴리의 회전에 따라 이동하는 조 와이어; 일 방향으로 연장 형성되며, 내부에 상기 조 와이어가 통과하고, 일 단부에 상기 엔드 툴이 결합되는 연결부; 상기 연결부의 타 단부에 결합되고, 상기 엔드 툴의 상기 피치 회전 및 상기 요 회전을 제어하는 구동부;를 포함하고, 상기 구동부는, 제2 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되고, 상기 조 와이어의 적어도 일부가 감기도록 형성되는 구동부 조(jaw) 폴리; 및 상기 제2 축과 상이한 제3 축을 중심으로 회전 가능하게 형성되고, 상기 구동부 조 폴리의 중심과 미리 설정된 간격을 유지한 상태에서 상대적으로 이동이 가능하며, 상기 구동부 조 폴리의 중심을 기준으로 공전(revolution)하고, 상기 조 와이어와 결합되는 구동부 조 회전축;을 포함하고, 상기 구동부 조 회전축의 회전을 통해 상기 조 와이어가 이동하면서 상기 엔드 툴 조 폴리와 상기 조가 회전되고, 상기 구동부 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 조 와이어는 상기 구동부 조 폴리, 상기 구동부 조 회전축, 상기 구동부 조 폴리에 차례로 감긴 후에 상기 엔드 툴 쪽으로 연장되며, 상기 구동부 조 회전축이 상기 구동부 조 폴리에 대해 상대적으로 이동하면, 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경되면서, 상기 엔드 툴이 상기 피치 회전하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇을 제공한다.

## 발명의 효과

- [40] 이와 같은 본 발명에 의해서, 피치 동작 시 발생하는 조 와이어의 움직임에 보상하여 피치 동작과 요 동작/액추에이션 동작이 독립적으로 원활하게 수행되는 효과를 얻을 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [41] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트가 장착되는 수술 로봇 시스템을 나타내는 개념도이다.
- [42] 도 2는 도 1의 수술 로봇 시스템의 내부 구성을 나타내는 블록도이다.
- [43] 도 3은 도 1의 수술 로봇 시스템의 수술 로봇 및 이에 장착된 수술용 인스트루먼트를 나타내는 사시도이다.
- [44] 도 4는 도 3에서 인스트루먼트 케이스를 제거한 상태를 도시한 도면이다.
- [45] 도 5는 도 3의 수술 로봇에서 수술용 인스트루먼트를 제거한 상태를 도시한 도면이다.
- [46] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트를 나타내는 사시도이다.
- [47] 도 7 및 도 8은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴의 사시도이다.
- [48] 도 9 및 도 10은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴의 평면도이다.
- [49] 도 11은 종래의 수술용 인스트루먼트에서, 중립 상태를 나타내는 도면이다.
- [50] 도 12는 도 11의 수술용 인스트루먼트에서, 피치 보상을 수행할 경우를 나타내는 도면이다.
- [51] 도 13은 도 11의 수술용 인스트루먼트의 피치 동작 보상에 대한 개념도이다.
- [52] 도 14는 도 6의 수술용 인스트루먼트의 피치 동작 보상에 대한 개념도이다.
- [53] 도 15 내지 도 18은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부를 도시한 사시도이다.
- [54] 도 19 및 도 20은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부를 도시한 평면도이다.
- [55] 도 21은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부를 도시한 측면도이다.
- [56] 도 22는 도 15의 구동부를 도시한 저면 사시도이다.
- [57] 도 23은 도 15의 구동부에서 제1 조와 관련된 구성을 부분적으로 도시한 도면이다.
- [58] 도 24는 도 15의 구동부에서 제2 조와 관련된 구성을 부분적으로 도시한 도면이다.
- [59] 도 25는 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부를 도시한 평면도이다.
- [60] 도 26은 도 25에서의 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴을 도시한 도면이다.
- [61] 도 27은 도 25 및 도 26에서 수술용 인스트루먼트의 피치 동작 시 구동부 및 엔드 툴을 나타내는 도면이다.
- [62] 도 28은 도 25 및 도 26에서 도 27의 반대 방향으로의 피치 동작 시 구동부 및 엔드 툴을 나타내는 도면이다.

- [63] 도 29는 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부 및 엔드 툴을 도시한 평면도이다.
- [64] 도 30는 도 6의 수술용 인스트루먼트의 요 동작 시 구동부 및 엔드 툴을 도시한 도면이다.
- [65] 도 31 내지 도 33은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터팩을 도시한 사시도이다.
- [66] 도 34는 도 31의 모터팩을 도시한 저면 사시도이다.
- [67] 도 35는 도 31의 모터팩을 도시한 평면도이다.
- [68] 도 36은 도 31에서 피치 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다.
- [69] 도 37은 도 31에서 제2 조 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다.
- [70] 도 38은 도 31에서 피치 구동 모터 및 제2 조 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다.
- [71] 도 39 및 도 40은 본 발명의 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 사시도이다.
- [72] 도 41은 본 발명의 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 평면도이다.
- [73] 도 42는 본 발명의 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 저면 사시도이다.
- [74] 도 43 및 도 44는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 사시도이다.
- [75] 도 45는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 평면도이다.
- [76] 도 46은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 저면 사시도이다.
- [77] 도 47 내지 도 51은 본 발명의 다른 실시예에 따른 모터팩을 도시한 사시도이다.
- [78] 도 52는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모터팩을 도시한 평면도이다.
- [79] 도 53은 도 51에서 피치 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다.
- [80] 도 54 내지 도 56은 피치 구동 모터에 의해 회전되는 상태를 순차적으로 도시한 확대도이다.
- [81] 도 57은 도 51에서 제2 조 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다.
- [82] 도 58은 도 51에서 피치 구동 모터 및 제2 조 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [83] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이에 대해 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [84] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [85] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [86] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [87] 또한, 본 발명의 다양한 실시예들을 설명함에 있어, 각 실시예가 독립적으로 해석되거나 실시되어야 하는 것은 아니며, 각 실시예에서 설명되는 기술적 사상들이 개별적으로 설명되는 다른 실시예에 조합되어 해석되거나 실시될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.
- [88]
- [89] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트가 장착되는 수술 로봇 시스템을 나타내는 개념도이고, 도 2는 도 1의 수술 로봇 시스템의 내부 구성을 나타내는 블록도이고, 도 3은 도 1의 수술 로봇 시스템의 수술 로봇 및 이에 장착된 수술용 인스트루먼트를 나타내는 사시도이다.
- [90] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 수술 로봇 시스템(1)은 마스터 로봇(10), 수술 로봇(20), 수술용 인스트루먼트(30)를 포함한다.
- [91] 마스터 로봇(10)은 조작 부재(10a) 및 디스플레이 부재(10b)를 포함하고, 수술 로봇(20)은 하나 이상의 로봇 암 유닛(21)(22)(23)을 포함한다.
- [92] 상세히, 마스터 로봇(10)은 수술자가 양손에 각각 파지하여 조작할 수 있도록 조작 부재(10a)를 구비한다. 조작 부재(10a)는 도 1에 예시된 바와 같이 두 개 또는 그 이상의 핸들로 구현될 수 있으며, 수술자의 핸들 조작에 따른 조작 신호가 유선 또는 무선 통신망을 통해 수술 로봇(20)으로 전송되어 로봇 암 유닛(21)(22)(23)이 제어된다. 즉, 수술자의 핸들 조작에 의해 로봇 암 유닛(21)(22)(23)의 위치 이동, 회전, 절단 작업 등의 수술 동작이 수행될 수 있다.
- [93] 예를 들어, 수술자는 핸들 형태의 조작 레버를 이용하여 로봇 암 유닛(21)(22)(23)을 조작할 수 있다. 이와 같은 조작 레버는 그 조작방식에 따라 다양한 기구적 구성을 가질 수 있으며, 로봇 암 유닛(21)(22)(23)의 동작을 조작하는 마스터 핸들과, 전체 시스템의 기능을 조작하기 위해 마스터 로봇(10)에 부가된 조이스틱, 키패드, 트랙볼, 풋페달, 터치스크린과 같은 각종 입력도구와 같이, 수술 로봇(20)의 로봇 암 유닛(21)(22)(23) 및/또는 기타 수술 장비를 작동시키기 위한 다양한 형태로 구비될 수 있다. 여기서, 조작 부재(10a)는 핸들의 형상으로 제한되지 않으며, 유선 또는 무선 통신망과 같은 네트워크를 통해 로봇 암 유닛(21)(22)(23)의 동작을 제어할 수 있는 형태이면 아무런 제한 없이 적용될 수 있다.

- [94] 또는 사용자 입력을 위해 음성 입력이나 모션 입력 등도 적용될 수 있다. 즉, 사용자가 머리에 센서가 부착된 안경 또는 HMD(head mount display)를 착용하고, 시선을 돌리는 방향에 따라 수술 로봇(20)에 포함되는 복강경(도면 미도시)이 움직일 수도 있다. 또는 사용자가 ‘왼쪽’, ‘오른쪽’, ‘1번 암’, ‘2번 암’ 등과 같이 음성으로 명령을 내리면, 이를 인식해서 동작을 수행할 수도 있다.
- [95] 마스터 로봇(10)의 디스플레이 부재(10b)에는 후술할 복강경을 통해 촬영되는 영상이 화상 이미지로 표시된다. 또한 디스플레이 부재(10b)에는 소정의 가상 조작판이 상기 복강경을 통해 촬영되는 영상과 함께 표시되거나 또는 독립적으로 표시될 수 있다. 이와 같은 가상 조작판의 배치, 구성 등에 관해서는 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [96] 여기서, 디스플레이 부재(10b)는 하나 이상의 모니터들로 구성될 수 있으며, 각 모니터에 수술 시 필요한 정보들이 개별적으로 표시되도록 할 수 있다. 모니터의 수량은 표시를 요하는 정보의 유형이나 종류 등에 따라 다양하게 결정될 수 있다.
- [97] 한편, 수술 로봇(20)은 하나 이상의 로봇 암 유닛(21)(22)(23)을 포함할 수 있다. 여기서, 각각의 로봇 암 유닛(21)(22)(23)들은 서로 독립적으로 동작할 수 있는 모듈 형태로 구비될 수 있으며, 이때 각 로봇 암 유닛(21)(22)(23)들 간에 충돌을 방지하는 알고리즘이 수술 로봇 시스템(1)에 적용될 수도 있다.
- [98] 일반적으로 로봇 암은 인간의 팔 및/또는 손목과 유사한 기능을 가지고 있으며 손목 부위에 소정의 도구를 부착시킬 수 있는 장치를 의미한다. 본 명세서에서 ‘로봇 암 유닛(21)(22)(23)’이란 상박, 하박, 손목, 팔꿈치 등의 구성 요소 및 상기 손목 부위에 결합되는 수술용 인스트루먼트 등을 모두 포괄하는 개념으로 정의할 수 있다. 또는 손목 부위에 결합되는 수술용 인스트루먼트는 제외하고, 수술용 인스트루먼트를 구동하기 위한 구성 요소까지 만을 포함하는 개념으로 정의할 수도 있다.
- [99] 이와 같은, 수술 로봇(20)의 로봇 암 유닛(21)(22)(23)은 다자유도를 가지며 구동되도록 구현될 수 있다. 로봇 암 유닛(21)(22)(23)은 예를 들어 환자의 수술 부위에 삽입되는 수술기구, 수술기구를 수술 위치에 따라 요(yaw)방향으로 회전시키는 요 구동부, 요 구동부의 회전 구동과 직교하는 피치(pitch) 방향으로 수술기구를 회전시키는 피치 구동부, 수술기구를 길이 방향으로 이동시키는 이송 구동부, 수술기구를 회전시키는 회전 구동부, 수술기구의 끝단의 엔드 이펙터(end effector)를 구동하여 수술 병변을 절개 또는 절단하는 수술기구 구동부를 포함하여 구성될 수 있다. 다만, 로봇 암 유닛(21)(22)(23)의 구성이 이에 제한되지는 않으며, 이러한 예시가 본 발명의 권리범위를 제한하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 여기서, 수술자가 조작 부재(10a)를 조작함에 의해 로봇 암 유닛(21)(22)(23)이 상응하는 방향으로 회전, 이동하는 등의 실제 제어 과정에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

- [100] 여기서, 로봇 암 유닛(21)(22)(23)들 중 2개에는 수술용 인스트루먼트(30)가 부착되고, 1개에는 복강경이 부착될 수 있다. 그리고, 수술자인 집도의는 마스터 로봇(10)을 통해 제어하고자 하는 로봇 암 유닛(21)(22)(23)을 선택할 수 있다. 이와 같이, 마스터 로봇(10)을 통해 총 3개 이상의 수술기구를 집도의가 직접 조종함으로써, 수술 보조자가 필요 없이 여러 기구의 조종을 집도의 의도대로 정확하고 자유로이 수행할 수 있다.
- [101] 한편, 수술 로봇(20)은 환자를 수술하기 위하여 하나 이상으로 구비될 수 있으며, 수술 부위가 디스플레이 부재(10b)를 통해 화상 이미지로 표시되도록 하기 위한 복강경은 독립된 수술 로봇(20)으로 구현될 수도 있다. 또한, 앞서 설명된 바와 같이, 본 발명의 실시예들은 복강경 이외의 다양한 수술용 내시경(예를 들어, 흉강경, 관절경, 비경 등)이 이용되는 수술들에 범용적으로 사용될 수 있다.
- [102] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에서, 마스터 로봇(10)은, 영상 입력부(11), 화면 표시부(12), 사용자 입력부(13), 조작신호 생성부(14), 제어부(15), 메모리(16), 저장부(17), 통신부(18)를 포함할 수 있다.
- [103] 영상 입력부(11)는 수술 로봇(20)의 복강경에 구비된 카메라를 통해 촬영된 영상을 유선 또는 무선 통신망을 통해 수신할 수 있다.
- [104] 화면 표시부(12)는 영상 입력부(11)를 통해 수신된 영상에 상응하는 화상 이미지를 시각(視覺)적 정보로 출력한다. 또한, 화면 표시부(12)는 피시술자의 생체 정보가 입력되는 경우, 이에 상응하는 정보를 더 출력할 수 있다. 또한, 화면 표시부(12)는 수술 부위에 대한 환자의 관련 이미지 데이터(예를 들어, X-ray 이미지, CT 이미지, MRI 이미지 등)를 더 출력할 수도 있다. 여기서, 화면 표시부(12)는 디스플레이 부재(도 1의 10b 참조) 등의 형태로 구현될 수 있으며, 수신된 영상이 화면 표시부(12)를 통해 화상 이미지로 출력되도록 하기 위한 영상 처리 프로세스가 제어부(15)에 의해 수행될 수 있다.
- [105] 도 2에 도시한 실시예에서는 영상 입력부(11)와 화면 표시부(12)를 마스터 로봇(10)에 포함된 구성으로 도시하였으나 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 디스플레이 부재가 마스터 로봇(10)과 이격된 별도의 부재로 제공될 수 있다. 또는, 디스플레이 부재가 마스터 로봇(10)의 일 구성 요소로서 제공될 수도 있다. 또한, 다른 실시예에서는 디스플레이 부재가 다수 개 구비되어, 이 중 어느 하나는 마스터 로봇(10)과 인접한 곳에 배치되고, 다른 일부는 마스터 로봇(10)과 다소 이격된 곳에 배치될 수도 있을 것이다.
- [106] 여기서, 화면 표시부(12)(즉, 도 1의 디스플레이 부재(10b))는 입체 디스플레이 장치로 구비될 수도 있다. 상세히, 입체 디스플레이 장치는 스테레오스코픽(stereoscopic) 기술을 적용하여 2차원 영상에 깊이(depth) 정보를 부가하고, 이 깊이 정보를 이용하여 관찰자가 3차원의 생동감과 현실감을 느낄 수 있게 하는 화상표시장치를 지칭한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 수술 로봇 시스템(1)은 화면 표시부(12)로 입체 디스플레이 장치를 구비하여 사용자에게 보다 실제적인 가상환경을 제공할 수도 있다.

- [107] 사용자 입력부(13)는 수술 로봇(20)의 로봇 암 유닛(21)(22)(23)들의 위치 및 기능을 수술자가 조작할 수 있도록 하는 수단이다. 사용자 입력부(13)는 도 1에 예시된 바와 같이 핸들 형상의 조작 부재(도 1의 10a 참조) 형태로 형성될 수 있으나, 그 형상이 이에 제한되지 않으며 동일한 목적 달성을 위한 다양한 형상으로 변형 구현될 수 있다. 또한, 예를 들어 일부는 핸들 형상으로, 다른 일부는 클러치 버튼 등의 상이한 형상으로 형성될 수도 있으며, 수술도구의 조작을 용이하도록 하기 위해 수술자의 손가락을 삽입 고정할 수 있도록 하는 손가락 삽입관 또는 삽입 고리가 더 형성될 수도 있다.
- [108] 조작신호 생성부(14)는 로봇 암 유닛(21)(22)(23)의 위치 이동 또는 수술 동작에 대한 조작을 위해 수술자가 사용자 입력부(13)를 조작하는 경우, 이에 상응하는 조작신호를 생성하여 통신부(18)를 통해 수술 로봇(20)으로 전송한다. 조작신호는 유선 또는 무선 통신망을 통해 송수신될 수 있다.
- [109] 제어부(15)는 일종의 중앙처리장치로서, 상술한 기능이 수행될 수 있도록 각 구성 요소들의 동작을 제어한다. 일 예로, 제어부(15)는 영상 입력부(11)를 통해 입력되는 영상이 화면 표시부(12)를 통해 표시될 화상 이미지로 변환하는 기능을 수행할 수도 있다.
- [110] 메모리(16)는 제어부(15)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 여기서, 메모리(16)는 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [111] 저장부(17)는 수술 로봇(20)으로부터 수신한 자료들을 저장할 수 있다. 또한 저장부(17)는 입력된 각종 데이터(예를 들어, 환자 데이터, 기기 데이터, 수술 데이터 등)들을 저장할 수 있다.
- [112] 통신부(18)는 통신망(60)과 연동하여 수술 로봇(20)에서 전송되는 영상 데이터 및 마스터 로봇(10)에서 전송하는 제어 데이터를 송수신하는데 필요한 통신 인터페이스를 제공한다.
- [113] 수술 로봇(20)은 복수 개의 로봇 암 유닛 제어부(21a)(22a)(23a)를 포함한다. 그리고 로봇 암 유닛 제어부(21a)는 로봇 암 제어부(26), 인스트루먼트 제어부(27), 통신부(29)를 포함한다. 또한, 로봇 암 유닛 제어부(21a)는 레일 제어부(28)를 더 포함할 수 있다.
- [114] 도 2, 도 3을 참조하면, 레일 제어부(28)는 로봇 암 유닛(21)(22)(23)에서 수술용 인스트루먼트(30)가 미리 설정되는 경로, 구체적으로 연결부(310)의 길이 방향을 따라 이동이 가능하게 이동 경로를 제어할 수 있다.
- [115] 로봇 암 제어부(26)는 마스터 로봇(10)의 조작신호 생성부(14)에서 생성된 조작신호를 수신하여, 이 조작 신호에 따라 로봇 암 유닛(21)(22)(23)이 동작하도록 제어하는 역할을 수행할 수 있다.

- [116]     인스트루먼트 제어부(27)는 마스터 로봇(10)의 조작신호 생성부(14)에서 생성된 조작 신호를 수신하여, 이 조작 신호에 따라 수술용 인스트루먼트(30)가 동작하도록 제어하는 역할을 수행할 수 있다.
- [117]     통신부(29)는 통신망(60)과 연동하여 수술 로봇(20)에서 전송되는 영상 데이터 및 마스터 로봇(10)에서 전송하는 제어 데이터를 송수신하는데 필요한 통신 인터페이스를 제공한다.
- [118]     한편, 통신망(60)은 마스터 로봇(10)과 수술 로봇(20)을 연결하는 역할을 수행한다. 즉, 통신망(60)은 마스터 로봇(10)과 수술 로봇(20)이 연결된 후 상호 데이터를 송수신할 수 있도록 접속 경로를 제공하는 통신망을 의미한다. 통신망(60)은 예컨대 LANs(Local Area Networks), WANs(Wide Area Networks), MANs(Metropolitan Area Networks), ISDNs(Integrated Service Digital Networks) 등의 유선 네트워크나, 무선 LANs, CDMA, 블루투스, 위성 통신 등의 무선 네트워크를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [119]     도 3은 도 1의 수술 로봇 시스템의 수술 로봇 및 이에 장착된 수술용 인스트루먼트를 나타내는 사시도이다. 도 4는 도 3에서 인스트루먼트 케이스를 제거한 상태를 도시한 도면이다. 도 5는 도 3의 수술 로봇에서 수술용 인스트루먼트를 제거한 상태를 도시한 도면이다.
- [120]     로봇 암 유닛(21)(22)(23)에는 뒤에 설명할 수술용 인스트루먼트(30)가 연결되며 설치될 수 있다. 도 3을 참조하면, 인스트루먼트 케이스(40)는 수술용 인스트루먼트(30)를 커버하며 로봇 암 유닛(21)에 연결될 수 있다. 인스트루먼트 케이스(40)가 외부에 노출되는 수술용 인스트루먼트(30)의 일측을 커버함으로써 외부의 이물질이 수술용 인스트루먼트(30)에 도달하는 것을 차단할 수 있고, 수술용 인스트루먼트(30)가 외부의 충격으로부터 파손되는 것을 방지할 수 있다.
- [121]     도 3을 참조하면, 로봇 암 유닛(21)(22)(23) 중 하나의 로봇 암 유닛(21)만 도시되어 수술용 인스트루먼트(30)와 결합되나, 이에 한정하는 것은 아니고 상술한 바와 같이 로봇 암 유닛(21)(22)(23) 중 2개에는 수술용 인스트루먼트(30)가 부착되고, 1개에는 복강경이 부착될 수 있다.
- [122]     도 3 내지 도 5를 참조하면, 모터팩(500)은 수술용 인스트루먼트(30)와 연결가능한 것으로, 수술 로봇(20), 구체적으로 로봇 암 유닛(21)에 결합되며 위치 고정될 수 있다.
- [123]     수술용 인스트루먼트(30)의 일 측에는 인스트루먼트 케이스(40)가 연결되고, 이에 대향하는 타 측에는 모터팩(500)이 연결되며 결합될 수 있다. 모터팩(500)은 외부로부터 전원을 공급받아 동력을 발생시키는 것으로, 모터팩(500)에서 발생한 동력을 수술용 인스트루먼트(30)으로 전달할 수 있고, 이로 인하여 수술용 인스트루먼트(30)에서 피치 동작, 요 동작, 액츄에이션 동작, 롤 동작을 수행할 수 있다.
- [124]
- [125]     (수술용 인스트루먼트)

- [126] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트를 나타내는 사시도이다. 도 7 및 도 8은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴의 사시도이다. 도 9 및 도 10은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴의 평면도이다. 도 11은 종래의 수술용 인스트루먼트에서, 중립 상태를 나타내는 도면이다. 도 12는 도 11의 수술용 인스트루먼트에서, 피치 보상을 수행할 경우를 나타내는 도면이다. 도 15 내지 도 18은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부를 도시한 사시도이다. 도 19 및 도 20은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부를 도시한 평면도이다. 도 21은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부를 도시한 측면도이다. 도 22는 도 15의 구동부를 도시한 저면 사시도이다. 도 23은 도 15의 구동부에서 제1 조와 관련된 구성을 부분적으로 도시한 도면이다. 도 24는 도 15의 구동부에서 제2 조와 관련된 구성을 부분적으로 도시한 도면이다.
- [127] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)는 엔드 툴(end tool)(100), 구동부(200), 동력 전달부(300)를 포함하고, 동력 전달부(300)는 연결부(310)를 포함할 수 있다.
- [128] 여기서, 연결부(310)는 속이 빈 샤프트(shaft) 형상으로 형성되어, 그 내부에 하나 이상의 와이어(후술함) 들이 수용될 수 있으며, 그 일 단부(도 6 기준 상측 단부)에는 구동부(200)가 결합되고, 이에 대향하는 타 단부(도 6 기준 하측 단부)에는 엔드 툴(100)이 결합되어, 구동부(200)와 엔드 툴(100)을 연결하는 역할을 수행할 수 있다.
- [129] 구동부(200)는 연결부(310)의 일 단부에 형성되며, 로봇 암 유닛(도 1의 21 등 참조)과 결합할 수 있는 인터페이스를 제공한다. 따라서 사용자에게 의해 마스터 로봇(도 1의 10 참조)이 동작하면, 이에 대응하는 동작을 수술용 인스트루먼트(30)의 엔드 툴(100)이 수행할 수 있도록 로봇 암 유닛(도 1의 21 등 참조)에 연결되는 모터팩(500)이 작동하며, 이 모터팩(500)의 구동력이 구동부(200)를 통해 엔드 툴(100)로 전달될 수 있다. 이를 다른 관점에서 말하면, 구동부(200) 자체가 수술용 인스트루먼트(30)와 수술 로봇(20) 사이를 연결하는 인터페이스가 된다고 설명할 수도 있다.
- [130] 엔드 툴(100)은 연결부(310)의 타 단부에 형성되며, 수술 부위에 삽입되어 수술에 필요한 동작을 수행한다. 이와 같은 엔드 툴(100)의 일 예로써, 도 7에 도시된 바와 같이 그립(grip) 동작을 수행하기 위한 한 쌍의 조(jaw)(101)(102)가 사용될 수 있다. 다만, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 수술을 위한 다양한 장치들이 엔드 툴(100)로 사용될 수 있을 것이다. 예를 들어, 외팔이 소작기와 같은 구성도 엔드 툴로써 사용될 수 있을 것이다.
- [131] 이와 같은 엔드 툴(100)은 동력 전달부(300)에 의해 구동부(200)와 연결되고, 모터팩(500)에서 발생하여 구동부(200)로 전달되는 구동력을 동력 전달부(300)를 통해 전달받음으로써, 그립(grip), 절단(cutting), 봉합(suturing) 동작 등 수술에 필요한 동작을 수행하게 된다.

- [132] 여기서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)의 엔드 툴(100)은 적어도 두 개 이상의 방향으로 회전가능하도록 형성되며, 예를 들어 엔드 툴(100)은 도 7의 회전축(143)을 중심으로 피치(pitch) 운동을 수행하는 동시에, 도 7의 회전축(141)을 중심으로 요(yaw) 운동 및 액츄에이션(actuation) 운동을 수행하도록 형성될 수 있다.
- [133] 여기서, 본 발명에서 사용되는 피치(pitch)와 요(yaw)와 액츄에이션(actuation) 동작 각각에 대해 정의하면 다음과 같다.
- [134] 먼저, 피치(pitch) 동작은 엔드 툴(100)이 연결부(310)의 연장 방향(도 7의 X축 방향)에 대해서 상하 방향으로 회전하는 운동, 즉 도 7의 Y축을 중심으로 회전하는 동작을 의미한다. 다시 말하면, 연결부(310)의 연장 방향(도 7의 X축 방향)으로 연결부(310)로부터 연장 형성되어 있는 엔드 툴(100)이 연결부(310)에 대해 Y축을 중심으로 상하로 회전하는 운동을 의미한다.
- [135] 다음으로, 요(yaw) 동작은 엔드 툴(100)이 연결부(310)의 연장 방향(도 7의 X축 방향)에 대해서 좌우 방향으로 회전하는 동작, 즉 도 7의 Z축을 중심으로 회전하는 동작을 의미한다. 다시 말하면, 연결부(310)의 연장 방향(도 7의 X축 방향)으로 연결부(310)로부터 연장 형성되어 있는 엔드 툴(100)이 연결부(310)에 대해 도 7의 Z축을 중심으로 좌우로 회전하는 운동을 의미한다. 즉, 엔드 툴(100)에 형성된 두 개의 조(jaw)(101)(102)가 Z축을 중심으로 서로 동일한 방향으로 회전하는 운동을 의미한다.
- [136] 한편, 액츄에이션(actuation) 동작은 엔드 툴(100)이 요(yaw) 동작과 동일한 회전축을 중심으로 회전하되, 두 개의 조(jaw)(101)(102)가 서로 반대 방향으로 회전하면서 조(jaw)가 오므라들거나 벌어지는 동작을 의미한다. 즉, 엔드 툴(100)에 형성된 두 개의 조(jaw)(101)(102)가 도 7의 Z축을 중심으로 서로 반대 방향으로 회전하는 운동을 의미한다.
- [137] 이를 다른 관점에서 정의하면, 요 회전은 후술할 엔드 툴 조 폴리가 엔드 툴 조 폴리 회전축인 회전축(141)을 중심으로 자전(rotation)하는 동작이고, 피치 회전은 엔드 툴 조 폴리가 엔드 툴 피치 회전축인 회전축(143)을 중심으로 공전(revolution)하는 동작이라고 정의할 수도 있다.
- [138] 동력 전달부(300)는 구동부(200)와 엔드 툴(100)을 연결하여, 구동부(200)의 구동력을 엔드 툴(100)에 전달하는 역할을 수행하며, 다수 개의 와이어, 폴리, 링크, 마디, 기어 등을 포함할 수 있다.
- [139] 이하에서는 도 6의 수술용 인스트루먼트(30)의 엔드 툴(100), 구동부(200), 동력 전달부(300) 등에 대해 더욱 상세히 설명하도록 한다.
- [140]
- [141] (동력 전달부)
- [142] 이하에서는 도 6의 수술용 인스트루먼트(30)의 동력 전달부(300)에 대해 더욱 상세히 설명하도록 한다.

- [143] 도 7 내지 도 10, 도 15 내지 도 21, 도 23, 도 24를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)의 동력 전달부(300)는 와이어(301), 와이어(302), 와이어(303), 와이어(304), 와이어(305), 와이어(306)를 포함할 수 있다.
- [144] 여기서, 와이어(301)와 와이어(305)는 한 쌍을 이루어 제1 조 와이어로서 역할을 수행할 수 있다. 와이어(302)와 와이어(306)는 한 쌍을 이루어 제2 조 와이어로서 역할을 수행할 수 있다. 여기서, 제1 조 와이어인 와이어(301), 와이어(305)와, 제2 조 와이어인 와이어(302), 와이어(306)를 포괄하는 구성요소를 조 와이어(jaw wire)라고 지칭할 수 있다.
- [145] 그리고, 와이어(303)와 와이어(304)는 한 쌍을 이루어 피치 와이어(pitch wire)로서 역할을 수행할 수 있다.
- [146] 여기서, 도면에는 한 쌍의 와이어들은 제1 조(101)의 회전 운동과 연관되고, 한 쌍의 와이어들은 제2 조(102)의 회전 운동과 연관되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 한 쌍의 와이어들은 요(yaw) 운동과 연관되고, 한 쌍의 와이어들은 액추에이션(actuation) 운동과 연관될 수도 있다.
- [147] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)의 동력 전달부(300)는, 와이어와 풀리를 결합시키기 위해 각 와이어의 각 단부에 결합되는 체결 부재(321), 체결 부재(326) 등을 포함할 수 있다. 여기서, 각 체결 부재들은 볼(ball) 형태, 튜브(tube) 형태 등 필요에 따라 다양한 형태일 수 있다.
- [148] 여기서, 피치 와이어 체결 부재인 체결 부재(321)는 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)의 엔드 툴(100) 측 단부에 결합되어, 피치 와이어-엔드 툴 체결 부재의 역할을 수행할 수 있다. 한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)의 구동부(200) 측 단부에는 피치 와이어-구동부 체결 부재(미도시)가 결합될 수 있다.
- [149] 한편, 제2 조 와이어 체결 부재인 체결 부재(326)는 제2 조 와이어인 와이어(302) 및 와이어(306)의 엔드 툴(100) 측 단부에 결합되어, 제2 조 와이어-엔드 툴 체결 부재의 역할을 수행할 수 있다. 한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 제2 조 와이어인 와이어(302) 및 와이어(306)의 구동부(200) 측 단부에는 제2 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)가 결합될 수 있다.
- [150] 한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 체결 부재(326)와 동일한 형상의 체결 부재(미도시)가 제1 조 와이어인 와이어(301) 및 와이어(305)의 엔드 툴(100) 측 단부에 결합되어, 제1 조 와이어-엔드 툴 체결 부재의 역할을 수행할 수 있다.
- [151] 한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 제1 조 와이어인 와이어(301) 및 와이어(305)의 구동부(200) 측 단부에는 제1 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)가 결합될 수 있다.
- [152] 여기서는, 각 체결 부재들이 동력 전달부(300)에 포함되는 것으로 분류하였으나, 엔드 툴(100) 측의 체결 부재는 엔드 툴(100)에 포함되고, 구동부(200) 측의 체결 부재는 구동부(200)에 포함되는 것으로 분류할 수도 있다.

- [153] 와이어들과 체결 부재들 및 각 풀리 간의 결합관계를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [154] 먼저, 제2 조 와이어인 와이어(302)와 와이어(306)는 하나의 단일 와이어일 수 있다. 단일 와이어인 제2 조 와이어의 중간 지점에 제2 조 와이어-엔드 툴 체결 부재인 체결 부재(326)를 끼우고, 이 체결 부재(326)를 가압(crimping)하여 고정시킨 후에, 체결 부재(326)를 중심으로 제2 조 와이어의 양 가닥을 각각 와이어(302)와 와이어(306)라고 지칭할 수 있다.
- [155] 또는 제2 조 와이어인 와이어(302)와 와이어(306)는 각각 별도의 와이어로 형성되고, 체결 부재(326)에 의해 와이어(302)와 와이어(306)가 연결될 수도 있다.
- [156] 그리고, 이 체결 부재(326)가 풀리(121)에 결합됨으로써, 와이어(302) 및 와이어(306)가 풀리(121)와 고정 결합될 수 있다. 이에 의해, 와이어(302) 및 와이어(306)가 당기고 풀림에 따라 풀리(121)가 회전할 수 있게 되는 것이다.
- [157] 한편, 와이어(302) 및 와이어(306)에서 체결 부재(326)가 체결된 곳의 반대쪽 단부는 제2 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)가 결합될 수 있다. 즉, 와이어(302) 및 와이어(306)의 반대쪽 단부를 제2 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)에 끼우고, 이 체결 부재(미도시)를 가압(crimping)하여 와이어(302) 및 와이어(306)와 제2 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)를 각각 고정시킬 수 있다.
- [158] 그리고, 와이어(302) 및 와이어(306)와 결합된 제2 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)가 풀리(221) 및 풀리(222)에 각각 결합됨으로써, 와이어(302) 및 와이어(306)가 풀리(221) 및 풀리(222)와 각각 고정 결합될 수 있다. 결과적으로, 풀리(221) 및 풀리(222)가 모터팩(500)(또는 인력(人力))에 의해 회전하면, 와이어(302) 및 와이어(306)가 당기고 풀려지면서 엔드 툴(100)의 풀리(121)가 회전할 수 있게 되는 것이다.
- [159] 여기서, 구동부 제2 조 풀리가 풀리(221)와 풀리(222)의 두 개의 풀리를 포함하고, 따라서 제2 조 와이어-구동부 체결 부재도 두 개의 체결 부재를 포함할 수 있다. 또는, 구동부 제2 조 풀리가 하나의 풀리를 포함하고, 제2 조 와이어-구동부 체결 부재도 하나의 체결 부재를 포함하며, 와이어(302) 및 와이어(306)가 하나의 체결 부재에 결합되어, 하나의 구동부 제2 조 풀리에 결합될 수도 있을 것이다.
- [160] 이와 동일한 방법으로, 제1 조 와이어인 와이어(301)와 와이어(305)는 각각 제1 조 와이어-엔드 툴 체결 부재(미도시) 및 제1 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)와 결합된다. 그리고, 제1 조 와이어-엔드 툴 체결 부재(미도시)는 풀리(111)와 결합하고, 제1 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)는 풀리(211) 및 풀리(212)와 결합한다. 결과적으로, 풀리(211) 및 풀리(212)가 모터팩(500)(또는 인력(人力))에 의해 회전하면, 와이어(301) 및 와이어(305)가 당기고 풀려지면서 엔드 툴(100)의 풀리(111)가 회전할 수 있게 되는 것이다.
- [161] 이와 동일한 방법으로, 피치 와이어인 와이어(303)와 와이어(304)의 일 단부는 각각 피치 와이어-엔드 툴 체결 부재인 체결 부재(321)와 결합하고, 와이어(303)와 와이어(304)의 타 단부는 피치 와이어-구동부 체결 부재(미도시)와 결합된다.

그리고, 체결 부재(321)는 폴리(131)와 결합하고, 피치 와이어-구동부 체결 부재(미도시)는 폴리(231)와 결합한다. 결과적으로, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 모터팩(500)(또는 인력(人力))에 의해 회전하면, 와이어(303) 및 와이어(304)가 당기고 풀려지면서 엔드 툴(100)의 폴리(131)가 회전할 수 있게 되는 것이다.

[162] 결과적으로, 제1 조 와이어의 양 가닥인 와이어(301)와 와이어(305)는 제1 조 와이어-엔드 툴 체결 부재인 체결 부재(323) 및 제1 조 와이어-구동부 체결 부재(미도시)와 결합하여, 전체적으로 폐루프(closed loop)를 이루도록 형성될 수 있다. 마찬가지로, 제2 조 와이어 및 피치 와이어도 각각 폐루프(closed loop)를 이루도록 형성될 수 있다.

[163]

[164] (엔드 툴)

[165] 이하에서는 도 6의 수술용 인스트루먼트(30)의 엔드 툴(100)에 대해 더욱 상세히 설명하도록 한다.

[166] 도 7 및 도 8은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴의 사시도이다. 도 9 및 도 10은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴의 평면도이다. 여기서 도 7은 엔드 툴 허브(106) 및 피치 허브(107)가 결합된 상태를 도시하고, 도 8은 엔드 툴 허브(106) 및 피치 허브(107)가 제거된 상태를 도시한다.

[167] 도 7 내지 도 10을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 엔드 툴(end tool)(100)은 그립(grip) 동작을 수행하기 위한 한 쌍의 조(jaw), 즉, 제1 조(101)와 제2 조(102)를 구비한다. 여기서, 제1 조(101)와 제2 조(102) 각각, 또는 제1 조(101)와 제2 조(102)를 포괄하는 구성요소를 조(jaw)(103)라고 지칭할 수 있다.

[168] 또한, 엔드 툴(100)은 제1 조(jaw)(101)의 회전 운동과 관련된 폴리(111), 폴리(112), 폴리(113), 폴리(114), 폴리(115) 및 폴리(116)를 포함할 수 있다. 또한, 제2 조(jaw)(102)의 회전 운동과 관련된 폴리(121), 폴리(122), 폴리(123), 폴리(124), 폴리(125), 폴리(126)를 포함할 수 있다.

[169] 여기서, 도면에는 한 그룹의 폴리들은 제1 조(101)의 회전 운동과 연관되고, 한 그룹의 폴리들은 제2 조(102)의 회전 운동과 연관되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 엔드 툴 내의 한 그룹의 폴리들은 요(yaw) 운동과 연관되고, 한 그룹의 폴리들은 액추에이션(actuation) 운동과 연관될 수도 있다. 여기서, 상술한 폴리들을 포함하여, 엔드 툴(100) 내에 포함된 폴리들을 통칭하여 엔드 툴 폴리라고 할 수도 있다.

[170] 여기서, 도면에는 마주보고 있는 폴리들이 서로 평행하게 형성되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 각각의 폴리들이 엔드 툴의 구성에 적합한 위치 및 크기로 다양하게 형성될 수 있다 할 것이다.

[171] 또한, 본 발명의 제1 실시예에 따른 엔드 툴(end tool)(100)은 엔드 툴 허브(106)와 피치 허브(107)를 포함할 수 있다.

[172] 엔드 툴 허브(106)는 후술할 회전축(141) 및 회전축(142)이 관통 삽입되며, 또한 회전축(141)에 축결합된 제1 조(101)와 제2 조(102)의 적어도 일부를 내부에 수

용할 수 있다. 또한 엔드 툴 허브(106)는 회전축(142)에 축결합된 폴리(112), 폴리(122)의 적어도 일부를 내부에 수용할 수 있다.

- [173] 또한, 엔드 툴 허브(106)의 일 단부에는 엔드 툴 피치 폴리의 역할을 수행하는 폴리(131)가 형성될 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이 폴리(131)가 엔드 툴 허브(106)와 별도의 부재로 형성되어 엔드 툴 허브(106)와 결합할 수 있다. 또는, 도면에는 도시되지 않았지만 폴리(131)가 엔드 툴 허브(106)와 일체(one-body)로 형성될 수 있다. 즉, 엔드 툴 허브(106)의 일 단부가 폴리처럼 원판 형상 내지는 반원 형상으로 형성되고, 그 외주면에 와이어가 감길 수 있는 그루브가 형성될 수도 있다. 상술한 와이어(303) 및 와이어(304)가 엔드 툴 피치 폴리의 역할을 수행하는 폴리(131)에 결합되고, 이 폴리(131)가 회전축(143)을 중심으로 회전하면서 피치 동작을 수행하게 된다.
- [174] 피치 허브(107)는 후술할 회전축(143) 및 회전축(144)이 관통 삽입되며, 회전축(143)에 의해 엔드 툴 허브(106) 및 폴리(131)와 축결합할 수 있다. 따라서 회전축(143)을 중심으로 엔드 툴 허브(106) 및 (이와 결합된) 엔드 툴 피치 폴리인 폴리(131)가 피치 허브(107)에 대해 회전 가능하도록 형성될 수 있다.
- [175] 또한 피치 허브(107)는 회전축(143)에 축결합된 폴리(113), 폴리(114), 폴리(123), 폴리(124)의 적어도 일부를 내부에 수용할 수 있다. 또한 피치 허브(107)는 회전축(144)에 축결합된 폴리(115), 폴리(116), 폴리(125), 폴리(126)의 적어도 일부를 내부에 수용할 수 있다.
- [176] 또한, 본 발명의 제1 실시예에 따른 엔드 툴(100)은 회전축(141), 회전축(142), 회전축(143), 회전축(144)을 포함할 수 있다. 상술한 바와 같이, 회전축(141)과 회전축(142)은 엔드 툴 허브(106)에 관통 삽입되고, 회전축(143)과 회전축(144)은 피치 허브(107)에 관통 삽입될 수 있다.
- [177] 회전축(141), 회전축(142), 회전축(143), 회전축(144)은 엔드 툴(100)의 원위부(distal end)(104)로부터 근위부(proximal end)(105) 방향으로 오면서 차례로 배치될 수 있다. 이에 따라, 원위부(104)부터 차례대로, 회전축(141)은 1번핀, 회전축(142)은 2번핀, 회전축(143)은 3번핀, 회전축(144)은 4번핀으로 지칭될 수도 있다.
- [178] 여기서, 회전축(141)은 엔드 툴 조 폴리 회전축으로서 기능하고, 회전축(142)은 엔드 툴 조 보조 폴리 회전축으로서 기능하고, 회전축(143)은 엔드 툴 피치 회전축으로서 기능하고, 회전축(144)은 엔드 툴(100)의 엔드 툴 피치 보조 회전축으로서 기능할 수 있다.
- [179] 이러한 각각의 회전축들(141)(142)(143)(144)에는 하나 이상의 폴리들이 끼워질 수 있으며, 이에 대해서는 이하에서 상세히 설명하도록 한다.
- [180] 도 7, 도 8을 참조하면, 폴리(111)는 엔드 툴 제1 조 폴리로서 기능하고, 폴리(121)는 엔드 툴 제2 조 폴리로서 기능하며, 이 두 구성요소를 통칭하여 엔드 툴 조 폴리라고 할 수도 있다.
- [181] 엔드 툴 조 폴리인 폴리(111) 및 폴리(121)는 서로 마주보도록 형성되며, 엔드 툴 조 폴리 회전축인 회전축(141)을 중심으로 서로 독립적으로 회전가능하도록

형성된다. 여기서 도면에는 폴리(111) 및 폴리(121)가 하나의 회전축(141)을 중심으로 회전하는 것으로 형성되어 있으나, 각각의 조 폴리(111)가 별도의 축을 중심으로 회전가능하도록 형성될 수 있음은 물론이다. 여기서, 폴리(111)에는 제1 조(jaw)(101)가 고정 결합되어서 폴리(111)와 함께 회전하며, 폴리(121)에는 제2 조(jaw)(102)가 고정 결합되어서 폴리(121)와 함께 회전할 수 있다.

[182] 폴리(111) 및 폴리(121)의 회전에 따라 엔드 툴(end tool)(100)의 요 동작 및 액츄에이션 동작이 수행된다. 즉, 폴리(111) 및 폴리(121)가 회전축(141)을 중심으로 같은 방향으로 회전하면 요 동작이 수행되는 것이고, 폴리(111) 및 폴리(121)가 회전축(141)을 중심으로 서로 반대 방향으로 회전하면 액츄에이션 동작이 수행되는 것이다.

[183] 여기서, 제1 조(jaw)(101)와 폴리(111)는 별도의 부재로 형성되어 서로 결합될 수도 있고, 또는 제1 조(jaw)(101)와 폴리(111)가 일체(one-body)로 형성될 수도 있다. 마찬가지로 제2 조(jaw)(102)와 폴리(121)는 별도의 부재로 형성되어 서로 결합될 수도 있고, 또는 제2 조(jaw)(102)와 폴리(121)가 일체(one-body)로 형성될 수도 있다.

[184] 폴리(112)는 엔드 툴 제1 조 보조 폴리로서 기능하고, 폴리(122)는 엔드 툴 제2 조 보조 폴리로서 기능하며, 이 두 구성요소를 통칭하여 엔드 툴 조 보조 폴리라고 할 수도 있다.

[185] 상세히, 엔드 툴 조 보조 폴리인 폴리(112) 및 폴리(122)는 폴리(111) 및 폴리(121)의 일 측에 추가로 구비될 수 있다, 다시 말하면, 보조 폴리인 폴리(112)는 폴리(111)와 폴리(113)/폴리(114)의 사이에 배치될 수 있다. 또한, 보조 폴리인 폴리(122)는 폴리(121)와 폴리(123)/폴리(124)의 사이에 배치될 수 있다. 폴리(112)와 폴리(122)는 회전축(142)을 중심으로 서로 독립적으로 회전 가능하도록 형성될 수 있다.

[186] 도 7을 참조하면, 폴리(112) 및 폴리(122)가 하나의 회전축(142)을 중심으로 회전하는 것으로 형성되어 있으나, 폴리(112)와 폴리(122) 각각이 별도의 축을 중심으로 회전가능하도록 형성될 수 있음은 물론이다. 이와 같은 보조 폴리에 대해서는 뒤에서 보다 상세히 설명하도록 한다.

[187] 폴리(113)와 폴리(114)는 엔드 툴 제1 조 피치 메인 폴리로서 기능하고, 폴리(123)와 폴리(124)는 엔드 툴 제2 조 피치 메인 폴리로서 기능하며, 이 두 구성요소를 통칭하여 엔드 툴 조 피치 메인 폴리라고 할 수도 있다.

[188] 폴리(115)와 폴리(116)는 엔드 툴 제1 조 피치 서브 폴리로서 기능하고, 폴리(125)와 폴리(126)는 엔드 툴 제2 조 피치 서브 폴리로서 기능하며, 이 두 구성요소를 통칭하여 엔드 툴 조 피치 서브 폴리라고 할 수도 있다.

[189]

[190] 이하에서는 폴리(111)의 회전과 관련된 구성 요소들을 설명한다.

[191] 폴리(113)와 폴리(114)는 엔드 툴 제1 조 피치 메인 폴리로서 기능한다. 즉, 제1 조(101)의 피치 동작의 메인 회전 폴리로서 기능한다. 여기서 폴리(113)에는 제1

조 와이어인 와이어(301)가 감기고, 폴리(114)에는 제1 조 와이어인 와이어(305)가 감긴다.

[192] 폴리(115)와 폴리(116)는 엔드 톨 제1 조 서브 폴리로서 기능한다. 즉, 제1 조 (101)의 피치 동작의 서브 회전 폴리로서 기능한다. 여기서 폴리(115)에는 제1 조 와이어인 와이어(301)가 감기고, 폴리(116)에는 제1 조 와이어인 와이어(305)가 감긴다.

[193] 여기서, 폴리(111) 및 폴리(112)의 일 측에는, 서로 마주보도록 폴리(113) 및 폴리(114)가 배치된다. 여기서, 폴리(113) 및 폴리(114)는 엔드 톨 피치 회전축인 회전축(143)을 중심으로 서로 독립적으로 회전가능하도록 형성된다. 또한, 폴리(113) 및 폴리(114) 각각의 일 측에는, 서로 마주보도록 폴리(115) 및 폴리(116)가 배치된다. 여기서, 폴리(115) 및 폴리(116)는 엔드 톨 피치 보조 회전축인 회전축(144)을 중심으로 서로 독립적으로 회전가능하도록 형성된다.

[194] 도 7, 도 8을 참조하면, 폴리(113), 폴리(115), 폴리(114) 및 폴리(116)가 모두 Y축 방향을 중심으로 회전가능하도록 형성되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 각 폴리의 회전축들은 그 구성에 적절하도록 다양한 방향으로 형성될 수 있을 것이다.

[195] 제1 조 와이어인 와이어(301)는 폴리(115), 폴리(113), 폴리(111)와 적어도 일부가 접촉하도록 차례로 감긴다. 그리고, 체결 부재(도면 미도시)에 의해 와이어(301)와 연결된 와이어(305)는 폴리(111), 폴리(112), 폴리(114), 폴리(116)와 적어도 일부가 접촉하도록 차례로 감긴다.

[196] 이를 다른 관점에서 설명하면, 제1 조 와이어인 와이어(301)와 와이어(305)는 폴리(115), 폴리(113), 폴리(111), 폴리(112), 폴리(114), 폴리(116)와 적어도 일부가 접촉하도록 차례로 감기며, 와이어(301)와 와이어(305)는 상기 폴리들을 회전시키면서 상기 폴리들을 따라서 이동할 수 있도록 형성된다.

[197] 따라서, 와이어(301)가 도 9의 화살표 301 쪽으로 당겨지면, 와이어(301)가 결합된 체결 부재(미도시) 및 이와 결합된 폴리(111)가 도 9의 화살표 L 방향으로 회전하게 된다. 반대로, 와이어(305)가 도 9의 화살표 305 쪽으로 당겨지면, 와이어(305)가 결합된 체결 부재(미도시) 및 이와 결합된 폴리(111)가 도 9의 화살표 R 방향으로 회전하게 된다.

[198] 이하에서는 보조 폴리의 역할을 수행하는 폴리(112)와 폴리(122)에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.

[199] 폴리(112)와 폴리(122)는 제1 조 와이어인 와이어(305) 및 제2 조 와이어인 와이어(302)와 접촉하여 와이어(305) 및 와이어(302)의 배치 경로를 일정 정도 변경해 줌으로써, 제1 조(101) 및 제2 조(102) 각각의 회전 각도를 확대시키는 역할을 수행할 수 있다.

[200] 즉, 보조 폴리가 배치되지 않을 경우, 제1 조 및 제2 조 각각은 직각까지만 회전할 수 있었으나, 본 발명의 일 실시예에서는 보조 폴리인 폴리(112)와 폴리(122)를 추가로 구비함으로써, 도 10에서 보았을 때 추가적인 각도( $\theta$ )만큼 최대 회전

각도가 커지는 효과를 얻을 수 있다. 이는 엔드 툴(120)의 두 조가 L 방향으로  $90^\circ$ 만큼 함께 요 회전한 상태에서, 액츄에이션 동작을 위해 두 조가 벌어져야 하는 동작을 가능하게 해준다. 이는, 제2 조(102)가 도 10에서처럼 추가적인 각도( $\theta$ )만큼 회전할 수 있기 때문이다. 마찬가지로, 두 조가 R 방향으로 요 회전한 상태에서 액츄에이션 동작이 가능하다. 다시 말하면, 폴리(112)와 폴리(122)를 통해, 액츄에이션 동작이 가능한 요 회전의 범위를 확대할 수 있는 특징을 가진다.

[201] 이를 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.

[202] 보조 폴리가 배치되지 않을 경우, 제1 조 와이어는 엔드 툴 제1 조 폴리에 고정 결합되어 있고, 제2 조 와이어는 엔드 툴 제2 조 폴리에 고정 결합되어 있기 때문에, 엔드 툴 제1 조 폴리와 엔드 툴 제2 조 폴리 각각은  $90^\circ$ 까지만 회전할 수 있다. 이 경우, 제1 조 및 제2 조가  $90^\circ$ 라인에 위치한 상태에서 액츄에이션 동작을 수행하게 되면, 제1 조는 벌어질 수 있지만, 제2 조는  $90^\circ$ 이상으로는 회전할 수 없다. 따라서 제1 조 및 제2 조가 일정 각도 이상 요 동작을 수행하고 있는 상태에서는, 액츄에이션 동작이 원활하게 수행되지 못하는 문제점이 존재하였다.

[203] 이와 같은 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 수술용 인스트루먼트(30)의 경우, 폴리(111) 및 폴리(121)의 일 측에 보조 폴리인 폴리(112) 및 폴리(122)를 추가로 배치한다. 이와 같이 폴리(112) 및 폴리(122)를 배치하여, 제1 조 와이어인 와이어(305) 및 제2 조 와이어인 와이어(302)의 배치 경로를 일정 정도 변경해줌으로써, 와이어(305) 및 와이어(302)의 접선 방향을 변경시키고, 따라서 와이어(302)와 폴리(121)를 결합시키는 체결 부재(326)가 도 10의 N 라인까지 회전할 수 있도록 하는 것이다. 즉, 와이어(302)와 폴리(121)의 결합부인 체결 부재(326)는 폴리(121)와 폴리(122)의 공통 내접선 상에 위치할 때까지 회전 가능하게 된다. 마찬가지로, 와이어(305)와 폴리(111)의 결합부인 체결 부재는 폴리(111)와 폴리(112)의 공통 내접선 상에 위치할 때까지 회전 가능하게 되어, L 방향으로 회전 범위가 확대될 수 있다.

[204] 다시 말하면, 폴리(112)에 의해, 폴리(111)에 감긴 제1 조 와이어의 두 가닥인 와이어(301) 및 와이어(305)는, Y축에 수직이고 X축을 지나는 평면을 기준으로 어느 일 측에 배치된다. 동시에, 폴리(122)에 의해, 폴리(121)에 감긴 제2 조 와이어의 두 가닥인 와이어(302) 및 와이어(306)는, Y축에 수직이고 X축을 지나는 평면을 기준으로 다른 일 측에 배치된다.

[205] 다시 말하면, 폴리(113) 및 폴리(114)는 Y축에 수직이고 X축을 지나는 평면을 기준으로 어느 일 측에 배치되고, 폴리(123) 및 폴리(124)는 Y축에 수직이고 X축을 지나는 평면을 기준으로 다른 타 측에 배치된다.

[206] 다시 말하면, 와이어(305)는 폴리(111)와 폴리(112)의 내접선상에 위치하며, 폴리(112)에 의해 폴리(111)의 회전 각도가 확장된다. 또한, 와이어(302)는 폴리(121)와 폴리(122)의 내접선상에 위치하며, 폴리(122)에 의해 폴리(121)의 회전 각도가 확장된다.

- [207] 이와 같은 본 발명에 의해서, 조(101) 및 조(102)의 회전 반경이 넓어짐으로써, 정상적인 개폐 액츄에이션 동작이 수행될 수 있는 요 동작 범위가 넓어지는 효과를 얻을 수 있다.
- [208]
- [209] 다음으로, 폴리(121)의 회전과 관련된 구성 요소들을 설명한다.
- [210] 폴리(123)와 폴리(124)는 엔드 톨 제2 조 피치 메인 폴리로서 기능한다. 즉, 제2 조(102)의 피치 동작의 메인 회전 폴리로서 기능한다. 여기서 폴리(123)에는 제2 조 와이어인 와이어(306)가 감기고, 폴리(124)에는 제2 조 와이어인 와이어(302)가 감긴다.
- [211] 폴리(125)와 폴리(126)는 엔드 톨 제2 조 서브 폴리로서 기능한다. 즉, 제2 조(102)의 피치 동작의 서브 회전 폴리로서 기능한다. 여기서 폴리(125)에는 제2 조 와이어인 와이어(306)가 감기고, 폴리(126)에는 제2 조 와이어인 와이어(302)가 감긴다.
- [212] 폴리(121)의 일 측에는, 서로 마주보도록 폴리(123) 및 폴리(124)가 배치된다. 여기서, 폴리(123) 및 폴리(124)는 엔드 톨 피치 회전축인 회전축(143)을 중심으로 서로 독립적으로 회전 가능하도록 형성된다. 또한, 폴리(123) 및 폴리(124) 각각의 일 측에는, 서로 마주보도록 폴리(125) 및 폴리(126)가 배치된다. 여기서, 폴리(125) 및 폴리(126)는 엔드 톨 피치 보조 회전축인 회전축(144)을 중심으로 서로 독립적으로 회전가능하도록 형성된다. 여기서, 도면에는 폴리(123), 폴리(125), 폴리(124) 및 폴리(126)가 모두 Y축 방향을 중심으로 회전가능하도록 형성되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 각 폴리의 회전축들은 그 구성에 적절하도록 다양한 방향으로 형성될 수 있을 것이다.
- [213] 제2 조 와이어인 와이어(306)는 폴리(125), 폴리(123), 폴리(121)와 적어도 일부가 접촉하도록 차례로 감긴다. 그리고, 체결 부재(326)에 의해 와이어(306)와 연결된 와이어(302)는 폴리(121), 폴리(122), 폴리(124), 폴리(126)와 적어도 일부가 접촉하도록 차례로 감긴다.
- [214] 이를 다른 관점에서 설명하면, 제2 조 와이어인 와이어(306)와 와이어(302)는 폴리(125), 폴리(123), 폴리(121), 폴리(122), 폴리(124), 폴리(126)와 적어도 일부가 접촉하도록 차례로 감기며, 와이어(306)와 와이어(302)는 상기 폴리들을 회전시키면서 상기 폴리들을 따라서 이동할 수 있도록 형성된다.
- [215] 따라서, 와이어(306)가 도 9의 화살표 306 쪽으로 당겨지면, 와이어(306)가 결합된 체결 부재(326) 및 이와 결합된 폴리(121)가 도 9의 화살표 R 방향으로 회전하게 된다. 반대로, 와이어(302)가 도 9의 화살표 302 쪽으로 당겨지면, 와이어(302)가 결합된 체결 부재(326) 및 이와 결합된 폴리(121)가 도 9의 화살표 L 방향으로 회전하게 된다.
- [216]
- [217] 이하에서는 본 발명의 피치 운동에 대해 보다 상세히 설명한다.

- [218] 먼저, 피치 운동을 위해 엔드 툴(100) 측에는 엔드 툴 조 피치 메인 폴리인 폴리(113), 폴리(114), 폴리(123) 및 폴리(124)가 회전축(143)을 중심으로 회전 가능하도록 형성된다. 한편, 엔드 툴 조 피치 메인 폴리의 근위부(proximal end)(105) 방향에는, 엔드 툴 조 피치 서브 폴리인 폴리(115), 폴리(116), 폴리(125) 및 폴리(126)가 회전축(144)을 중심으로 회전 가능하도록 형성된다.
- [219] 그리고, 회전축(141)에 수직이고 회전축(143)을 포함하는 일 평면(즉, XY 평면)을 기준으로, 제1 조 와이어의 두 가닥인 와이어(301)와 와이어(305)는 XY 평면을 기준으로 동일한 측에 위치한다. 즉, 와이어(301)와 와이어(305)는 엔드 툴 조 피치 메인 폴리인 폴리(113), 폴리(114)의 하측(도 8 기준)과, 엔드 툴 조 피치 서브 폴리인 폴리(115), 폴리(116)의 상측(도 8 기준)을 지나도록 형성된다.
- [220] 마찬가지로, 제2 조 와이어의 두 가닥인 와이어(302)와 와이어(306)는 XY 평면을 기준으로 동일한 측에 위치한다. 즉, 와이어(302)와 와이어(306)는 엔드 툴 조 피치 메인 폴리인 폴리(123), 폴리(124)의 상측(도 8 기준)과, 엔드 툴 조 피치 서브 폴리인 폴리(125), 폴리(126)의 하측(도 8 기준)을 지나도록 형성된다.
- [221] 그리고, 제1 조 와이어의 두 가닥인 와이어(301)와 와이어(305)에 있어서, 와이어(301)는 도 9의 화살표 301 쪽으로 당겨지고, 동시에 와이어(305)는 도 9의 화살표 305 쪽으로 당겨지면(즉 제1 조 와이어의 양 가닥이 같은 방향으로 당겨지면), 도 7과 같이 와이어(301) 및 와이어(305)는 엔드 툴 피치 회전축인 회전축(143)을 중심으로 회전할 수 있는 폴리(113)와 폴리(114)의 아래쪽으로 감겨 있기 때문에, 와이어(301) 및 와이어(305)가 고정 결합되어 있는 폴리(111) 및, 이 폴리(111)가 결합된 엔드 툴 허브(106)가 전체적으로 회전축(143)을 중심으로 반시계 방향으로 함께 회전하게 되어, 결과적으로 엔드 툴(100)이 아래쪽으로 회전하면서 피치 운동을 수행하게 된다. 이 때, 제2 조(102) 및 이에 고정 결합된 와이어(302)와 와이어(306)는, 회전축(143)을 중심으로 회전할 수 있는 폴리(123)와 폴리(124)의 위쪽으로 감겨 있기 때문에, 와이어(302) 및 와이어(306)는 도 9의 각각 화살표 302, 306의 반대방향으로 풀어지게 된다.
- [222] 반대로, 제2 조 와이어의 두 가닥인 와이어(302)와 와이어(306)에 있어서, 와이어(302)는 도 9의 화살표 302 쪽으로 당겨지고, 동시에 와이어(306)는 도 9의 화살표 306 쪽으로 당겨지면(즉 제2 조 와이어의 양 가닥이 같은 방향으로 당겨지면), 도 7과 같이 와이어(302) 및 와이어(306)는 엔드 툴 피치 회전축인 회전축(143)을 중심으로 회전할 수 있는 폴리(123)와 폴리(124)의 위쪽으로 감겨 있기 때문에, 와이어(302) 및 와이어(306)가 고정 결합되어 있는 폴리(121) 및, 이 폴리(121)가 결합된 엔드 툴 허브(106)가 전체적으로 회전축(143)을 중심으로 시계 방향으로 함께 회전하게 되어, 결과적으로 엔드 툴(100)이 위쪽으로 회전하면서 피치 운동을 수행하게 된다. 이 때, 제1 조(101) 및 이에 고정 결합된 와이어(301)와 와이어(305)는, 회전축(143)을 중심으로 회전할 수 있는 폴리(113)와 폴리(114)의 아래쪽으로 감겨 있기 때문에, 와이어(302) 및 와이어(306)는 도 9의 각각 301, 305의 반대방향으로 이동하게 된다.

- [223] 이를 다른 관점에서 말하면, 엔드 툴(100)의 피치 회전 시에, 각 조 와이어의 양가닥은 동일한 방향으로 동시에 이동한다고 표현할 수도 있을 것이다.
- [224] 한편, 본 발명의 수술용 인스트루먼트(30)의 엔드 툴(100)은 엔드 툴 피치 폴리인 폴리(131)를 더 구비하고, 구동부(200)는 구동부 피치 폴리인 폴리(231)를 더 구비하며, 동력 전달부(300)는 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)를 더 구비할 수 있다. 상세히, 엔드 툴(100)의 폴리(131)는 엔드 툴 피치 회전축인 회전축(143)을 중심으로 회전 가능하며, 엔드 툴 허브(106)와 일체로(또는 엔드 툴 허브(106)에 고정 결합되도록) 형성될 수 있다. 또한, 와이어(303) 및 와이어(304)는 엔드 툴(100)의 폴리(131)와 구동부(200)의 폴리(231)를 연결하는 역할을 수행할 수 있다.
- [225] 따라서 구동부(200)의 폴리(231)가 회전하면, 폴리(231)의 회전은 와이어(303) 및 와이어(304)를 통해 엔드 툴(100)의 폴리(131)로 전달되어 폴리(131)도 함께 회전하게 되고, 결과적으로 엔드 툴(100)이 회전하면서 피치 운동을 수행하게 되는 것이다.
- [226] 즉, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)는 피치 운동을 위한 동력 전달을 위해 엔드 툴(100)의 폴리(131), 구동부(200)의 폴리(231) 및 동력 전달부(300)의 와이어(303) 및 와이어(304)를 구비하여, 구동부(200)의 피치 동작의 구동력이 보다 완벽하게 엔드 툴(100)에 전달되도록 함으로써, 동작 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [227] 여기서, 엔드 툴 조 피치 메인 폴리인 폴리(113), 폴리(114), 폴리(123) 및 폴리(124)의 직경과, 엔드 툴 피치 폴리인 폴리(131)의 직경은 서로 동일할 수도 있고, 또는 서로 상이할 수도 있다. 이때, 엔드 툴 조 피치 메인 폴리의 직경 대 엔드 툴 피치 폴리의 직경의 비율은, 후술할 구동부(200)의 구동부 중개 폴리의 직경 대 구동부 피치 폴리의 직경의 비율과 동일할 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 상세히 설명하기로 한다.
- [228]
- [229] (구동부)
- [230] 이하에서는 도 6의 수술용 인스트루먼트(30)의 구동부(200)에 대해 더욱 상세히 설명하도록 한다.
- [231] 도 15 내지 도 24를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)의 구동부(200)는 제1 조(jaw)(101)의 회전 운동과 관련된 폴리(211), 폴리(212)를 포함할 수 있다. 또한 제2 조(jaw)(102)의 회전 운동과 관련된 폴리(221), 폴리(222)를 포함할 수 있다.
- [232] 도 21을 참조하면, 마주보는 폴리들이 서로 평행하게 배치되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 각각의 폴리들이 구동부(200)의 구성에 적합한 위치 및 크기로 다양하게 형성될 수 있다 할 것이다.
- [233] 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)의 구동부(200)는 구동부 피치 폴리의 역할을 수행하는 폴리(231)를 더 포함할 수 있다.

- [234] 본 발명의 제1실시에 따른 구동부(200)는 회전축(241), 회전축(242), 회전축(243)을 포함할 수 있다. 여기서 회전축(241)은 구동부 제1 조 회전축으로서 기능하고, 회전축(242)은 구동부 제2 조 회전축으로서 기능할 수 있다. 그리고, 회전축(243)은 구동부 피치 회전축으로서 기능할 수 있다. 이러한 각각의 회전축들(241)(242)(243)에는 적어도 하나 이상의 폴리들이 끼워질 수 있으며, 이에 대해서는 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.
- [235] 도 15 및 도 16을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 구동부(200)는 베이스 플레이트(205)를 포함할 수 있다. 베이스 플레이트(205)는 회전축(243)과 결합하여 회전축(243) 및 폴리(231)와 함께 회전한다. 베이스 플레이트(205)와 회전축(243)은 일체(one-body)로 형성될 수 있고, 서로 독립적으로 형성되며 결합될 수 있는 등 다양한 변형 실시가 가능하다.
- [236] 도 15 및 도 16을 참조하면, 베이스 플레이트(205) 상에는 구동부 제1 조 회전축인 회전축(241), 구동부 제2 조 회전축인 회전축(242)이 결합될 수 있다. 이로 인하여 베이스 플레이트(205)가 회전축(243)을 중심으로 회전 즉, 자전(rotation)하면, 회전축(241) 및 회전축(242)은 회전축(243)을 중심으로 공전(revolution)하게 된다.
- [237] 도 22는 도 15의 구동부를 도시한 저면 사시도이며, 베이스 플레이트(205)의 저면에는 피치 구동 모터(도 34의 553 참조)가 결합될 수 있는 결합홀(205a)이 홀부의 형상으로 적어도 하나 이상 형성될 수 있으며, 이로 인하여 베이스 플레이트(205)는 구동부(200)와 모터팩(500)을 연결하고, 구체적으로 피치 구동 모터 결합부로서 기능할 수 있다.
- [238] 도 22를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예의 구동부(200)는 모터 결합부(251), 모터 결합부(252)를 포함할 수 있다. 여기서, 모터 결합부(251)는 제1 조 구동 모터 결합부로서 기능하고, 모터 결합부(252)는 제2 조 구동 모터 결합부로서 기능할 수 있다.
- [239] 도 21 및 도 22를 참조하면, 모터 결합부(251)는 회전 가능한 평판 형태로 형성될 수 있고, 제1 조 구동 모터(도 34의 551 참조)가 결합될 수 있는 결합홀(251a)들이 적어도 하나 이상 형성될 수 있다. 모터 결합부(252)는 회전 가능한 평판 형태로 형성될 수 있고, 제2 조 구동 모터(도 34의 552 참조)가 결합될 수 있는 결합홀(252a)들이 적어도 하나 이상 형성될 수 있다.
- [240] 도 21 및 도 22를 참조하면, 결합홀들(205a)(251a)(252a)은 각각 2개씩 형성된다. 이로 인하여 베이스 플레이트(205), 모터 결합부(251), 모터 결합부(252)가 각각 피치 구동 모터(553), 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)와 결합된 상태에서 모터팩(500), 구체적으로 피치 구동 모터(553), 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)로부터 동력을 전달받을 수 있다.
- [241] 즉, 구동부(200)의 베이스 플레이트(205), 모터 결합부(251), 모터 결합부(252)는 각각의 로봇 암 유닛(21)(22)(23)에 배치되는 모터팩(500)의 구동에 의해 동력을 전달받고, 구동부(200)가 동작될 수 있다.

[242]

[243] 이하에서는 각 구성요소들에 대하여 보다 상세히 설명하도록 한다.

[244] 도 15 및 도 21을 참조하면, 폴리(211)와 폴리(212)는 구동부 제1 조 폴리로서 기능하고, 폴리(221)와 폴리(222)는 구동부 제2 조 폴리로서 기능하며, 이들 구성요소를 통칭하여 구동부 조 폴리라고 할 수 있다.

[245] 여기서, 도면에는 폴리(211)는 엔드 툴(100)의 제1 조(101)의 회전 운동과 연관되고, 폴리(221)는 엔드 툴(100)의 제2 조(102)의 회전 운동과 연관되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 구동부 내의 한 그룹의 폴리들은 요(yaw) 운동과 연관되고, 한 그룹의 폴리들은 액츄에이션(actuation) 운동과 연관될 수도 있다. 따라서, 폴리(211)와 폴리(212)를 통칭하여, 구동부 구동 폴리라고 할 수도 있다. 그리고, 이하 다른 폴리들도 한 그룹의 폴리들은 요(yaw) 운동과 연관되고, 한 그룹의 폴리들은 액츄에이션(actuation) 운동과 연관될 수도 있다.

[246] 도 15를 참조하면, 케이스(201)는 모터팩(500)과 마주보며 배치되는 것으로, 일측(도 15 기준 상측)은 인스트루먼트 케이스(40)와 연결될 수 있고, 이에 대항하는 타측(도 15 기준 하측)은 모터팩(500)과 연결될 수 있다.

[247] 케이스(201)의 내측에는 베이스 플레이트(205)가 배치될 수 있고, 케이스(201) 내에서 베이스 플레이트(205)는 회전축(243)을 기준으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전할 수 있다.

[248] 베이스 플레이트(205)의 제1 면 상에는 회전축(241), 회전축(242), 회전축(243)을 포함한 복수 개의 회전 축들이 형성될 수 있다. 또한, 베이스 플레이트(205)의 제1 면 상에는 복수 개의 중개 폴리(235)들이 형성되어, 연결부(310)를 통과하여 구동부(200)로 진입하는 와이어들(301)(302)(303)(304)(305)(306)을 폴리(231) 쪽으로 방향을 전환해주는 역할을 수행할 수 있다.

[249] 구체적으로 복수 개의 중개 폴리(235)는 회전축(243)과 나란한 방향으로 연장 형성되는 연결부(310)의 내부에서 연결부(310)의 길이 방향 중심축과 나란하게 이동하는 와이어들(301)(302)(303)(304)(305)(306)이 회전축(243)과 수직을 이루는 평면 상에 형성되는 폴리(231), 폴리(211), 폴리(212), 폴리(221), 폴리(222)로 유입될 수 있도록 경로를 안내할 수 있다.

[250] 복수 개의 중개 폴리(235)는 구동부 조 폴리인 폴리(211), 폴리(212), 폴리(221), 폴리(222)와 인접하게 배치되는 것으로, 엔드 툴(100)로부터 조 와이어를 구동부 조 폴리인 폴리(211), 폴리(212), 폴리(221), 폴리(222)로 전달할 수 있다. 복수 개의 중개 폴리(235)는 구동부 서브 중개 폴리로서 기능할 수 있다.

[251] 복수 개의 구동부 서브 중개 폴리는 구동부 조 폴리의 직경과 동일하거나, 상이하게 형성될 수 있다.

[252] 조 와이어는 구동부 서브 중개 폴리인 폴리(235), 구동부 조 폴리인 폴리(211), 폴리(212), 폴리(221), 폴리(222), 구동부 조 회전축인 회전축(241), 회전축(242)를 차례로 지날 수 있다.

- [253] 복수 개의 중개 폴리(235)는 서로 높이를 달리하여 배치될 수 있다. 이로 인하여 복수 개의 중개 폴리(235)에 적어도 일 부분이 감기도록 형성되는 와이어(301)(302)(303)(304)(305)(306)의 이동 시 간섭이 일어나는 것을 방지할 수 있다.
- [254] 또한, 베이스 플레이트(205)에서 제2 면(도 15 기준 하면)에는 샤프트(shaft) 형태의 연결부(310)가 결합될 수 있고, 폴리들의 구동을 위한 모터팩(500)이 결합되는 모터 결합부(252), 모터 결합부(253)가 형성될 수 있다. 여기서, 각각의 모터 결합부(251)(252)와 회전축(241)(242)은 직접 연결될 수도 있고, 또는 기어를 통해 간접 연결될 수도 있다.
- [255] 일 예로서, 제1 조 구동 모터 결합부인 모터 결합부(251)는 구동부 제1 조 회전축인 회전축(241)과 직접 결합하여, 제1 조 구동 모터(도 34의 551 참조)와 결합한 모터 결합부(251)가 회전하면, 이와 직접 결합된 회전축(241)이 함께 회전할 수 있다. 마찬가지로, 제2 조 구동 모터 결합부인 모터 결합부(252)는 구동부 제2 조 회전축인 회전축(242)과 직접 결합하여, 제2 조 구동 모터(도 34의 552 참조)와 결합한 모터 결합부(252)가 회전하면, 이와 직접 결합된 회전축(242)이 함께 회전할 수 있다.
- [256] 피치 구동 모터 결합부인 베이스 플레이트(205)는 구동부 피치 회전축인 회전축(243)과 직접 결합하여, 피치 구동 모터(도 34의 553 참조)와 결합한 베이스 플레이트(205)가 회전하면, 이와 직접 결합된 회전축(243)이 함께 회전할 수 있다.
- [257] 한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 모터 결합부와 회전축은, 회전축에 수직인 평면상에서 보았을 때 일정 정도 이격되어 배치될 수 있다. 그리고 이러한 모터 결합부와 회전축은, 구동 기어에 의해서 연결될 수 있다.
- [258] 이와 같이 일부의 모터 결합부는 회전축과 직접 연결되고, 나머지 모터 결합부는 회전축과 간접 연결되도록 구성된 이유는, 수술용 인스트루먼트(30)와 수술 로봇(20) 간의 결합 위치 및 방향을 고려해야 하기 때문이다. 즉, 수술 로봇(20)과의 결합 위치에 영향을 받지 않는 회전축은 모터 결합부와 직접 연결되는 반면, 수술 로봇(20)과의 결합 위치와 간섭을 일으킬 수 있는 회전축은 모터 결합부와 간접 연결될 수 있다.
- [259] 회전축(241)은 모터 결합부(251)에 의해 모터팩(500), 구체적으로 제1 조 구동 모터(도 34의 551 참조)와 결합되어 있으며, 따라서 제1 조(101)의 구동을 위해 제1 조 구동 모터(도 34의 551 참조)가 회전하면, 회전축(241)이 회전하면서 제1 조 와이어인 와이어(301) 및 와이어(305)를 당기거나 풀어주게 된다.
- [260] 상술한 바와 같이, 회전축(242)은 모터 결합부(252)에 의해 모터팩(500), 구체적으로 제2 조 구동 모터(도 34의 552 참조)와 결합되어 있으며, 따라서 제2 조(102)의 구동을 위해 제2 조 구동 모터(도 34의 552 참조)가 회전하면, 회전축(242)이 회전하면서 제2 조 와이어인 와이어(302) 및 와이어(306)를 당기거나 풀어주게 된다.
- [261] 구동부 피치 회전축인 회전축(243)에는 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 결합될 수 있다. 여기서 폴리(231)는 회전축(243)과 함께 회전하도록 형성될 수 있다.

- [262] 상술한 바와 같이, 회전축(243)은 베이스 플레이트(205)에 의해 모터팩(500), 구체적으로 피치 구동 모터(도 34의 553 참조)와 결합되어 있으며, 따라서 피치 동작을 위해 피치 구동 모터(도 34의 553 참조)가 회전하면, 회전축(243)을 중심으로 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 회전하면서 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)를 당기거나 풀어주게 된다.
- [263] 한편, 구동부 조 폴리인 폴리(211), 폴리(212), 폴리(221), 폴리(222)는 회전축(243)에 회전 가능하도록 결합될 수 있다. 여기서, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)를 기준으로 어느 일 면 쪽에는 구동부 제1 조 폴리인 폴리(211), 폴리(212)들이 배치되고, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)를 기준으로 다른 일 면 쪽에는 구동부 제2 조 폴리인 폴리(221), 폴리(222)들이 배치될 수 있다.
- [264] 이를 다른 관점에서 말하면, 회전축(243)에는, 구동부 제2 조 폴리인 폴리(221) 및 폴리(222), 구동부 피치 폴리인 폴리(231), 구동부 제1 조 폴리인 폴리(212) 및 폴리(211)가 차례로 적층되어 형성될 수 있다.
- [265] 베이스 플레이트(205)와 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 회전축(243)과 함께 회전하면, 베이스 플레이트(205)와 결합되어 있는 회전축(241) 및 회전축(242)은 회전축(243)을 중심으로 공전(revolution)하게 된다.
- [266] 다시 말하면, 회전축(241) 및 회전축(242)이 회전축(243)과 일정 정도 이격된 상태에서, 회전축(241) 및 회전축(242)이 회전축(243)과 일정한 거리를 유지하면서, 회전축(241) 및 회전축(242)이 전체적으로 회전축(243)을 중심으로 회전한다고도 표현할 수 있다.
- [267] 즉, 회전축(241) 및 회전축(242)은 구동부 피치 폴리인 폴리(231)에 대해 상대적으로 이동 가능하게 형성되어, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)에 대한 회전축(241) 및 회전축(242)의 상대적인 위치가 변할 수 있도록 형성된다. 반면 구동부 피치 폴리(231)와 구동부 조 폴리(211)(212)(221)(222)의 상대적인 위치는 일정하게 유지된다.
- [268] 그리고, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 회전축(243)을 중심으로 회전하면, 회전축(241) 및 회전축(242)이 구동부 피치 폴리인 폴리(231)에 대해 상대적으로 이동하면서, 조 와이어인 와이어(301), 와이어(302), 와이어(305), 와이어(306)의 구동부(200) 내에서의 전체 길이가 변경된다.
- [269] 도 21 및 도 23을 참조하면, 제1 조 와이어인 와이어(301)는 체결 부재(미도시)에 의해 일 단부가 회전축(241)에 결합된 상태에서, 폴리(211)와 적어도 일부가 접촉하도록 감긴 후에, 연결부(310)를 거쳐서 엔드 툴(100)과 연결된다.
- [270] 이를 또 다른 관점에서 말하면, 제1 조 와이어인 와이어(301)는 엔드 툴(100) 및 연결부(310)를 지나서 구동부(200)로 진입한 후에, 폴리(211)에 감긴 후에, 회전축(241)에 고정 결합된다.
- [271] 한편, 제1 조 와이어인 와이어(305)는 체결 부재(미도시)에 의해 일 단부가 회전축(241)에 결합된 상태에서, 폴리(212)와 적어도 일부가 접촉하도록 감긴 후에, 연결부(310)를 거쳐서 엔드 툴(100)과 연결된다.

- [272] 도 21 및 도 24를 참조하면, 제2 조 와이어인 와이어(302)는 체결 부재(미도시)에 의해 일 단부가 회전축(242)에 결합된 상태에서, 폴리(222)와 적어도 일부가 접촉하도록 감긴 후에, 연결부(310)를 거쳐서 엔드 툴(100)과 연결된다.
- [273] 한편, 제2 조 와이어인 와이어(306)는 체결 부재(미도시)에 의해 일 단부가 회전축(242)에 결합된 상태에서, 폴리(221)와 적어도 일부가 접촉하도록 감긴 후에, 연결부(310)를 거쳐서 엔드 툴(100)과 연결된다.
- [274]
- [275] (피치 동작)
- [276] 도 25는 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부를 도시한 평면도이다. 도 26은 도 25에서의 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴을 도시한 도면이다. 도 27은 도 25 및 도 26에서 수술용 인스트루먼트의 피치 동작 시 구동부 및 엔드 툴을 나타내는 도면이다. 도 28은 도 25 및 도 26에서 도 27의 반대 방향으로의 피치 동작 시 구동부 및 엔드 툴을 나타내는 도면이다.
- [277] 여기서, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)는, 회전축(241) 및 회전축(242)이 회전축(243)을 중심으로 공전하면, 구동부(200) 내의 조 와이어의 전체 길이가 변경되면서, 엔드 툴(100)의 피치 동작이 수행되는 것을 일 특징으로 한다.
- [278] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)는, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 회전하면 회전축(241) 및 회전축(242)이 구동부 피치 폴리인 폴리(231)의 회전축(243)을 중심으로 공전하면서, 구동부 중개 폴리, 구동부 조 폴리에 감긴 조 와이어의 경로 길이를 변경시킴으로써, 엔드 툴의 피치 동작이 수행되는 것을 일 특징으로 한다.
- [279] 상세히, 피치 동작을 위해 베이스 플레이트(205)가 회전하면, 어느 하나의 조 와이어의 양 가닥은 동시에 당겨지고, 다른 하나의 조 와이어의 양 가닥은 동시에 풀어져서, 구동부(200) 내의 각 조 와이어의 전체 길이가 변경되고, 엔드 툴(100) 내의 각 조 와이어의 전체 길이도 이와 연동하여 변경되면서 엔드 툴(100)이 회전축(143)을 중심으로 회전하여 피치 동작이 수행된다.
- [280] 이를 다른 관점에서 말하면, 구동부 피치 폴리의 회전에 의해 엔드 툴이 피치 동작을 수행할 때, (요 운동 및 액츄에이션 운동을 담당하는) 조 와이어도 피치 동작에 의해 이동하게 된다. 즉, 엔드 툴(100)의 회전축(143)을 중심으로 피치 회전이 수행되면서, 한쪽 조(jaw)에 결합된 조 와이어의 양 가닥은 당겨지고, 다른 쪽 조(jaw)에 결합된 양 가닥은 풀어진다.
- [281] 따라서 본 발명은 이러한 조 와이어의 움직임에 보상하기 위해, 엔드 툴의 피치 동작이 수행되면, 회전축(241) 및 회전축(242)이 구동부 피치 폴리의 회전축을 중심으로 공전하면서, 구동부 내의 조 와이어의 전체 길이가 변경되어, 엔드 툴 쪽에서 조 와이어가 당겨진 만큼(또는 풀어진 만큼) 구동부 쪽에서 조 와이어를 풀어줌으로써(또는 당겨줌으로써), 엔드 툴의 피치 동작 수행 시에 조 와이어의 움직임을 보상해준다고 표현할 수도 있다.

- [282] 도 11은 종래의 수술용 인스트루먼트에서 중립 상태를 나타내는 도면이다. 도 11의 (a), (b)는 도 7, 도 8에 대응되는 엔드 툴의 사시도이고, 도 11의 (c)는 본 발명과 다른 방식으로 엔드 툴의 피치 동작 수행 시에 조 와이어의 움직임을 보상해 주기 위한 구동부(200')의 중립 상태를 나타내는 도면이다.
- [283] 도 11의 (a), (b)를 참조하면, 엔드 툴(100')의 폴리(131')는 피치 메인 회전축인 회전축(143')을 중심으로 회전 가능하며, 엔드 툴 허브(106')와 일체로(또는 엔드 툴 허브(106)에 고정 결합되도록) 형성될 수 있다.
- [284] 또한, 와이어(303') 및 와이어(304')는 엔드 툴(100')의 폴리(131')와 구동부 피치 폴리인 폴리(231')/폴리(232')를 연결하는 역할을 수행할 수 있다.
- [285] 따라서 구동부 피치 폴리인 폴리(231')/폴리(232')가 회전하면, 구동부 피치 폴리인 폴리(231')/폴리(232')의 회전은 와이어(303') 및 와이어(304')를 통해 엔드 툴(100')의 폴리(131')로 전달되어 폴리(131')도 함께 회전하게 되고, 결과적으로 엔드 툴(100')이 회전하면서 피치 운동을 수행하게 되는 것이다.
- [286] 그런데 이와 같이 피치 동작을 수행하기 위해 구동부 피치 폴리인 폴리(231')/폴리(232')가 회전할 때, 구동부에서 조 와이어에 대한 별도의 피치 보상을 하지 않을 경우, 피치 동작 자체가 불가능하다는 문제점이 존재하였다. 즉, 어느 하나의 조 폴리에 감겨 있는 두 가닥의 와이어가 피치 축을 기준으로 상측에 배치되고, 피치 동작 시에는 이 두 가닥의 와이어가 동시에 당겨지거나 풀어지게 된다. 마찬가지로, 다른 하나의 조 폴리에 감겨 있는 두 가닥의 와이어는 피치 축을 기준으로 하측에 배치되고, 피치 동작 시에는 이 두 가닥의 와이어가 동시에 풀어지거나 당겨지게 된다. 따라서, 이와 같은 구조에서는 구동부에서 조 와이어에 대한 별도의 피치 보상을 하지 않을 경우, 피치 동작 자체가 불가능하게 된다.
- [287] 도 12는 도 11의 수술용 인스트루먼트에서, 피치 보상을 수행할 경우를 나타내는 도면이다.
- [288] 도 12의 (c)를 참조하면, 엔드 툴의 피치 동작이 수행되기 위해, 구동부 피치 폴리인 폴리(231')/폴리(232')가 회전 중심축을 기준으로 시계 방향(도 12 기준)으로 회전하게 되면, 와이어(302')와 와이어(306')는 구동부(200')에서 엔드 툴(100') 방향으로 당겨지게 되고, 와이어(301')와 와이어(305')는 엔드 툴(100')에서 구동부(200') 방향으로 당겨지게 된다.
- [289] 이와 같이 와이어(302')와 와이어(306')가 동일한 방향으로 이동하는 경우, 구동부 제2 조 폴리인 폴리(221')/폴리(222')를 회전하는 것만으로는 피치 동작의 보상을 수행할 수 없게 된다.
- [290] 따라서 도 12의 (c)에 도시된 것처럼, 구동부 제2 조 폴리인 폴리(221')/폴리(222')의 위치 자체를 이동시켜서 구동부(200') 내에서의 제2 조 와이어의 경로 길이를 변화시키고, 이와 동시에 구동부 제1 조 폴리인 폴리(211')/폴리(212')의 위치 자체를 이동시켜서 구동부(200') 내에서의 제1 조 와이어의 경로 길이를 변화시킴으로써 피치 보상이 수행될 수 있다.

- [291] 즉, 피치 구동 시의 조 와이어들의 움직임에 보상해주기 위해, 구동부 제2 조 폴리인 폴리(221')/폴리(222')는 엔드 톨(100')을 향하는 방향으로 이동하게 되고, 구동부 제1 조 폴리인 폴리(211')/폴리(212')는 반대 방향으로 이동하게 된다.
- [292] 이렇게 구동부(200')의 내부 공간에서 구동부 제2 조 폴리인 폴리(221')/폴리(222'), 구동부 제1 조 폴리인 폴리(211')/폴리(212')를 직선 방향으로 이동시키기 위한 공간, 구조가 별도로 필요하게 되는 문제점이 있다.
- [293] 도 13은 도 11의 수술용 인스트루먼트의 피치 동작 보상에 대한 개념도이다. 도 13의 (a)는 수술용 인스트루먼트의 구동부(200')의 중립 상태를 나타내는 개념도이고, 도 13의 (b)는 도 13의 (a)에서 피치 동작 보상에 대한 개념도이다.
- [294] 도 13의 (b)는 도 12와 반대되는 상황으로 피치 동작 및 피치 보상이 수행되는 상황을 도시한 것으로, 엔드 톨의 피치 동작이 수행되기 위해, 구동부 피치 폴리인 폴리(231')/폴리(232')가 회전 중심축을 기준으로 반시계 방향(도 12 기준)으로 회전하게 되면, 와이어(301')와 와이어(305')는 구동부(200')에서 엔드 톨(100') 방향으로 당겨지게 되고, 와이어(302')와 와이어(306')는 엔드 톨(100')에서 구동부(200') 방향으로 당겨지게 된다.
- [295] 이와 같이 와이어(301')와 와이어(305')가 동일한 방향으로 이동하는 경우, 구동부 제1 조 폴리인 폴리(211')/폴리(212')를 회전하는 것만으로는 피치 동작의 보상을 수행할 수 없게 된다.
- [296] 따라서 도 13의 (b)에 도시된 것처럼, 구동부 제1 조 폴리인 폴리(211')/폴리(212')의 위치 자체를  $-\Delta S_{pitch}$  만큼 이동시켜서 구동부(200') 내에서의 제1 조 와이어의 경로 길이를 변화시키고, 이와 동시에 구동부 제2 조 폴리인 폴리(221')/폴리(222')의 위치 자체를 이동시켜서 구동부(200') 내에서의 제2 조 와이어의 경로 길이를 변화시킴으로써 피치 보상이 수행될 수 있다.
- [297] 전술한 바와 같이, 이 경우에도 구동부(200')의 내부 공간에서 구동부 제2 조 폴리인 폴리(221')/폴리(222'), 구동부 제1 조 폴리인 폴리(211')/폴리(212')를 직선 방향으로 이동시키기 위한 공간, 구조가 별도로 필요하게 되는 문제점이 있다.
- [298] 도 14는 도 6의 수술용 인스트루먼트의 피치 동작 보상에 대한 개념도이다.
- [299] 도 14의 (a)는 수술용 인스트루먼트(30)의 중립 상태를 나타내는 것이고, 구동부 피치 폴리(231)를 중심으로 일정한 거리를 유지하며, 제1 조 와이어와 연결되는 회전축(241), 제2 조 와이어와 연결되는 회전축(242)이 형성될 수 있다.
- [300] 도 14의 (b)를 참조하면, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 반시계 방향(도 14 기준)으로 회전하게 되면, 제1 조 와이어인 와이어(301), 와이어(305)는 구동부(200)에서 엔드 톨(100) 측 방향으로 당겨지게 되고, 제2 조 와이어인 와이어(302), 와이어(306)는 엔드 톨(100)에서 구동부(200) 측 방향으로 당겨지게 된다.
- [301] 도 14의 (b)를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 구동부(200)는 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 자전할 때, 제1 조 와이어와 결합되는 구동부 제1 조 회전축인 회전축(241), 제2 조 와이어와 결합되는 구동부 제2 조 회전축인 회전축(242)은 구동부 피치 폴리인 폴리(231)를 기준으로 공전을 하게 된다.

- [302] 회전축(241), 회전축(242)이 구동부 피치 폴리인 폴리(231)를 중심으로 공전함에 따라 구동부(200) 내 제1 조 와이어, 제2 조 와이어의 전체 길이가 변경되면서, 피치 동작에 따른 보상이 이루어지게 된다.
- [303] 즉, 이와 같이 피치 동작을 위한 동작 보상을 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)는, 구동부 피치 폴리(231)가 자전함과 동시에 회전축(241), 회전축(242)이 공전하면서, 구동부 피치 폴리의 회전에 의한 조 와이어들의 이동을 보상하도록 하는 것을 일 특징으로 한다.
- [304] 즉, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)의 회전에 의해 엔드 툴(100) 측에서 감기는 조 와이어는 구동부(200) 측에서 동일한 만큼 풀어주고, 엔드 툴(100) 측에서 풀리는 조 와이어는 구동부(200) 측에서 동일한 만큼 감아 줌으로써, 피치 동작이 요 동작에 영향을 미치지 않게 하는 것이다.
- [305] 이를 다른 관점에서 말하면, 구동부 피치 폴리의 회전에 의해 엔드 툴이 피치 동작을 수행할 때, (요 운동 및 액츄에이션 운동을 담당하는) 조 와이어도 피치 동작에 의해 이동하게 된다. 즉, 엔드 툴(100)의 회전축(143)을 중심으로 피치 회전이 수행되면서, 한쪽 조(jaw)에 결합된 조 와이어의 양 가닥은 당겨지고, 다른 쪽 조(jaw)에 결합된 양 가닥은 풀어진다.
- [306] 따라서 본 발명은 이러한 조 와이어의 움직임 보상을 하기 위해, 엔드 툴의 피치 동작이 수행되면, 구동부 조 회전축이 구동부 피치 폴리에 대해 상대적으로 이동하면서 구동부 내의 조 와이어의 전체 길이가 변경되어, 엔드 툴 쪽에서 조 와이어가 당겨진 만큼(또는 풀어진 만큼) 구동부 쪽에서 조 와이어를 풀어줌으로써(또는 당겨 줌으로써), 엔드 툴의 피치 동작 수행 시에 조 와이어의 움직임을 보상해준다고 표현할 수도 있다.
- [307]
- [308] 이하에서는 피치 동작에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [309] 도 25 및 도 27을 참조하면, 피치 동작을 위해, 베이스 플레이트(205) 및 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 화살표 A1 방향으로 자전(rotation)하면, 회전축(241) 및 회전축(242)이 전체적으로 회전축(243)을 중심으로 A1 방향으로 공전(revolution)하게 된다.
- [310] 이를 다른 관점에서 말하면, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 회전하면, 회전축(241), 회전축(242)이 구동부 피치 폴리인 폴리(231)와 연동하여 이동한다고 표현할 수 있다.
- [311] 한편 이때, 회전축(243)에 결합된 구동부 조 폴리인 폴리(211), 폴리(212), 폴리(221), 폴리(222)는 그 위치가 변하지 않는다.
- [312] 그리고 이와 같이 회전축(241) 및 회전축(242)이 공전하면서 구동부 조 폴리에 대한 회전축(241) 및 회전축(242)의 상대적인 위치가 변화하게 되며, 이에 따라 구동부 조 폴리에 감겨 있는 각 와이어의 길이, 즉 경로 길이가 변화하게 된다.
- [313] 즉, 도 25의 위치에서의 제1 조 와이어인 와이어(301) 및 와이어(305)가 구동부 조 폴리에 감겨 있는 경로 길이인 L1에 비해, 도 27의 위치에서의 제1 조 와이어

가 구동부 조 풀리에 감겨 있는 경로 길이인  $L1'$ 가 더 길어지게 되며, 경로 길이가 더 길어진 ( $L1' - L1$ )만큼 구동부(200) 측에서는 제1 조 와이어를 더 감아주게 된다. 즉, 제1 조 와이어인 와이어(301) 및 와이어(305)의 구동부(200) 내에서의 전체 길이가 길어진 것이다. 그리고, 이와 같이 구동부(200) 내에서의 제1 조 와이어의 전체 길이가 길어지면서 제1 조 와이어를 당겨준 만큼, 엔드 툴(100) 내에서의 제1 조 와이어의 전체 길이는 짧아지게 된다.

[314] 이에 반해, 구동부 피치 풀리인 풀리(231)가 화살표 A1 방향으로 자전(rotation)하면, 도 25의 위치에서 제2 조 와이어가 구동부 중개 풀리에 감겨 있는 경로 길이인  $L2$ 에 비해, 도 26의 위치에서 제2 조 와이어가 구동부 중개 풀리에 감겨 있는 경로 길이가 더 짧아지게 되며, 경로 길이가 더 짧아진 ( $L2 - L2'$ )만큼 구동부(200) 측에서는 제2 조 와이어를 더 풀어주게 된다. 즉, 제2 조 와이어인 와이어(302) 및 와이어(306)의 구동부(200) 내에서의 전체 길이가 짧아진 것이다. 그리고, 이와 같이 구동부(200) 내에서의 제2 조 와이어의 전체 길이가 짧아지면서 제2 조 와이어를 당겨준 만큼, 엔드 툴(100) 내에서의 제2 조 와이어의 전체 길이는 길어지게 된다.

[315] 이와 같이 피치 동작을 위해, 구동부 피치 풀리인 풀리(231)가 화살표 A1 방향으로 자전(rotation)하면, 회전축(241) 및 회전축(242)이 구동부 피치 풀리 및 구동부 조 풀리에 대해 상대적으로 이동하면서 상대적인 위치가 변화한다. 그리고, 회전축(241) 및 회전축(242)의 상대적 이동에 의해, 구동부(200) 내에서의 제1 조 와이어의 전체 길이는 짧아지고, 엔드 툴(100) 내에서의 제1 조 와이어의 전체 길이는 길어진다. 동시에, 회전축(241) 및 회전축(242)의 상대적 이동에 의해, 구동부(200) 내에서의 제2 조 와이어의 전체 길이는 길어지고, 엔드 툴(100) 내에서의 제2 조 와이어의 전체 길이는 짧아진다.

[316] 결과적으로, 엔드 툴(100) 측에서 보았을 때, 구동부 피치 풀리인 풀리(231)가 화살표 A1 방향으로 자전(rotation)하면, 제1 조 와이어의 두 가닥인 와이어(301) 및 와이어(305)는 당겨지고, 제2 조 와이어의 두 가닥인 와이어(302) 및 와이어(306)는 풀어지게 되어, 엔드 툴(100)이 회전축(143)을 중심으로 화살표 A2 방향으로 피치 운동하게 되는 것이다.

[317] 한편, 회전축(241) 및 회전축(242)이 구동부 조 풀리에 대해 상대적으로 이동하면서 상술한 경로 길이가 변경됨에 따라, 구동부(200) 내의 조 와이어의 전체 길이 또한 변경된다. 또한, 구동부(200) 내의 조 와이어의 전체 길이가 변경됨에 따라 엔드 툴(100) 내의 조 와이어의 전체 길이 또한 변경된다.

[318] 다만, 구동부(200) 내의 조 와이어의 전체 길이가 증가(또는 감소)되는 만큼 엔드 툴(100) 내의 조 와이어의 전체 길이 또한 감소(또는 증가)되므로, 조 와이어의 전체 길이는 (탄성 변형 등을 고려하지 않는다는 가정하에) 변하지 않는다고 할 것이다.

[319] 결과적으로 구동부 피치 풀리인 풀리(231)가 회전하면, 엔드 툴(100) 측에서 제1 조 와이어인 와이어(301)/와이어(305)가 당겨진 만큼 구동부(200) 측에서는 제1

조 와이어인 와이어(301)/와이어(305)가 풀어지게 되어, 결과적으로 피치 운동이 가능해지는 것이다.

[320] 도 28을 참조하면, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 화살표 A3 방향으로 자전하면, 제1 조 와이어의 두 가닥인 와이어(301) 및 와이어 (305)는 풀어지고, 제2 조 와이어의 두 가닥인 와이어(302) 및 와이어 (306)는 당겨지게 되어, 엔드 툴(100)이 회전축(143)을 중심으로 화살표 A4 방향(도 28의 (b) 기준)으로 피치 운동하게 되는 것이다.

[321] 한편, 상술한 바와 같이, 본 발명의 수술용 인스트루먼트(30)의 엔드 툴(100)은 엔드 툴 피치 폴리인 폴리(131)를 더 구비하고, 구동부(200)는 구동부 피치 폴리인 폴리(231)를 더 구비하며, 동력 전달부(300)는 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)를 더 구비할 수 있다.

[322] 따라서 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 화살표 A1 방향으로 회전하면, 폴리(231)의 회전에 따라 와이어(304)는 폴리(231)에서 풀리고 와이어(303)는 폴리(231)에 감기게 된다. 이에 따라 와이어(303) 및 와이어(304)의 반대쪽에 연결된 엔드 툴 피치 폴리인 폴리(131)가 회전축(143)을 중심으로 화살표 A2 방향으로 회전하면서 피치 동작이 보다 확실하고 신뢰성 있게 수행될 수 있다.

[323]

[324] (폴리 크기 비율)

[325] 여기서, 엔드 툴 피치 회전축인 회전축(143)을 중심으로 회전하는 폴리들 중, 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)와 접촉하는 엔드 툴 피치 폴리인 폴리(131)와, 조 와이어인 와이어(301), 와이어 (305), 와이어(302), 와이어(306)와 접촉하는 엔드 툴 조 피치 메인 폴리인 폴리(113), 폴리(114), 폴리(123), 폴리(124)는 그 직경이 서로 상이하게 형성될 수 있다.

[326] 이 경우, 회전축(143)이 회전할 때, 각 폴리에 와이어가 감기거나 풀리는 길이가 서로 상이하게 된다. 예를 들어, 엔드 툴 피치 폴리의 직경이  $6\phi$ 이고, 엔드 툴 조 피치 메인 폴리의 직경이  $4\phi$ 이며, 회전축(143)이  $90^\circ$ 회전할 경우, 엔드 툴 피치 폴리에 감긴 피치 와이어가 감기는 길이는  $1.5\pi$ 인 반면, 엔드 툴 조 피치 메인 폴리에 감긴 조 와이어가 감기는 길이는  $1\pi$ 일 수 있다.

[327] 이러한 관점에서, 와이어가 폴리에 감기거나 풀린 '길이'를 '회전량'이라고 정의할 수 있다. 이 회전량은 회전 각도와는 다른 개념으로, (직경\*회전 각도/ $360^\circ*\pi$ )로 계산될 수 있다.

[328] 이 경우, 기본적으로 구동부 피치 폴리인 폴리(231)와 엔드 툴 피치 폴리인 폴리(131)는 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)에 의해 직접 연결되어 있기 때문에, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)와 엔드 툴 피치 폴리의 회전량은 동일하다. 즉, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)에서 피치 와이어가 감기거나 풀린 만큼 엔드 툴 피치 폴리인 폴리(131)에서 피치 와이어가 풀리거나 감기게 된다.

- [329] 한편, (엔드 톨 피치 폴리의 직경: 엔드 톨 조 피치 메인 폴리의 직경)=(엔드 톨 피치 폴리에 감기는 와이어의 회전량: 엔드 톨 조 피치 메인 폴리에 감기는 와이어의 회전량) 일 수 있다.
- [330] 이와 같이, 엔드 톨(100)에서 피치 와이어가 엔드 톨 피치 폴리에 감기는 길이와 조 와이어가 엔드 톨 조 피치 메인 폴리에 감기는 길이가 상이할 경우, 구동부(200)에서도 이와 동일한 비율로 피치 와이어를 풀어주는 길이와 조 와이어를 풀어주는 길이가 서로 달라져야 한다.
- [331] 이를 위해, (엔드 톨 피치 폴리의 직경: 엔드 톨 조 피치 메인 폴리의 직경)=(구동부 피치 폴리의 직경: 구동부 조 폴리의 직경)의 관계가 성립할 수 있다.
- [332] 예를 들어, (엔드 톨 피치 폴리의 직경:엔드 톨 조 피치 메인 폴리의 직경)이 6:4일 경우, (구동부 피치 폴리의 직경: 구동부 조 폴리의 직경)도 6:4일 수 있다. 이 비율에 맞춰서 구동부 피치 폴리의 직경은  $9\phi$ 이고, 구동부 조 폴리의 직경은  $6\phi$ 일 수 있다.
- [333]
- [334] 최종적인 피치 동작 과정을 다시 한번 설명하면 다음과 같다.
- [335] 이하에서는 엔드 톨 피치 폴리의 직경이  $6\phi$ 이고, 엔드 톨 조 피치 메인 폴리의 직경이  $4\phi$ 이며, 구동부 피치 폴리의 직경은  $9\phi$ 이고, 구동부 조 폴리의 직경은  $6\phi$ 인 경우를 예로 들어 설명한다.
- [336] 먼저, 피치 동작을 위해 구동부(200)의 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가  $60^\circ$ 회전을 하여 피치 와이어인 와이어(304)를 감는 동시에 와이어(303)를 풀어준다. 이때 와이어(303)/와이어(304)가 각각 감기고 풀리는 길이는  $1.5\pi$ 이다.
- [337] 이에 따라 엔드 톨(100)에서는 와이어(304)는  $1.5\pi$ 만큼 당겨지고 와이어(303)는  $1.5\pi$ 만큼 풀어지면서 엔드 톨 피치 폴리인 폴리(131)는  $1.5\pi$ 에 해당하는  $90^\circ$ 만큼 회전을 하게 된다.
- [338] 한편, 폴리(131)가 회전축(143)을 중심으로 피치 회전을 하게 되면, 조(101)(102) 및 폴리(111)/폴리(112)들도 회전축(143)을 중심으로 피치 회전을 한다. 따라서 폴리(111)와 결합된 제1 조 와이어인 와이어(301) 및 와이어(305)는 둘 다 당겨지게 되고, 폴리(121)와 결합된 제2 조 와이어인 와이어(302) 및 와이어(306)는 둘 다 풀어지게 된다. 이때 엔드 톨 피치 폴리와 엔드 톨 조 피치 메인 폴리가 회전하는 각도는  $90^\circ$ 로 동일하며, 따라서 조 와이어들이 엔드 톨 조 피치 메인 폴리에 감기거나 풀리는 길이는  $1\pi$ 가 된다.
- [339] 즉, 제1 조 와이어인 와이어(301) 및 와이어(305)는 엔드 톨(100) 쪽에서 당겨지는 만큼 구동부(200) 쪽에서 풀어지게 되어 피치 동작에 따른 조 와이어의 움직임이 보상된다. 마찬가지로, 제2 조 와이어인 와이어(302) 및 와이어(306)는 엔드 톨(100) 쪽에서 당겨지는 만큼 구동부(200) 쪽에서 풀어지게 되어 피치 동작에 따른 조 와이어의 움직임이 보상된다.
- [340] 결과적으로 피치 동작에 따라 엔드 톨(100) 측에서 조 와이어들이 감기는(또는 풀리는) 길이와 동일한 길이만큼 구동부(200) 측에서는 조 와이어들을 풀어주게

됨으로써(또는 당겨주게 됨으로써), 피치 동작이 조의 요 축 방향 회전에 영향을 미치지 않고 피치 동작이 독립적으로 수행되는 결과를 낼 수 있는 것이다.

- [341] 즉, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)가 베이스 플레이트(205)와 함께 회전축(243)을 따라 회전 가능하고, 베이스 플레이트(205)에는 회전축(241), 회전축(242)이 결합되며 강체 연결되고, 구동부 피치 폴리(231)가 회전축(243)을 중심으로 자전(rotation)하면, 회전축(241), 회전축(242)이 회전축(243)을 중심으로 공전(revolution)을 하면서, 구동부 조 폴리에 감겨 있는 조 와이어의 경로 길이를 변화시킨다. 그리고 이 조 와이어의 경로 길이의 변화가, 피치 동작에 따른 엔드 툴 측에서의 조 와이어들의 이동을 보상해 줌으로써, 피치 동작이 독립적으로 수행되는 결과를 낼 수 있는 것이다.

[342]

[343] (요 동작)

- [344] 도 29는 도 6의 수술용 인스트루먼트의 구동부 및 엔드 툴을 도시한 평면도이다. 도 30은 도 6의 수술용 인스트루먼트의 요 동작 시 구동부 및 엔드 툴을 도시한 도면이다. 도 29 및 도 30은 도 6에 도시된 수술용 인스트루먼트의 요 동작을 나타내는 도면이다

- [345] 도 29 및 도 30을 참조하면, 요 동작을 위해 회전축(242)이 화살표 A5 방향으로 회전하면, 제2 조 와이어인 와이어(302) 및 와이어(306)가 회전축(242)의 회전에 따라 어느 한 쪽은 회전축(242)에 감기고 다른 한 쪽은 회전축(242)에서 풀리게 된다. 이에 따라 와이어(302) 및 와이어(306)의 반대쪽에 연결된 엔드 툴 제1 조 폴리인 폴리(121)가 화살표 A6 방향으로 회전하면서 요 동작이 수행된다.

- [346] 이때 회전축(242)과 구동부 조 폴리인 폴리(221), 폴리(222)는 그 위치가 변하지 않고, 다만 와이어(302) 및 와이어(306)가 구동부 조 폴리들(221)(222)에 감기거나 풀리는 동작만 발생한다.

- [347] 따라서, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)도 회전하지 않으며, 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)도 감기거나 풀리지 않고 그 위치를 유지하게 된다.

- [348] 마찬가지로, 요 동작을 위해 회전축(241)이 회전하면, 제1 조 와이어인 와이어(301) 및 와이어(305)가 회전축(241)의 회전에 따라 어느 한 쪽은 회전축(241)에 감기고 다른 한 쪽은 회전축(241)에서 풀리게 된다. 이에 따라 와이어(301) 및 와이어(305)의 반대쪽에 연결된 엔드 툴 제1 조 폴리인 폴리(111)가 어느 일 방향으로 회전하면서 요 동작이 수행된다.

- [349] 이때 회전축(241)과 구동부 조 폴리인 폴리(211), 폴리(212)는 그 위치가 변하지 않고, 다만 와이어(301) 및 와이어(305)가 구동부 조 폴리들(211)(212)에 감기거나 풀리는 동작만 발생한다.

- [350] 따라서, 구동부 피치 폴리인 폴리(231)도 회전하지 않으며, 피치 와이어인 와이어(303) 및 와이어(304)도 감기거나 풀리지 않고 그 위치를 유지하게 된다.

- [351] 결과적으로, 요 동작 또는 액추에이션 동작을 위해 회전축(241) 또는 회전축(242)이 회전하여도 조 와이어인 와이어(301), 와이어(302), 와이어(305), 와이어(306)의 구동부(200) 내에서의 전체 길이는 일정하게 유지되는 것이다.
- [352] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 인스트루먼트(30)는, 구동부 피치 폴리가 회전하면 회전축(241) 및 회전축(242)이 구동부 피치 폴리의 회전축을 중심으로 공전하면서, 구동부 조 폴리에 감긴 조 와이어의 경로 길이를 변경시킴으로써, 구동부 피치 폴리의 회전과 대응하여 조 와이어가 감기거나 풀리게 되어, 피치 구동에 따른 조 와이어의 이동을 상쇄 내지는 보상해 줌으로써, 결과적으로 피치 동작과 요 동작을 분리시키는 효과를 얻을 수 있다.
- [353]
- [354] <모터팩 - 제1 실시예>
- [355] 도 31 내지 도 33은 본 발명의 일 실시예에 따른 모터팩을 도시한 사시도이다. 도 34는 도 31의 모터팩을 도시한 저면 사시도이다. 도 35는 도 31의 모터팩을 도시한 평면도이다. 도 36은 도 31에서 피치 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다. 도 37은 도 31에서 제2 조 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다. 도 38은 도 31에서 피치 구동 모터 및 제2 조 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다.
- [356] 도 31 내지 도 38을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 모터팩(500)은, 수술로봇(20)에 구비되는 것으로, 로봇 암 유닛(21)(22)(23)에 결합될 수 있다. 모터팩(500)은 외부로부터 전원을 공급받아 동력을 발생시킬 수 있다. 그러나 이에 한정하는 것은 아니고 내장 배터리식으로 동력을 발생시킬 수 있는 등 다양한 변형 실시가 가능하다.
- [357] 모터팩(500)은 수술용 인스트루먼트(30)의 구동부(200)와 연결되는 것으로, 구동부(200)로 동력을 전달할 수 있다. 모터팩(500)은 제1 케이스(501), 제2 케이스(505), 피치 플레이트(531), 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521), 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552), 제3 조 구동 모터(553), 모터 연결부재(541)를 더 포함할 수 있다.
- [358] 제1 케이스(501), 제2 케이스(505)는 모터팩(500)의 외관을 이루는 것으로, 내부가 중공으로 형성될 수 있다. 제1 케이스(501), 제2 케이스(505)의 내부 공간에는 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552), 피치 구동 모터(553)가 배치될 수 있다.
- [359] 도 31 내지 도 38을 참조하면, 제1 케이스(501), 제2 케이스(505)는 독립적으로 형성되어 서로 결합될 수 있다. 그러나 이에 한정하는 것은 아니고 일체(one-body)형으로 형성될 수 있는 등 다양한 변형 실시가 가능하다.
- [360] 피치 플레이트(531)는 제1 케이스(501) 상에 배치되는 것으로, 회전 가능하게 배치될 수 있다. 피치 플레이트(531)는 피치 구동 모터(553)와 연결되는 것으로, 피치 구동 모터(553)로부터 동력을 전달받을 수 있다.

- [361] 피치 플레이트(531)의 일 면(도 31 기준 하면)에는 피치 구동 모터(553)가 연결되고, 이에 대향하는 타 면(도 31 기준 상면)에는 구동부(200)를 향해 돌출 형성되는 돌출부(531a)가 형성될 수 있다.
- [362] 돌출부(531a)는 하나 이상이 형성될 수 있고, 마주보는 구동부(200)의 일면 상에 형성되는 결합홀(205a)에 삽입될 수 있다. 이로 인하여 구동부(200)와 모터팩(500)이 연결될 수 있고, 모터팩(500), 구체적으로 피치 구동 모터(553)에서 발생하는 동력이 구동부(200)에 전달될 수 있다.
- [363] 도 31 내지 도 35를 참조하면, 피치 플레이트(531) 상에는 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)가 배치될 수 있다. 피치 플레이트(531)에는 홀부(hole)가 형성될 수 있고, 이러한 홀부에 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)가 각각 배치될 수 있다.
- [364] 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)는 피치 플레이트(531) 내에서 회전 가능하게 배치될 수 있다. 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)는 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)와 각각 결합될 수 있다.
- [365] 제1 조 플레이트(511)는 일 면(도 31 기준 하면)이 제1 조 구동 모터(551)와 연결되고, 타 면(도 31 기준 상면)이 구동부(200), 구체적으로 모터 결합부(251)와 연결될 수 있다.
- [366] 도 35를 참조하면, 제1 조 플레이트(511) 상에는 돌출부(511a)가 형성될 수 있고, 모터 결합부(251)에 형성되는 결합홀(251a)과 연결될 수 있다. 이로 인하여 제1 조 구동 모터(551)에서 발생하는 동력을 전달받아 모터 결합부(251)를 회전시킬 수 있고, 모터 결합부(251)가 회전됨에 따라 모터 결합부(251)의 회전축(241)을 회전시키며, 회전축(241)에 연결되는 제1 조 와이어인 와이어(301), (305)를 감거나 풀 수 있다.
- [367] 제2 조 플레이트(521)는 일 면(도 31 기준 하면)이 제2 조 구동 모터(552)와 연결되고, 타 면(도 31 기준 상면)이 구동부(200), 구체적으로 모터 결합부(252)와 연결될 수 있다.
- [368] 도 35를 참조하면, 제2 조 플레이트(521) 상에는 돌출부(521a)가 형성될 수 있고, 모터 결합부(252)에 형성되는 결합홀(252a)과 연결될 수 있다. 이로 인하여 제2 조 구동 모터(552)에서 발생하는 동력을 전달받아 모터 결합부(252)를 회전시킬 수 있고, 모터 결합부(252)가 회전됨에 따라 모터 결합부(252)의 회전축(242)을 회전시키며, 회전축(242)에 연결되는 제2 조 와이어인 와이어(302), (306)를 감거나 풀 수 있다.
- [369] 도 32 내지 도 34를 참조하면, 피치 플레이트(531) 상에서 미리 설정되는 영역에 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)가 배치됨으로 인하여, 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)의 회전 중심과 피치 플레이트(531)의 회전 중심 사이의 거리가 일정하게 유지될 수 있다.
- [370] 도 31 내지 도 34를 참조하면, 모터팩(500)은 모터 연결부재(541)를 더 포함할 수 있다. 모터 연결부재(541)는 피치 플레이트(531)에 연결되는 것으로, 제1 조 구

동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)와 각각 연결되며, 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)의 위치를 고정시킬 수 있다.

- [371] 즉, 모터 연결부재(541)는 피치 플레이트(531)와 연결되며 피치 플레이트(531)가 회전할 때 함께 회전할 수 있고, 이로 인하여 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)를 회전시킬 수 있다.
- [372] 또한, 모터 연결부재(541)로 인하여 피치 플레이트(531)가 피치 구동 모터(553)으로부터 발생하는 동력을 전달받아 회전할 때, 피치 플레이트(531) 상에 배치되는 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)와 각각 연결되는 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)가 이동할 수 있다. 그리고, 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)에서 각각 발생하는 동력은 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)를 통해 구동부(200)에 구비되는 구동부 제1 조 회전축인 회전축(241), 구동부 제2 조 회전축인 회전축(242)에 전달될 수 있다.
- [373] 본 발명의 제1 실시예에 따른 모터팩(500)에서 발생하는 동력이 구동부(200)에 전달됨으로써 전술한 바와 같이 피치 동작, 요 동작, 액츄에이션 동작을 할 수 있다.
- [374] 도 36을 참조하면, 피치 구동 모터(553)에서 발생하는 동력이 피치 플레이트(531)로 전달될 수 있고, 피치 플레이트(531)가 회전됨에 따라 피치 플레이트(531) 상에 배치되는 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)의 위치가 변경될 수 있다.
- [375] 즉, 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)와 각각 연결되는 구동부(200)의 회전축(241), 회전축(242)이 회전축(243)을 중심으로 공전할 수 있고, 이에 의해 피치 동작에 따른 엔드 툴 측에서의 조 와이어들의 이동을 보상해 줌으로써, 피치 동작이 요/액츄에이션 동작과 독립적으로 수행되는 결과를 낼 수 있다. 이와 관련하여는 전술한 바 자세한 설명은 생략한다.
- [376] 도 37을 참조하면, 피치 플레이트(531)가 회전하지 않은 상태에서, 제2 조 구동 모터(552)에서 발생하는 동력이 제2 조 플레이트(512)로 전달되어, 제2 조 플레이트(512)를 A2 방향으로 회전시킬 수 있다. 제2 조 플레이트(512)는 모터 결합부(252)를 통해 구동부 제2 조 회전축인 회전축(242)에 동력을 전달하며, 회전축(242)에 결합된 제2 조 와이어인 와이어(302), (306)을 감거나 풀어주면서 요 동작 또는 액츄에이션 동작을 할 수 있다.
- [377] 도 38을 참조하면, 도 36의 피치 구동 모터(553)에서 발생하는 동력이 피치 플레이트(531)를 A3 방향으로 회전시키고, 그와 독립적으로 제2 조 구동 모터(552)에서 발생하는 동력이 제2 조 플레이트(512)로 전달되며, 제2 조 플레이트(512)를 A4 방향으로 회전시킬 수 있다.
- [378] 도 38을 참조하면, 피치 구동 모터(553)의 구동으로 엔드 툴(100)의 피치 동작을 수행할 수 있고, 제2 조 구동 모터(552)의 구동으로 모터 결합부(252)를 통해 구동부 제2 조 회전축인 회전축(242)에 동력을 전달하며, 회전축(242)에 결합된 제

2 조 와이어인 와이어(302), (306)을 감거나 풀어주면서 요 동작 또는 액츄에이션 동작을 할 수 있다.

[379] 도 31 내지 도 38을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 모터팩(500)은 피치 플레이트(531) 내에 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)가 배치되며, 피치 플레이트(531)가 피치 구동 모터(553)로부터 동력을 전달받아 회전 시 제1 조 플레이트(511), 제2 조 플레이트(521)가 피치 플레이트(531)의 회전 중심을 기준으로 공전할 수 있다.

[380] 또한, 모터 연결부재(541)가 피치 플레이트(531)에 결합되며 피치 플레이트(531)가 회전됨에 따라 위치가 변하고, 모터 연결부재(541)에 연결되는 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)를 피치 구동 모터(553)를 중심으로 공전시킬 수 있다.

[381] 이로 인하여 모터팩(500)에서 발생하는 동력을 구동부(200)에 전달할 수 있고, 구동부 피치 폴리가 회전축(243)을 중심으로 자전(rotation)하면, 회전축(241), 회전축(242)이 회전축(243)을 중심으로 공전(revolution)을 하면서, 구동부 조 폴리에 감겨 있는 조 와이어의 경로 길이를 변화시킨다. 그리고 이 조 와이어의 경로 길이의 변화가, 피치 동작에 따른 엔드 톨 측에서의 조 와이어들의 이동을 보상해 줌으로써, 피치 동작이 독립적으로 수행되는 결과를 낼 수 있는 것이다.

#### 발명의 실시를 위한 형태

[382] <구동부 - 제2 실시예>

[383] 도 39 및 도 40은 본 발명의 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 사시도이다. 도 41은 본 발명의 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 평면도이다. 도 42는 본 발명의 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 저면 사시도이다.

[384] 본 발명의 제2 실시예에 따른 구동부(600)는, 도 15 내지 도 28에 도시된 제1 실시예에 비해, 롤(roll) 동작을 위한 롤 회전축(644) 및 롤 회전축(644)에서 발생하는 동력을 연결부(310)에 전달하는 구성이 특징적으로 달라진다. 이하에서는 제1 실시예에 비해 달라진 부분에 대해 집중적으로 기술한다.

[385] 도 39 내지 도 42를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 구동부(600)의 케이스(601)에는 롤 회전축인 회전축(644)이 배치될 수 있다. 롤 회전축(644)의 회전 중심축은 회전축(641), 회전축(642), 회전축(643)과 나란하게 배치될 수 있다.

[386] 또한, 롤 회전축(644)의 회전 중심축은 연결부(310)의 길이 방향 중심축과 나란하게 배치될 수 있다.

[387] 도 39 내지 도 42를 참조하면, 롤 회전축(644)은 롤 구동 모터(도면 미도시)와 연결될 수 있고, 롤 구동 모터로부터 동력을 전달받아 회전할 수 있다. 롤 회전축(644)의 일 면에는 결합홀(644a)이 형성될 수 있고, 롤 구동 모터에 형성되는 돌출부(도면 미도시)와 연결될 수 있다.

[388] 이로 인하여 롤 구동 모터에서 발생하는 동력을 롤 회전축(644)에 전달할 수 있는 효과가 있다.

- [389] 도 39 내지 도 41을 참조하면, 롤 회전축(644)은 와이어(670)를 통해 연결부(310)에 동력을 전달할 수 있다. 본 도면에서는 롤 회전축(644)과 연결부(310)가 와이어(670)를 통해 연결되나, 이에 한정하는 것은 아니고 벨트 등과 연결될 수 있는 등 다양한 변형 실시가 가능하다.
- [390] 본 발명의 제2 실시예에 따른 구동부(600)는 연결부(310)에 회전 동력을 전달하기 위한 롤 회전축(644)이 구비되고, 롤 구동 모터에서 발생하는 동력을 와이어(670)를 통해 연결부(310)에 전달하는 점을 제외하고는 나머지 구성이 제1 실시예에 따른 구동부(200)의 구성과 동일하므로, 이와 중복되는 범위에서 자세한 설명은 생략한다.
- [391]
- [392] <구동부 - 제3 실시예>
- [393] 도 43 및 도 44는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 사시도이다. 도 45는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 평면도이다. 도 46은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 구동부를 도시한 저면 사시도이다.
- [394] 본 발명의 제3 실시예에 따른 구동부(700)는, 도 39 내지 도 42에 도시된 구동부의 제2 실시예에 비해, 롤 회전축(744)에서 발생하는 회전 동력을 연결부(310)에 전달하는 구성이 특징적으로 달라진다. 이하에서는 제2 실시예에 비해 달라진 부분에 대해 집중적으로 기술한다.
- [395] 도 43 내지 도 46을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 구동부(700)의 케이스(701)에는 롤 회전축인 회전축(744)이 배치될 수 있다. 롤 회전축(744)의 회전 중심축은 회전축(741), 회전축(742), 회전축(743)과 나란하게 배치될 수 있다.
- [396] 또한, 롤 회전축(744)의 회전 중심축은 연결부(310)의 길이 방향 중심축과 나란하게 배치될 수 있다.
- [397] 도 43 내지 도 46을 참조하면, 롤 회전축(744)은 롤 구동 모터(도면 미도시)와 연결될 수 있고, 롤 구동 모터로부터 동력을 전달받아 회전할 수 있다. 롤 회전축(744)의 일 면에는 결합홀(744a)이 형성될 수 있고, 롤 구동 모터에 형성되는 돌출부(도면 미도시)와 연결될 수 있다.
- [398] 이로 인하여 롤 구동 모터에서 발생하는 동력을 롤 회전축(744)에 전달할 수 있는 효과가 있다.
- [399] 도 43 내지 도 46을 참조하면, 롤 회전축(744)은 복수 개의 기어를 통해 연결부(310)에 동력을 전달할 수 있다. 구체적으로 기어는 롤 동작용 기어(771), 롤 동작용 기어(772)를 포함할 수 있고, 기어들(771)(772)이 맞물리면서, 롤 회전축(744)에서 발생하는 동력을 연결부(310)에 전달할 수 있다.
- [400] 기어들(771)(772)은 직경이 도 45에 도시된 바와 같이 상이하게 형성될 수 있다. 그러나 이에 한정하는 것은 아니고 동일하게 형성될 수 있는 등 다양한 변형 실시가 가능하다.
- [401] 본 발명의 제3 실시예에 따른 구동부(700)는 연결부(310)에 회전 동력을 전달하기 위한 롤 회전축(744)이 구비되고, 롤 구동 모터에서 발생하는 동력을 복수 개

의 롤 동작용 기어인 기어(771), 기어(772)를 통해 연결부(310)에 전달하는 점을 제외하고는 나머지 구성이 제2 실시예에 따른 구동부(600)의 구성과 동일하므로, 이와 중복되는 범위에서 자세한 설명은 생략한다.

[402]

[403] <모터팩 - 제2 실시예>

[404] 도 47 내지 도 51은 본 발명의 다른 실시예에 따른 모터팩을 도시한 사시도이다. 도 52는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모터팩을 도시한 평면도이다. 도 53은 도 51에서 피치 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다. 도 54 내지 도 56은 피치 구동 모터에 의해 회전되는 상태를 순차적으로 도시한 확대도이다. 도 57은 도 51에서 제2 조 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다. 도 58은 도 51에서 피치 구동 모터 및 제2 조 구동 모터에 의해 회전된 상태를 도시한 도면이다.

[405] 도 48 및 도 49를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예의 모터팩(800)은 제1 조 구동 모터(851), 제2 조 구동 모터(852), 피치 구동 모터(853)를 포함한다. 한편, 피치 구동 모터(853)의 회전축(미도시)에는 후술할 제1 조 중개 기어(862)와 제2 조 중개 기어(872)가 각각 회전 가능하게 결합되어 있다.

[406] 도 47 내지 도 49를 참조하면, 모터팩(800)은 케이스(801)를 더 포함할 수 있다. 케이스(801)는 내부가 중공이며, 제1 조 구동 모터(851), 제2 조 구동 모터(852), 피치 구동 모터(853)를 수용할 수 있다.

[407] 제1 조 구동 모터(851)의 회전축에는 제1 조 구동 기어(861)가 결합되어서, 제1 조 구동 모터(851)의 회전축이 회전하면 이와 함께 제1 조 구동 기어(861)가 회전한다.

[408] 그리고 제1 조 구동 기어(861)의 일 측에는 제1 조 구동 기어(861)와 맞물리도록 제1 조 중개 기어(862)가 배치된다. 그리고 제1 조 중개 기어(862)의 일 측에는 제1 조 중개 기어(862)와 맞물리도록 제1 조 회전 기어(863)가 배치된다. 그리고, 제1 조 회전 기어(863)의 회전축은 제1 조 플레이트(811)와 결합되어서, 제1 조 회전 기어(863)가 회전하면 이와 함께 제1 조 플레이트(811)가 회전한다. 결과적으로, 제1 조 구동 모터(851)가 회전하면, 그 구동력이 제1 조 구동 기어(861), 제1 조 중개 기어(862), 제1 조 회전 기어(863)를 거쳐서 제1 조 플레이트(811)가 회전하게 되는 것이다.

[409] 제1 조 플레이트(811)가 회전됨에 따라, 제1 조 플레이트(811)와 연결되는 구동부 제1 조 회전축인 회전축(도 17의 241 참조)이 회전할 수 있고, 제1 조 회전축(241)에 결합되는 제1 조 와이어인 와이어(301), 와이어(305)가 감기거나 풀릴 수 있다.

[410] 제2 조 구동 모터(852)의 회전축에는 제2 조 구동 기어(871)가 결합되어서, 제2 조 구동 모터(852)의 회전축이 회전하면 이와 함께 제2 조 구동 기어(871)가 회전한다. 그리고 제2 조 구동 기어(871)의 일 측에는 제2 조 구동 기어(871)와 맞물리도록 제2 조 중개 기어(872)가 배치된다. 그리고 제2 조 중개 기어(872)의 일 측

에는 제2 조 중개 기어(872)와 맞물리도록 제2 조 회전 기어(873)가 배치된다. 그리고, 제2 조 회전 기어(873)의 회전축은 제2 조 플레이트(821)와 결합되어서, 제2 조 회전 기어(873)가 회전하면 이와 함께 제2 조 플레이트(812)가 회전한다. 결과적으로, 제2 조 구동 모터(852)가 회전하면, 그 구동력이 제2 조 구동 기어(871), 제2 조 중개 기어(872), 제2 조 회전 기어(873)를 거쳐서 제2 조 플레이트(821)가 회전하게 되는 것이다.

- [411] 제2 조 플레이트(812)가 회전됨에 따라, 제2 조 플레이트(812)와 연결되는 구동부 제2 조 회전축인 회전축(도 17의 242 참조)이 회전할 수 있고, 제2 조 회전축(242)에 결합되는 제2 조 와이어인 와이어(302), 와이어(306)가 감기거나 풀릴 수 있다.
- [412] 도 52를 참조하면, 피치 플레이트(831)는 케이스(801) 상에 회전 가능하게 배치될 수 있다. 피치 플레이트(831)는 피치 구동 모터(853)와 연결되며, 피치 구동 모터(853)로부터 동력을 전달받을 수 있다. 구체적으로, 피치 구동 모터(853)에는 회전축(미도시)이 형성되고, 이 회전축(미도시)에 피치 플레이트(831)가 결합되어 있다. 따라서 피치 구동 모터(853)의 회전축(미도시)이 회전하면 이와 함께 피치 플레이트(831)가 회전한다.
- [413] 피치 플레이트(831)의 일 면(도 50 기준 하면)에는 피치 구동 모터(853)가 연결되고, 이에 대향하는 타 면(도 50 기준 상면)에는 구동부(200)를 향해 돌출 형성되는 돌출부(831a)가 형성될 수 있다.
- [414] 돌출부(831a)는 하나 이상이 형성될 수 있고, 마주보는 구동부(200)의 일면 상에 형성되는 결합홀(205a)에 삽입될 수 있다. 이로 인하여 구동부(200)와 모터팩(800)이 연결될 수 있고, 모터팩(800), 구체적으로 피치 구동 모터(853)에서 발생하는 동력이 구동부(200)에 전달될 수 있다.
- [415] 도 47 내지 도 52를 참조하면, 피치 플레이트(831) 내에는 제1 조 플레이트(811), 제2 조 플레이트(821)가 배치될 수 있다. 피치 플레이트(831)에는 홀부(hole)가 형성될 수 있고, 이러한 홀부에 제1 조 플레이트(811), 제2 조 플레이트(821)가 각각 배치될 수 있다.
- [416] 제1 조 플레이트(811), 제2 조 플레이트(821)는 피치 플레이트(831) 상에서 회전 가능하게 배치될 수 있다. 제1 조 플레이트(811), 제2 조 플레이트(821)는 제1 조 구동 모터(851), 제2 조 구동 모터(852)와 각각 연결될 수 있다.
- [417] 제1 조 플레이트(811)는 일 면(도 50 기준 하면)이 제1 조 구동 모터(851)와 연결되고, 타 면(도 50 기준 상면)이 구동부(200), 구체적으로 모터 결합부(251)와 연결될 수 있다.
- [418] 도 52를 참조하면, 제1 조 플레이트(811) 상에는 돌출부(811a)가 형성될 수 있고, 모터 결합부(251)에 형성되는 결합홀(251a)과 연결될 수 있다. 이로 인하여 제1 조 구동 모터(851)에서 발생하는 동력을 전달받아 모터 결합부(251)를 회전시킬 수 있고, 모터 결합부(251)가 회전됨에 따라 모터 결합부(251)의 회전축(241)

을 회전시키며, 회전축(241)에 연결되는 제1 조 와이어인 와이어(301), (305)를 감거나 풀 수 있다.

- [419] 제2 조 플레이트(821)는 일 면(도 50 기준 하면)이 제2 조 구동 모터(852)와 연결되고, 타 면(도 50 기준 상면)이 구동부(200), 구체적으로 모터 결합부(252)와 연결될 수 있다.
- [420] 도 52를 참조하면, 제2 조 플레이트(821) 상에는 돌출부(821a)가 형성될 수 있고, 모터 결합부(252)에 형성되는 결합홀(252a)과 연결될 수 있다. 이로 인하여 제2 조 구동 모터(852)에서 발생하는 동력을 전달받아 모터 결합부(252)를 회전시킬 수 있고, 모터 결합부(252)가 회전됨에 따라 모터 결합부(252)의 회전축(242)을 회전시키며, 회전축(242)에 연결되는 제2 조 와이어인 와이어(302), (306)를 감거나 풀 수 있다.
- [421] 도 49 내지 도 51을 참조하면, 제1 조 중개 기어(862), 제2 조 중개 기어(872)는 피치 플레이트(831)와 회전 중심축을 공유하고, 피치 플레이트(831)의 회전과 독립적으로 회전이 가능하다.
- [422] 도면에 도시하지는 않았지만, 피치 플레이트(831)의 회전 중심축(도면부호 미설정)과 제1 조 중개 기어(862), 제2 조 중개 기어(872) 사이에 베어링이 배치되며, 제1 조 중개 기어(862), 제2 조 중개 기어(872)가 피치 플레이트(831)의 회전 중심축과 별개로 회전이 가능하도록 배치될 수 있다.
- [423] 도 49 내지 도 51을 참조하면, 제1 조 중개 기어(862), 제2 조 중개 기어(872)는 회전 중심축이 동일하게 형성되고, 높이를 달리하여 일정 간격 이격 배치될 수 있다.
- [424] 이에 따라 제1 조 구동 기어(861), 제2 조 구동 기어(871)도 높이를 달리하여 이격 배치되고, 제1 조 회전 기어(863), 제2 조 회전 기어(873)도 높이를 달리하여 이격 배치될 수 있다.
- [425] 이로 인하여 제1 조 구동 기어(861), 제1 조 중개 기어(862), 제1 조 회전 기어(863)와 제2 조 구동 기어(871), 제2 조 중개 기어(872), 제2 조 회전 기어(873) 간 간섭이 일어나는 것을 방지할 수 있는 효과가 있다.
- [426] 도 49 내지 도 51을 참조하면, 모터팩(800)은 모터 연결부재(841)를 더 포함할 수 있다. 모터 연결부재(841)는 피치 플레이트(831)에 결합되는 것으로, 제1 조 플레이트(811)의 회전 중심축, 제2 조 플레이트(821)의 회전 중심축과 연결될 수 있다.
- [427] 이로 인하여 제1 조 플레이트(811), 제2 조 플레이트(821)의 각 회전 중심축이 중심을 유지하면서 제1 조 구동 모터(851), 제2 조 구동 모터(852)로부터 발생하는 동력을 제1 조 플레이트(811), 제2 조 플레이트(821)에 전달할 수 있는 효과가 있다.
- [428] 즉, 피치 플레이트(831)에 제1 조 플레이트(811)와 제2 조 플레이트(821)가 결합되어 있으므로, 피치 플레이트(831)가 자전하면, 제1 조 플레이트(811)와 제2 조

플레이트(821)는 피치 구동 모터(853)의 회전축(미도시)을 중심으로 공전한다. 이에 대해서는 후술할 피치 동작에서 더욱 상세히 설명하도록 한다.

[429]

[430] (피치 동작)

[431] 도 54 내지 도 56은 피치 구동 모터에 의해 회전되는 상태를 순차적으로 도시한 확대도이다. 피치 구동 모터(853)가 회전하면, 피치 플레이트(831)가 피치 회전축(미도시)을 중심으로 회전(자전)하고, 이와 함께 피치 플레이트(831) 상에 배치되는 제1 조 플레이트(811)와 제2 조 플레이트(821)도 피치 회전축을 중심으로 공전한다.

[432] 이때, 제1 조 플레이트(811)와 제2 조 플레이트(821)의 회전을 보상하기 위해, 제1 조 구동 모터(851)와 제2 조 구동 모터(852)가 회전한다.

[433] 상세히, 도 54 내지 도 56을 참조하면, 피치 동작을 위해 피치 구동 모터(853) 및 피치 플레이트(831)가 화살표 A3 방향으로 회전한다. 그러면, 피치 플레이트(831)의 회전에 의해 제1 조 플레이트(811) 및 제2 조 플레이트(821)도 피치 구동 모터(853)의 회전축을 중심으로 화살표 A3 방향으로 공전을 하게 된다.

[434] 이와 같은 피치 구동 모터(853) 및 피치 플레이트(831)에 의한 제1 조 플레이트(811)의 회전(공전)을 보상하기 위해, 제1 조 구동 모터(851) 및 이와 결합된 제1 조 구동 기어(861)가 화살표 A1 방향으로 회전한다. 그러면, 제1 조 구동 기어(861)와 맞물려 있는 제1 조 중개 기어(862)는 화살표 A1' 방향으로 회전하게 된다. 이때, 제1 조 회전 기어(863)는 제1 조 플레이트(811)에 의해 피치 회전축을 중심으로 공전한다.

[435] 이와 같이 제1 조 구동 기어(861)에 의해 제1 조 중개 기어(862)가 피치 회전축을 중심으로 자전하는 동시에 제1 조 회전 기어(863)는 피치 회전축을 중심으로 공전하므로, 이와 같이 회전하는 동안 제1 조 중개 기어(862)의 특정 이빨과 제1 조 회전 기어(863)의 이빨이 계속 맞닿아 있다. 즉, 제1 조 회전 기어(863)는 제1 조 중개 기어(862)에 대해 기어 회전하지 아니한다.

[436] 결과적으로 피치 동작이 수행되는 동안, 제1 조 중개 기어(862)와 제1 조 회전 기어(863)의 상대적인 위치가 일정하게 유지된다. 이를 다른 관점에서 말하면, 제1 조 중개 기어(862)와 제1 조 회전 기어(863)가 일체로 피치 회전축을 중심으로 회전한다고 표현할 수도 있다.

[437] 이와 같이, 피치 동작을 수행하기 위해 피치 구동 모터(853)가 회전할 때 부차적으로 발생하는 제1 조 플레이트(811)와 제2 조 플레이트(812)의 공전을 제1 조 구동 모터(851) 및 제2 조 구동 모터(852)가 회전하여 보상해줌으로써, 결과적으로 피치 운동이 조의 운동에 영향을 받지 않을 수 있다.

[438]

[439] (제2 조 회전 동작)

[440] 도 57에 도시된 바와 같이, 제2 조(도 7의 102 참조)가 동작하기 위해서는 제2 조 구동 모터(852)가 회전되어야 한다. 제2 조 구동 모터(852)의 회전축 및 이와 결합

된 제2 조 구동 기어(871)가 화살표 B2 방향으로 회전하면 이와 맞물리는 제2 조 중개 기어(872)는 B2' 방향으로 회전된다. 그리고 제2 조 중개 기어(872)와 맞물리는 제2 조 회전 기어(873) 및 제2 조 플레이트(821)는 화살표 B2'' 방향으로 회전하게 된다. 이때, 피치 플레이트(811)는 회전하지 않고, 위치를 유지하며, 피치 플레이트(811) 상에 배치되는 제2 조 플레이트(821)만 회전하게 된다.

[441]

[442] (피치 동작과 제2 조 회전 동작 동시 수행)

[443] 도 58에 도시된 바와 같이, 피치 동작이 수행되는 동시에 제2 조가 회전 동작하기 위해서, 피치 구동 모터(853)와 제2 조 구동 모터(852)가 각각 회전할 수 있다.

[444] 구체적으로, 도 58을 참조하면, 피치 동작을 위해 피치 구동 모터(853) 및 피치 플레이트(831)가 화살표 C3 방향으로 회전한다. 그러면, 피치 플레이트(831)의 회전에 의해 제1 조 플레이트(811) 및 제2 조 플레이트(821)도 피치 구동 모터(853)의 회전축을 중심으로 화살표 C3 방향으로 공전을 하게 된다.

[445] 이와 같은 피치 구동 모터(853) 및 피치 플레이트(831)에 의한 제1 조 플레이트(811)의 회전(공전)을 보상하기 위해, 제1 조 구동 모터(851) 및 이와 결합된 제1 조 구동 기어(861)가 화살표 C1 방향으로 회전한다. 그러면, 제1 조 구동 기어(861)와 맞물려 있는 제1 조 중개 기어(862)는 화살표 C1' 방향으로 회전하게 된다. 이때, 제1 조 회전 기어(863)는 제1 조 플레이트(811)에 의해 피치 회전축을 중심으로 공전한다.

[446] 한편, 피치 동작이 수행되는 동시에 제2 조가 회전 동작하기 위해서는, 제2 조 구동 모터(852) 및 이와 결합된 제2 조 구동 기어(871)가 화살표 C2 방향으로 회전한다. 그러면 제2 조 구동 기어(871)와 맞물려 있는 제2 조 중개 기어(872)가 화살표 C2' 방향으로 회전하고, 제2 조 중개 기어(872)와 맞물려 있는 제2 조 회전 기어(873)는 화살표 C'' 방향으로 회전한다.

[447] 이때 피치 구동 모터(853)와 제2 조 구동 모터(852)가 함께 회전하면, 제2 조 구동 모터(852)가 회전할 때 피치 구동 모터(853)의 회전을 보상하기 위한 회전량이 함께 고려되어야 한다. 이때, 도면에는 제2 조 구동 기어(871)가 제2 조 중개 기어(872)보다 상대적으로 더 작게 형성되므로, 피치도 45° 회전하고 제2 조도 45° 회전한다고 가정하면, 제2 조 구동 모터(852)가 시계 방향으로 회전하는 것으로도 시되어 있다. 다만, 이는 각 기어들의 회전비에 따라 달라질 수 있다.

[448] 본 발명의 제2 실시예의 모터팩(800)은 제1 조 구동 모터(551), 제2 조 구동 모터(552)가 피치 구동 모터(553)이 회전함에 따라 함께 회전하는 제1 실시예의 모터팩(500)과 달리, 제1 조 구동 모터(851), 제2 조 구동 모터(852)의 위치가 변하지 않고 유지될 수 있다.

[449] 또한, 제1 조 구동 모터(551)의 회전 동력 발생 시 회전 중심축이 제1 조 플레이트(511)의 회전 중심축과 동일하고, 제2 조 구동 모터(552)의 회전 동력 발생 시 회전 중심축이 제2 조 플레이트(521)의 회전 중심축과 동일한 제1 실시예의 모터팩(500)과 달리, 제1 조 구동 모터(851)의 회전 중심축이 제1 조 플레이트(811)의

회전 중심축과 이격 배치되고, 제2 조 구동 모터(852)의 회전 중심축이 제2 조 플레이트(821)의 회전 중심축과 이격 배치된다.

- [450] 대신에 제1 조 구동 모터(851)에서 발생하는 동력이 제1 조 구동 기어(861), 제1 조 중개 기어(862), 제1 조 회전 기어(863)를 통해 제1 조 플레이트(811)에 전달될 수 있다.
- [451] 마찬가지로 제2 조 구동 모터(852)에서 발생하는 동력이 제2 조 구동 기어(871), 제1 조 중개 기어(872), 제1 조 회전 기어(873)를 통해 제2 조 플레이트(821)에 전달될 수 있다.
- [452] 이러한 점을 제외하고는 피치 플레이트(831), 제1 조 플레이트(811), 제2 조 플레이트(821)의 회전 동력을 구동부(200)에 전달하는 구성 및 효과가 제1 실시예에 따른 모터팩(500)과 동일하므로 이와 중복되는 범위에서 자세한 설명은 생략한다.
- [453] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

#### 산업상 이용가능성

- [454] 본 발명은 수술용 인스트루먼트 및 이를 포함하는 수술 로봇에 관한 것으로, 상세하게는 복강경 수술 또는 여러 다양한 수술에 사용하기 위해 수동 또는 자동으로 작동 가능하고, 피치 동작과 요 동작/액츄에이션 동작이 독립적으로 원활하게 수행되는 수술용 인스트루먼트 및 이를 포함하는 수술 로봇에 이용될 수 있다.

## 청구범위

- [청구항 1]    하나 이상의 조(jaw) 및 상기 조와 결합하며 제1 축을 중심으로 상기 조와 함께 회전이 가능하도록 형성되는 엔드 툴 조 폴리를 포함하고, 적어도 피치 회전 및 요 회전이 가능하도록 형성되는 엔드 툴(end tool);  
 상기 엔드 툴 조 폴리에 결합되어 상기 엔드 툴 조 폴리의 회전에 따라 이동하는 조 와이어;  
 일 방향으로 연장 형성되며, 내부에 상기 조 와이어가 통과하고, 일 단부에 상기 엔드 툴이 결합되는 연결부;  
 상기 연결부의 타 단부에 결합되고, 상기 엔드 툴의 상기 피치 회전 및 상기 요 회전을 제어하는 구동부;를 포함하고,  
 상기 구동부는,  
 제2 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되고, 상기 조 와이어의 적어도 일부가 감기도록 형성되는 구동부 조(jaw) 폴리; 및  
 상기 제2 축과 상이한 제3 축을 중심으로 회전 가능하게 형성되고, 상기 구동부 조 폴리의 중심과 미리 설정된 간격을 유지한 상태에서 상대적으로 이동이 가능하며, 상기 구동부 조 폴리의 중심을 기준으로 공전(revolution)하고, 상기 조 와이어와 결합되는 구동부 조 회전축;을 포함하고,  
 상기 구동부 조 회전축의 회전을 통해 상기 조 와이어가 이동하면서 상기 엔드 툴 조 폴리 및 상기 조가 회전되고,  
 상기 구동부 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 조 와이어는 상기 구동부 조 폴리, 상기 구동부 조 회전축, 상기 구동부 조 폴리에 차례로 감긴 후에 상기 엔드 툴 쪽으로 연장되며,  
 상기 구동부 조 회전축이 상기 구동부 조 폴리에 대해 상대적으로 이동하면, 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경되면서, 상기 엔드 툴이 상기 피치 회전하는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 2]    제 1 항에 있어서,  
 상기 구동부 조 폴리에 인접하게 배치되며, 상기 제2 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 구동부 피치 폴리;를 더 포함하고,  
 상기 구동부 조 회전축은 상기 구동부 피치 폴리에 대해 상대적으로 이동 가능하도록 형성되어,  
 상기 구동부 피치 폴리가 회전하면 상기 제2 축에 대한 상기 구동부 조 회전축의 상대적인 위치가 변하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 3]    제 2 항에 있어서,

상기 구동부 피치 폴리의 회전 중심과 상기 구동부 조 회전축의 회전 중심의 상대적인 거리는 일정하게 유지되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

[청구항 4] 제 2 항에 있어서,  
상기 구동부 피치 폴리가 회전하면 상기 구동부 조 회전축은 상기 구동부 피치 폴리와 연동하여 이동하는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

[청구항 5] 제 2 항에 있어서,  
상기 구동부 피치 폴리가 상기 제2 축을 중심으로 회전하면, 상기 구동부 조 회전축이 상기 구동부 피치 폴리에 대해 상대적으로 이동하면서, 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

[청구항 6] 제 5 항에 있어서,  
상기 구동부 피치 폴리의 회전에 의한 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이의 변경에 의해,  
상기 엔드 툴 내의 상기 조 와이어의 전체 길이도 변경되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

[청구항 7] 제 5 항에 있어서,  
상기 구동부 피치 폴리의 회전에 의해 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경되더라도,  
상기 조 와이어의 전체 길이는 일정하게 유지되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

[청구항 8] 제 2 항에 있어서,  
상기 엔드 툴 조 폴리와 인접하게 형성되며, 상기 제1 축과 상이한 제4 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 엔드 툴 조 피치 메인 폴리와,  
상기 엔드 툴 조 피치 메인 폴리와 인접하게 형성되며, 상기 제1 축과 상이한 제5 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 엔드 툴 조 피치 서브 폴리를 더 포함하는 수술용 인스트루먼트.

[청구항 9] 제 8 항에 있어서,  
상기 엔드 툴의 피치 회전 시에, 상기 엔드 툴 조 폴리에 감겨 나와서 상기 엔드 툴 조 피치 메인 폴리 및 상기 엔드 툴 조 피치 서브 폴리를 지나가는 상기 조 와이어의 두 가닥은 같은 방향으로 동시에 이동하는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

[청구항 10] 제 8 항에 있어서,  
상기 제1 축에 수직이고 상기 제4 축을 포함하는 일 평면을 기준으로,  
상기 엔드 툴 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 조 와이어는 상기 일 평면에 대해 동일한 측에 배치되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

- [청구항 11] 제 8 항에 있어서,  
 상기 조는 제1 조 및 제2 조를 포함하고,  
 상기 엔드 툴 조 폴리는, 상기 제1 조와 결합하는 엔드 툴 제1 조 폴리와,  
 상기 제2 조와 결합하는 엔드 툴 제2 조 폴리를 포함하고,  
 상기 조 와이어는 상기 엔드 툴 제1 조 폴리에 결합되는 제1 조 와이어와,  
 상기 엔드 툴 제2 조 폴리에 결합되는 제2 조 와이어를 포함하는 것을 특  
 징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서,  
 상기 제1 축에 수직이고 상기 제4 축을 포함하는 평면을 기준으로,  
 상기 엔드 툴 제1 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 제1 조 와이어  
 는 상기 평면에 대해 어느 일 측에 배치되고,  
 상기 엔드 툴 제2 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 제2 조 와이어  
 는 상기 평면에 대해 다른 일 측에 배치되는 것을 특징으로 하는 수술용  
 인스트루먼트.
- [청구항 13] 제 8 항에 있어서,  
 상기 조 와이어는 상기 엔드 툴 조 폴리, 엔드 툴 조 피치 메인 폴리 및 상  
 기 엔드 툴 조 피치 서브 폴리와 차례로 접촉하도록 형성되는 것을 특징으  
 로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 14] 제 8 항에 있어서,  
 상기 엔드 툴 조 폴리에 인접하게 배치되며, 상기 제4 축 또는 상기 제5 축  
 을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 엔드 툴 피치 폴리; 및  
 상기 엔드 툴 피치 폴리 및 상기 구동부 피치 폴리에 각각 결합되어 상기  
 엔드 툴 피치 폴리와 상기 구동부 피치 폴리를 연결하는 피치 와이어;를  
 더 포함하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 15] 제 14 항에 있어서,  
 상기 구동부 피치 폴리의 회전량과 상기 엔드 툴 피치 폴리의 회전량은 실  
 질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 16] 제 14 항에 있어서,  
 상기 구동부 피치 폴리가 제1 각도만큼 자전하면, 상기 구동부 조 회전축  
 은 상기 제1 각도만큼 공전하며,  
 상기 구동부 피치 폴리가 상기 제1 각도만큼 자전하면, 상기 엔드 툴 피치  
 폴리와 상기 엔드 툴 조 피치 메인 폴리는 제2 각도만큼 회전하는 것을 특  
 징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 17] 제 2 항에 있어서,  
 상기 구동부 조 폴리와 인접하게 배치되고, 상기 엔드 툴로부터 상기 조  
 와이어를 상기 구동부 조 폴리로 전달하는 적어도 하나 이상의 구동부 서  
 브 중개 폴리를 포함하고,

상기 조 와이어는 상기 구동부 서브 중개 풀리, 상기 구동부 조 풀리, 상기 구동부 조 회전축을 차례로 지나는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

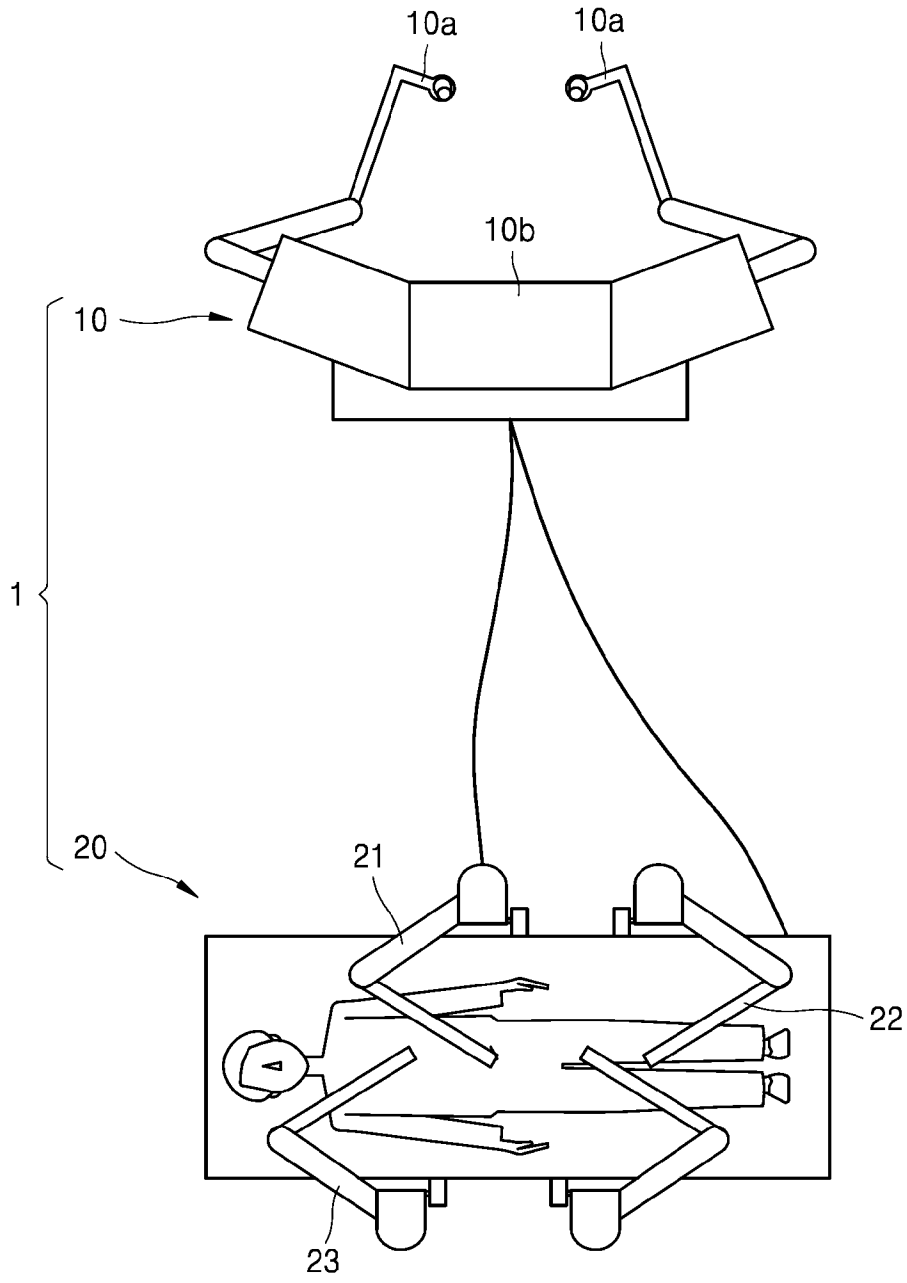
- [청구항 18] 제 17 항에 있어서,  
상기 구동부 피치 풀리가 회전하면,  
상기 구동부 조 회전축이 함께 회전하면서, 상기 구동부 서브 중개 풀리로의 진입 지점부터, 상기 구동부 조 풀리를 거쳐서, 상기 구동부 조 회전축으로부터의 진출 지점까지의 상기 조 와이어의 경로 길이가 변경되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 19] 제 17 항에 있어서,  
상기 구동부 피치 풀리가 회전하면,  
상기 엔드 톨 조 풀리와 상기 구동부 조 회전축을 연결하는 상기 조 와이어의 배치 경로 상에서, 상기 조 와이어가 상기 구동부 조 풀리와 처음 접촉하는 지점부터, 상기 조 와이어가 상기 구동부 조 풀리와 마지막으로 접촉하는 지점까지의 상기 조 와이어의 경로 길이가 변경되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 20] 제 2 항에 있어서,  
상기 구동부 조 풀리는 상기 제2 축을 중심으로 자전(rotation) 가능하도록 형성되고,  
상기 구동부 조 회전축은 상기 제2 축을 중심으로 공전(revolution) 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 21] 제 20 항에 있어서,  
상기 구동부 피치 풀리가 상기 제2 축을 중심으로 자전(rotation)하면, 상기 구동부 피치 풀리와 연결된 상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축을 중심으로 공전(revolution)을 수행하면서, 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 22] 제 20 항에 있어서,  
상기 구동부 피치 풀리가 상기 제2 축을 중심으로 회전하면,  
상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축과 일정 정도 이격된 상태에서, 상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축과 일정한 거리를 유지하면서 상기 구동부 조 회전축 전체가 상기 제2 축을 중심으로 회전하는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 23] 제 20 항에 있어서,  
상기 제2 축을 중심으로 상기 구동부 피치 풀리와 함께 회전하도록 형성된 베이스 플레이트;를 더 포함하고,  
상기 구동부 조 회전축은 상기 베이스 플레이트 상에 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 24] 제 23 항에 있어서,

상기 베이스 플레이트에는 두 개 이상의 홀부가 형성되며, 상기 각 홀부 중 적어도 하나에는 구동부 조 회전축이 배치되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.

- [청구항 25] 제 23 항에 있어서,  
상기 베이스 플레이트는 상기 구동부 피치 폴리와 상기 구동부 조 회전축을 강체 연결하여, 상기 구동부 피치 폴리가 상기 제2 축을 중심으로 자전(rotation)하면, 상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축을 중심으로 공전(revolution)을 수행하는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 26] 제 20 항에 있어서,  
상기 구동부 조 회전축이 상기 제2 축을 중심으로 공전(revolution)하면, 상기 구동부 조 폴리에 감기는 상기 조 와이어의 길이가 변경되는 것을 특징으로 하는 다관절형 수술용 장치.
- [청구항 27] 제 1 항에 있어서,  
상기 구동부 조(jaw) 폴리가 회전하여도 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이는 일정하게 유지되는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 28] 제 1 항에 있어서,  
상기 조 와이어는 상기 엔드 툴 조 폴리 및 상기 구동부 조 폴리와 각각 결합하여 전체적으로 폐루프(closed loop)를 형성하는 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 29] 제 1 항에 있어서,  
상기 요 회전은 상기 엔드 툴 조 폴리가 상기 제1 축을 중심으로 자전(rotation)하는 동작이고,  
상기 피치 회전은 상기 엔드 툴 조 폴리가 상기 제1 축과 상이한 제4 축을 중심으로 공전(revolution)하는 동작인 것을 특징으로 하는 수술용 인스트루먼트.
- [청구항 30] 수술자의 핸들 조작에 의해 동작을 수행하는 하나 이상의 로봇 암 유닛;  
및  
상기 로봇 암 유닛에 결합되는 수술용 인스트루먼트;를 포함하고,  
상기 수술용 인스트루먼트는,  
하나 이상의 조(jaw) 및 상기 조와 결합하며 제1 축을 중심으로 상기 조와 함께 회전이 가능하도록 형성되는 엔드 툴 조 폴리를 포함하고, 적어도 피치 회전 및 요 회전이 가능하도록 형성되는 엔드 툴(end tool);  
상기 엔드 툴 조 폴리에 결합되어 상기 엔드 툴 조 폴리의 회전에 따라 이동하는 조 와이어;  
일 방향으로 연장 형성되며, 내부에 상기 조 와이어가 통과하고, 일 단부에 상기 엔드 툴이 결합되는 연결부;

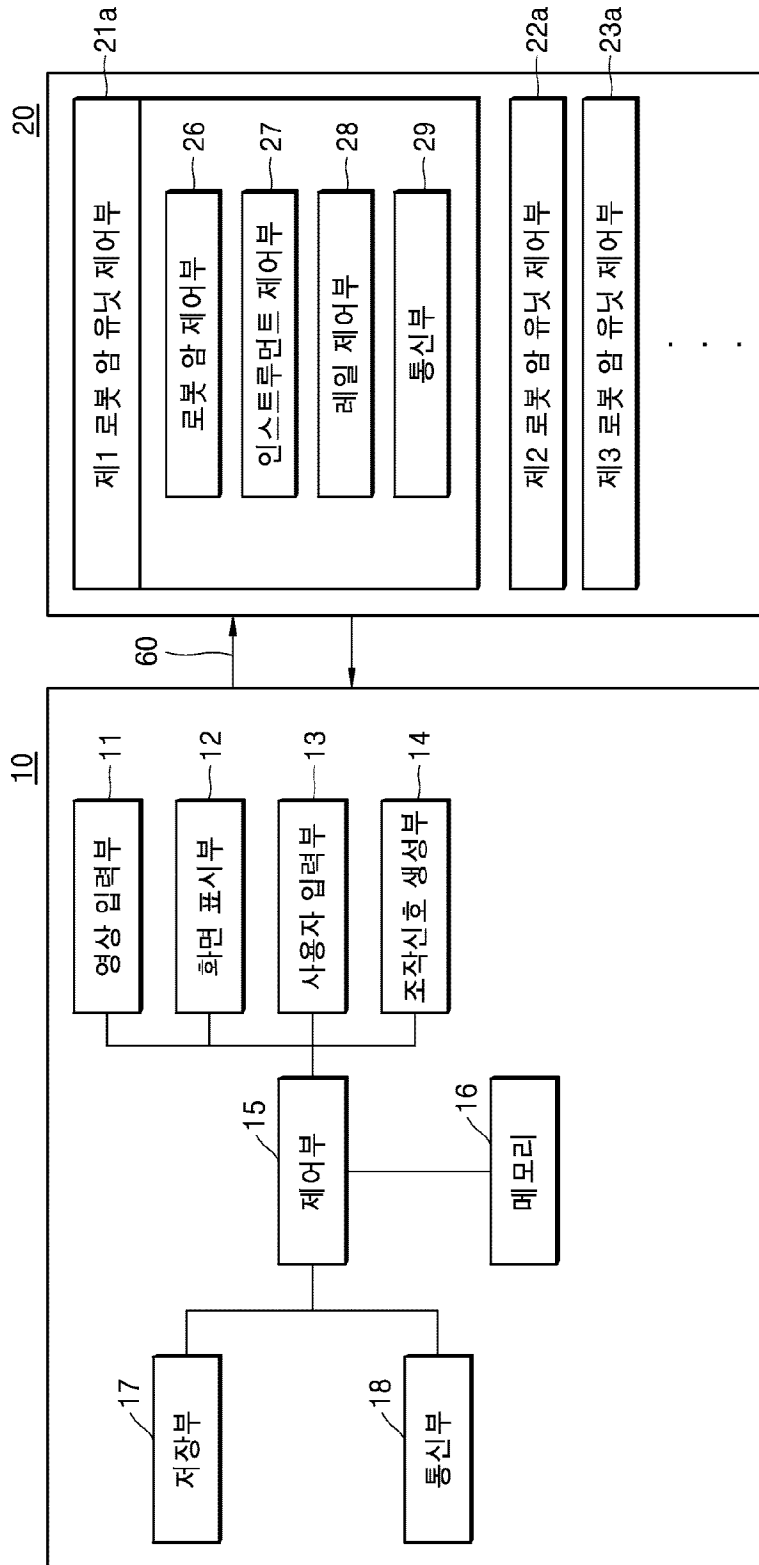
상기 연결부의 타 단부에 결합되고, 상기 엔드 툴의 상기 피치 회전 및 상기 요 회전을 제어하는 구동부;를 포함하고,  
상기 구동부는,  
제2 축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되고, 상기 조 와이어의 적어도 일부가 감기도록 형성되는 구동부 조(jaw) 폴리; 및  
상기 제2 축과 상이한 제3 축을 중심으로 회전 가능하게 형성되고, 상기 구동부 조 폴리의 중심과 미리 설정된 간격을 유지한 상태에서 상대적으로 이동이 가능하며, 상기 구동부 조 폴리의 중심을 기준으로 공전(revolution)하고, 상기 조 와이어와 결합되는 구동부 조 회전축;을 포함하고,  
상기 구동부 조 회전축의 회전을 통해 상기 조 와이어가 이동하면서 상기 엔드 툴 조 폴리 및 상기 조가 회전되고,  
상기 구동부 조 폴리에 감겨서 나오는 두 가닥의 상기 조 와이어는 상기 구동부 조 폴리, 상기 구동부 조 회전축, 상기 구동부 조 폴리에 차례로 감긴 후에 상기 엔드 툴 쪽으로 연장되며,  
상기 구동부 조 회전축이 상기 구동부 조 폴리에 대해 상대적으로 이동하면, 상기 구동부 내의 상기 조 와이어의 전체 길이가 변경되면서, 상기 엔드 툴이 상기 피치 회전하는 것을 특징으로 하는 수술 로봇.

[도1]

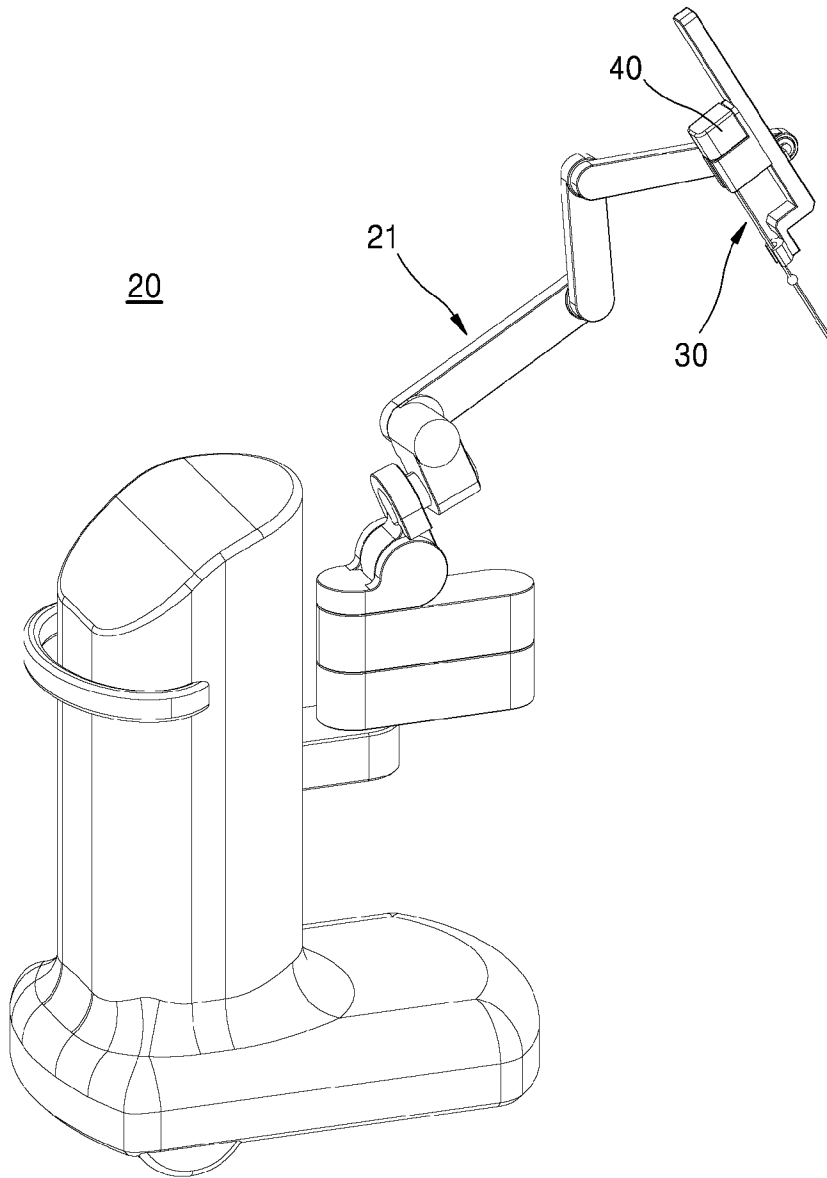


[도2]

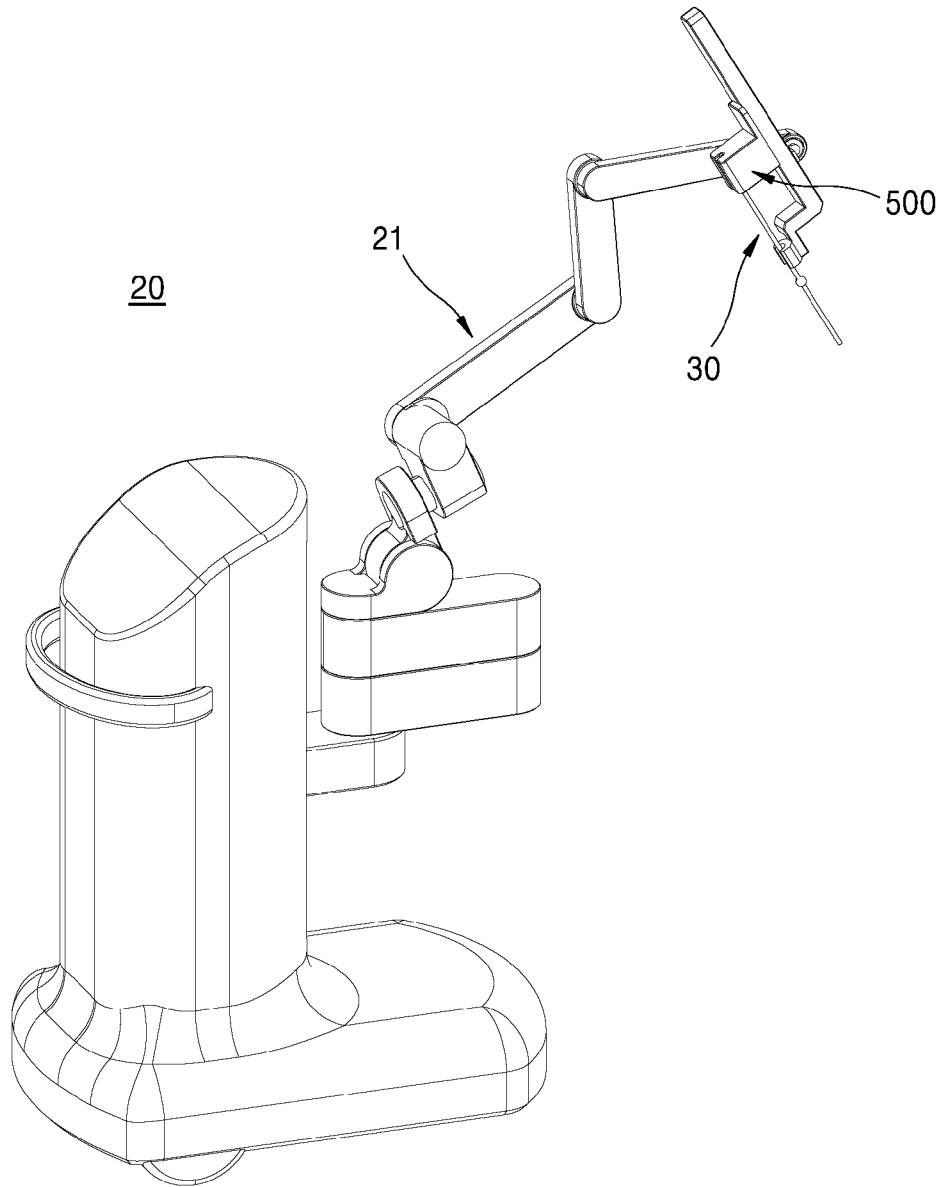
1



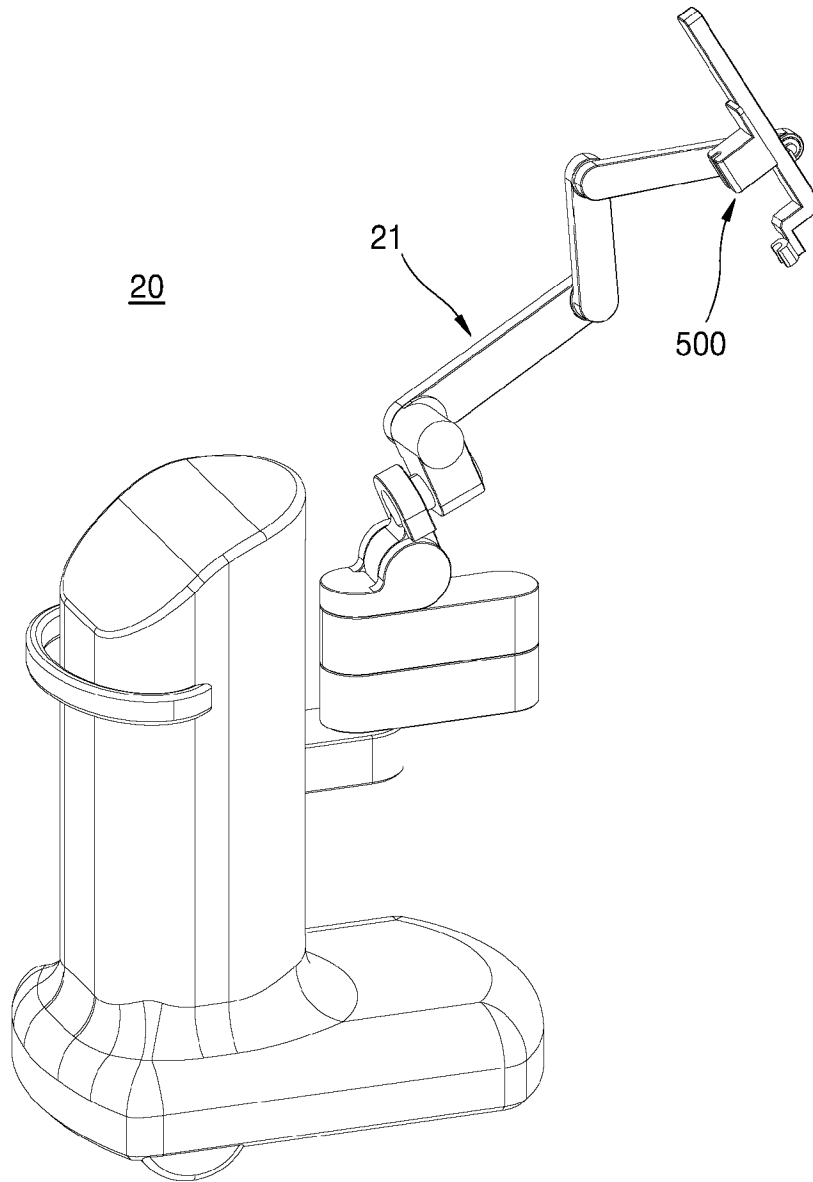
[도3]



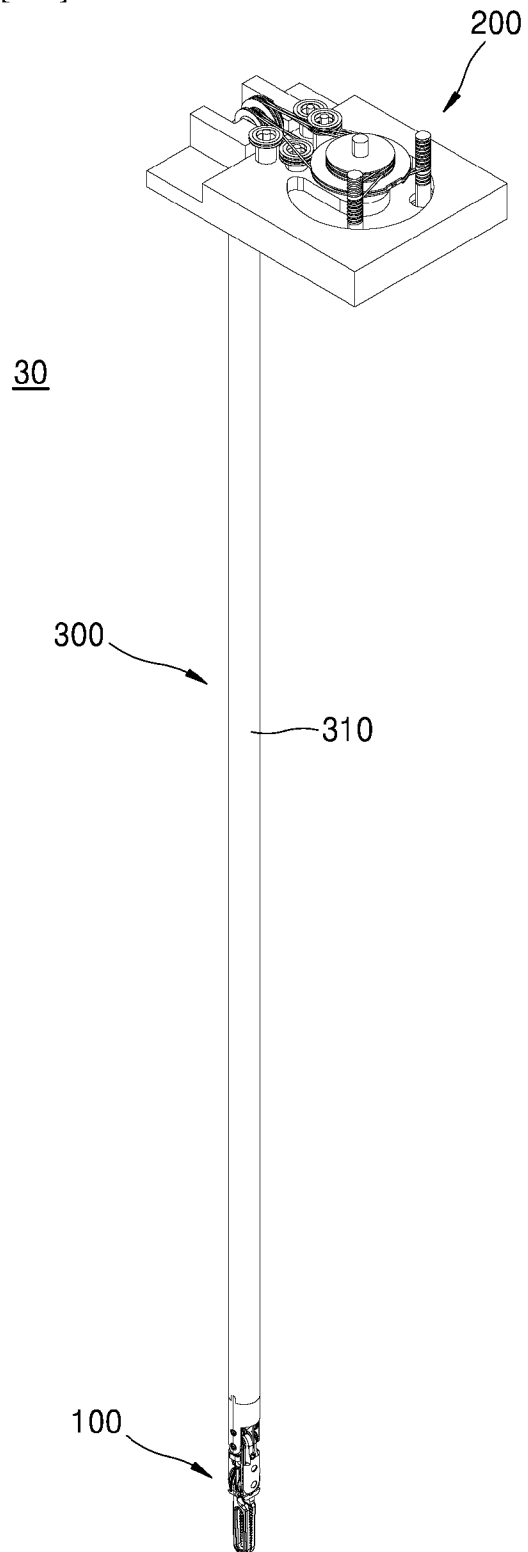
[도4]



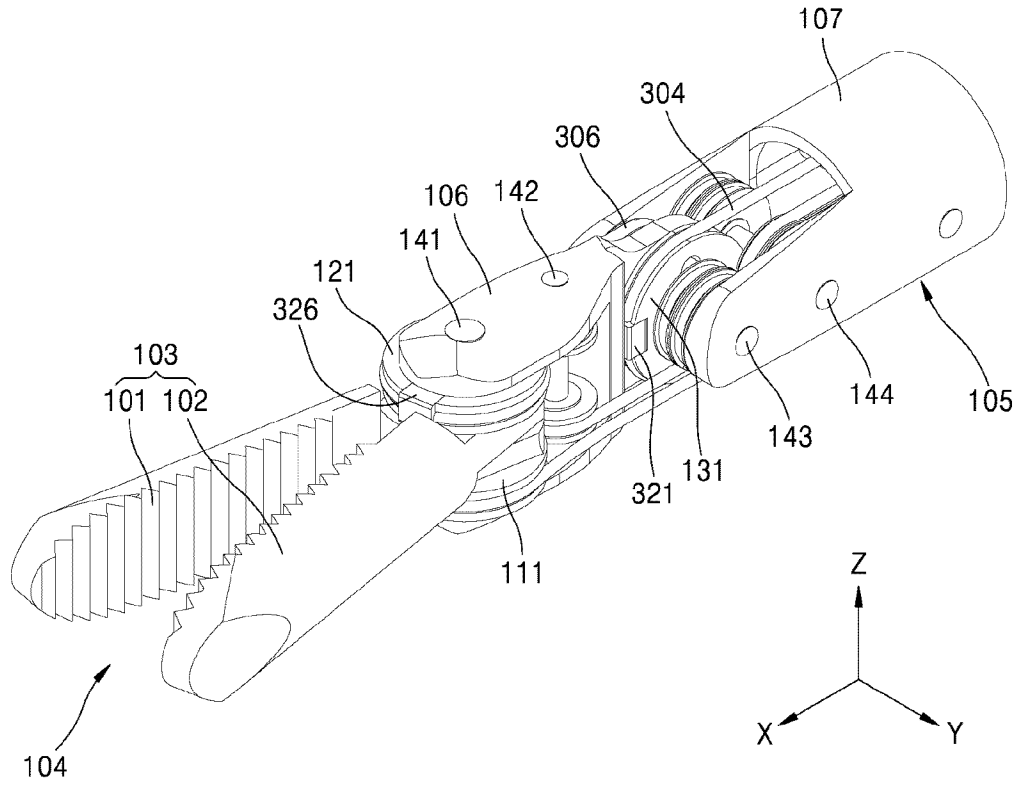
[도5]



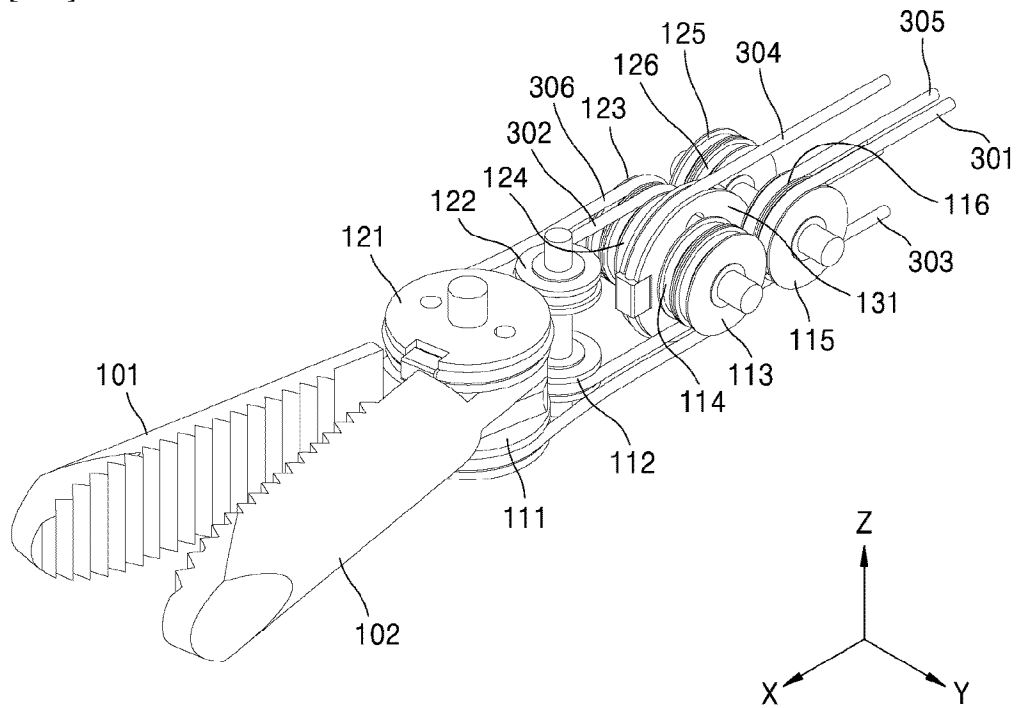
[도6]



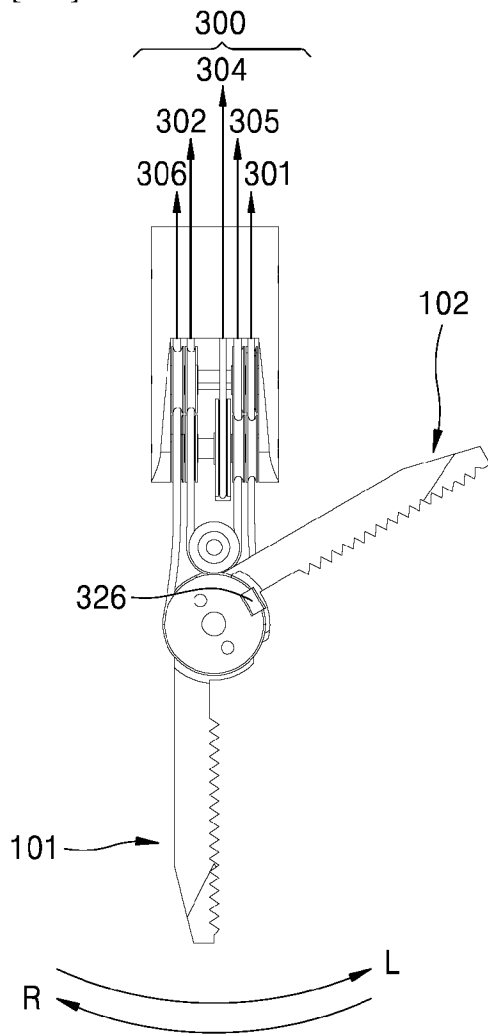
[도7]



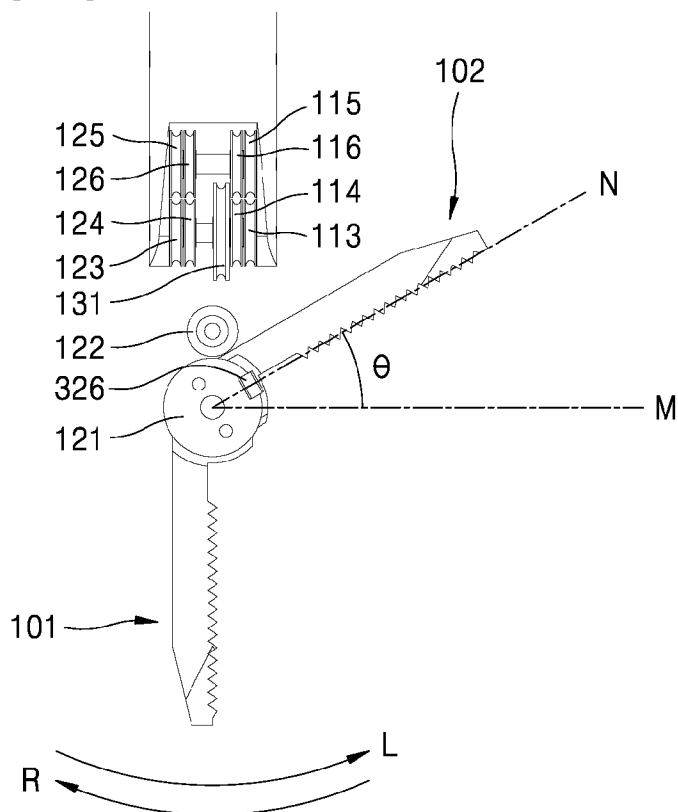
[도8]



[도9]

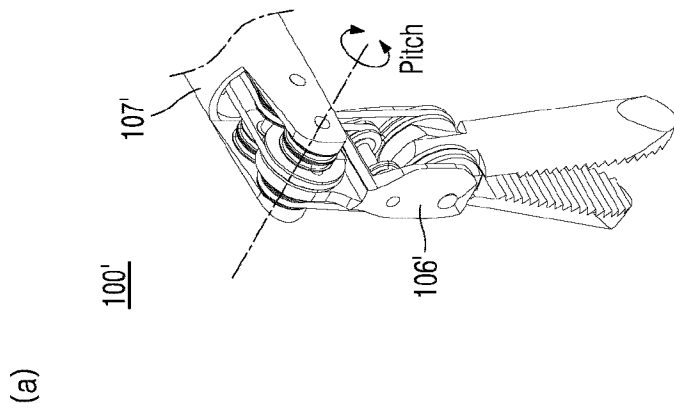
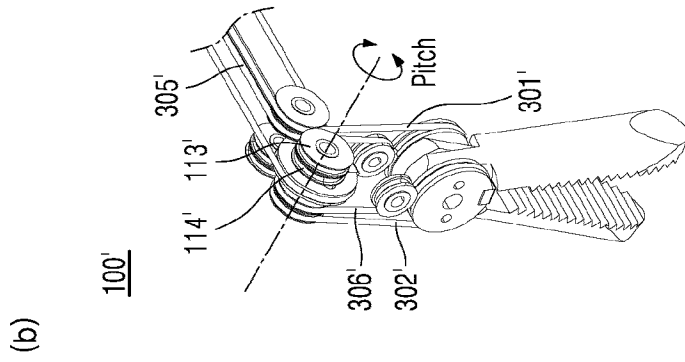
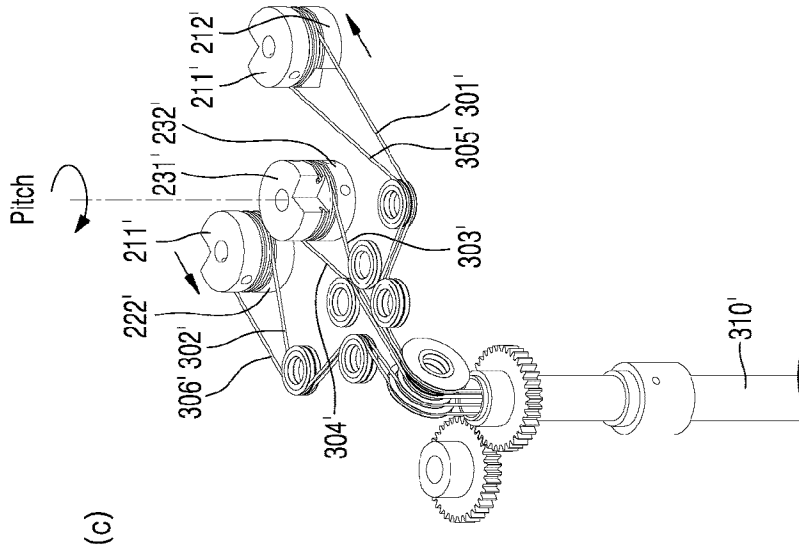


[도10]

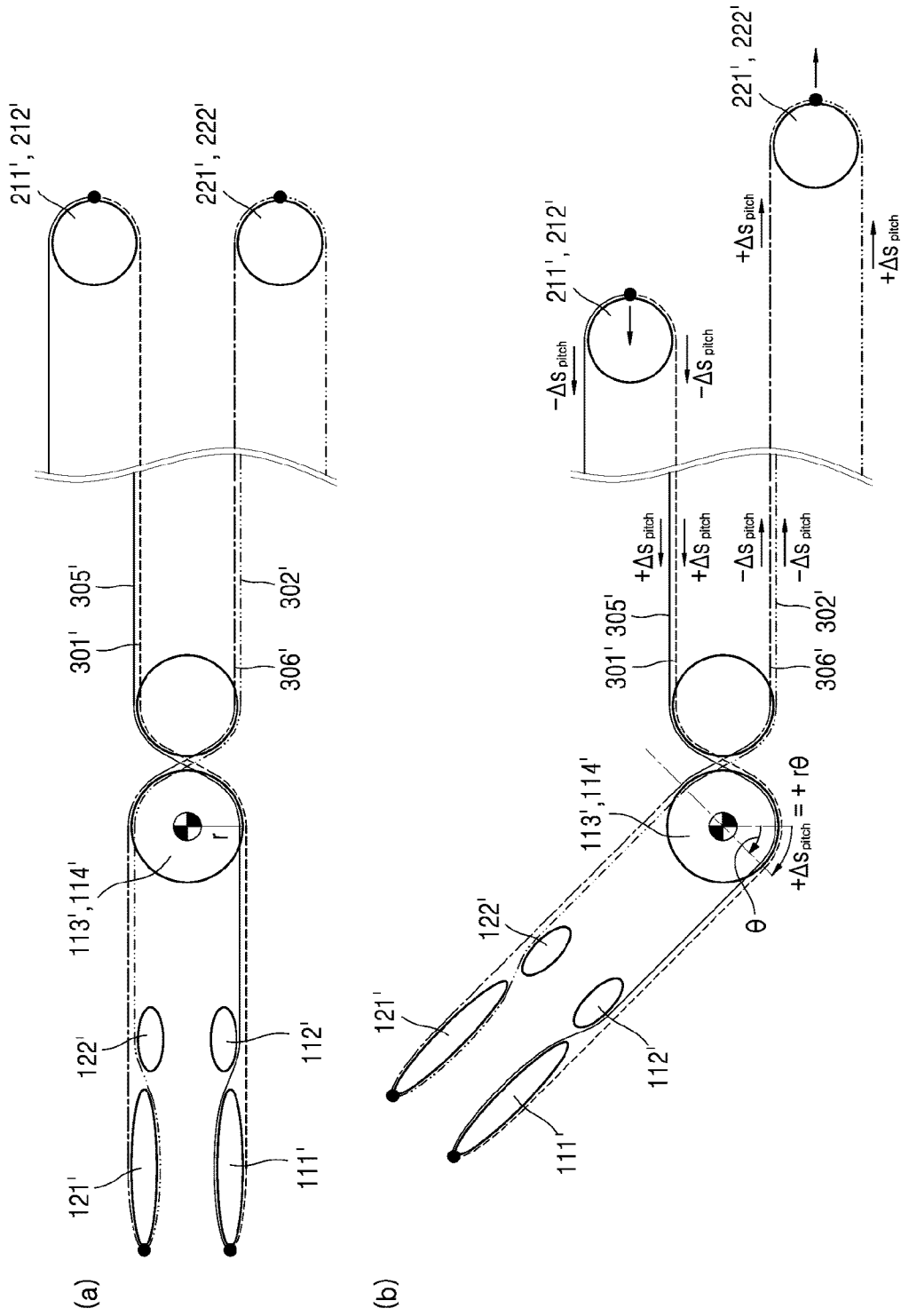




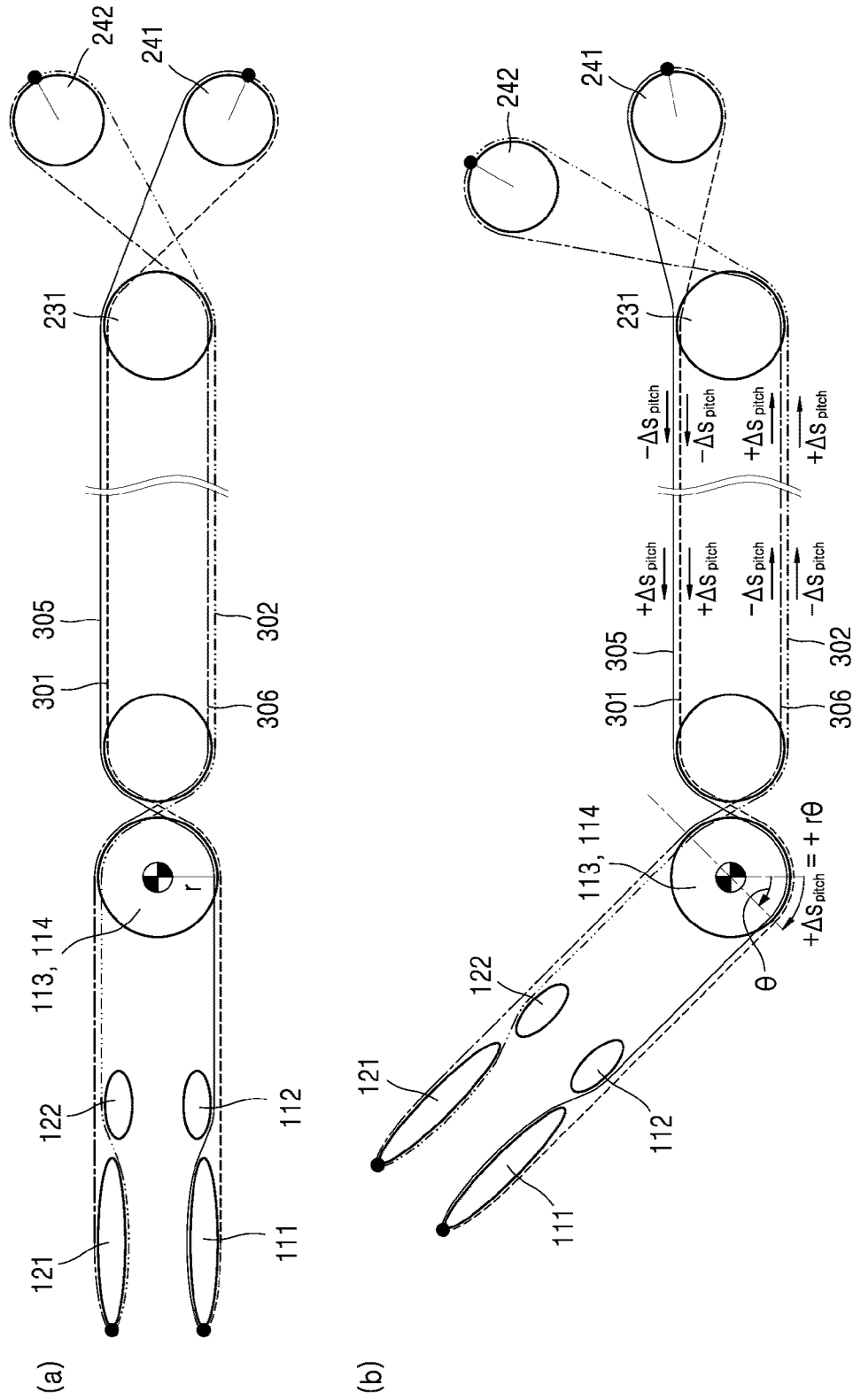
[도 12]



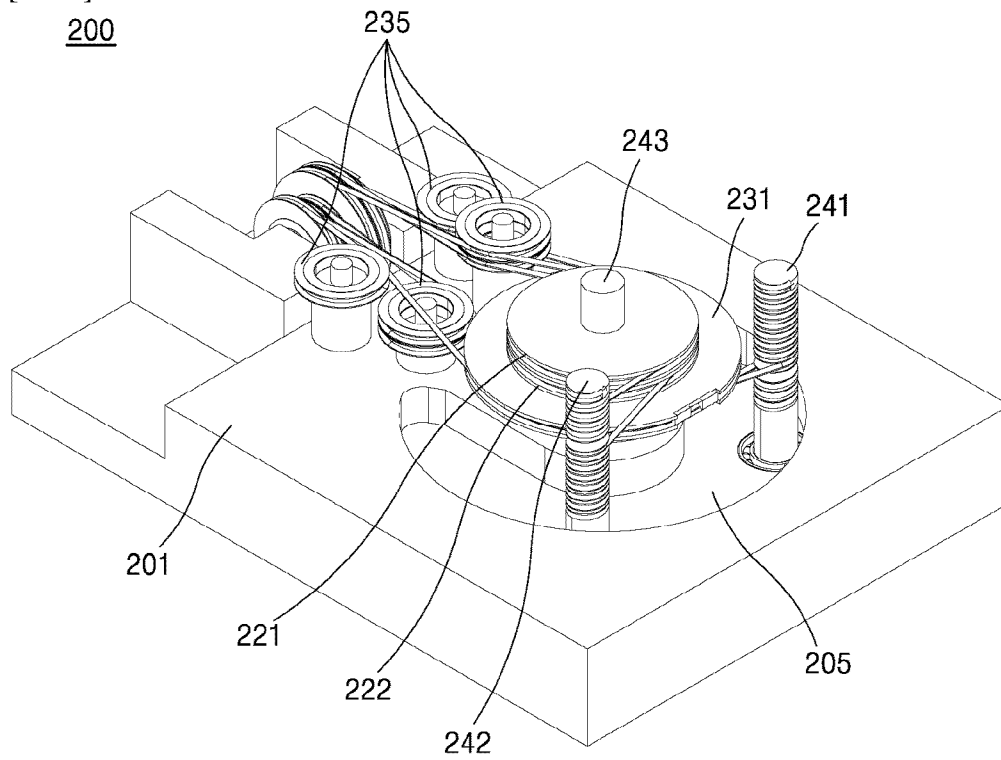
[도 13]



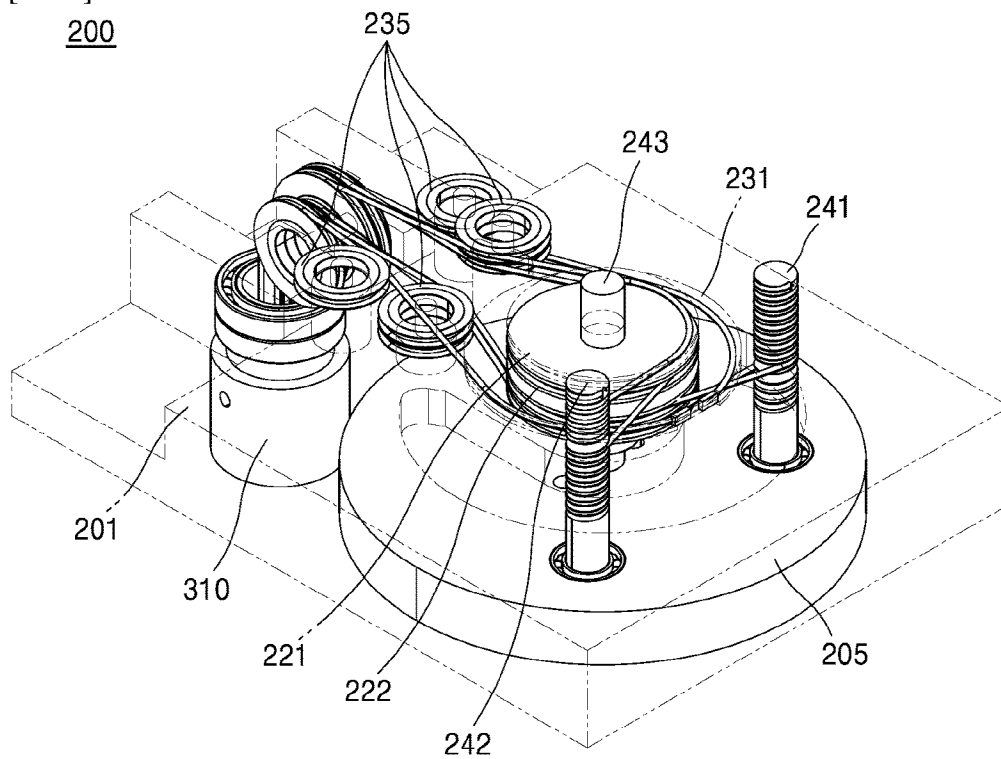
[도 14]



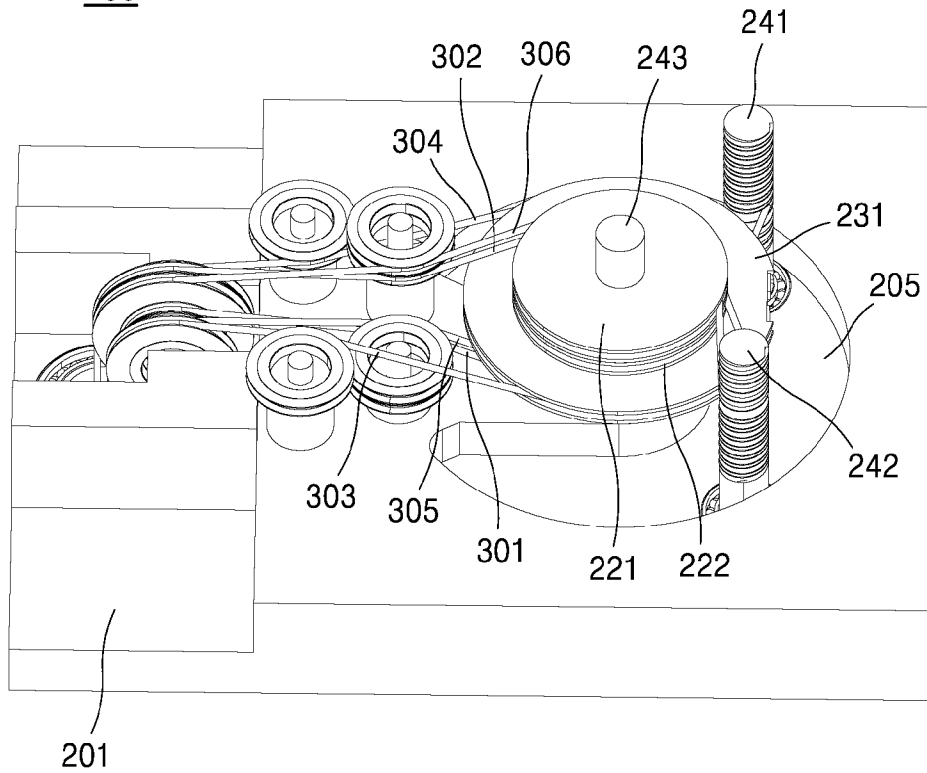
[도15]

200

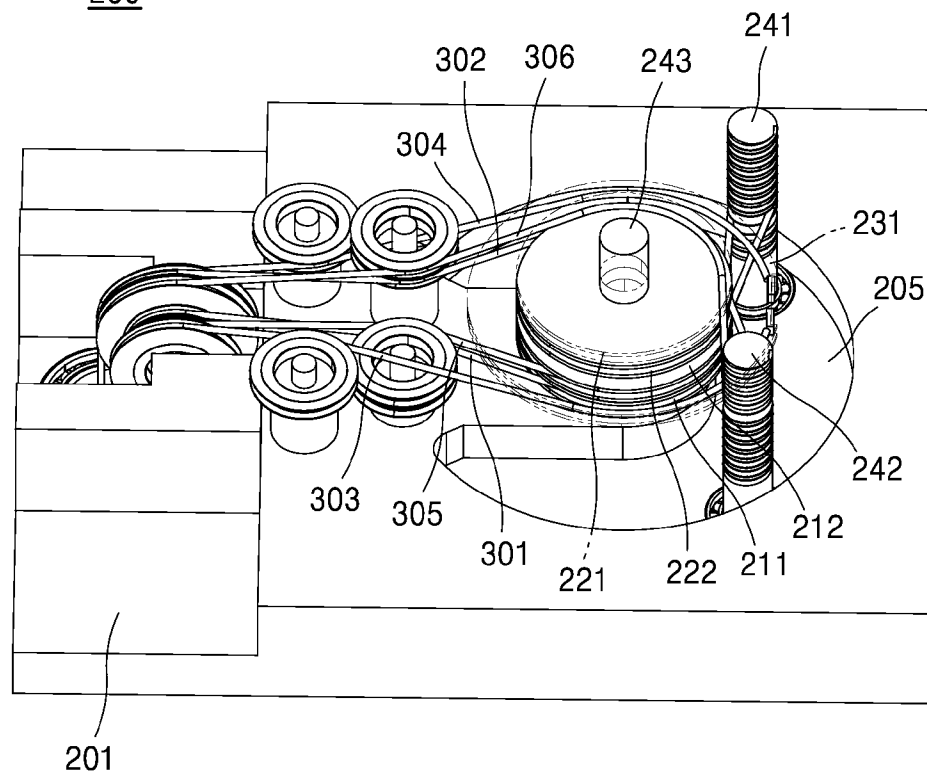
[도16]

200

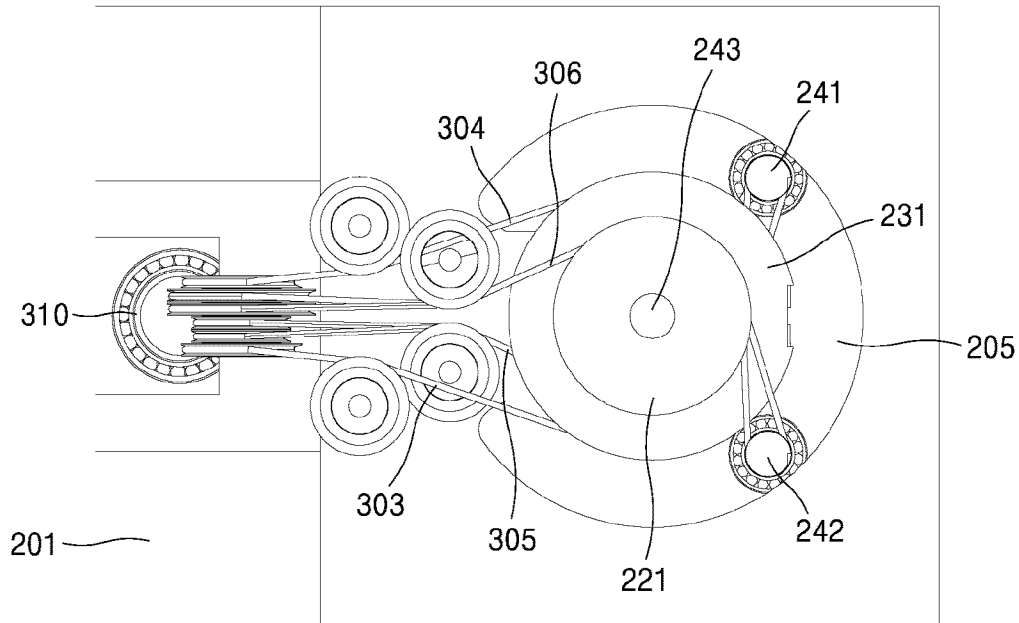
[도17]

200

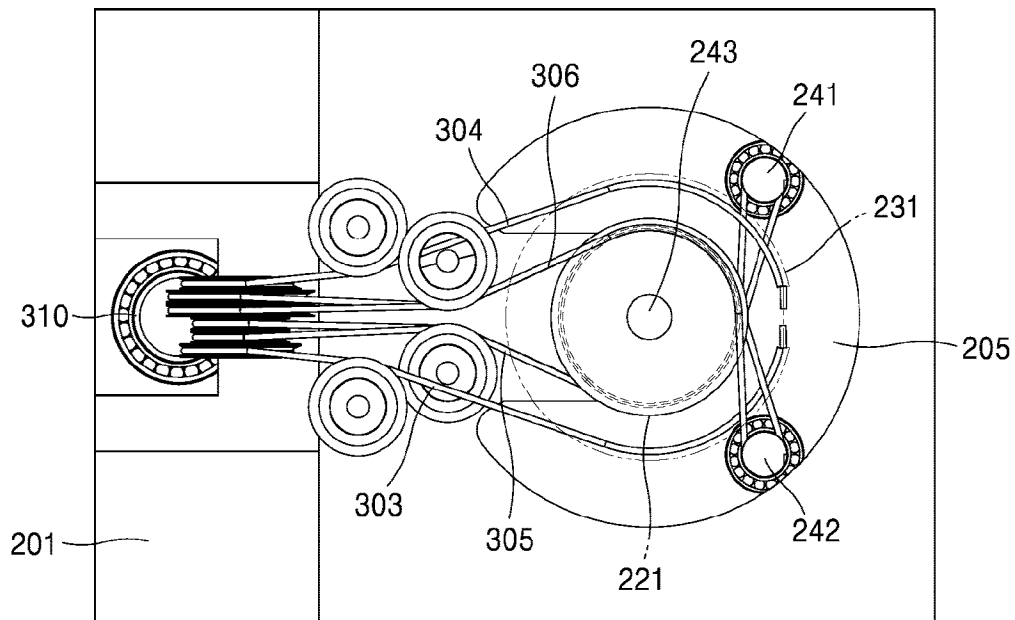
[도18]

200

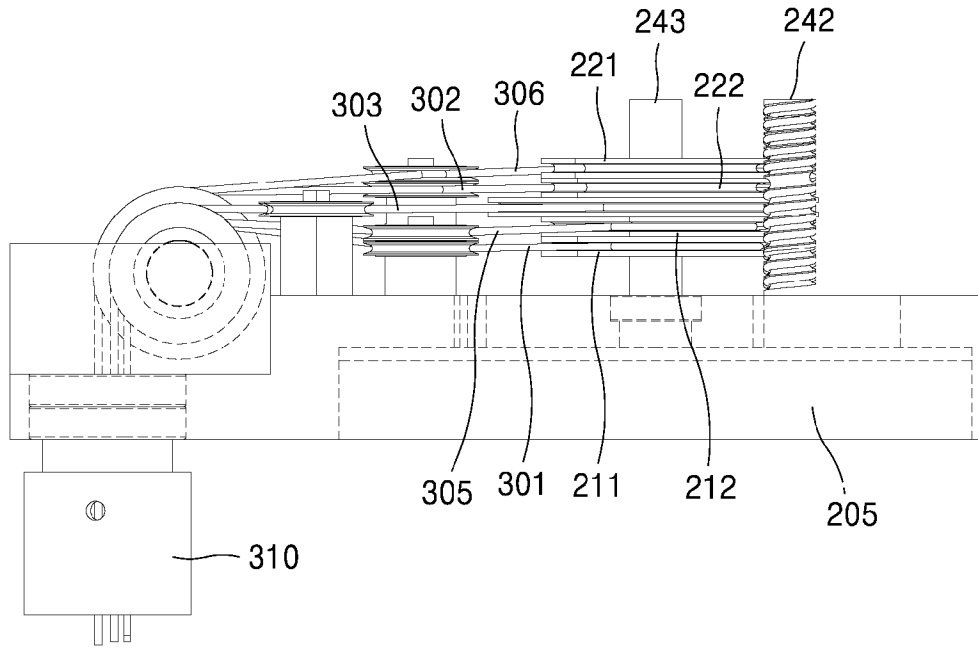
[도19]

200

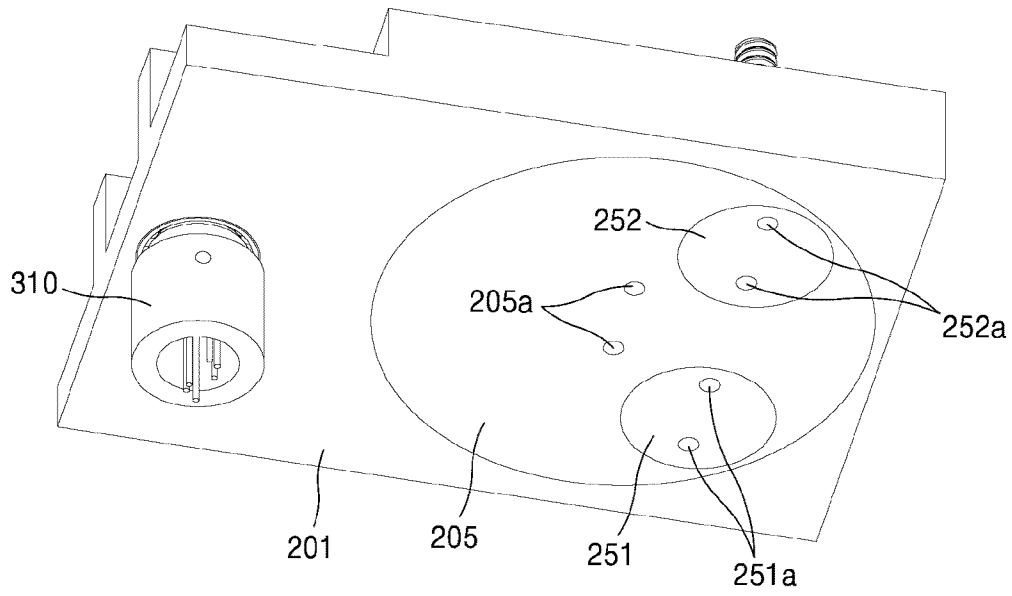
[도20]

200

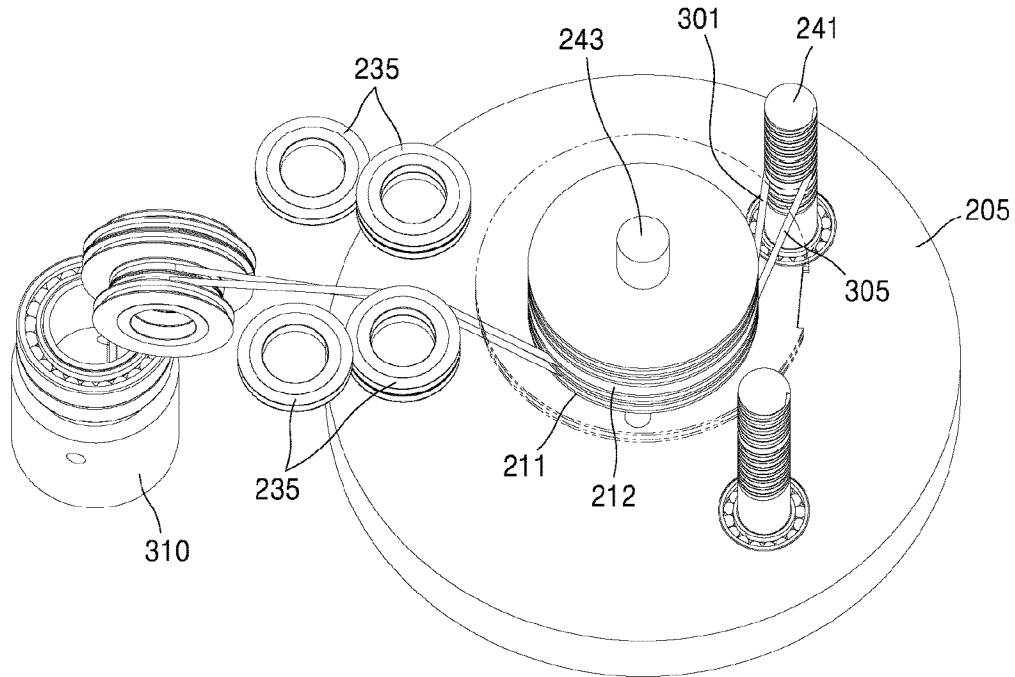
[도21]



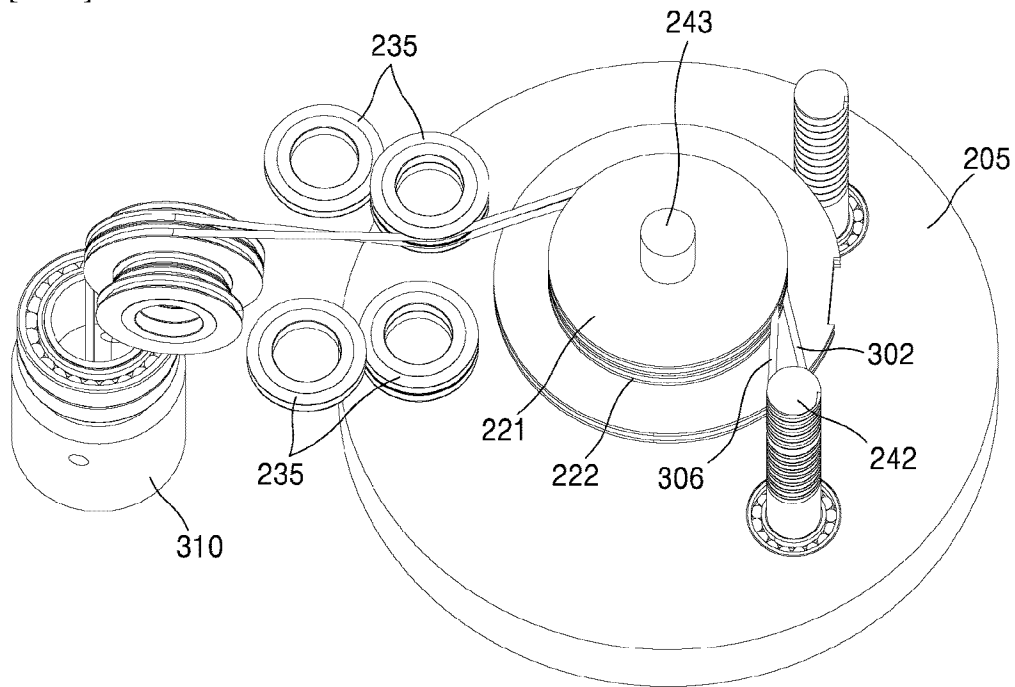
[도22]



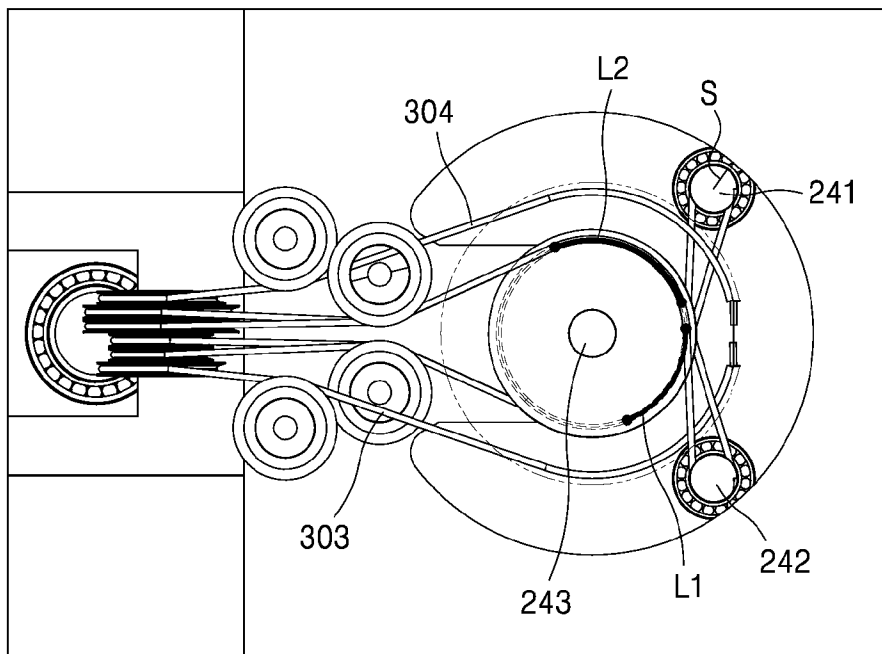
[도23]



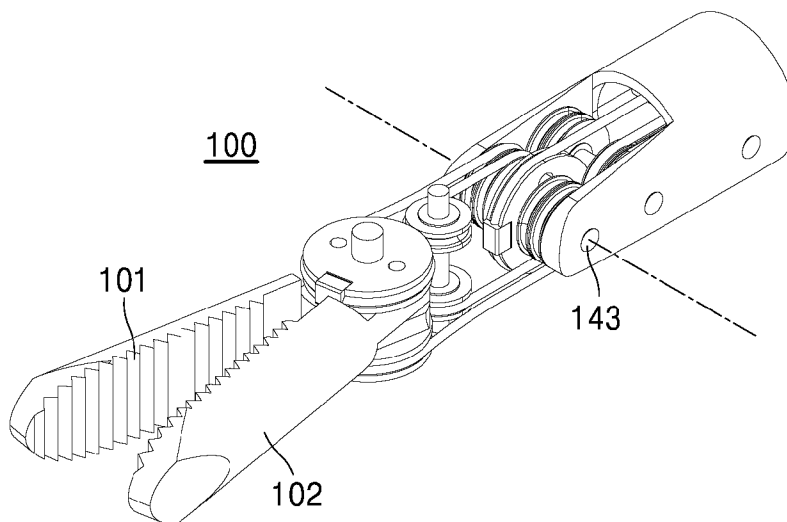
[도24]



[도25]

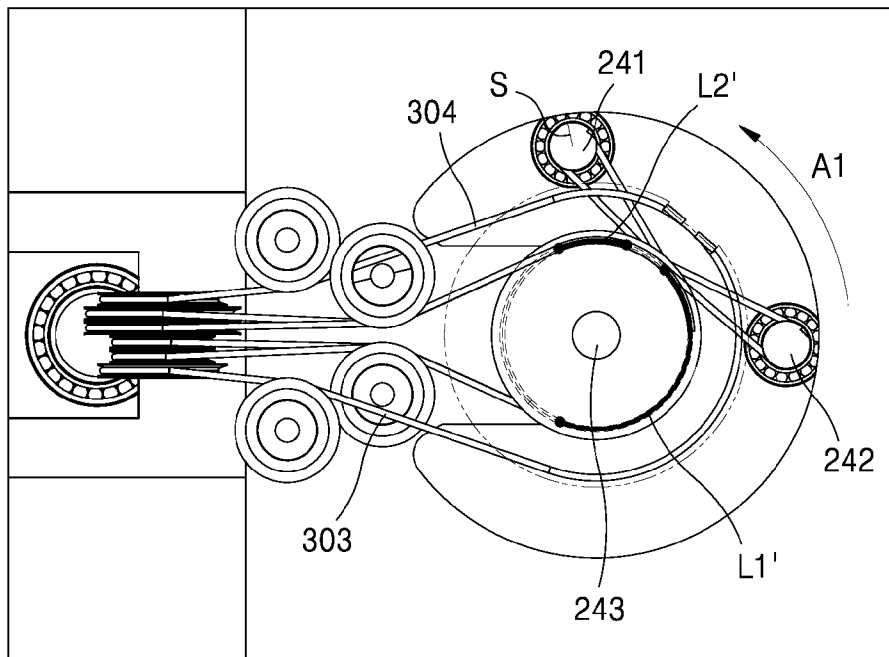


[도26]

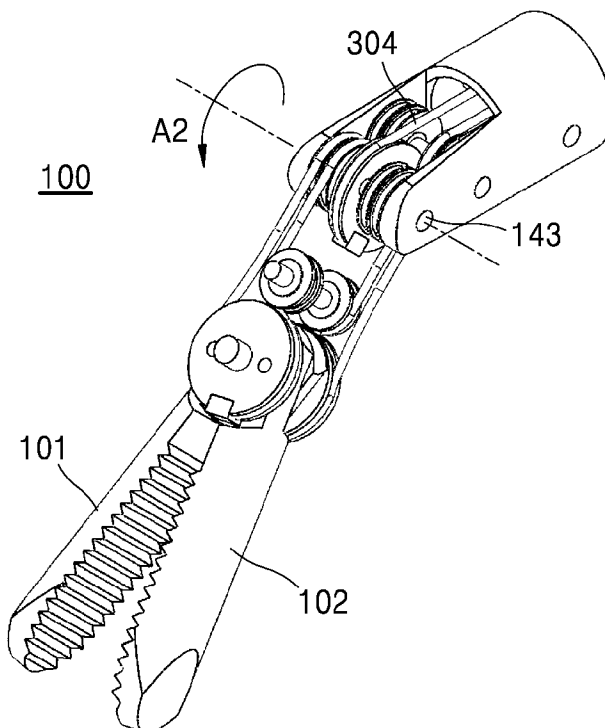


[도27]

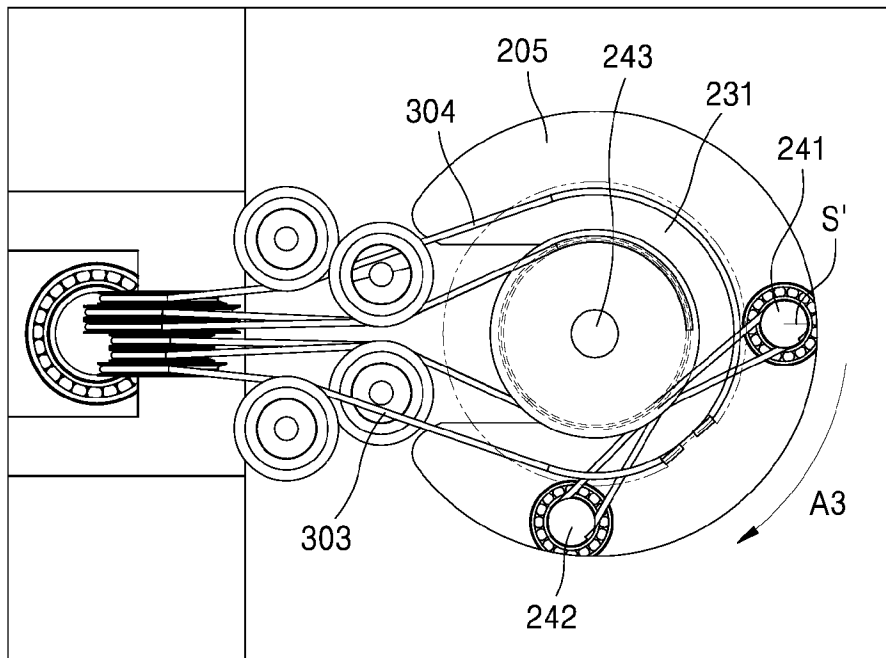
(a)



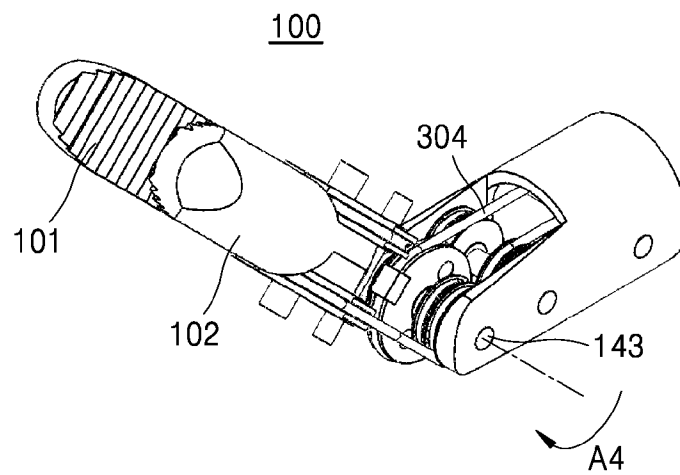
(b)



[도28]  
(a)

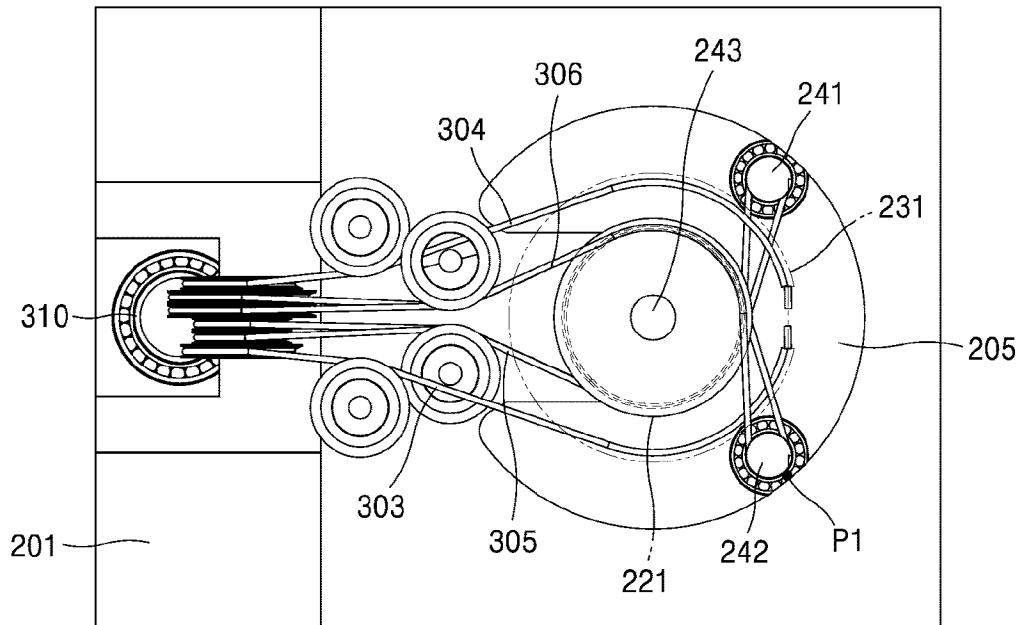


(b)

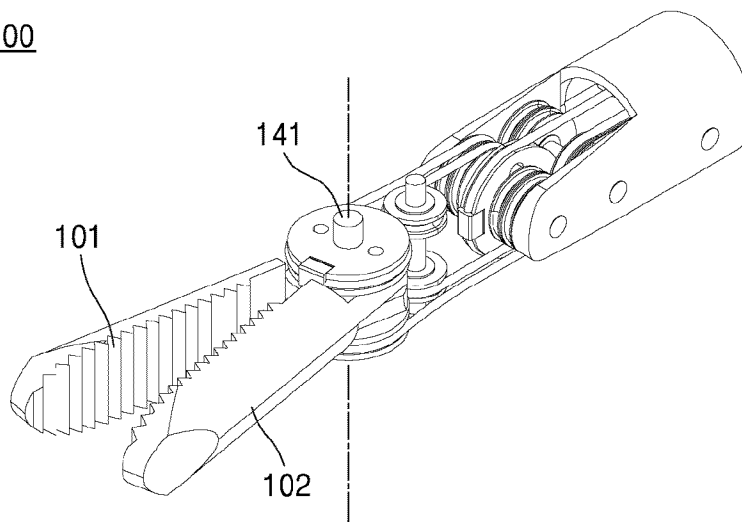


[도29]

(a)

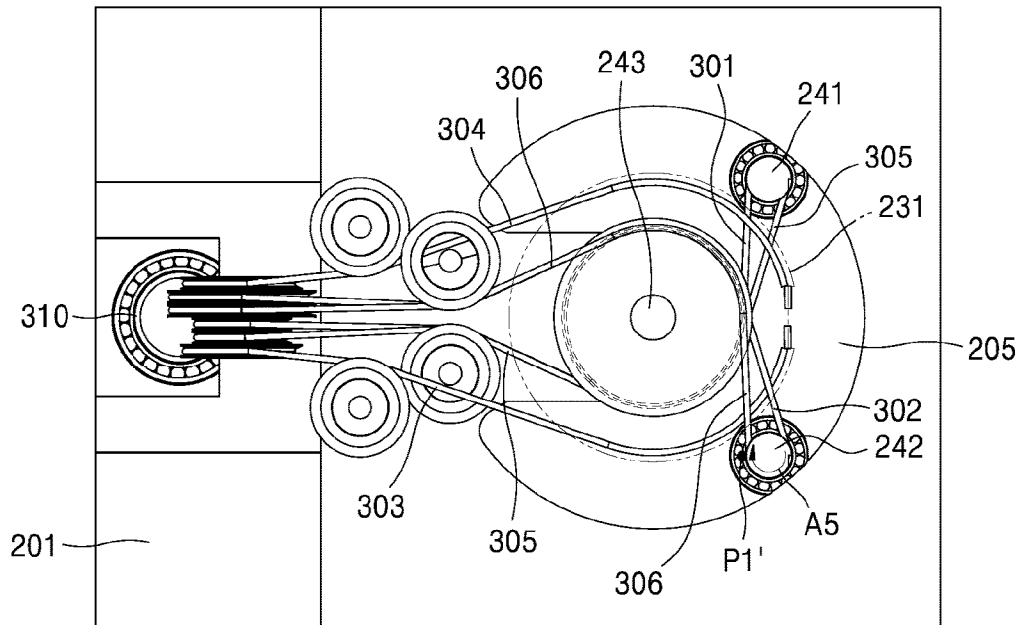
200

(b)

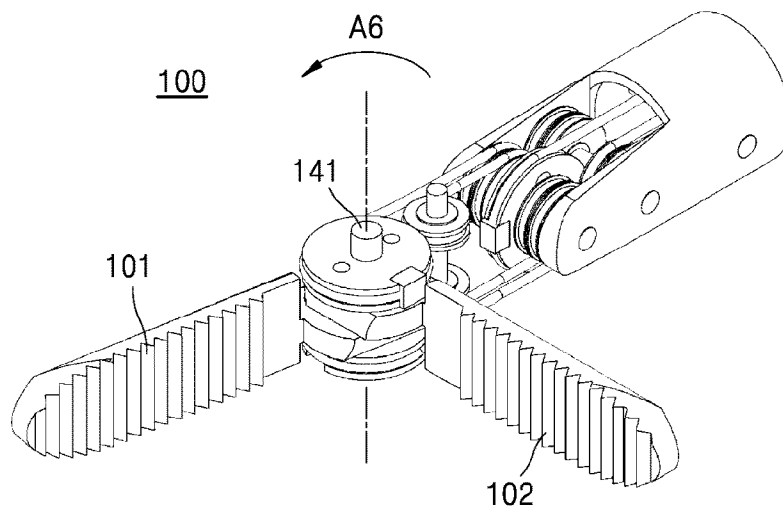
100

[도30]

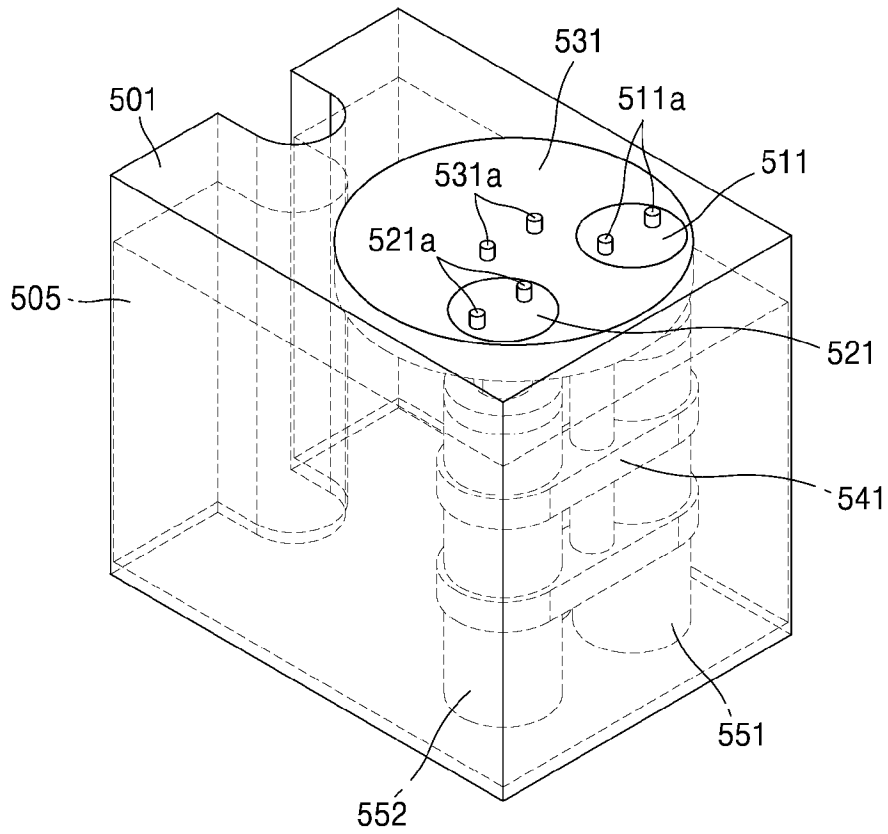
(a)

200

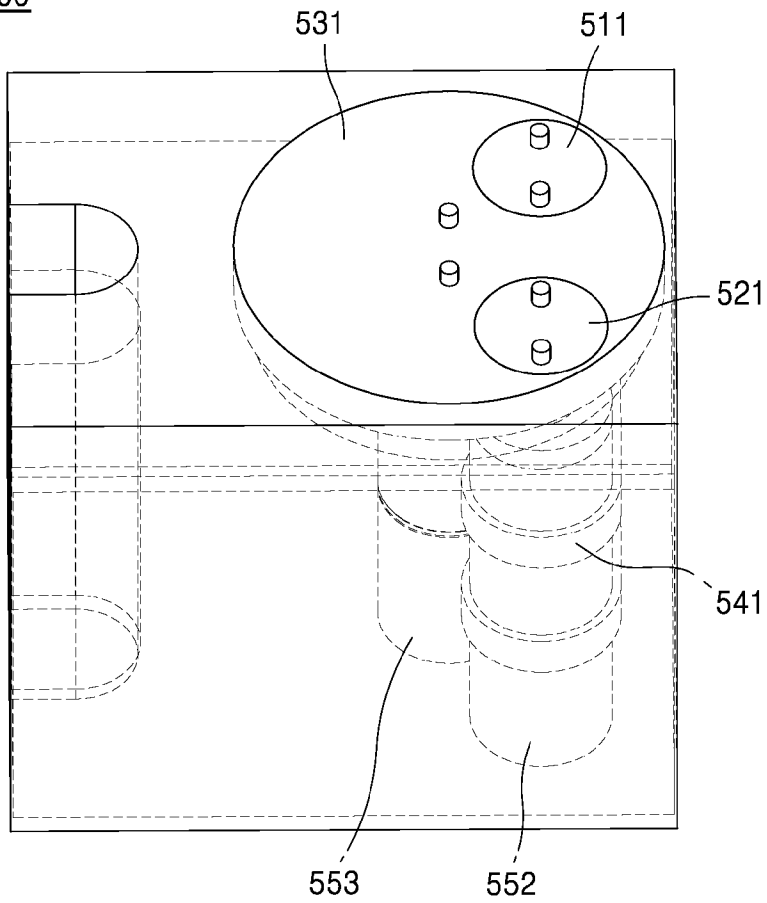
(b)



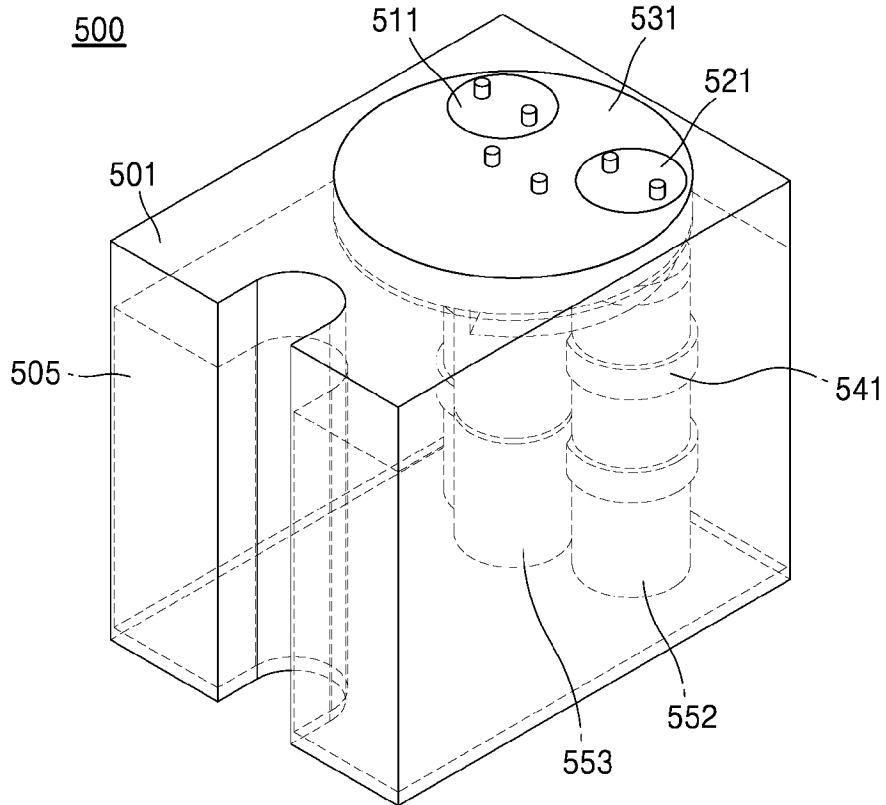
[도31]

500

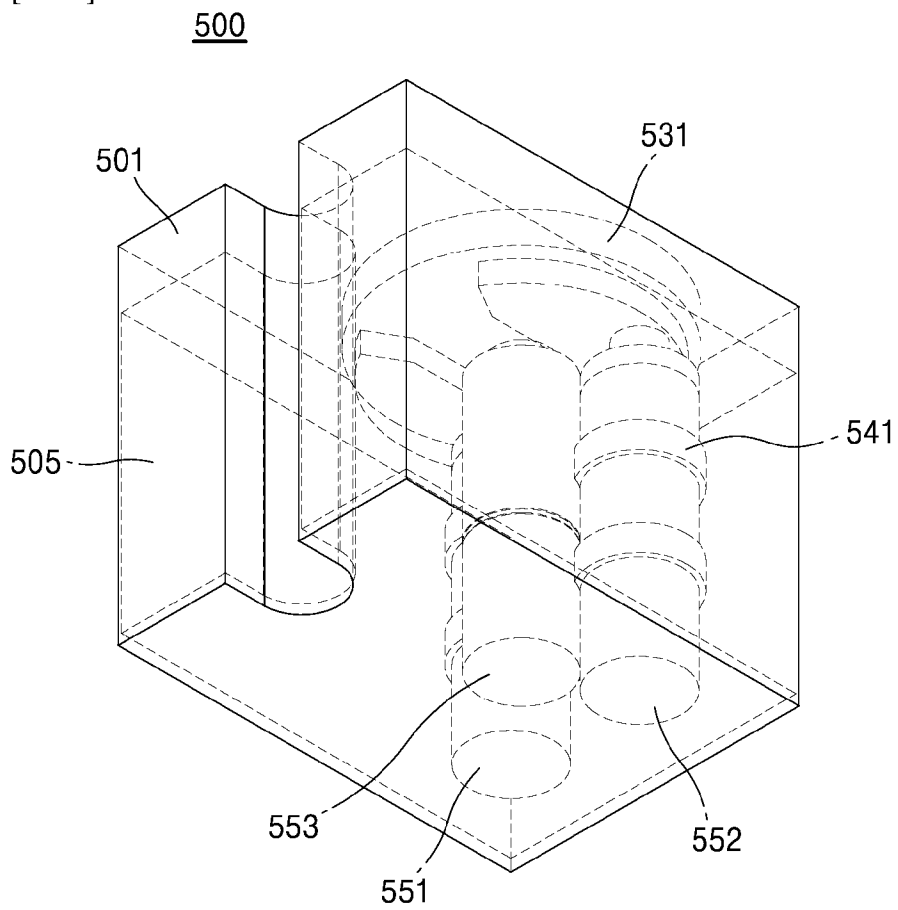
[도32]

500

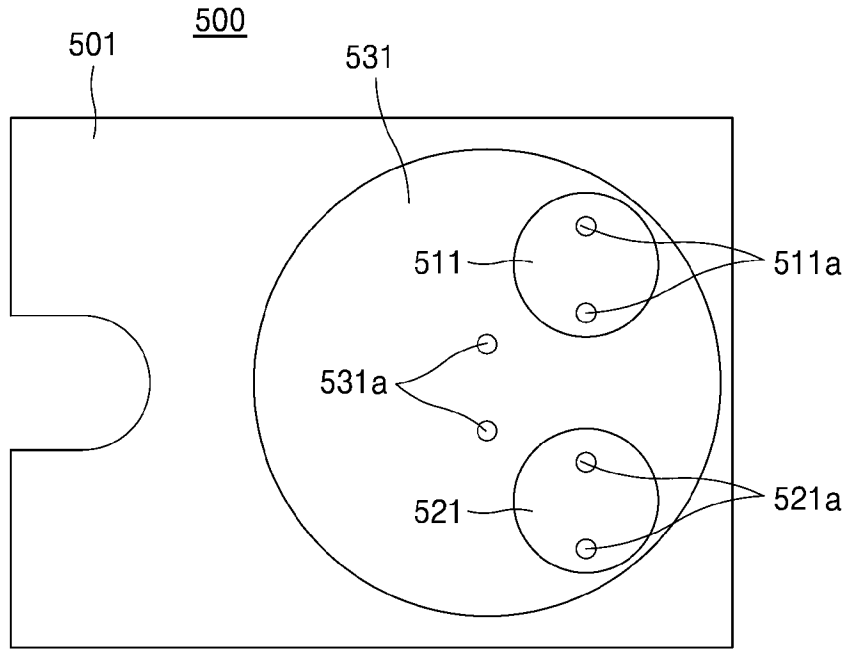
[도33]



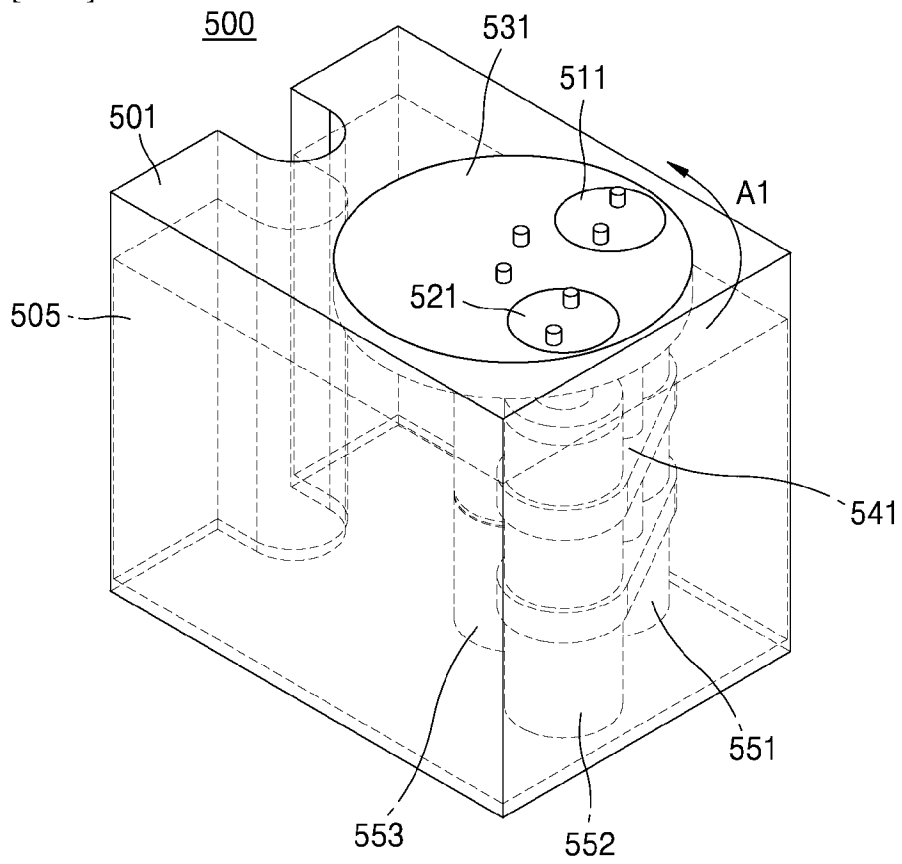
[도34]



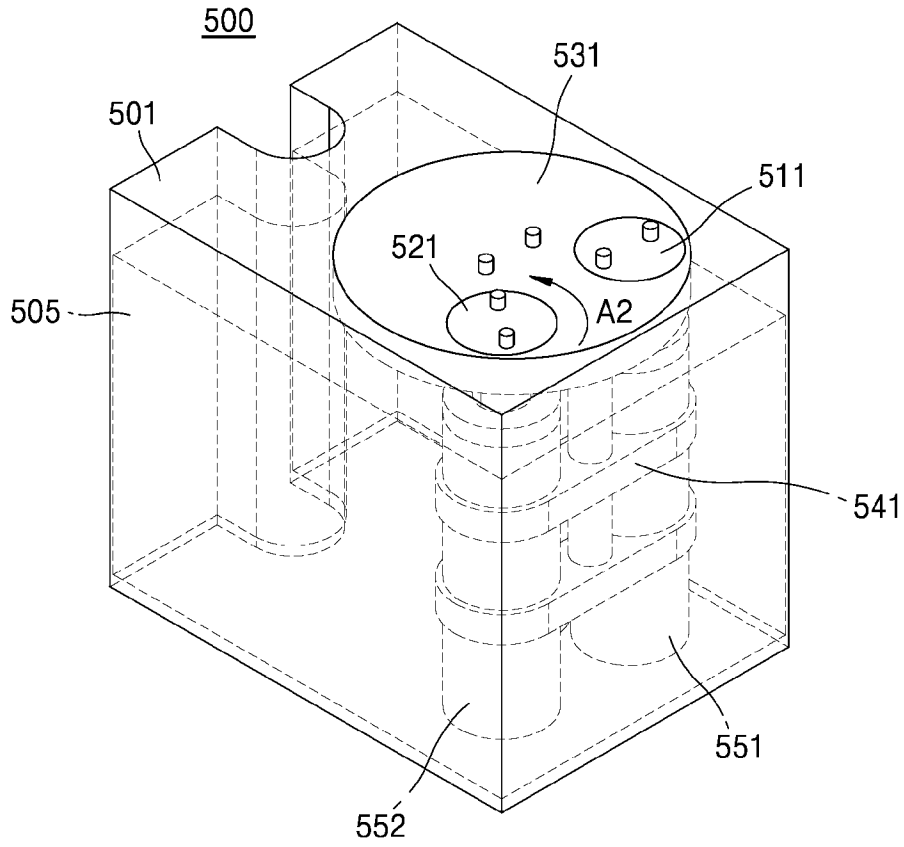
[도35]



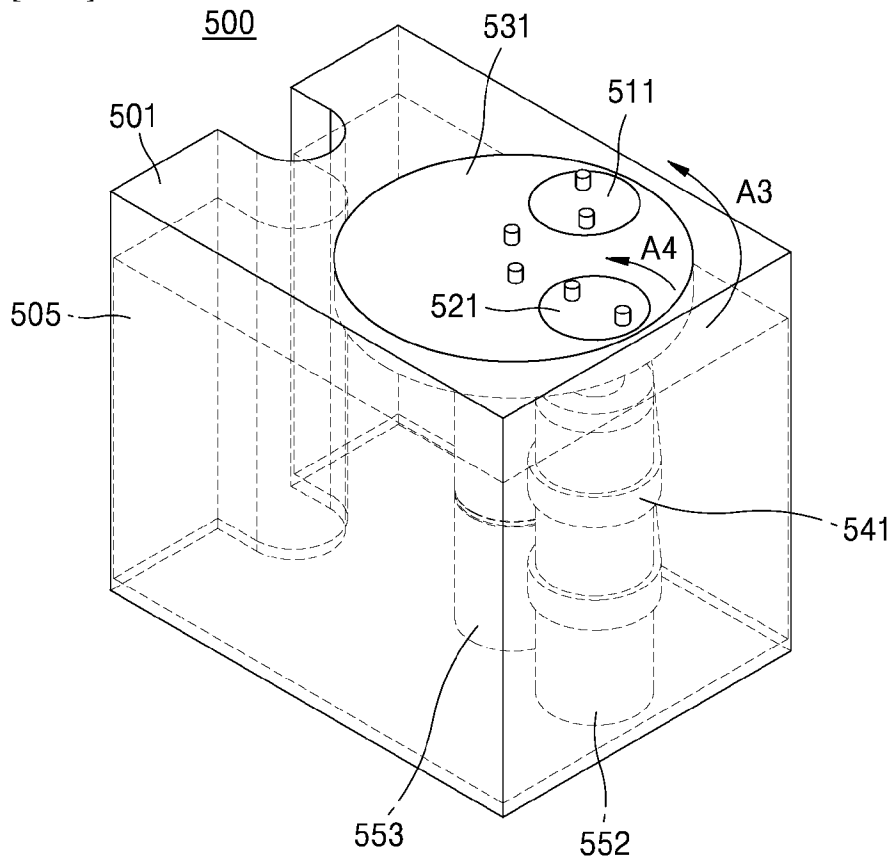
[도36]



[도37]

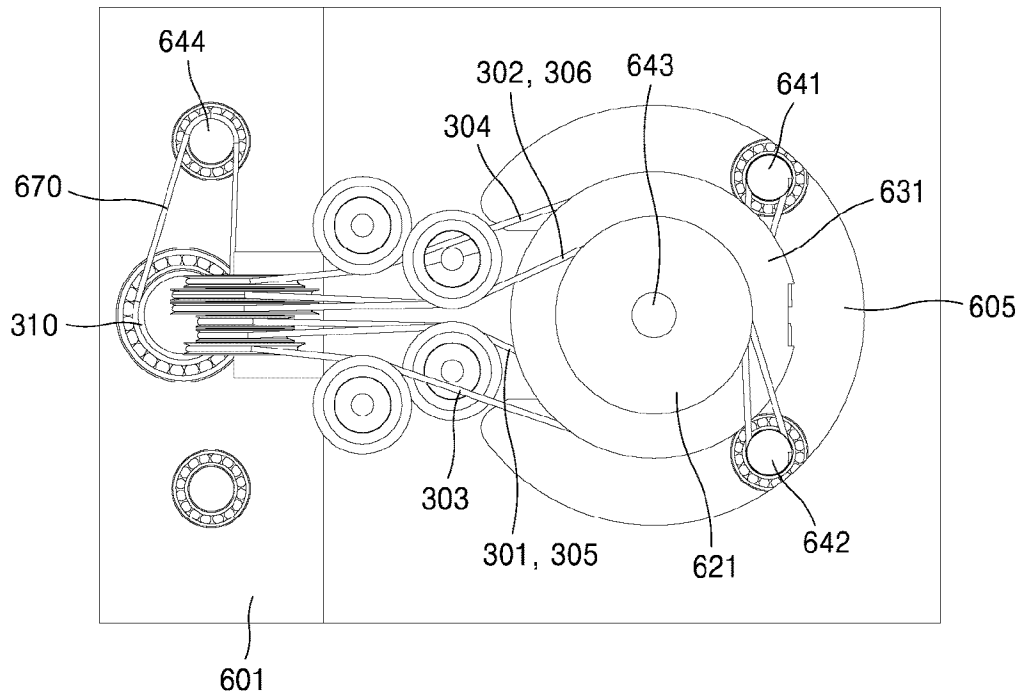


[도38]

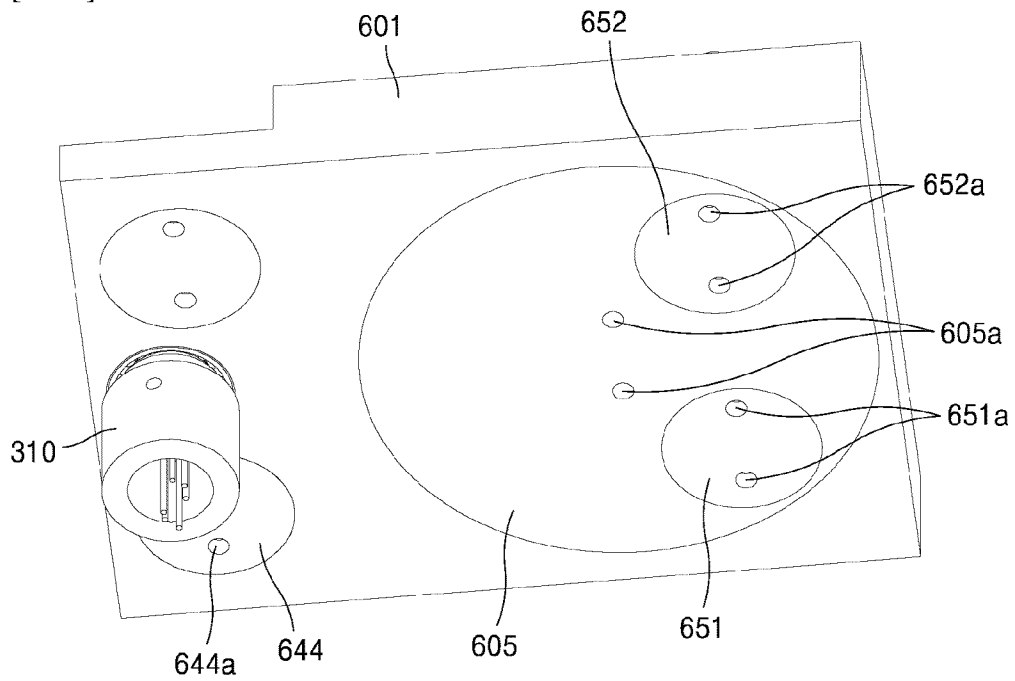




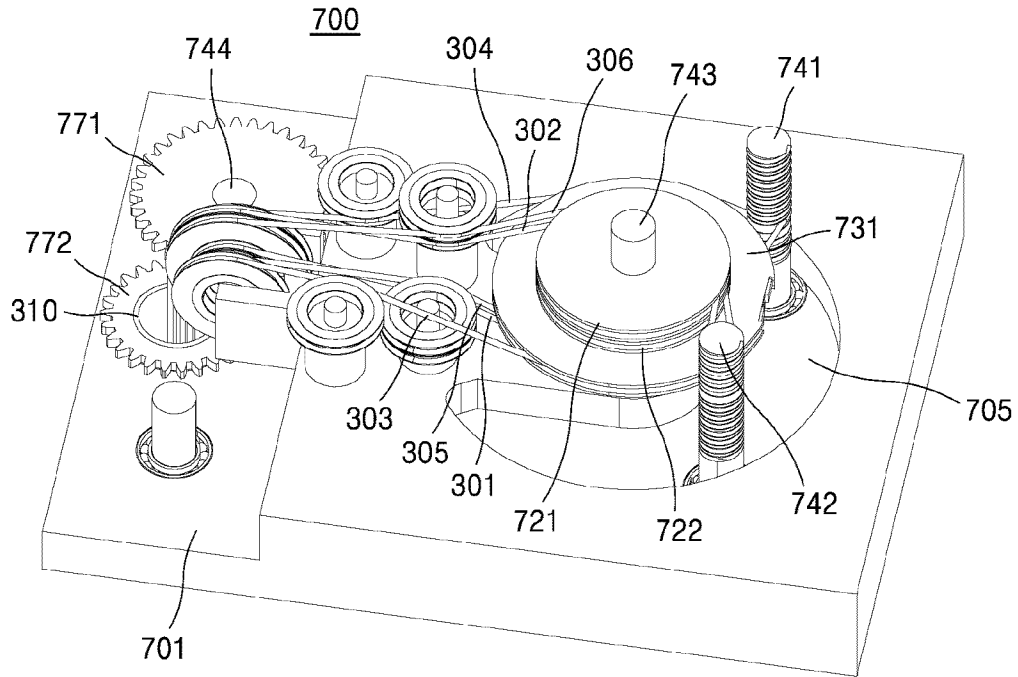
[도41]

600

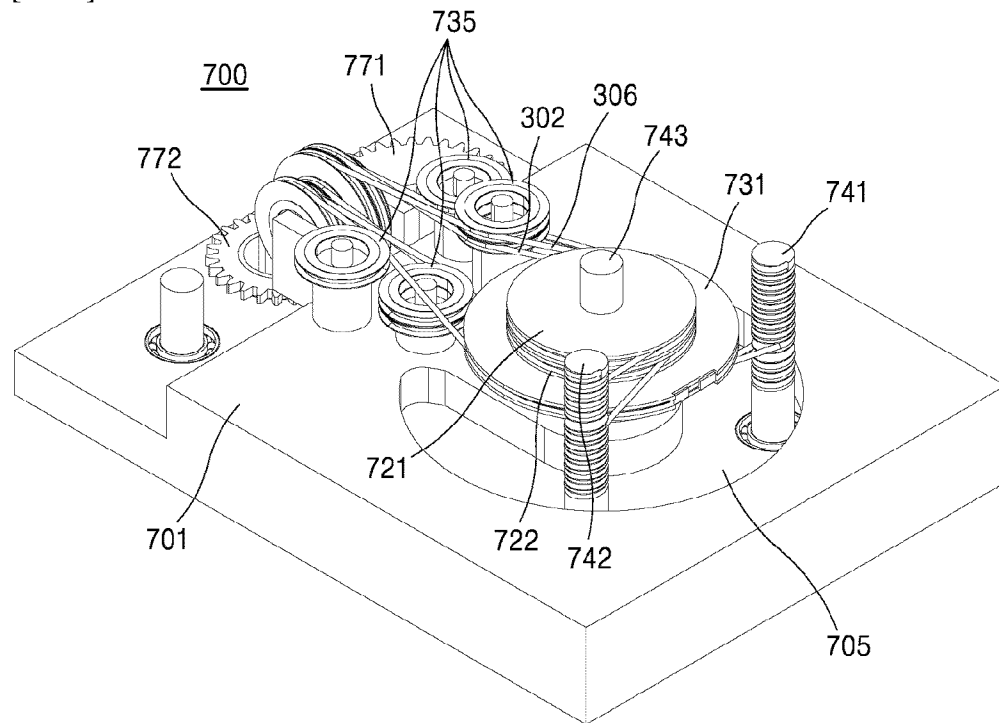
[도42]



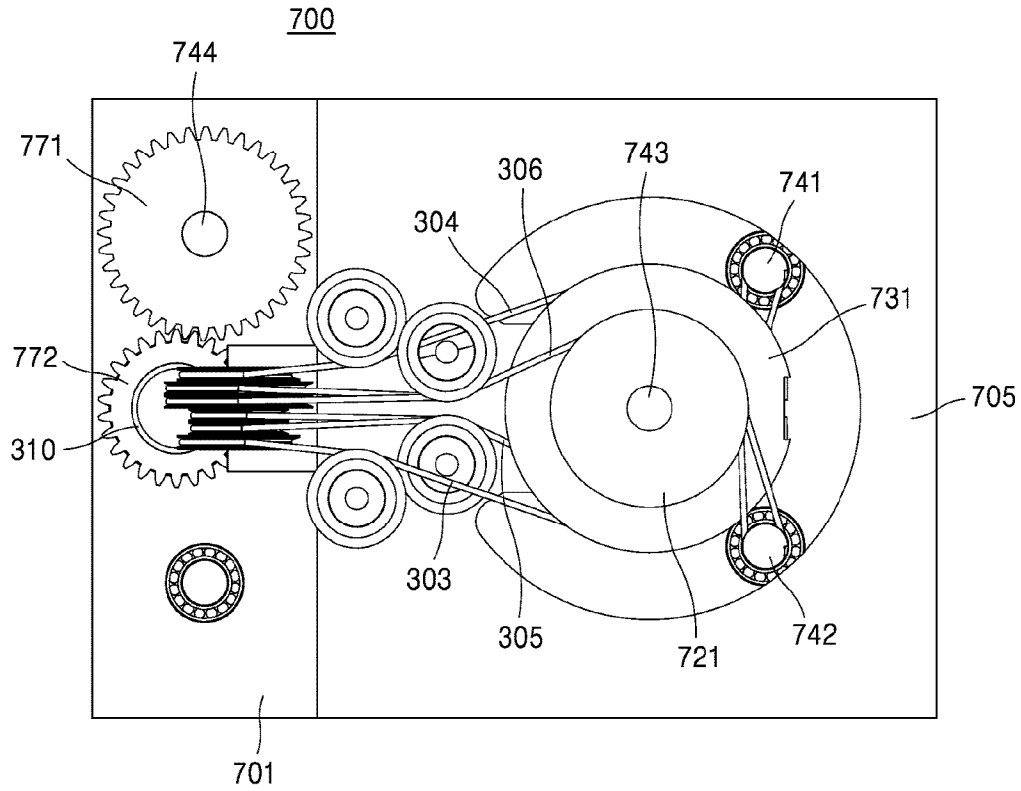
[도43]



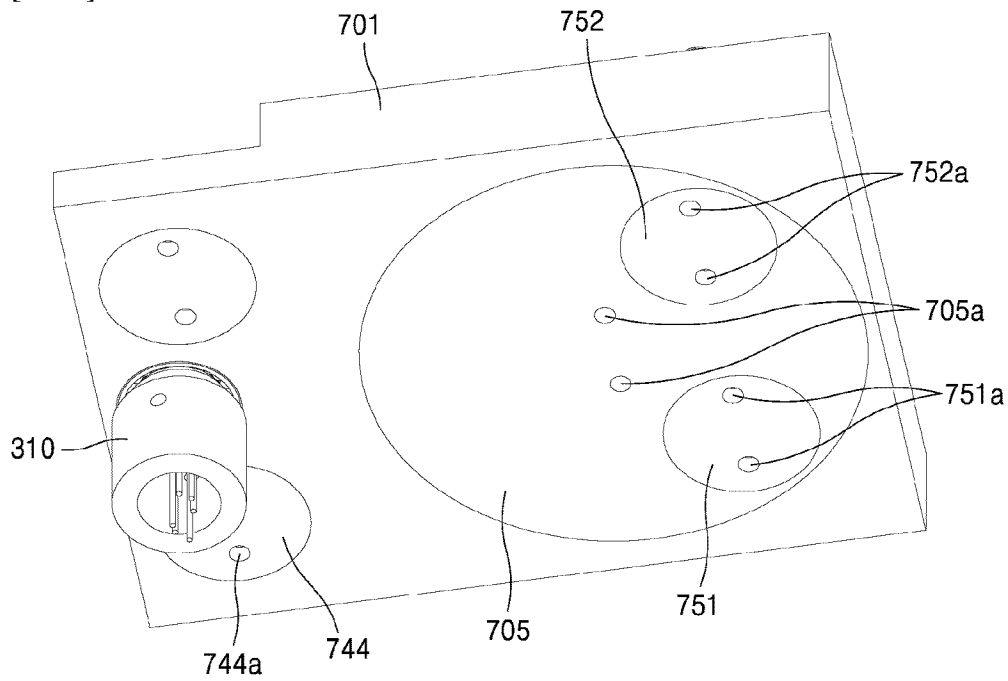
[도44]



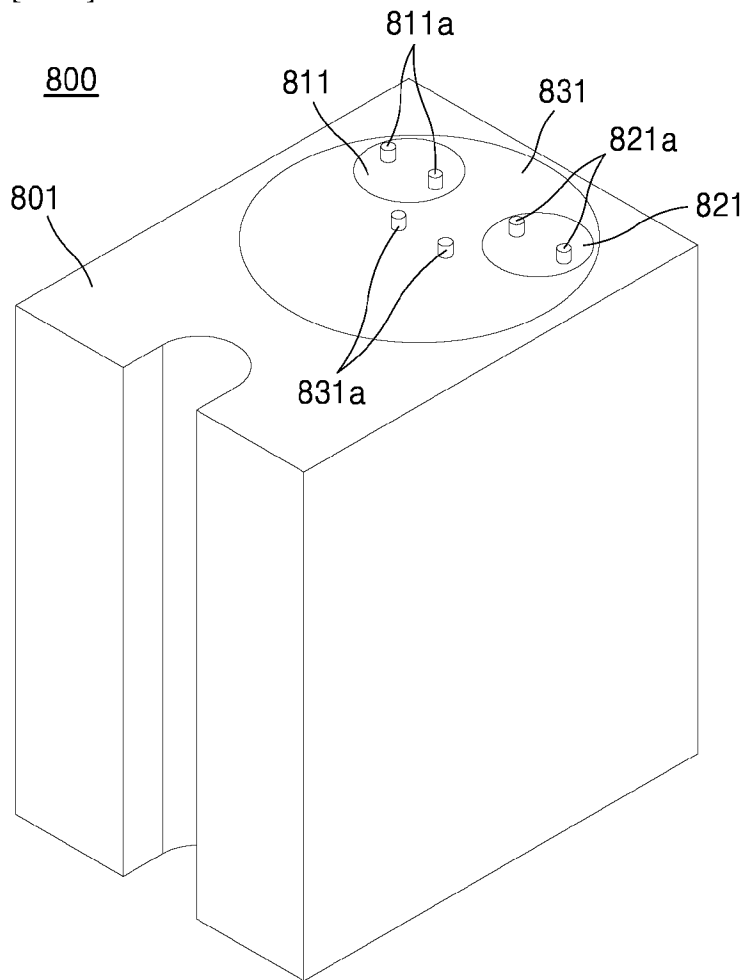
[도45]



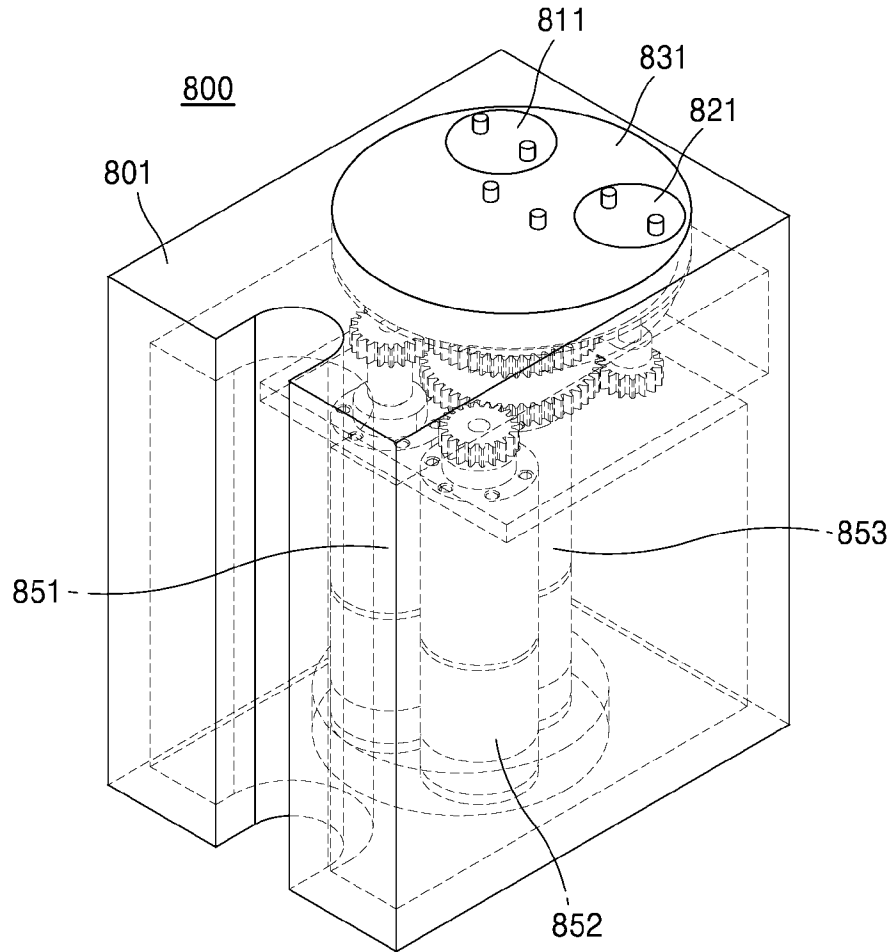
[도46]



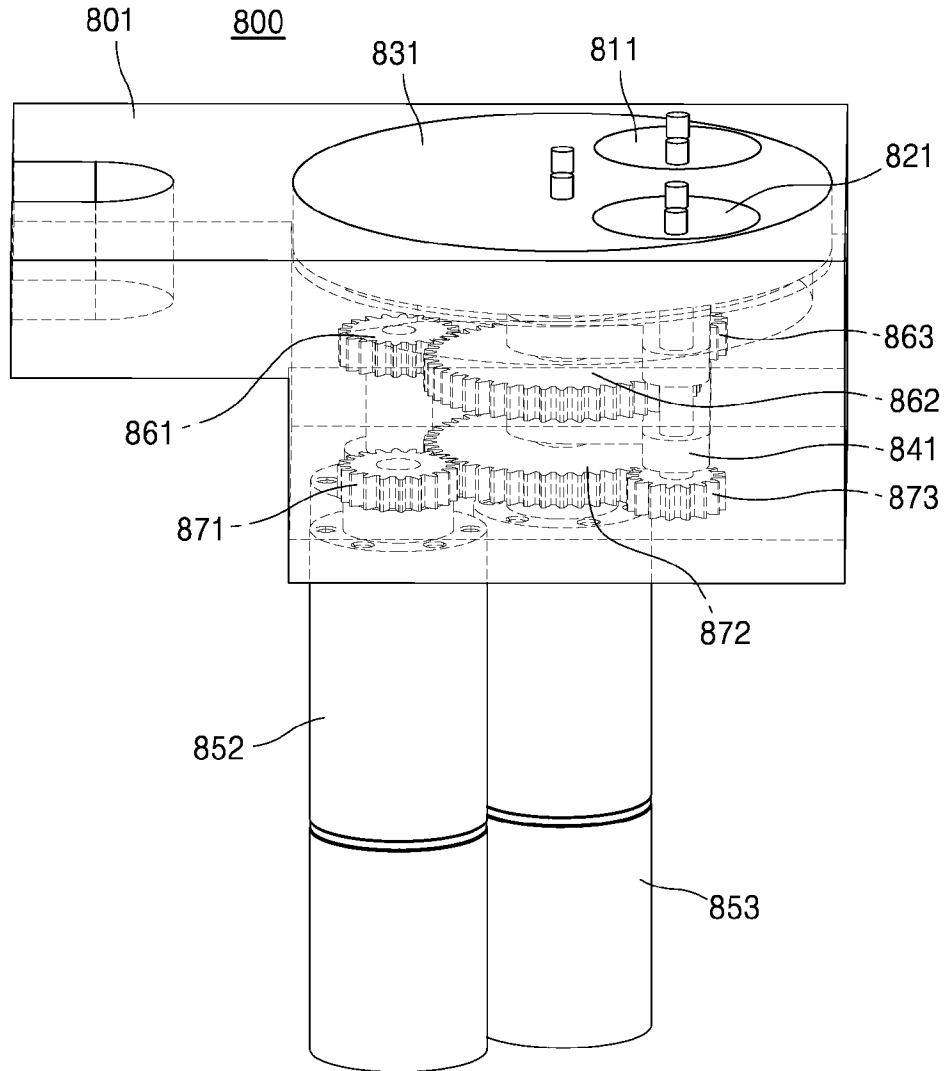
[도47]



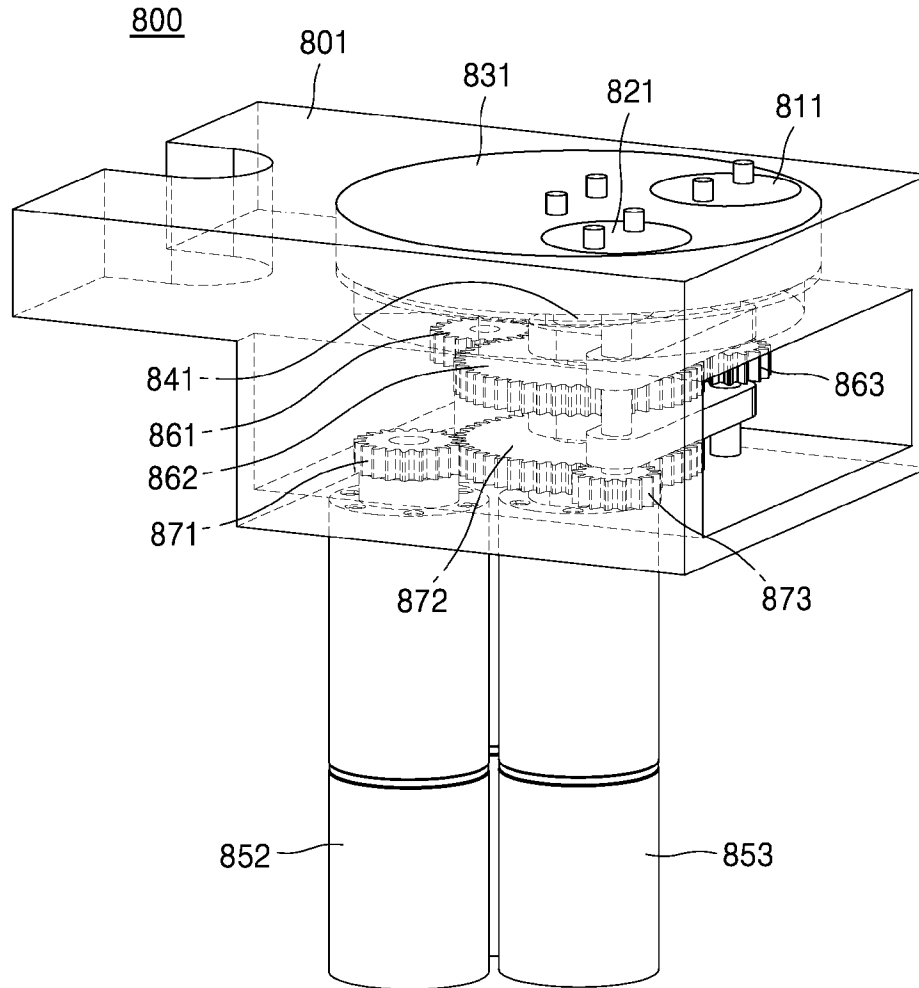
[도48]



[도49]



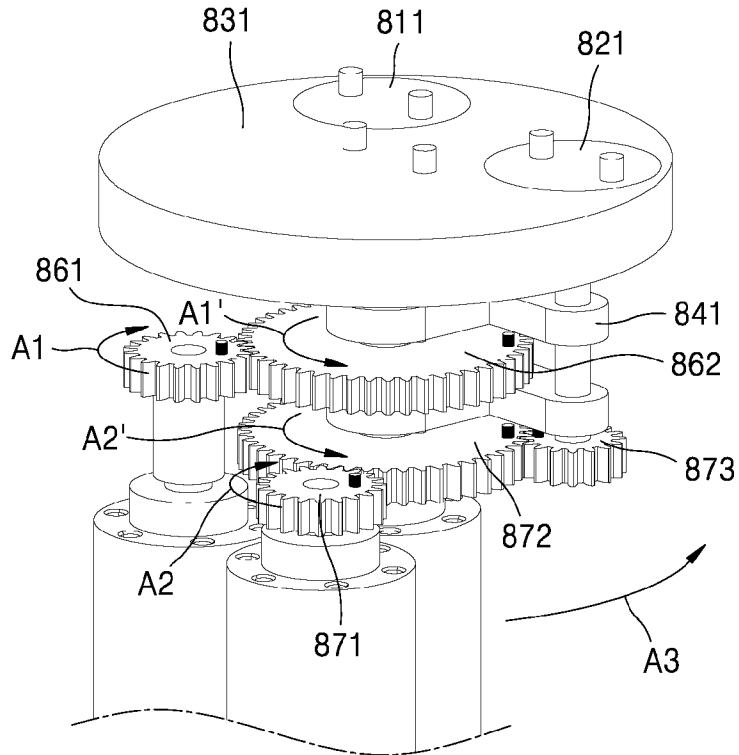
[도50]



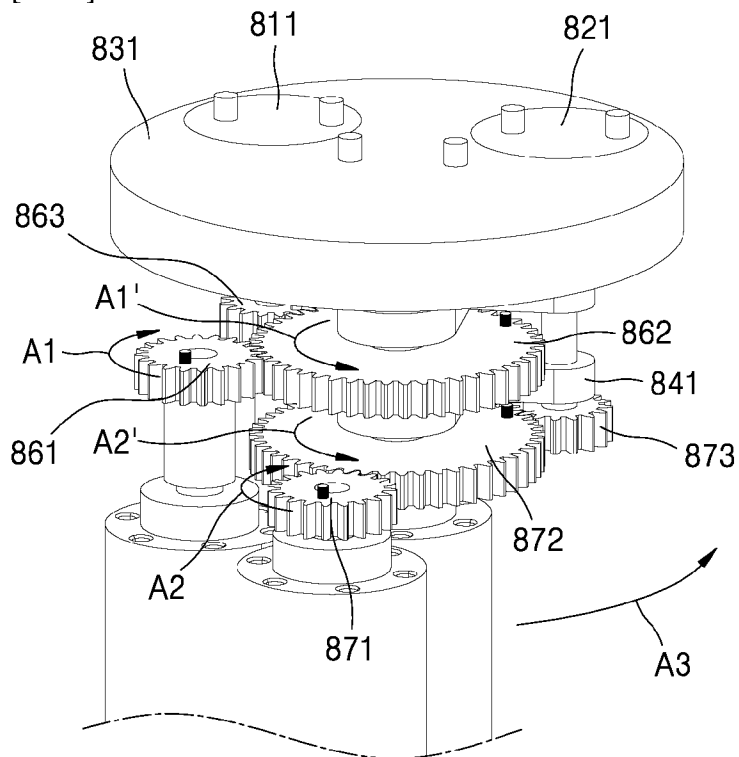




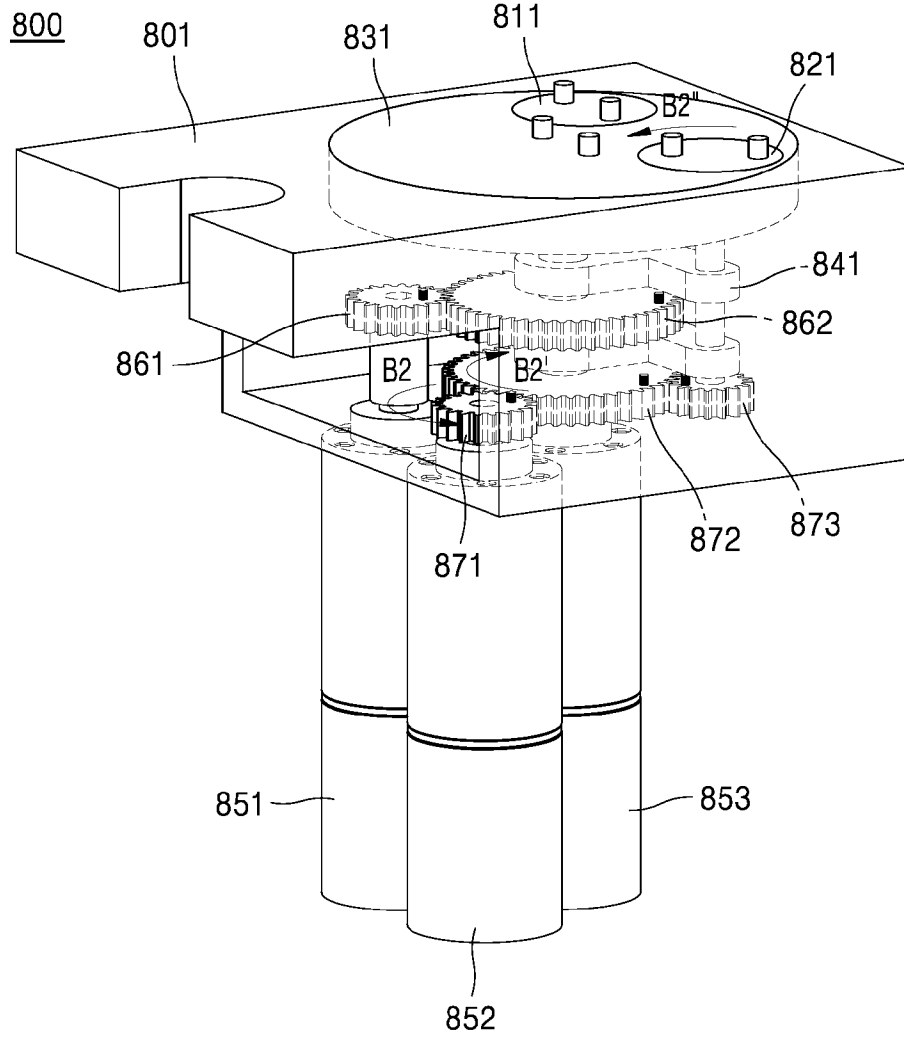
[도55]



[도56]



[도57]





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/002818

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

A61B 34/30(2016.01)i; A61B 34/00(2016.01)i; A61B 17/29(2006.01)i; A61B 17/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 34/30(2016.01); A61B 17/04(2006.01); A61B 17/29(2006.01); A61B 18/12(2006.01); A61B 18/14(2006.01);  
A61B 34/00(2016.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above  
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; keywords: 죠(jaw), 폴리(pulley), 요(yaw), 피치(pitch), 와이어(wire), 케이블(cable), 공전(revolution), 로봇(robot)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | KR 10-2015-0123056 A (LIVSMED INC.) 03 November 2015 (2015-11-03)<br>See claims 1 and 10; paragraphs [0002]-[0003], [0103]-[0104] and [0146]-[0147]; and figures 2-21. | 1-30                  |
| A         | US 2006-0069396 A1 (MEADE, J. C. et al.) 30 March 2006 (2006-03-30)<br>See entire document.                                                                            | 1-30                  |
| A         | WO 2021-213851 A1 (MICROSURE B. V.) 28 October 2021 (2021-10-28)<br>See entire document.                                                                               | 1-30                  |
| A         | CN 110799141 A (CMR SURGERY CO., LTD.) 14 February 2020 (2020-02-14)<br>See entire document.                                                                           | 1-30                  |
| A         | JP 6836649 B2 (MEDICAROID CO.) 03 March 2021 (2021-03-03)<br>See entire document.                                                                                      | 1-30                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May 2023

Date of mailing of the international search report

24 May 2023

Name and mailing address of the ISA/KR

**Korean Intellectual Property Office**  
**Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208**

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2023/002818**

| Patent document<br>cited in search report |                 |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| KR                                        | 10-2015-0123056 | A  | 03 November 2015                     | JP                      | 2017-513678  | A  | 01 June 2017                         |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2018-149299  | A  | 27 September 2018                    |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2019-030703  | A  | 28 February 2019                     |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2020-044347  | A  | 26 March 2020                        |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2021-180857  | A  | 25 November 2021                     |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 6621895      | B2 | 18 December 2019                     |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 6622339      | B2 | 18 December 2019                     |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 6919917      | B2 | 18 August 2021                       |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 7254378      | B2 | 10 April 2023                        |
|                                           |                 |    |                                      | KR                      | 10-1584766   | B1 | 12 January 2016                      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 10631886     | B2 | 28 April 2020                        |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 11246615     | B2 | 15 February 2022                     |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2017-0042560 | A1 | 16 February 2017                     |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2020-0121345 | A1 | 23 April 2020                        |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2022-0104842 | A1 | 07 April 2022                        |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2015-163546  | A1 | 29 October 2015                      |
| US                                        | 2006-0069396    | A1 | 30 March 2006                        | EP                      | 1791476      | A2 | 06 June 2007                         |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 1791476      | B1 | 23 December 2015                     |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2008-513144  | A  | 01 May 2008                          |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 4855405      | B2 | 18 January 2012                      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2008-0255590 | A1 | 16 October 2008                      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 7862572      | B2 | 04 January 2011                      |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2006-034209  | A2 | 30 March 2006                        |
| WO                                        | 2021-213851     | A1 | 28 October 2021                      | WO                      | 2006-034209  | A3 | 19 February 2009                     |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 3900650      | A1 | 27 October 2021                      |
| CN                                        | 110799141       | A  | 14 February 2020                     | AU                      | 2018-288005  | A1 | 16 January 2020                      |
|                                           |                 |    |                                      | BR                      | 19027017     | A2 | 30 June 2020                         |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 3641683      | A1 | 29 April 2020                        |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2020-524576  | A  | 20 August 2020                       |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2020-0138510 | A1 | 07 May 2020                          |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2018-234795  | A1 | 27 December 2018                     |
| JP                                        | 6836649         | B2 | 03 March 2021                        | EP                      | 3620122      | A1 | 11 March 2020                        |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2019-203426  | A1 | 11 July 2019                         |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2020-203425  | A1 | 27 February 2020                     |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 6813675      | B2 | 13 January 2021                      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2019-0216557 | A1 | 18 July 2019                         |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2020-0060779 | A1 | 27 February 2020                     |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2018-203425  | A1 | 08 November 2018                     |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2018-203426  | A1 | 08 November 2018                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                    |                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b><br>A61B 34/30(2016.01)i; A61B 34/00(2016.01)i; A61B 17/29(2006.01)i; A61B 17/00(2006.01)i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                    |                                                |
| <b>B. 조사된 분야</b><br>조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)<br>A61B 34/30(2016.01); A61B 17/04(2006.01); A61B 17/29(2006.01); A61B 18/12(2006.01); A61B 18/14(2006.01);<br>A61B 34/00(2016.01)<br>조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌<br>한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))<br>eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 죠(jaw), 풀리(pulley), 요(yaw), 피치(pitch), 와이어(wire), 케이블(cable),<br>공전(revolution), 로봇(robot)                                                                                                                      |                                                                                                                    |                                                |
| <b>C. 관련 문헌</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                    |                                                |
| 카테고리*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                                         | 관련 청구항                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | KR 10-2015-0123056 A (주식회사 리브스베트) 2015.11.03<br>청구항 1, 10; 단락 [0002]-[0003], [0103]-[0104], [0146]-[0147]; 도면 2-21 | 1-30                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 2006-0069396 A1 (MEADE, J. C. 등) 2006.03.30<br>전체 문헌                                                            | 1-30                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | WO 2021-213851 A1 (MICROSURE B. V.) 2021.10.28<br>전체 문헌                                                            | 1-30                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CN 110799141 A (CMR SURGERY CO., LTD.) 2020.02.14<br>전체 문헌                                                         | 1-30                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JP 6836649 B2 (MEDICAROID CO.) 2021.03.03<br>전체 문헌                                                                 | 1-30                                           |
| <input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                    |                                                |
| <b>* 인용된 문헌의 특별 카테고리:</b><br>“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌<br>“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌<br>“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌<br>“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌<br>“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌<br>“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌<br>“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌<br>“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌 |                                                                                                                    |                                                |
| 국제조사의 실제 완료일<br><b>2023년05월24일 (24.05.2023)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                    | 국제조사보고서 발송일<br><b>2023년05월24일 (24.05.2023)</b> |
| ISA/KR의 명칭 및 우편주소<br>대한민국 특허청<br>(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)<br>팩스 번호 +82-42-481-8578                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                    | 심사관<br><br>허주형<br><br>전화번호 +82-42-481-5373     |

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌             | 공개일        |
|-----------------------|------------|--------------------|------------|
| KR 10-2015-0123056 A  | 2015/11/03 | JP 2017-513678 A   | 2017/06/01 |
|                       |            | JP 2018-149299 A   | 2018/09/27 |
|                       |            | JP 2019-030703 A   | 2019/02/28 |
|                       |            | JP 2020-044347 A   | 2020/03/26 |
|                       |            | JP 2021-180857 A   | 2021/11/25 |
|                       |            | JP 6621895 B2      | 2019/12/18 |
|                       |            | JP 6622339 B2      | 2019/12/18 |
|                       |            | JP 6919917 B2      | 2021/08/18 |
|                       |            | JP 7254378 B2      | 2023/04/10 |
|                       |            | KR 10-1584766 B1   | 2016/01/12 |
|                       |            | US 10631886 B2     | 2020/04/28 |
|                       |            | US 11246615 B2     | 2022/02/15 |
|                       |            | US 2017-0042560 A1 | 2017/02/16 |
|                       |            | US 2020-0121345 A1 | 2020/04/23 |
|                       |            | US 2022-0104842 A1 | 2022/04/07 |
|                       |            | WO 2015-163546 A1  | 2015/10/29 |
| US 2006-0069396 A1    | 2006/03/30 | EP 1791476 A2      | 2007/06/06 |
|                       |            | EP 1791476 B1      | 2015/12/23 |
|                       |            | JP 2008-513144 A   | 2008/05/01 |
|                       |            | JP 4855405 B2      | 2012/01/18 |
|                       |            | US 2008-0255590 A1 | 2008/10/16 |
|                       |            | US 7862572 B2      | 2011/01/04 |
|                       |            | WO 2006-034209 A2  | 2006/03/30 |
| WO 2021-213851 A1     | 2021/10/28 | WO 2006-034209 A3  | 2009/02/19 |
|                       |            | EP 3900650 A1      | 2021/10/27 |
| CN 110799141 A        | 2020/02/14 | AU 2018-288005 A1  | 2020/01/16 |
|                       |            | BR 19027017 A2     | 2020/06/30 |
|                       |            | EP 3641683 A1      | 2020/04/29 |
|                       |            | JP 2020-524576 A   | 2020/08/20 |
|                       |            | US 2020-0138510 A1 | 2020/05/07 |
|                       |            | WO 2018-234795 A1  | 2018/12/27 |
| JP 6836649 B2         | 2021/03/03 | EP 3620122 A1      | 2020/03/11 |
|                       |            | JP 2019-203426 A1  | 2019/07/11 |
|                       |            | JP 2020-203425 A1  | 2020/02/27 |
|                       |            | JP 6813675 B2      | 2021/01/13 |
|                       |            | US 2019-0216557 A1 | 2019/07/18 |
|                       |            | US 2020-0060779 A1 | 2020/02/27 |
|                       |            | WO 2018-203425 A1  | 2018/11/08 |
|                       |            | WO 2018-203426 A1  | 2018/11/08 |