

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023년 2월 9일 (09.02.2023)



(10) 국제공개번호
WO 2023/014149 A1

(51) 국제특허분류:

A61B 34/30 (2016.01) *A61B 17/29* (2006.01)
A61B 34/00 (2016.01) *A61B 17/00* (2006.01)
A61B 90/50 (2016.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/011624

(22) 국제출원일: 2022년 8월 5일 (05.08.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

10-2021-0104224 2021년 8월 6일 (06.08.2021) KR
10-2021-0114303 2021년 8월 27일 (27.08.2021) KR
10-2021-0125316 2021년 9월 17일 (17.09.2021) KR
10-2021-0126775 2021년 9월 24일 (24.09.2021) KR

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

(72) 발명자: 송용재 (SONG, Youngjae); 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).

교로 700, D동 304호, Gyeonggi-do (KR). 김희진 (KIM, Heejin); 13516 경기도 성남시 분당구 판교로 700, D동 304호, Gyeonggi-do (KR). 장동규 (JANG, Dongkyu); 13516 경기도 성남시 분당구 판교로 700, D동 304호, Gyeonggi-do (KR).

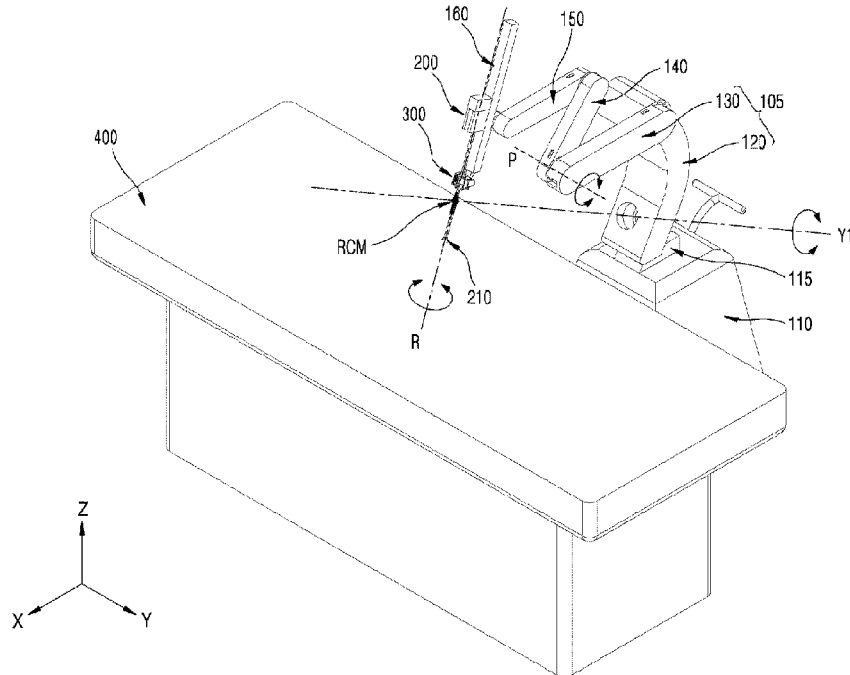
(74) 대리인: 특허법인더웨이브 (THEWAVE IP LAW FIRM); 06097 서울특별시 강남구 선릉로 602 6층, Seoul (KR).

(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, ME, 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, GH, GM, KE,

(54) Title: SURGICAL ROBOT ARM

(54) 발명의 명칭: 수술용 로봇 암



(57) Abstract: The present invention relates to a surgical robot arm and, specifically, to a robot arm for minimally invasive surgery which is modularly formed for use in laparoscopic surgery or various surgeries.

(57) 요약서: 본 발명은 수술용 로봇 암에 관한 것으로, 상세하게는 복강경 수술 또는 여러 다양한 수술에 사용하기 위해 모듈형으로 형성되는 최소 침습 수술용 로봇 암에 관한 것이다.

[다음 쪽 계속]

WO 2023/014149 A1

LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 수술용 로봇 암

기술분야

- [1] 본 발명은 수술용 로봇 암에 관한 것으로, 상세하게는 복강경 수술 또는 여러 다양한 수술에 사용하기 위해 모듈형으로 형성되는 최소 침습 수술용 로봇 암에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 의학적으로 수술이란 피부나 점막, 기타 조직을 의료 기기를 사용하여 자르거나 제거하거나 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. 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 복강경 수술은 배꼽 부위에 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.
- [6] 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.
- [7] 한편, 수술용 로봇은 일반적으로 마스터 로봇과 슬레이브 로봇으로 구성된다. 수술자가 마스터 로봇에 구비된 조종 레버(예를 들어 핸들)를 조작하면, 슬레이브 로봇의 로봇 암에 결합되거나 로봇 암이 파지하고 있는 수술도구가 조작되어 수술이 수행된다.
- [8] 전술한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출을 위해 보유하고 있었거나, 본

발명의 도출 과정에서 습득한 기술 정보로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에게 공개된 공지기술이라 할 수는 없다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명은 제3 조인트와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 수술용 인스트루먼트를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능한 수술용 로봇 암을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 일 실시예는, 수술용 인스트루먼트가 장착되는 수술용 로봇 암에 있어서, 본체; 상기 본체의 일 면 상에 형성되는 베이스 링크; 제1 조인트에 의해 상기 베이스 링크와 결합하며, 상기 베이스 링크에 대해 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 요 구동 어셈블리; 상기 요 구동 어셈블리에 대해 제3 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되는 제3 링크; 상기 제3 링크에 대해 제4 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되는 제4 링크; 상기 제4 링크에 대해 제5 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되고, 상기 수술용 인스트루먼트가 장착 가능하도록 형성되는 제5 링크;를 포함하고, 상기 제3 조인트, 상기 제4 조인트, 상기 제5 조인트가 꼭지점인 평행사변형의 나머지 한 꼭지점에 RCM(remote center of motion)이 형성되고, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 연장선과 상기 제1 요 축은 서로 상이하도록 형성되는 수술용 로봇 암을 제공한다.

발명의 효과

- [11] 이와 같은 본 발명에 의해서, 제3 조인트와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크 및 이에 결합되는 수술용 인스트루먼트를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다. 나아가, 수술용 인스트루먼트가 수평 방향을 넘어서, 아래에서 위쪽을 향하도록 배치하는 것도 가능해진다. 또한, 각 링크들이 일정 정도 오프셋 되어 배치되도록 함으로써, 각 링크의 회전 동작이 다른 링크에 제약을 받지 않도록 하여, 인스트루먼트의 진행 방향이 수평방향을 넘어서 위를 향하게 하는 등, 인스트루먼트의 가동 범위가 증가되게 하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 빈번하게 이루어지는, 인스트루먼트가 수평방향으로 배치되는 수술의 경우에 있어서도, 짐벌 락이 발생하지 않으며, 인스트루먼트가 충분한 범위로 움직일 수 있도록 하는 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [12] 도 1은 수술용 로봇 암을 나타내는 도면이다.
 [13] 도 2는 본 발명의 각 실시예에 따른 수술용 로봇 암의 개념도이다.
 [14] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.

- [15] 도 4는 도 3의 수술용 로봇 암의 평면도이다.
- [16] 도 5는 도 2의 수술용 로봇 암에 링크 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이다.
- [17] 도 6은 링크 구조의 RCM 메커니즘의 동작 상태를 나타내는 도면이다.
- [18] 도 7은 도 2의 수술용 로봇 암에 벨트 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이다.
- [19] 도 8은 벨트 구조의 RCM 메커니즘의 동작 상태를 나타내는 도면이다.
- [20] 도 9 내지 도 11은 도 3의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다.
- [21] 도 12 내지 도 14는 도 3의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.
- [22] 도 15는 도 3의 수술용 로봇 암의 제5 링크 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이다.
- [23] 도 16은 도 15에 도시된 수술용 로봇 암이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다.
- [24] 도 17은 도 3의 수술용 로봇 암의 제5 링크에 결합된 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 아래에서 위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이다.
- [25] 도 18은 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도로서, 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 도면이다.
- [26] 도 19는 도 18의 수술용 로봇 암의 제2 요 축(Y2) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.
- [27] 도 20은 도 19 (b)에서 수술용 로봇 암이 제2 요 축(Y2)을 중심으로 대략 90°더 회전한 상태를 도시한 평면도 및 측면도이다.
- [28] 도 21은 도 18의 수술용 로봇 암의 제2 요 축(Y2) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.
- [29] 도 22는 도 18의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.
- [30] 도 23은 도 18의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 및 제2 요 축(Y2) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.
- [31] 도 24는 본 발명의 제3 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [32] 도 25는 도 24의 수술용 로봇 암의 피치 포지셔닝 관절의 동작을 나타내는 사시도이다.
- [33] 도 26은 도 24의 수술용 로봇 암의 셋업 링크 어셈블리의 동작을 나타내는 사시도이다.
- [34] 도 27은 본 발명의 제4 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [35] 도 28은 도 27의 수술용 로봇 암의 셋업 링크 어셈블리의 동작을 나타내는 사시도이다.

- [36] 도 29는 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [37] 도 30은 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [38] 도 31은 도 30의 수술용 로봇 암의 셋업 링크 어셈블리의 동작을 나타내는 사시도이다.
- [39] 도 32는 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [40] 도 33은 도 32의 수술용 로봇 암의 측면도이다.
- [41] 도 34는 도 32의 수술용 로봇 암에 링크 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이다.
- [42] 도 35는 도 32의 수술용 로봇 암에 벨트 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이다.
- [43] 도 36 내지 도 38은 도 32의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다.
- [44] 도 39 내지 도 41는 도 32의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.
- [45] 도 42는 도 32의 수술용 로봇 암의 제5 링크 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이다.
- [46] 도 43은 도 42에 도시된 수술용 로봇 암이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다.
- [47] 도 44는 도 32의 수술용 로봇 암의 제5 링크에 결합된 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 아래에서 위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이다.
- [48] 도 45는 도 32에서 수술용 로봇 암이 제1 요 축(Y1)을 중심으로 대략 90°더 회전한 상태를 도시한 평면도 및 측면도이다.
- [49] 도 46은 본 발명의 제8 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [50] 도 47은 본 발명의 제9 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [51] 도 48은 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [52] 도 49는 도 48의 수술용 로봇 암의 측면도이다.
- [53] 도 50 내지 도 52는 도 48의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다.
- [54] 도 53 내지 도 55는 도 48의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.
- [55] 도 56은 도 48의 수술용 로봇 암의 제5 링크 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이다.
- [56] 도 57은 도 56에 도시된 수술용 로봇 암이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다.
- [57] 도 58은 도 48의 수술용 로봇 암의 제5 링크에 결합된 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 아래에서 위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

- [58] 도 59는 본 발명의 제11 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [59] 도 60은 본 발명의 제12 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [60] 도 61은 본 발명의 제13 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [61] 도 62는 본 발명의 제14 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [62] 도 63은 도 62의 수술용 로봇 암의 다양한 동작 상태를 나타내는 측면도이다.
- [63] 도 64, 도 65, 도 66은 수술용 로봇 암을 나타내는 도면이다.
- [64] 도 67은 본 발명의 수술 방법을 구현하는 수술용 로봇 암을 나타내는 도면이다.
- [65] 도 68은 도 65의 수술용 로봇 암을 이용한 수술 동작과, 도 67의 수술용 로봇 암을 이용한 수술 동작을 비교한 도면이다.
- [66] 도 69는 본 발명의 수술용 로봇 암에 의한 수술 방법을 나타내는 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [67] 본 발명에 있어서, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제1 요 축은 서로 평행하지 않고 소정의 각도를 이루도록 형성될 수 있다.
- [68] 본 발명에 있어서, 상기 제1 요 축의 연장선상에 상기 RCM이 위치할 수 있다.
- [69] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크가 상기 제3 조인트를 중심으로 회전하면, 상기 제3 링크와 상기 제5 링크는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제4 링크는 평행 상태를 유지하면서 회전할 수 있다.
- [70] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크의 회전과 무관하게 상기 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.
- [71] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크와 상기 제5 링크는 상기 수술용 로봇 암의 어떠한 동작 상태에서도 평행 상태를 유지하고, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제4 링크는 상기 수술용 로봇 암의 어떠한 동작 상태에서도 평행 상태를 유지할 수 있다.
- [72] 본 발명에 있어서, 상기 베이스 링크에서 상기 제1 요 축이 관통하는 지점의 Z축 방향의 높이보다 상기 RCM의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성될 수 있다.
- [73] 본 발명에 있어서, 상기 요 구동 어셈블리는, 상기 제1 조인트에 의해 상기 베이스 링크와 결합하며, 상기 베이스 링크에 대해 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제1 링크와, 제6 조인트에 의해 상기 제1 링크와 결합하며, 상기 제1 링크에 대해 제2 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제6 링크와, 일 단부가 상기 제6 링크에 고정 결합되고, 타 단부는 상기 제3 링크와 결합되는 제2 링크를 더 포함할 수 있다.
- [74] 본 발명에 있어서, 상기 제2 요 축의 연장선상에 상기 RCM이 위치할 수 있다.
- [75] 본 발명에 있어서, 상기 제1 요 축의 연장선과 상기 제2 요 축의 연장선은 상기 RCM에서 교차할 수 있다.
- [76] 본 발명에 있어서, 상기 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제1 링크와, 상기 제2 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록

- 형성되는 제6 링크는 서로 독립적으로 회전 가능하도록 형성될 수 있다.
- [77] 본 발명에 있어서, 상기 수술용 인스트루먼트의 롤(roll) 축과 상기 제1 요 축이 평행하면, 상기 제2 요 축의 회전에 의해 요(yaw) 동작이 수행될 수 있다.
- [78] 본 발명에 있어서, 상기 수술용 인스트루먼트의 롤(roll) 축과 상기 제2 요 축이 평행하면, 상기 제1 요 축의 회전에 의해 요(yaw) 동작이 수행될 수 있다.
- [79] 본 발명에 있어서, 상기 요 구동 어셈블리는, 상기 제1 조인트에 의해 상기 베이스 링크와 결합하며, 상기 베이스 링크에 대해 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제1 링크와, 일 단부가 상기 제1 링크에 고정 결합되고, 타 단부는 상기 제3 링크와 결합되는 제2 링크를 더 포함할 수 있다.
- [80] 본 발명에 있어서, 상기 제2 링크는 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 평행하게 형성될 수 있다.
- [81] 본 발명에 있어서, 상기 제2 링크와 상기 제4 링크는 평행하게 형성될 수 있다.
- [82] 본 발명에 있어서, 상기 제2 링크는 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선에 대해 경사지게 형성될 수 있다.
- [83] 본 발명에 있어서, 상기 제2 링크와 상기 제4 링크는 서로 평행하지 않고 소정의 각도를 이루도록 형성될 수 있다.
- [84] 본 발명에 있어서, 상기 수술용 로봇 암은, 상기 본체와 상기 베이스 링크 사이에 형성되어 상기 본체와 상기 베이스 링크를 연결하는 셋업 링크 어셈블리를 더 포함할 수 있다.
- [85] 본 발명에 있어서, 상기 셋업 링크 어셈블리는, 상기 본체와 상기 베이스 링크를 연결하며, 상기 본체에 대해 Z축 방향으로 이동 가능하도록 형성되는 수직 셋업 링크를 포함할 수 있다.
- [86] 본 발명에 있어서, 상기 셋업 링크 어셈블리는, 상기 본체와 상기 베이스 링크를 연결하며, 상기 본체에 대해 Z축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 하나 이상의 수평 셋업 링크를 포함할 수 있다.
- [87] 본 발명에 있어서, 상기 셋업 링크 어셈블리는, 상기 본체와 상기 베이스 링크를 연결하며, 상기 제3 조인트의 회전축과 실질적으로 평행한 축을 중심으로, 상기 베이스 링크에 대해 상대적으로 회전 가능하도록 형성되는 피치 포지셔닝 조인트를 포함할 수 있다.
- [88] 본 발명에 있어서, 상기 셋업 링크 어셈블리는, 환자의 일 측의 적절한 위치에 상기 수술용 로봇 암이 배치되는 셋업 기간에만 동작 가능하도록 형성될 수 있다.
- [89] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크, 상기 제4 링크, 상기 제5 링크는 그 회전축 방향에 있어서 각각 일정 정도 오프셋 되도록 형성될 수 있다.
- [90] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크의 회전축 방향에 있어서, 상기 제3 링크의 일 측에 상기 제4 링크가 배치되고, 상기 제4 링크의 상기 일 측에 상기 제5 링크가 배치될 수 있다.
- [91] 본 발명에 있어서, 상기 제1 요 축 방향에 있어서, 상기 제3 링크와 상기 제4

링크와 상기 제5 링크 각각의 적어도 일부가 서로 중첩 가능하도록 형성될 수 있다.

- [92] 본 발명에 있어서, 상기 제5 링크에 결합된 상기 수술용 인스트루먼트가 수평이고, 상기 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 상기 본체로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서, 상기 제5 링크에서 상기 수술용 인스트루먼트가 결합된 제1 면이 Z축 방향에 있어서 위쪽을 향하도록 배치될 수 있다.
- [93] 본 발명에 있어서, 상기 상태에서, 상기 수술용 인스트루먼트는 상기 제5 링크보다 위쪽에 배치될 수 있다.
- [94] 본 발명에 있어서, 상기 제5 링크에 결합된 상기 수술용 인스트루먼트가 수평이고, 상기 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 상기 본체로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서, 상기 제5 링크에서 상기 수술용 인스트루먼트가 결합된 제1 면이 Z축 방향에 있어서 아래쪽을 향하도록 배치될 수 있다.
- [95] 본 발명에 있어서, 상기 상태에서, 상기 수술용 인스트루먼트는 상기 제5 링크보다 아래쪽에 배치될 수 있다.
- [96] 본 발명에 있어서, 상기 상태에서, 상기 수술용 인스트루먼트와 베드 사이에 상기 링크들이 배치되지 않는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [97] 본 발명에 있어서, Z축에 수직인 평면에 있어서, 상기 제3 링크, 상기 제4 링크, 상기 제5 링크 중 적어도 일부와 상기 제1 요 축이 소정의 각도를 이루도록 형성될 수 있다.
- [98] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크, 상기 제4 링크, 상기 제5 링크 중 적어도 일부와 상기 제1 요 축이 평행하게 형성될 수 있다.
- [99] 본 발명에 있어서, 상기 제1 요 축의 근위부에서의 Z축 방향의 높이보다 상기 제1 요 축의 원위부에서의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성될 수 있다.
- [100] 본 발명에 있어서, 상기 베이스 링크는 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선에 대해 소정의 각도를 이루도록 기울어지게 형성되어, 상기 베이스 링크의 중심축이 제1 요 축과 일치하도록 형성될 수 있다.
- [101] 본 발명에 있어서, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제1 요 축은 상기 RCM에서 교차할 수 있다.
- [102] 본 발명의 다른 일 실시예는, 수술용 인스트루먼트가 삽입될 환자의 포트 일 측에 모듈형인 수술용 로봇 암의 본체가 배치되는 단계; 상기 수술용 로봇 암에서 상기 수술용 인스트루먼트가 장착되는 제5 링크가 실질적으로 수평인 상태로 배치되는 단계; 상기 수술용 로봇 암의 상기 제5 링크에 상기 수술용 인스트루먼트가 장착되는 단계; 상기 수술용 로봇 암에 장착된 상기 수술용 인스트루먼트를 이동시켜서 상기 수술용 인스트루먼트가 환자의 체내로 삽입되는 단계; 상기 수술용 인스트루먼트가 RCM을 유지하면서 수술이 시행되는 단계;를 포함하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법을 제공한다.
- [103] 본 발명에 있어서, 상기 수술용 인스트루먼트가 삽입될 환자의 포트 일 측에 상기 수술용 로봇 암의 본체가 배치되는 단계는, 베드를 기준으로, 상기 수술용

- 로봇 암의 본체가 상기 환자의 포트와 동일한 측에 배치될 수 있다.
- [104] 본 발명에 있어서, 상기 수술용 로봇 암에서 상기 수술용 인스트루먼트가 장착되는 제5 링크가 실질적으로 수평 상태로 배치되는 단계는, 상기 수술용 로봇 암의 복수 개의 링크들 중 적어도 일부가, 상기 각 링크들의 연장 방향에 있어서 중첩되도록 형성될 수 있다.
- [105] 본 발명에 있어서, 상기 수술용 로봇 암의 상기 제5 링크에 상기 수술용 인스트루먼트가 장착되는 단계에서, 상기 수술용 인스트루먼트와 상기 환자 사이에는 상기 수술용 로봇 암의 링크들이 배치되지 아니할 수 있다.
- [106] 본 발명에 있어서, 상기 수술용 로봇 암은, 베이스 링크; 상기 베이스 링크에 대해 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 요 구동 어셈블리; 상기 요 구동 어셈블리에 대해 제3 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되는 제3 링크; 상기 제3 링크에 대해 제4 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되는 제4 링크; 상기 제4 링크에 대해 제5 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되고, 상기 수술용 인스트루먼트가 장착 가능하도록 형성되는 제5 링크;를 포함하고, 상기 제3 조인트, 상기 제4 조인트, 상기 제5 조인트가 꼭지점인 평행사변형의 나머지 한 꼭지점에 RCM(remote center of motion)이 형성되고, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 연장선과 상기 제1 요 축은 서로 상이하도록 형성될 수 있다.
- [107] 본 발명에 있어서, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제1 요 축은 상기 RCM에서 교차할 수 있다.
- [108] 본 발명에 있어서, 상기 제1 요 축의 연장선상에 상기 RCM이 위치할 수 있다.
- [109] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크가 상기 제3 조인트를 중심으로 회전하면, 상기 제3 링크와 상기 제5 링크는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 연장선과 상기 제4 링크는 평행 상태를 유지하면서 회전할 수 있다.
- [110] 본 발명에 있어서, 상기 베이스 링크에서 상기 제1 요 축이 관통하는 지점의 Z축 방향의 높이보다 상기 RCM의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성될 수 있다.
- [111] 본 발명에 있어서, 상기 제1 요 축의 근위부에서의 Z축 방향의 높이보다 상기 제1 요 축의 원위부에서의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성될 수 있다.
- [112] 본 발명에 있어서, 상기 베이스 링크는 수평면에 대해 소정의 각도를 이루도록 기울어지게 형성되어, 상기 베이스 링크의 중심축이 제1 요 축과 일치하도록 형성될 수 있다.
- [113] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크, 상기 제4 링크, 상기 제5 링크는 그 회전축 방향에 있어서 각각 일정 정도 오프셋 되도록 형성될 수 있다.
- [114] 본 발명에 있어서, 상기 제3 링크의 회전축 방향에 있어서, 상기 제3 링크의 일 측에 상기 제4 링크가 배치되고, 상기 제4 링크의 상기 일 측에 상기 제5 링크가 배치될 수 있다.
- [115] 본 발명에 있어서, 상기 제1 요 축(Y1) 방향에 있어서, 상기 제3 링크와 상기 제4

링크와 상기 제5 링크 각각의 적어도 일부가 서로 중첩 가능하도록 형성될 수 있다.

- [116] 본 발명에 있어서, 상기 제5 링크에 결합된 상기 수술용 인스트루먼트가 수평이고, 상기 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 상기 본체로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서, 상기 제5 링크에서 상기 수술용 인스트루먼트가 결합된 제1 면이 Z축 방향에 있어서 아래쪽을 향하도록 배치될 수 있다.
- [117] 본 발명에 있어서, 상기 상태에서, 상기 수술용 인스트루먼트는 상기 제5 링크보다 아래쪽에 배치될 수 있다.
- [118] 본 발명에 있어서, 상기 상태에서, 상기 수술용 인스트루먼트와 베드 사이에 상기 링크들이 배치되지 않을 수 있다.
- [119] 본 발명에 있어서, 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제1 요 축은 서로 평행하지 않고 소정의 각도를 이루도록 형성될 수 있다.
- [120] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [121] 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.
- [122] 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.
- [123] 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.
- [124] 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.
- [125] 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.

[126]

[127] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면, 다음과 같다.

[128] 도 66은 수술용 로봇 암을 나타내는 도면이다.

[129] 도 66에 도시된 바와 같이, 수술용 로봇 암(3500)은 일반적으로 하나의 타워에서 하나 또는 복수 개의 로봇 암이 뺄어 나오는 방식이다. 이러한 구조에서는, 만약 환자가 누운 수술대의 평면과 수평인 방향에서 수술용 인스트루먼트(3200)가 삽입되어야 하는 수술의 경우, 타워(3510)가 수술 부위의 환자 건너편에 위치하고, 수술용 로봇 암(3500)이 환자의 신체 상부를 덮는 것처럼 타워(3510)로부터 뺄어 나오도록 전개되고, 수술용 인스트루먼트(3200)가 다시 환자 쪽으로 향하도록 반대 방향으로 배치되는 것이 일반적이었다. 따라서, 여러 개의 로봇 암이 환자 위에 전개되는 단점, 수술용 로봇 암(3500)이 그 지지대인 타워(3510)에서 길게 뺄는 형태로 인해 진동이 커지고 강성이 약해질 수 있는 등의 단점을 가질 수 있다.

[130] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 도 1과 같이 각각의 로봇 암이 모듈형으로 형성되고, 수술 부위 근처에 각 모듈이 배치되고, 인스트루먼트가 바로 환자를 향하도록 형성할 수 있다.

[131] 그러나, 도 1의 경우처럼, 수술기구를 회전시키는 여러 개의 회전축 중 하나의 회전축(요(yaw) 축)과, 인스트루먼트의 연장선에 해당하는 인스트루먼트 롤(roll) 축이 일치하게 되면, 상기 하나의 회전축(요(yaw) 축)을 회전시켰을 때 수술기구가 동작하도록 기대되는 동작(요(yaw) 동작)이 불가능해지는 짐벌 락(Gimbal Lock) 현상이 발생할 수 있다. 특히, 인스트루먼트를 수평으로 배치하는 경우, 요 축이 수평으로 배치될 경우, 짐벌 락 현상에 해당하는 상황이 빈번히 발생할 수 있다.

[132] 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 발명은, 인스트루먼트를 수평으로 배치하더라도 짐벌 락 현상이 발생하지 않도록, 요 축을 수평 방향이 아닌 다른 방향(예를 들어 수평면에 대해 경사진 방향)에 배치하여, 주로 사용되는 수술기구의 배치 상태에서도 짐벌 락이 발생하지 않을 수 있도록 하여, 결과적으로 전체적인 수술 로봇 구성을 보다 컴팩트하게 할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.

[133] 또한, 본 발명에서는 하나의 수술용 로봇 암의 본체에서 하나의 수술용 인스트루먼트가 전개되는 모듈형으로 형성되는 것을 특징으로 한다. 그리고, 각각 하나의 수술용 인스트루먼트가 장착된 모듈형 수술용 로봇 암들을 복수 개 구비하는 것을 일 특징으로 한다. 그리고, 이와 같은 각각의 수술용 로봇 암들이 환자의 복수 개의 포트 각각의 인근에 배치되어, 전개되는 수술용 로봇 암의 전체 길이가 짧아지게 되어, 진동이 작아지고 강성이 커지는 효과를 얻을 수 있다.

- [134] 나아가 본 발명에서는, 도 9(b) 등에 도시된 바와 같이, (XY평면 상에서 보았을 때) 제4 링크(150)와 제5 링크(160)를 서로 이웃하도록 나란하게 배치하여, (XZ평면 상에서 보았을 때는) 제4 링크(150)와 제5 링크(160)가 겹쳐질 수 있도록 형성함으로써, 도 17과 같이 제4 링크의 회전 동작이 제5 링크 등 다른 링크에 제약을 받지 않도록 하여, 인스트루먼트의 진행 방향이 수평방향을 넘어서 위를 향하게 하는 등, 인스트루먼트의 가동 범위가 증가되게 하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 빈번하게 이루어지는, 인스트루먼트가 수평방향으로 배치되는 수술의 경우에 있어서도, 짐벌 락이 발생하지 않으며, 인스트루먼트가 충분한 범위로 움직일 수 있도록 하는 효과를 얻을 수 있다. 이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [135]
- [136] 도 2는 본 발명의 각 실시예에 따른 수술용 로봇 암의 개념도이다.
- [137] 상세히, 도 2(a)는 요(yaw) 축이 수평 방향으로 배치되는 경우의 개념도이다. 즉, 요(yaw) 축이 XY 평면상에 배치되는 경우이다. 이 경우, 인스트루먼트가 아래에서 위를 향하도록 하는 동작이 수행되기 어려울 수 있다.
- [138] 한편, 도 2(b)는 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암의 개념도이다. 도 2(b)의 경우, 하나의 요(yaw) 축이 수평 방향과 상이한 방향, 보다 상세하게는 YZ 평면상에서 보았을 때 요(yaw) 축이 아래쪽에서 위쪽을 향하도록 경사지게 형성되는 경우이다. 이와 같은 구성에 의해서, 주로 사용되는 수술기구의 배치 상태, 즉 인스트루먼트가 수평으로 배치되는 경우에도 짐벌 락이 발생하지 않을 수 있도록 하여, 결과적으로 전체적인 수술 로봇 구성을 보다 컴팩트하게 할 수 있다.
- [139] 한편, 도 2(c)는 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암의 개념도이다. 도 2(c)의 경우, 두 개의 요(yaw) 축을 포함하는 것을 특징으로 한다. 즉, 제1 요(Y1) 축은 수평 방향과 상이한 방향, 보다 상세하게는 YZ 평면상에서 보았을 때 제1 요(Y1) 축이 아래쪽에서 위쪽을 향하도록 경사지게 형성된다. 더불어, 또 하나의 요(yaw) 축인 제2 요 축(Y2)은 수평 방향, XY 평면상에 배치된다. 이와 같이 두 개의 요(yaw) 축을 포함함으로써, 수술용 로봇 암이 어떠한 위치에 있더라도 짐벌 락이 발생하지 않도록, 둘 중 하나의 요 축을 사용할 수 있는 장점을 가진다. 더불어, 두 개의 요 축 중 하나를 포지셔닝 암으로 사용하여, 보다 용이한 모듈 위치 및 수술 구성이 가능해지는 장점을 가진다.
- [140] 각각의 실시예의 구체적인 구성에 대해서는, 각 실시예에서 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [141]
- [142] <수술용 로봇 암의 제1 실시예>
- [143] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 대해 설명하면, 다음과 같다.
- [144] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이고, 도

4는 도 3의 수술용 로봇 암의 평면도이다. 도 5는 도 2의 수술용 로봇 암에 링크 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이고, 도 6은 링크 구조의 RCM 메커니즘의 동작 상태를 나타내는 도면이다. 도 7은 도 2의 수술용 로봇 암에 벨트 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이고, 도 8은 벨트 구조의 RCM 메커니즘의 동작 상태를 나타내는 도면이다. 도 9 내지 도 11은 도 3의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다. 도 12 내지 도 14는 도 3의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다. 도 15는 도 3의 수술용 로봇 암의 제5 링크 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이고, 도 16은 도 15에 도시된 수술용 로봇 암이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다. 도 17은 도 3의 수술용 로봇 암의 제5 링크에 결합된 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 아래에서 위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

[145]

[146] 먼저, 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(100)은 본체(110), 베이스 링크(115), 요 구동 어셈블리(105), 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5 링크(160)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(105)는 제1 링크(120)와 제2 링크(130)를 포함할 수 있다. 또한, 수술용 로봇 암(100)은 제1 조인트(171), 제2 조인트(172), 제3 조인트(173), 제4 조인트(174), 제5 조인트(175)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(100)의 제5 링크(160)에 트로카(300) 및 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.

[147] 여기서, 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5 링크(160)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다.

[148] 상세히, 수술용 로봇은 수술을 위한 조작을 위해 하나 이상의 수술용 로봇 암을 구비하게 되며, 수술용 로봇 암의 선단부에는 수술용 인스트루먼트가 장착된다.

[149] 일반적으로 로봇 암은 인간의 팔 및/또는 손목과 유사한 기능을 가지고 있으며 손목 부위에 소정의 도구를 부착시킬 수 있는 장치를 의미한다. 본 명세서에서 로봇 암이란 상박, 하박, 손목, 팔꿈치 등의 구성 요소 및 상기 손목 부위에 결합되는 수술용 인스트루먼트 등을 모두 포괄하는 개념으로 정의할 수 있다. 이와 같은, 수술용 로봇 암은 다자유도를 가지도록 구현될 수 있다.

[150] 이와 같이 수술용 로봇 암의 선단에 수술용 인스트루먼트를 장착하여 수술을 수행하게 되면, 수술용 로봇 암의 움직임에 따라 수술용 인스트루먼트도 같이 움직이며, 이는 환자의 피부를 일부 천공하고 여기에 수술용 인스트루먼트를 삽입하여 수술을 수행하는 과정에서 인체의 피부에 불필요한 손상을 입힐 우려가 있다. 또한, 수술 부위가 넓을 경우에는 수술용 인스트루먼트가 움직이는 경로만큼 피부를 절개하거나 각 수술 부위마다 피부를 천공해야 하는 등 로봇 수술의 장점이 반감될 우려도 있다.

- [151] 따라서, 수술용 로봇 암의 선단에 장착되는 수술용 인스트루먼트의 소정 위치(주로 트로카가 환자의 피부를 뚫고 들어간 피봇 포인트)에 가상의 회전 중심점을 설정하고, 이 점을 중심으로 인스트루먼트가 회전하도록 로봇 암을 제어하게 되는데, 이러한 가상의 중심점을 '원격중심' 또는 'RCM(remote center of motion)'이라 한다. 본 발명의 RCM 메커니즘에 대해서는 뒤에서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [152]
- [153] 이하에서는 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(100)의 각 구성 요소에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [154] 본 실시예에서는 편의상 환자가 눕는 베드(bed)의 폭 방향을 X축, 베드(bed)의 길이 방향을 Y축, 지면에 수직인 방향을 Z축으로 정의하였다.
- [155] 본체(110)는 수술용 로봇 암(100) 전체의 기저부의 역할을 수행한다. 여기서 본체(110)의 하면에는 바퀴와 같은 이동 수단(미도시)이 형성되어, 본체(110)가 일종의 이동 부재의 역할을 수행할 수도 있다. 또한 본체(110)에는 위치 고정 수단(미도시)이 더 형성되어, 수술 중에 본체(110)의 위치를 고정시킬 수도 있다. 다만, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 본체(110)가 베드(bed)에 탈부착 가능한 형상으로 형성되거나, 또는 벽면에 탈부착 가능한 형상으로 형성될 수도 있다 할 것이다.
- [156] 본체(110)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(115)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(115)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.
- [157] 상세히, 베이스 링크(115)는 꺾어진 평판 내지는 썸기 형태로 형성되어, 일 영역은 본체(110)의 상부면에 결합하고, 꺾어진 다른 일 영역은 본체(110)의 상부면에 대해 경사지게 배치될 수 있다. 여기서, 베이스 링크(115)가 직각이 아니라 수평면에 대해 일정 정도 경사지게 형성되어서(예를 들어 30°), 베이스 링크(115)를 관통하는 제1 요 축(Y1)도 수평 방향(즉, X축 방향)과 평행하지 않도록 형성될 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [158] 한편, 베이스 링크(115)에는 요 구동 어셈블리(105)가 회전 가능하게 결합된다.
- [159] 상세히, 요 구동 어셈블리(105)는 제1 링크(120)와 제2 링크(130)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(105)는 제1 조인트(171)에 의해 베이스 링크(115)와 결합하며, 베이스 링크(115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(120)는 제1 조인트(171)에 의해 베이스 링크(115)와 결합하며, 베이스 링크(115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(130)는 일 단부가 제1 링크(120)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(140)와 결합된다.
- [160] 제1 조인트(171)는 베이스 링크(115)와 제1 링크(120)를 회전 가능하게 결합시킨다. 상세히, 제1 조인트(171)는 RCM(Remote Center of Motion)을 지나도록 형성된 제1 요 축(Y1)을 중심으로 제1 링크(120)가 요(yaw) 회전하도록

형성된다. 여기서, 도면에는 도시되지 않았지만, 제1 조인트(171)는 제1 링크(120)를 회전시키기 위한 모터를 포함할 수 있다.

- [161] 여기서 제1 요 축(Y1)은, X축/Y축/Z축과 평행하지 않은 비스듬한 방향으로 형성될 수 있다. 상세하게는, 후술할 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성될 수 있으며, 이러한 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)은 RCM에서 서로 교차하도록 형성될 수 있다. 이때, 제1 요 축(Y1)의 연장선상에 후술할 RCM이 위치할 수 있다. 다시 말하면, 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)은 서로 평행하지 않고 소정의 각도를 이루도록 형성될 수 있다. 이와 같이 제1 요 축(Y1)의 연장선상에 RCM이 위치하도록 형성됨으로써, 제1 링크(120)가 베이스 링크(115)에 대해 얼마나 요 회전을 하였는지 여부와 무관하게, 베이스 링크(115)에 대한 RCM의 위치 및 방향은 일정하게 유지된다.
- [162] 여기서, 상술한 바와 같이 베이스 링크(115)가 직각이 아니라 일정 정도 경사지게 형성되어서(예를 들어 30°), 베이스 링크(115)를 관통하는 제1 요 축(Y1)도 수평 방향(즉, X축 방향)과 평행하지 않도록 형성될 수 있다. 또한, 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성될 수 있다.
- [163] 이를 다른 관점에서 표현하면, 베이스 링크(115)에서 제1 요 축(Y1)이 관통하는 지점(즉, 제1 조인트(171))의 Z축 방향의 높이보다 RCM의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성된다고 표현할 수 있다.
- [164] 이를 다른 관점에서 표현하면, 수술용 로봇 암(100)의 근위부(101)에서의 제1 요 축(Y1)의 Z축 방향의 높이보다, 수술용 로봇 암(100)의 원위부(102)에서의 제1 요 축(Y1)의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성된다고 표현할 수 있다. 여기서, 수술용 로봇 암(100)에서 본체(110) 내지는 본체(110)에 인접한 영역을 근위부(proximal end)(101)로 정의하고, 본체(110)로부터 가장 먼 영역, 예를 들어 제5 링크(160)에서 수술용 인스트루먼트(200)의 엔드 툴(210) 측 단부를 원위부(distal end)(102)로 정의할 수 있다.
- [165] 이를 다른 관점에서 표현하면, 베이스 링크(115)는 수평면에 대해 소정의 각도를 이루도록 기울어지게 형성되어, 베이스 링크(115)의 중심축이 제1 요 축(Y1)과 일치하도록 형성된다고 표현할 수도 있다.
- [166] 이와 같이 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(160) 및 수술용 인스트루먼트(200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다.
- [167] 여기서, 제1 링크(120)가 베이스 링크(115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전하면, 제1 링크(120)와 연결된 제2 링크(140), 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5 링크(160) 및 수술용 인스트루먼트(200)가 제1 링크(120)와 함께 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전하게 된다. 이로 인해, 각 링크들 및 수술용 인스트루먼트(200)의 좌표계는 고정된 것이 아니라, 제1 링크(120)의 회전에

따라 상대적으로 계속 변화하게 된다. 즉, 도 3 등에는 제2 링크(130)는 X축과 평행한 것으로 도시되어 있다. 그러나 제1 링크(120)가 회전하게 되면, 제2 링크(130) 및 이와 연결된 각 링크의 좌표계도 이와 함께 회전하는 것이다. 다만, 본 명세서에서는 설명의 편의를 위하여, 별도의 설명이 없는 이상, 도 3과 같이 제2 링크(130)는 X축에 평행하게 위치한 상태를 기준으로 하여 설명하도록 한다.

- [168] 한편, 제2 조인트(172)는 제1 링크(120)와 제2 링크(130)를 연결한다. 이때, 제1 링크(120)와 제2 링크(130)가 고정 결합되어, 제1 링크(120)에 대한 제2 링크(130)의 상대적인 위치는 일정하도록 형성될 수 있다. 즉, 제1 링크(120)와 제2 링크(130)는 일체로서 함께 동작할 수 있다. 여기서, 도면에는 제1 링크(120)와 제2 링크(130)가 각각 별도의 부재로 형성되어 고정 결합되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 제1 링크(120)와 제2 링크(130)가 일체로 형성되어 요 구동 어셈블리(105)로 기능하는 것도 가능하다고 할 것이다.
- [169] 여기서, 본 발명의 제1 실시예의 제2 링크(130)는 수평면과 평행하게 형성될 수 있다. 또는, 제2 링크(130)는 후술할 제4 링크(150)와 실질적으로 평행하게 형성될 수도 있다. 또는, 제2 링크(130)는, 제3 조인트(173)와 RCM의 연장선 상에 배치되거나 또는 이 연장선과 평행하게 배치될 수도 있다.
- [170] 이때, 제2 조인트(172)는 모터를 포함할 수 있으며, 벨트나 와이어 등에 의해 제3 조인트(173)와 연결될 수 있다. 따라서 제2 조인트(172)의 구동력이 제3 조인트(173)로 전달될 수 있다. 또는, 제2 조인트(172)가 모터를 포함하지 않고, 제3 조인트(173)가 모터를 포함하도록 형성될 수도 있다.
- [171] 제3 링크(140)는 제2 링크(130)에 대해 제3 조인트(173)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(173)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [172] 제4 링크(150)는 제3 링크(140)에 대해 제4 조인트(174)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(174)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [173] 제5 링크(160)는 제4 링크(150)에 대해 제5 조인트(175)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(175)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [174] 제5 링크(160)에는 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다. 이때 수술용 인스트루먼트(200)의 적어도 일부는 롤(Roll) 축(즉 샤프트 축)을 중심으로 회전가능하도록 형성되며, 또한 제5 링크(160)에 대해 롤 축(R)을 따라 왕복 직선 운동이 가능하도록 형성된다. 여기서, 수술용 인스트루먼트(200)의 롤 축(R)은 RCM을 지나도록 형성된다.
- [175] 한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 인스트루먼트 장착 링크인 제5 링크(160)에는 인스트루먼트 장착부(미도시) 및 가이드 레일(미도시)이 형성되어, 인스트루먼트 장착부(미도시)에 수술용 인스트루먼트(200)가 장착된

상태에서, 롤 축(R) 방향으로 형성된 가이드 레일(미도시)을 따라 인스트루먼트 장착부(미도시)가 직선운동 할 수 있다. 이와 같은 직선 운동을 구현하기 위해 인스트루먼트 장착부(미도시)에는 리니어 액츄에이터(미도시)가 구비될 수 있다.

- [176] 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(100)의 제5 링크(160)의 인스트루먼트 장착부(미도시)에 수술용 인스트루먼트(200)가 장착될 수 있다.
- [177] 한편, 인스트루먼트 장착부(미도시)에는 수술용 인스트루먼트(200)와 결합하여 수술용 인스트루먼트(200)의 운동을 제어하기 위한 인터페이스부(미도시)가 더 형성될 수 있다. 인터페이스부(미도시)에는 수술용 인스트루먼트(200)의 구동부와 결합을 위한 구성 요소 및 수술용 로봇 암(100)으로부터 구동력을 수술용 인스트루먼트(200)로 전달하기 위한 모터 등이 구비될 수 있다. 이 인터페이스부(미도시)에 의해 수술용 인스트루먼트(200)의 엔드 툴이 피치(pitch), 요(yaw), 액츄에이션(actuation) 운동을 수행할 수 있다. 나아가 이 인터페이스부(미도시)에 의해 수술용 인스트루먼트(200)의 샤프트와 엔드 툴이 롤 축(R)을 중심으로 롤(roll) 운동을 수행할 수 있다.
- [178] 한편, 수술용 인스트루먼트(200)가 환자의 신체에 삽입되기 위한 삽입 통로가 되는 트로카(300)가 인스트루먼트 장착 링크인 제5 링크(160)에 결합될 수 있으며, 트로카(300)가 신체에 삽입된 상태에서 수술용 인스트루먼트(200)가 트로카(300)를 통해 환자의 신체에 삽입될 수 있다. 그리고 이와 같은 트로카(300) 상의 소정의 위치에 RCM이 형성될 수 있다. 그리고, 전술한 바와 같이 베이스 링크(115)의 제1 요 축(Y1)이, 이러한 RCM을 지나도록 형성될 수 있다.
- [179] 또한, 수술용 인스트루먼트(200)는 구동부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 구동부(미도시)에는 인터페이스부(미도시)와의 결합을 위한 구성 요소 및 모터에 맞물려 작동되는 구동 휠 등이 형성될 수 있다. 이처럼, 인터페이스부(미도시)와 구동부(미도시)에는 서로 대응되는 결합 수단 및 구동전달 수단이 각각 형성되며, 이로써 수술용 인스트루먼트(200)가 제5 링크(160)에 장착된 상태에서 수술용 로봇 암(100)으로부터 구동력을 전달받아 작동되게 된다.
- [180]
- [181] 여기서, 제3 조인트(173), 제4 조인트(174), 제5 조인트(175) 및 RCM은 평행사변형의 네 개의 꼭지점이 될 수 있다. 즉, 제3 조인트(173), 제4 조인트(174), 제5 조인트(175) 및 RCM이 하나의 평행사변형을 형성할 수 있다.
- [182] 상세히, 제3 조인트(173), 제4 조인트(174), 제5 조인트(175)의 세 개의 꼭지점이 있으면, 이 세 개의 꼭지점을 포함하는 평행사변형의 나머지 한점(RCM)의 위치는 자동으로 정해지게 된다.
- [183] 그리고, 제3 조인트(173)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(140)가 제3

조인트(173)를 중심으로 회전하면, 후술할 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(140)와 제5 링크(160)는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(150)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(140)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.

[184] 이와 같은 구조에서, 수술용 로봇 암이 일단 셋업(set-up) 되면, RCM은 항상 그 위치를 유지하게 된다. 그리고 각 링크들이 RCM을 중심으로 회전함에 있어서, 각 링크들이 어느 위치에 있던지 평행사변형을 유지하게 된다. 즉, 본체(110)와 베이스 링크(115)가 고정되어 있는 상태에서, 제3 링크(140) 내지 제5 링크(160)가 어느 위치에 있든지 RCM의 위치는 변하지 않으며, 또한 제3 조인트(173), 제4 조인트(174), 제5 조인트(175) 및 RCM이 평행사변형을 유지하게 된다.

[185] 이와 같이 RCM이 유지되도록, 제4 조인트(174)와 제5 조인트(175)는 제3 조인트(173)에 회전 가능하도록 연결되어 있다. 제3 조인트(173), 제4 조인트(174), 제5 조인트(175)를 연결하기 위해 벨트, 와이어, 링크와 같은 다양한 동력 전달 장치가 사용될 수 있다.

[186] 예를 들어, 벨트에 의해 제3 조인트(173)와 제4 조인트(174)의 회전을 연동하여, 제2 링크(130)에 대해 제3 링크(140)가 회전하면 제3 링크(140)에 대해 제4 링크(150)가 회전하도록 할 수 있다. 이와 동시에, 벨트에 의해 제4 조인트(174)와 제5 조인트(175)의 회전을 연동하여, 제3 링크(140)에 대해 제4 링크(150)가 회전하면 제4 링크(150)에 대해 제5 링크(160)가 회전하도록 할 수 있다. 이와 같은 구성에 의해 결과적으로, 제3 조인트(173)와 제4 조인트(174)를 연결하는 선분과, 제5 조인트(175)와 RCM을 연결하는 선분이 언제나 평행을 유지할 수 있다. 더불어, 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 선분과, 제4 조인트(174)와 제5 조인트(175)를 연결하는 선분도 언제나 평행을 유지할 수 있다.

[187] (한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 제2 링크(130)와 제3 조인트(173)를 구비하지 않고, 제1 링크(120)와 제3 링크(140)가 제2 조인트(172)에 의해 직접 연결되는 구성도 가능하다.)

[188]

[189] 한편, 본 발명의 제1 실시예는, 각 링크들, 특히 제2 링크(130), 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5 링크(160)이 서로 겹치지 않고 나란히 배치되도록 하여, 어느 한 링크가 다른 링크에 대해 회전할 때 충돌이 발생하지 않고, 어느 한 링크가 다른 링크의 회전에 간섭하지 않도록 형성되어, 각 링크들의 구동 범위가 넓어지는 것을 일 특징으로 한다.

[190] 상세히, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 로봇 암(100)의 평면도인 도 9(b) 등을 참고하면, XY 평면상에서 보았을 때 제2 링크(130), 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5 링크(160)는 그 회전축 방향(즉, Y축 방향)에 각각 일정 정도 오프셋(offset) 되도록 형성된다. 다시 말하면, Y축 방향에 있어서, 제2

링크(130)의 일 측에 제3 링크(140)가 배치되고, 제3 링크(140)의 일 측에 제4 링크(150)가 배치되고, 제4 링크(150)의 일 측에 제5 링크(160)가 배치된다. 다시 말하면, Y축 방향을 따라 제2 링크(130), 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5 링크(160)가 차례로 배치된다고 표현할 수도 있을 것이다.

[191] 특히, 수술용 인스트루먼트(200)가 장착되는 제5 링크(160)가 제4 링크(150)에 대해 일정 정도 오프셋 되어 배치됨으로써, 제4 링크(150)에 대한 제5 링크(160)(및 이와 결합된 수술용 인스트루먼트(200))의 회전 각도에 제한이 사라져서 자유롭게 회전할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[192] 한편, 이를 다른 관점에서 표현하면, 어느 한 링크가 다른 링크의 회전에 간섭하지 않도록 형성되기 때문에, 제1 요 축(Y1) 방향에 있어서는 각각의 링크들의 적어도 일부가 서로 중첩 가능하다고 표현할 수 있다. 즉, 도 11과 같이 수술용 로봇 암(100)이 일정 정도 접힌 상태에서는, 제1 요 축(Y1) 방향에 있어서 제2 링크(130)와 제3 링크(140)는 일정 정도 중첩되어 배치되고, 제3 링크(140)와 제4 링크(150)는 일정 정도 중첩되어 배치되고, 제4 링크(150)와 제5 링크(160)는 일정 정도 중첩되어 배치된다.

[193]

[194] 한편, 본 발명의 제1 실시예는, 제5 링크(160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(200)가 수술용 로봇 암(100)의 바깥쪽을 향하도록 배치되는 것을 일 특징으로 한다.

[195] 상세히, 제5 링크(160)에서 인스트루먼트 장착부가 형성되어 있는 면, 다시 말하면 수술용 인스트루먼트(200)가 결합되는 면을 제1 면이라 하고, 그 반대쪽 면을 제2 면이라 상정한다.

[196] 이때, 제5 링크(160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(200)의 엔드 툴(210)이 수직 하방을 향하고 있는 상태에서, 제1 면은 본체(110)에서 멀어지는 방향을 향하도록 배치된다. 다시 말하면, 제5 링크(160)의 제1 면에 결합된 수술용 인스트루먼트가(200)가 제5 링크(160)보다 본체(110)에서 멀게 배치된다.

[197] 한편, 제5 링크(160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(200)가 수평이며 그 엔드 툴(210)이 본체(110)로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서, 제1 면이 위를 향하도록 배치된다. 다시 말하면, 제5 링크(160)의 제1 면에 결합된 수술용 인스트루먼트(200)가 제5 링크(160)보다 상측에 배치되는 것이다.

[198]

[199] **(RCM 개념도 - 링크 구조)**

[200] 본 발명의 RCM 메커니즘의 일 예로서, 링크 구조가 적용될 수 있다.

[201] 도 5는 도 2의 수술용 로봇 암에 링크 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이고, 도 6은 링크 구조의 RCM 메커니즘의 동작 상태를 나타내는 도면이다.

[202] 이와 같은 링크 구조의 경우, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(100)은 제1 링크(120), 제2 링크(130), 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5

링크(160)를 포함한다. 더불어, 수술용 로봇 암(100)은 제3-1 링크(140-1), 제4-1 링크(150-1)을 더 포함한다. 또한, 수술용 로봇 암(100)은 제1 조인트(171), 제2 조인트(172), 제3 조인트(173), 제4 조인트(174), 제5 조인트(175)를 포함할 수 있다.

- [203] 먼저, 제3 조인트(173)를 중심으로 제3 링크(140)가 제2 링크(130)에 대해 회전하면, 평행사변형을 이루는 링크 제4 링크(150), 제3-1 링크(140-1)가 함께 회전한다. 이때 링크들이 회전하더라도 평행사변형은 유지되며, 따라서 어떠한 회전상태에서도 제3 링크(140)와 제3-1 링크(140-1)는 평행을 유지하게 된다.
- [204] 한편, 제4 조인트(174)를 중심으로 제4 링크(150)가 제3 링크(140)에 대해 회전하면, 평행사변형을 이루는 제3 링크(140), 제5 링크(160), 제4-1 링크(150-1)이 함께 회전한다. 이때 링크들이 회전하더라도 평행사변형은 유지되며, 따라서 어떠한 회전상태에서도 제4 링크(150)와 제4-1 링크(150-1)는 평행을 유지하게 된다.
- [205] 이와 같이, 제3 조인트(173)를 중심으로 한 제3 링크(140)의 회전에 연동하여, 제4 링크(150)도 제3 링크(140)에 대해 회전하게 되어, 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(150)는 평행 상태를 유지하게 된다.
- [206] 마찬가지로, 제3 링크(140)에 대한 제4 링크(150)의 회전에 연동하여, 제5 링크(160)도 제4 링크(150)에 대해 회전하게 되어, 제3 링크(140)와 제5 링크(160)는 평행한 상태를 유지하게 된다.
- [207] 결과적으로 어떠한 동작상태에서도 RCM이 일정하게 유지된다.

[208]

[209] **(RCM 개념도 - 벨트 구조)**

- [210] 본 발명의 RCM 메커니즘의 일 예로서, 벨트 구조가 적용될 수 있다.
- [211] 도 7은 도 2의 수술용 로봇 암에 벨트 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이고, 도 8은 벨트 구조의 RCM 메커니즘의 동작 상태를 나타내는 도면이다.

- [212] 이와 같은 벨트 구조의 경우, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(100)은 제1 링크(120), 제2 링크(130), 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5 링크(160)를 포함한다.

- [213] 또한, 수술용 로봇 암(100)은 제1 조인트(171), 제2 조인트(172), 제3 조인트(173), 제4 조인트(174), 제5 조인트(175)를 포함할 수 있다. 여기서, 제2 조인트(172)는 풀리(192)를 포함할 수 있고, 제3 조인트(173)는 풀리(193-1), 풀리(193-2)를 포함할 수 있고, 제4 조인트(174)는 풀리(194-1), 풀리(194-2)를 포함할 수 있고, 제5 조인트(175)는 풀리(195)를 포함할 수 있다.

- [214] 여기서, 풀리(192), 풀리(193-1), 풀리(194-1), 풀리(195)는 그 중심축을 중심으로 회전하는 회전 풀리일 수 있다. 한편, 풀리(193-2), 풀리(194-2)는 회전하지 않는 고정 풀리일 수 있다.

- [215] 또한, 수술용 로봇 암(100)은 제1 벨트(181), 제2 벨트(182), 제3 벨트(183)를

포함할 수 있다.

[216] 여기서, 제1 벨트(181)는 풀리(192)와 풀리(193-1)를 연결할 수 있다. 제2 벨트(182)는 풀리(193-2)와 풀리(194-1)를 연결할 수 있다. 제3 벨트(183)는 풀리(194-2)와 풀리(195)를 연결할 수 있다.

[217] 여기서, 회전 풀리인 풀리(192)는 모터(미도시)와 연결되며, 제2 링크(130)에 대해 회전 가능하도록 형성될 수 있다. 그리고, 각 풀리와 벨트는 하나 이상의 지점에서 고정 결합되어, 슬립이 일어나지 않는다고 상정할 수 있다.

[218] 먼저, 회전 풀리인 풀리(193-1)는 제2 링크(130)에 대해서는 회전 가능하도록 형성되고, 제3 링크(140)와는 일체로 형성된다. 따라서 풀리(193-1)가 제2 링크(130)에 대해 회전하면, 풀리(193-1)와 일체인 제3 링크(140)가 제2 링크(130)에 대해 회전한다.

[219] 한편, 고정 풀리인 풀리(193-2)는 제2 링크(130)와 일체로 형성된다.

[220] 한편, 회전 풀리인 풀리(194-1)는 제3 링크(140)에 대해서는 회전 가능하도록 형성되고, 제4 링크(150)와는 일체로 형성된다. 따라서 풀리(194-1)가 제3 링크(140)에 대해 회전하면, 풀리(194-1)와 일체인 제4 링크(150)가 제3 링크(140)에 대해 회전한다.

[221] 한편, 고정 풀리인 풀리(194-2)는 제3 링크(140)와 일체로 형성된다.

[222] 한편, 회전 풀리인 풀리(195)는 제4 링크(150)에 대해 회전 가능하도록 형성되고, 제5 링크(160)와는 일체로 형성된다. 따라서 풀리(195)가 제4 링크(150)에 대해 회전하면, 풀리(195)와 일체인 제5 링크(160)가 제4 링크(150)에 대해 회전한다.

[223] 이때 하나의 벨트로 묶인 두 풀리는 반드시 직경이 같아야만 RCM이 유지된다. 즉, {풀리(192)의 직경=풀리(193-1)의 직경}, {풀리(193-2)의 직경=풀리(194-1)의 직경}, {풀리(194-2)의 직경=풀리(195)의 직경}이 되어야 한다.

[224]

[225] 이와 같은 벨트 구조 RCM 메커니즘의 동작에 대해 설명한다.

[226] 먼저, 모터(미도시)와 연결된 풀리(192)가 회전하면 벨트(181)를 통해 풀리(192)와 연결된 풀리(193-1)도 회전하게 된다.

[227] 그리고, 풀리(193-1)가 회전하면, 풀리(193-1)와 일체로 형성된 제3 링크(140)가 제2 링크(130)에 대해 회전하게 된다.

[228] 이때, 풀리(193-2)가 제2 링크(130)에 대해 고정된 상태에서, 제3 링크(140)가 제2 링크(130)에 대해 회전하므로, 벨트(182)는 풀리(193-2)에 대해 상대적으로 회전하게 된다.

[229] 그리고, 벨트(182)가 회전하면, 풀리(194-1)가 제3 링크(140)에 대해 회전하고, 풀리(194-1)가 회전하면 풀리(194-1)와 일체인 제4 링크(150)가 제3 링크(140)에 대해 회전하게 된다.

[230] 이와 같이, 제2 링크(130)에 대한 제3 링크(140)의 회전에 연동하여, 제4

링크(150)도 제3 링크(140)에 대해 회전하게 되어, 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(150)는 평행한 상태를 유지하게 된다.

[231] 그리고, 폴리(194-2)가 제3 링크(140)에 대해 고정된 상태에서, 제4 링크(150)가 제3 링크(140)에 대해 회전하므로, 벨트(183)는 폴리(194-2)에 대해 상대적으로 회전하게 된다.

[232] 그리고, 벨트(183)가 회전하면, 폴리(195)가 제4 링크(150)에 대해 회전하고, 폴리(195)가 회전하면 폴리(195)와 일체인 제5 링크(160)가 제4 링크(150)에 대해 회전하게 된다.

[233] 이와 같이, 제3 링크(140)에 대한 제4 링크(150)의 회전에 연동하여, 제5 링크(160)도 제4 링크(150)에 대해 회전하게 되어, 제3 링크(140)와 제5 링크(160)는 평행한 상태를 유지하게 된다.

[234] 결과적으로 어떠한 동작상태에서도 RCM이 일정하게 유지된다.

[235]

[236] (수술용 로봇 암의 동작)

[237] 도 9 내지 도 11은 도 3의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다.

[238] 도 9, 도 10, 도 11에 도시된 바와 같이, 모터(미도시)가 구동하면, 제3 링크(140)가 제2 링크(130)에 대해 제3 조인트(도 4의 173 참조)를 중심으로 회전한다. 그리고, 이와 연동하여 제4 링크(150)는 제3 링크(140)에 대해 회전하고, 제5 링크(160)는 제4 링크(150)에 대해 회전한다. 이때, 상술한 벨트 또는 링크 등의 구조에 의해서, 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(150)는 평행한 상태를 유지하게 되고, 제3 링크(140)와 제5 링크(160)는 평행한 상태를 유지하게 된다. 즉, 수술용 로봇 암(100)이 피치 축(P)을 중심으로 어떠한 동작상태에서도 RCM이 일정하게 유지된다.

[239] 한편, 각 도면의 평면도에 도시된 바와 같이, 제2 링크(130), 제3 링크(140), 제4 링크(150), 제5 링크(160)는 Y축 방향에 있어서 서로 중첩되지 않고 서로 이웃하게 배치될 수 있다.

[240]

[241] 도 12 내지 도 14는 도 3의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.

[242] 도 12, 도 13, 도 14에 도시된 바와 같이, 모터(미도시)가 구동하면, 요 구동 어셈블리(105)의 제1 링크(120)가 베이스 링크(115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전한다. 이때 제1 요 축(Y1)은 RCM을 지나고 있으므로, 제1 링크(120)가 베이스 링크(115)에 대해 어떠한 각도로 회전하든 RCM이 일정하게 유지된다.

[243]

[244] 도 15는 도 3의 수술용 로봇 암(100)의 제5 링크(160) 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트(200)가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

- [245] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(100)은 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(160) 및 이에 결합되는 수술용 인스트루먼트(200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다.
- [246] 도 16은 도 15에 도시된 수술용 로봇 암(100)이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트(200)가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다.
- [247] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(100)은 각각의 로봇 암이 모듈형으로 형성되고, 또한 제5 링크(160) 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트(200)가 평행하게 배치될 수 있다. 따라서, 환자의 수술 부위 근처에 각 모듈형 수술용 로봇 암(100)이 배치되고, 수술용 인스트루먼트(200)가 바로 환자를 향하도록 배치될 수 있다.
- [248] 도 17은 도 3의 수술용 로봇 암(100)의 제5 링크(160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(200)의 엔드 툴(210)이 아래에서 위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이다.
- [249] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(100)은 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 RCM에서 서로 교차하도록 형성됨으로써, 수술용 인스트루먼트(200)가 수평 방향을 넘어서, 아래에서 위쪽을 향하도록 배치하는 것도 가능해진다.
- [250] 이와 같은 본 발명의 제1 실시예에 의해서, 제3 조인트(173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(160) 및 이에 결합되는 수술용 인스트루먼트(200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다. 나아가, 수술용 인스트루먼트(200)가 수평 방향을 넘어서, 아래에서 위쪽을 향하도록 배치하는 것도 가능해진다.
- [251] 또한, 각 링크들이 일정 정도 오프셋 되어 배치되도록 함으로써, 각 링크의 회전 동작이 다른 링크에 제약을 받지 않도록 하여, 인스트루먼트의 진행 방향이 수평방향을 넘어서 위를 향하게 하는 등, 인스트루먼트의 가동 범위가 증가되게 하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 빈번하게 이루어지는, 인스트루먼트가 수평방향으로 배치되는 수술의 경우에 있어서도, 짐벌 락이 발생하지 않으며, 인스트루먼트가 충분한 범위로 움직일 수 있도록 하는 효과를 얻을 수 있다.

[252]

[253] <수술용 로봇 암의 제2 실시예>

- [254] 이하에서는 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)은 앞서 기술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 3 등의 100 참조)에 비해, 요 축의 개수 및 이에 따른 요 구동 어셈블리(505)의 구성이 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제1 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히

설명하도록 한다.

[255] 도 18은 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도로서, 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 도면이다.

[256] 도 18을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)은 본체(510), 베이스 링크(515), 요 구동 어셈블리(505), 제3 링크(540), 제4 링크(550), 제5 링크(560)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(505)는 제1 링크(520), 제2 링크(530) 및 제6 링크(570)를 포함할 수 있다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(500)은 도 3의 제1 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 4의 171 참조), 제2 조인트(도 4의 172 참조), 제3 조인트(도 4의 173 참조), 제4 조인트(도 4의 174 참조), 제5 조인트(도 4의 175 참조)를 포함할 수 있다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(500)은 제6 조인트(576)를 더 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(500)의 제5 링크(560)에 트로카(300) 및 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.

[257] 여기서, 본체(510)는 수술용 로봇 암(500) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.

[258] 한편, 본체(510)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(515)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(515)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.

[259] 한편, 베이스 링크(515)에는 요 구동 어셈블리(505)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(505)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(515)와 결합하며, 베이스 링크(515)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

[260] 여기서, 요 구동 어셈블리(505)는 제1 링크(520)와 제2 링크(530)를 포함할 수 있다. 나아가, 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)의 요 구동 어셈블리(505)는 제1 링크(520)와 제2 링크(530)를 연결하는 제6 링크(570)를 더 포함할 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 보다 상세히 설명하도록 한다.

[261] 제3 링크(540)는 제2 링크(530)에 대해 제3 조인트(도 4의 173 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 4의 173 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.

[262] 제4 링크(550)는 제3 링크(540)에 대해 제4 조인트(도 4의 174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 4의 174 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.

[263] 제5 링크(560)는 제4 링크(550)에 대해 제5 조인트(도 4의 175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 4의 175 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.

[264] 제5 링크(560)에는 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.

[265] 이때, 제3 링크(540), 제4 링크(550), 제5 링크(560)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 4의 173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(540)가 제3 조인트(도 4의 173

참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(540)와 제5 링크(560)은 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 4의 173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(550)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(540)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.

[266]

[267] 여기서, 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)은 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)의 두 개의 요 축을 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 서로 독립적으로 회전할 수 있는 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)을 구비하여, 롤 축(R)과 제1 요 축(Y1)이 일치할 경우에는 제2 요 축(Y2)을 중심으로 요 운동을 수행하고, 롤 축(R)과 제2 요 축(Y2)이 일치할 경우에는 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요 운동을 수행할 수 있다. 이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.

[268] 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)의 요 구동 어셈블리(505)는 제1 링크(520)와 제2 링크(530)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)의 요 구동 어셈블리(505)는 제1 링크(520)와 제2 링크(530)를 연결하는 제6 링크(570)를 더 포함할 수 있다.

[269] 요 구동 어셈블리(505)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(515)와 결합하며, 베이스 링크(515)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

[270] 여기서, 제1 링크(520)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(515)와 결합하며, 베이스 링크(515)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 요 축(Y1)의 연장선상에 RCM이 위치할 수 있다.

[271] 한편, 제6 링크(570)는 제6 조인트(576)에 의해 제1 링크(520)와 결합하며, 제1 링크(520)에 대해 제2 요 축(Y2)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

[272] 한편, 제2 링크(530)는 일 단부가 제6 링크(570)에 고정 결합되고, 타 단부는 제3 링크(540)와 결합된다.

[273] 여기서, 제2 요 축(Y2)의 연장선상에 RCM이 위치할 수 있다. 다시 말하면, 제1 요 축(Y1)의 연장선과 제2 요 축의 연장선(Y2)은 RCM에서 만날 수 있다. 이때, 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제1 링크(520)와, 제2 요 축(Y2)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제6 링크(570)는 서로 독립적으로 회전 가능하도록 형성될 수 있다.

[274] 이와 같은 구성에 의해, 본 실시예의 요(yaw) 동작은, 제1 요 축(Y1)을 중심으로 베이스 링크(515)에 대해 요(yaw) 회전하는 제1 링크(520)에 의해 수행될 수도 있고, 제2 요 축(Y2)을 중심으로 제1 링크(520)에 대해 요(yaw) 회전하는 제6 링크(570)에 의해 수행될 수도 있다.

[275] 즉, 서로 독립적으로 회전할 수 있는 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)을

구비하며, 롤 축(R)과 제1 요 축(Y1)이 일치할 경우에는 제2 요 축(Y2)을 중심으로 요 운동을 수행하고, 롤 축(R)과 제2 요 축(Y2)이 일치할 경우에는 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요 운동을 수행하는 것이다.

[276] 이와 같이, 두 개의 요 축을 구비하여, 어느 하나의 요 축이 롤 축과 일치하여 짐벌 락 현상이 발생할 우려가 있는 경우, 다른 하나의 요 축을 이용하여 요 동작을 수행할 수 있게 된다. 따라서 수술용 로봇 암(500)의 각 링크가 어떠한 동작 상태에 있더라도, 짐벌 락 현상이 발생하지 않고 원하는 동작을 수행하는 효과를 얻을 수 있다.

[277]

[278] 도 18은 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다. 여기서, 도 18은 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)이 모두 롤 축(R)과 일치하지 않는 상태이다. 이 경우, 제1 요 축(Y1)을 중심으로 베이스 링크(515)에 대해 제1 링크(520)를 회전하여 요(yaw) 동작을 수행할 수 있다.

[279] 도 19는 도 18의 수술용 로봇 암의 제2 요 축(Y2) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다. 도 19도 도 18과 동일하게, 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)이 모두 롤 축(R)과 일치하지 않는 상태를 도시한다. 이 경우, 제2 요 축(Y2)을 중심으로 제1 링크(520)에 대해 제6 링크(570)를 회전하여 요(yaw) 동작을 수행할 수도 있다.

[280] 도 20은 도 19 (b)에서 수술용 로봇 암이 제2 요 축(Y2)을 중심으로 대략 90°더 회전한 상태를 도시한 평면도 및 측면도이다. 이와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(500)은 두 개의 요 축을 구비하기 때문에, 보다 다양한 수술용 로봇 암(500)의 동작 상태가 가능해질 수 있다.

[281] 도 21은 도 18의 수술용 로봇 암의 제2 요 축(Y2) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다. 여기서, 도 21은 제2 요 축(Y2)이 롤 축(R)과 일치하는 상태이다. 이 경우, 제1 요 축(Y1)을 중심으로 베이스 링크(515)에 대해 제1 링크(520)를 회전하여 요(yaw) 동작을 수행할 수 있다.

[282] 도 22는 도 18의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다. 여기서, 도 22는 제1 요 축(Y1)이 롤 축(R)과 일치하는 상태이다. 이 경우, 제2 요 축(Y2)을 중심으로 제1 링크(520)에 대해 제6 링크(570)를 회전하여 요(yaw) 동작을 수행할 수 있다.

[283] 도 23은 도 18의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 및 제2 요 축(Y2) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다. 여기서, 도 23은 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)이 모두 롤 축(R)과 일치하지 않는 상태이다. 이 경우, 두 동작을 복합하여 요(yaw) 동작을 수행할 수도 있다. 즉, 제1 요 축(Y1)을 중심으로 베이스 링크(515)에 대해 제1 링크(520)를 회전하는 동시에, 제2 요 축(Y2)을 중심으로 제1 링크(520)에 대해 제6 링크(570)를 회전하는 동작을 병합하여 요(yaw) 동작을 수행할 수도 있다.

- [284] 이와 같은 본 발명에 의해서, 수술용 로봇 암(500)의 각 링크가 어떠한 동작 상태에 있더라도, 짐벌 락 현상이 발생하지 않고 원하는 동작을 수행하는 효과를 얻을 수 있다.
- [285]
- [286] <수술용 로봇 암의 제3 실시예>
- [287] 이하에서는 본 발명의 제3 실시예에 따른 수술용 로봇 암(600)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제3 실시예에 따른 수술용 로봇 암(600)은 앞서 기술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 3 등의 100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(690)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제1 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.
- [288] 도 24는 본 발명의 제3 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이고, 도 25는 도 24의 수술용 로봇 암의 피치 포지셔닝 관절의 동작을 나타내는 사시도이고, 도 26은 도 24의 수술용 로봇 암의 셋업 링크 어셈블리의 동작을 나타내는 사시도이다.
- [289] 도 24, 도 25 및 도 26을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 수술용 로봇 암(600)은 본체(610), 베이스 링크(615), 요 구동 어셈블리(605), 제3 링크(640), 제4 링크(650), 제5 링크(660)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(605)는 제1 링크(620) 및 제2 링크(630)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제3 실시예에 따른 수술용 로봇 암(600)은 셋업 링크 어셈블리(690)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(600)은 도 3의 제1 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 4의 171 참조), 제2 조인트(도 4의 172 참조), 제3 조인트(도 4의 173 참조), 제4 조인트(도 4의 174 참조), 제5 조인트(도 4의 175 참조)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(600)의 제5 링크(660)에 트로카(300) 및 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.
- [290] 여기서, 본체(610)는 수술용 로봇 암(600) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.
- [291] 한편, 본체(610)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(615)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(615)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.
- [292] 한편, 베이스 링크(615)에는 요 구동 어셈블리(605)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(605)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(615)와 결합하며, 베이스 링크(615)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.
- [293] 여기서, 요 구동 어셈블리(605)는 제1 링크(620)와 제2 링크(630)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(605)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(615)와 결합하며, 베이스 링크(615)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(620)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(615)와 결합하며, 베이스 링크(615)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(630)는

일 단부가 제1 링크(620)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(640)와 결합된다.

- [294] 제3 링크(640)는 제2 링크(630)에 대해 제3 조인트(도 4의 173 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 4의 173 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.
- [295] 제4 링크(650)는 제3 링크(640)에 대해 제4 조인트(도 4의 174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 4의 174 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.
- [296] 제5 링크(660)는 제4 링크(650)에 대해 제5 조인트(도 4의 175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 4의 175 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.
- [297] 제5 링크(660)에는 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.
- [298] 이때, 제3 링크(640), 제4 링크(650), 제5 링크(660)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 4의 173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(640)가 제3 조인트(도 4의 173 참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(640)와 제5 링크(660)는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 4의 173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(650)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(640)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.
- [299]
- [300] 여기서, 본 발명의 제3 실시예에 따른 수술용 로봇 암(600)은 셋업 링크 어셈블리(690)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(610)와 베이스 링크(615) 사이에 형성되어, 본체(610)와 베이스 링크(615)를 연결하고, 본체(610)에 대해 베이스 링크(615)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(690)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(600)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다. 이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [301] 상세히, 셋업 링크 어셈블리(690)는 수직 셋업 링크(691)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(692)(693)(694)을 포함할 수 있다.
- [302] 수직 셋업 링크(691)는 본체(610)와 연결되고, 본체(610)에 대해 Z축 방향으로 이동 가능하도록 형성된다.
- [303] 여기서, 본체(610)에는 수직 방향의 가이드 홈(611)이 형성되고, 수직 셋업 링크(691)가 이 가이드 홈(611)을 따라 화살표 A 방향으로 상하 직선 이동할 수 있다.
- [304] 한편, 셋업 링크 어셈블리(690)는 제1 수평 셋업 링크(692), 제2 수평 셋업 링크(693), 제3 수평 셋업 링크(694)를 포함할 수 있다. 제1 수평 셋업 링크(692)는 수직 셋업 링크(691)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제2 수평 셋업

링크(693)는 제1 수평 셋업 링크(692)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제3 수평 셋업 링크(693)의 일 단부는 제2 수평 셋업 링크(692)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 그리고, 제3 수평 셋업 링크(693)의 타 단부에는 후술할 피치 포지셔닝 조인트(695) 및 이와 연결된 베이스 링크(615)가 형성된다. 여기서, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(692)(693)(694) 각각의 회전축은 Z축과 평행할 수 있다. 즉, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(692)(693)(694)은 XY 평면 상에서 회전할 수 있다.

- [305] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(690)가 하나 이상의 수평 셋업 링크들(692)(693)(694)을 포함하여, 셋업 링크 어셈블리(690)와 연결된 베이스 링크(615)가 XY 평면상에서 다양한 셋업 위치에 배치될 수 있게 된다.
- [306] 한편, 셋업 링크 어셈블리(690)는 피치 포지셔닝 조인트(695)를 더 포함할 수 있다. 그리고, 피치 포지셔닝 조인트(695)는 피치 포지셔닝 베이스(696)와 피치 포지셔닝 축(697)을 더 포함할 수 있다. 피치 포지셔닝 베이스(696)는 제3 수평 셋업 링크(694)의 일 단부 상에 결합된다. 그리고, 피치 포지셔닝 베이스(696)와 베이스 링크(615)는 피치 포지셔닝 축(697)에 의해 제2 피치축(P2)을 중심으로 회전 가능하도록 결합될 수 있다. 여기서, 피치 포지셔닝 축(697) 또는 제2 피치축(P2)은, 피치축(P) 또는 제3 조인트(도 4의 173 참조)의 회전축과 실질적으로 평행할 수 있다.
- [307] 즉, 도 25에 도시된 바와 같이, 베이스 링크(615)가 피치 포지셔닝 축(697)을 중심으로 피치 포지셔닝 베이스(696)에 대해 회전함으로써, 제2 피치축(P2) 방향의 셋업이 더 수행될 수 있다.
- [308] 한편, 도면에는 수직 셋업 링크(691)가 본체(610)와 연결되고, 수평 셋업 링크들(692)(693)(694)이 수직 셋업 링크(691)에 연결되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니한다. 즉, 수평 셋업 링크가 본체(610)와 연결되고, 수직 셋업 링크가 수평 셋업 링크에 연결되는 구성도 가능하다. 또는 수직 셋업 링크와 수평 셋업 링크 중 어느 하나만이 구비되는 것도 가능하다. 또는 복수 개의 수평 셋업 링크들의 중간에 수직 셋업 링크가 배치되는 구성 등, 다양한 수평 셋업 링크와 수직 링크의 구성 및 배치가 가능하다고 할 것이다.
- [309] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(690)는 수술용 로봇 암(600)이 실제로 수술을 시작하기 이전에, 환자의 일 측의 적절한 위치에 수술용 로봇 암(600)이 배치되는 셋업 기간에만 동작하고, 수술용 로봇 암(600)의 배치가 완료되어 실제로 수술을 수행하는 동안에는 움직이지 않고 고정된 상태를 유지하도록 형성될 수 있다. 이를 위해, 도면에는 도시되지 않았지만, 셋업 링크 어셈블리(690)는 정지 상태를 유지할 수 있는 브레이크 모듈(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이 브레이크 모듈이 활성화/비활성화 상태를 선택할 수 있는 조작 부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [310] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(690)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(600)의

셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.

[311]

[312] <수술용 로봇 암의 제4 실시예>

[313] 이하에서는 본 발명의 제4 실시예에 따른 수술용 로봇 암(700)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제4 실시예에 따른 수술용 로봇 암(700)은 앞서 기술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 3 등의 100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(790)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제1 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

[314] 도 27은 본 발명의 제4 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이고, 도 28은 도 27의 수술용 로봇 암의 셋업 링크 어셈블리의 동작을 나타내는 사시도이다.

[315] 도 27 및 도 28을 참조하면, 본 발명의 제4 실시예에 따른 수술용 로봇 암(700)은 본체(710), 베이스 링크(715), 요 구동 어셈블리(705), 제3 링크(740), 제4 링크(750), 제5 링크(760)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(705)는 제1 링크(720) 및 제2 링크(730)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제4 실시예에 따른 수술용 로봇 암(700)은 셋업 링크 어셈블리(790)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(700)은 도 3의 제1 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 4의 171 참조), 제2 조인트(도 4의 172 참조), 제3 조인트(도 4의 173 참조), 제4 조인트(도 4의 174 참조), 제5 조인트(도 4의 175 참조)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(700)의 제5 링크(760)에 트로카(300) 및 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.

[316] 여기서, 본체(710)는 수술용 로봇 암(700) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.

[317] 한편, 본체(710)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(715)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(715)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.

[318] 한편, 베이스 링크(715)에는 요 구동 어셈블리(705)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(705)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(715)와 결합하며, 베이스 링크(715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

[319] 여기서, 요 구동 어셈블리(705)는 제1 링크(720)와 제2 링크(730)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(705)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(715)와 결합하며, 베이스 링크(715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(720)는 제1 조인트(도 4의 171 참조)에 의해 베이스 링크(715)와 결합하며, 베이스 링크(715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(730)는 일 단부가 제1 링크(720)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(740)와 결합된다.

[320] 제3 링크(740)는 제2 링크(730)에 대해 제3 조인트(도 4의 173 참조)를 중심으로

회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 4의 173 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.

[321] 제4 링크(750)는 제3 링크(740)에 대해 제4 조인트(도 4의 174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 4의 174 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.

[322] 제5 링크(760)는 제4 링크(750)에 대해 제5 조인트(도 4의 175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 4의 175 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.

[323] 제5 링크(760)에는 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.

[324] 이때, 제3 링크(740), 제4 링크(750), 제5 링크(760)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 4의 173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(740)가 제3 조인트(도 4의 173 참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(740)와 제5 링크(760)는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 4의 173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(750)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(740)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.

[325]

[326] 여기서, 본 발명의 제4 실시예에 따른 수술용 로봇 암(700)은 셋업 링크 어셈블리(790)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(710)와 베이스 링크(715) 사이에 형성되어, 본체(710)와 베이스 링크(715)를 연결하고, 본체(710)에 대해 베이스 링크(715)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(790)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(700)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다. 이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.

[327] 상세히, 셋업 링크 어셈블리(790)는 수직 셋업 링크(791)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(792)(793)을 포함할 수 있다.

[328] 수직 셋업 링크(791)는 본체(710)와 연결되고, 본체(710)에 대해 Z축 방향으로 이동 가능하도록 형성된다.

[329] 여기서, 수직 셋업 링크(791)는 원통 형상으로 형성되어, 수직 셋업 링크(791)가 본체(710)에 대해 화살표 B 방향으로 인입 또는 인출되면서 상하 직선 이동할 수 있다.

[330] 한편, 셋업 링크 어셈블리(790)는 제1 수평 셋업 링크(792), 제2 수평 셋업 링크(793)를 포함할 수 있다. 제1 수평 셋업 링크(792)는 수직 셋업 링크(791)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제2 수평 셋업 링크(793)는 제1 수평 셋업 링크(792)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 그리고, 제2 수평 셋업 링크(792)의 타 단부에는 베이스 링크(715)가 형성된다.

[331] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(790)가 하나 이상의 수평 셋업

링크들(792)(793)을 포함하여, 셋업 링크 어셈블리(790)와 연결된 베이스 링크(715)가 XY 평면상에서 다양한 셋업 위치에 배치될 수 있게 된다.

- [332] 한편, 도면에는 수직 셋업 링크(791)가 본체(710)와 연결되고, 수평 셋업 링크들(792)(793)이 수직 셋업 링크(791)에 연결되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니한다. 즉, 수평 셋업 링크가 본체(710)와 연결되고, 수직 셋업 링크가 수평 셋업 링크에 연결되는 구성도 가능하다. 또는 수직 셋업 링크와 수평 셋업 링크 중 어느 하나만이 구비되는 것도 가능하다. 또는 복수 개의 수평 셋업 링크들의 중간에 수직 셋업 링크가 배치되는 구성 등, 다양한 수평 셋업 링크와 수직 링크의 구성 및 배치가 가능하다 할 것이다.
- [333] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(790)는 수술용 로봇 암(700)이 실제로 수술을 시작하기 이전에, 환자의 일 측의 적절한 위치에 수술용 로봇 암(700)이 배치되는 기간에만 동작하고, 수술용 로봇 암(700)의 배치가 완료되어 실제로 수술을 수행하는 동안에는 움직이지 않고 고정된 상태를 유지하도록 형성될 수 있다. 이를 위해, 도면에는 도시되지 않았지만, 셋업 링크 어셈블리(790)는 정지 상태를 유지할 수 있는 브레이크 모듈(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이 브레이크 모듈이 활성화/비활성화 상태를 선택할 수 있는 조작 부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [334] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(790)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(700)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.

[335]

[336] <수술용 로봇 암의 제5 실시예>

- [337] 이하에서는 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)은 앞서 기술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 3 등의 100 참조)에 비해, 요 축의 개수 및 이에 따른 요 구동 어셈블리(805)의 구성이 특징적으로 달라진다. 또한, 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)은 앞서 기술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 3 등의 100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(890)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다.
- [338] 다시 말하면, 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)은 도 18 등에 도시된 제2 실시예의 특징과 도 24 등에 도시된 제3 실시예의 특징을 병합한 것이라고 볼 수 있다. 이와 같이 제1 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.
- [339] 도 29는 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [340] 도 29를 참조하면, 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)은 본체(810), 베이스 링크(815), 요 구동 어셈블리(805), 제3 링크(840), 제4 링크(850), 제5 링크(860)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(805)는 제1 링크(820), 제2 링크(830) 및 제6 링크(870)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)은 셋업 링크 어셈블리(890)를 더 포함한다.

또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(800)은 도 3의 제1 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 4의 171 참조), 제2 조인트(도 4의 172 참조), 제3 조인트(도 4의 173 참조), 제4 조인트(도 4의 174 참조), 제5 조인트(도 4의 175 참조)를 포함할 수 있다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(800)은 제6 조인트(876)를 더 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(800)의 제5 링크(860)에 트로카(300) 및 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.

[341]

[342] 여기서, 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)은 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)의 두 개의 요 축을 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 서로 독립적으로 회전할 수 있는 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)을 구비하여, 롤 축(R)과 제1 요 축(Y1)이 일치할 경우에는 제2 요 축(Y2)을 중심으로 요 운동을 수행하고, 롤 축(R)과 제2 요 축(Y2)이 일치할 경우에는 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요 운동을 수행할 수 있다.

[343] 여기서, 수술용 로봇 암(800)의 요 구동 어셈블리(805)는 제1 링크(820)와 제2 링크(830)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)의 요 구동 어셈블리(805)는 제1 링크(820)와 제2 링크(830)를 연결하는 제6 링크(870)를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 요 구동 어셈블리(805)의 각 구성요소는 상술한 제2 실시예와 실질적으로 동일하므로, 여기서는 그 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[344] 이와 같이, 두 개의 요 축을 구비하여, 어느 하나의 요 축이 롤 축과 일치하여 짐벌 락 현상이 발생할 우려가 있는 경우, 다른 하나의 요 축을 이용하여 요 동작을 수행할 수 있게 된다. 따라서 수술용 로봇 암(800)의 각 링크가 어떠한 동작 상태에 있더라도, 짐벌 락 현상이 발생하지 않고 원하는 동작을 수행하는 효과를 얻을 수 있다.

[345]

[346] 한편, 본 발명의 제5 실시예에 따른 수술용 로봇 암(800)은 셋업 링크 어셈블리(890)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(810)와 베이스 링크(815) 사이에 형성되어, 본체(810)와 베이스 링크(815)를 연결하고, 본체(810)에 대해 베이스 링크(815)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(890)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(800)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다.

[347] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(890)는 수직 셋업 링크(891)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(892)(893)(894)을 포함할 수 있다. 이와 같은 셋업 링크 어셈블리(890)의 각 구성요소는 상술한 제3 실시예와 실질적으로 동일하므로, 여기서는 그 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[348] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(890)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(800)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.

[349]

[350] <수술용 로봇 암의 제6 실시예>

[351] 이하에서는 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)은 앞서 기술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 3 등의 100 참조)에 비해, 요 축의 개수 및 이에 따른 요 구동 어셈블리(905)의 구성이 특징적으로 달라진다. 또한, 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)은 앞서 기술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 3 등의 100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(990)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다.

[352] 다시 말하면, 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)은 도 18 등에 도시된 제2 실시예의 특징과 도 27 등에 도시된 제4 실시예의 특징을 병합한 것이라고 볼 수 있다. 이와 같이 제1 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

[353] 도 30은 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이고, 도 31은 도 30의 수술용 로봇 암의 셋업 링크 어셈블리의 동작을 나타내는 사시도이다.

[354] 도 31 및 도 31을 참조하면, 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)은 본체(910), 베이스 링크(915), 요 구동 어셈블리(905), 제3 링크(940), 제4 링크(950), 제5 링크(960)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(905)는 제1 링크(920), 제2 링크(930) 및 제6 링크(970)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)은 셋업 링크 어셈블리(990)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(900)은 도 3의 제1 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 4의 171 참조), 제2 조인트(도 4의 172 참조), 제3 조인트(도 4의 173 참조), 제4 조인트(도 4의 174 참조), 제5 조인트(도 4의 175 참조)를 포함할 수 있다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(900)은 제6 조인트(976)를 더 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(900)의 제5 링크(960)에 트로카(300) 및 수술용 인스트루먼트(200)가 결합된다.

[355]

[356] 여기서, 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)은 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)의 두 개의 요 축을 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 서로 독립적으로 회전할 수 있는 제1 요 축(Y1)과 제2 요 축(Y2)을 구비하여, 롤 축(R)과 제1 요 축(Y1)이 일치할 경우에는 제2 요 축(Y2)을 중심으로 요 운동을 수행하고, 롤 축(R)과 제2 요 축(Y2)이 일치할 경우에는 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요 운동을 수행할 수 있다.

[357] 여기서, 수술용 로봇 암(900)의 요 구동 어셈블리(905)는 제1 링크(920)와 제2 링크(930)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)의 요 구동 어셈블리(905)는 제1 링크(920)와 제2 링크(930)를 연결하는 제6 링크(970)를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 요 구동 어셈블리(905)의 각 구성요소는 상술한 제2 실시예와 실질적으로 동일하므로, 여기서는 그 상세한

설명은 생략하도록 한다.

[358] 이와 같이, 두 개의 요 축을 구비하여, 어느 하나의 요 축이 롤 축과 일치하여 짐벌 락 현상이 발생할 우려가 있는 경우, 다른 하나의 요 축을 이용하여 요 동작을 수행할 수 있게 된다. 따라서 수술용 로봇 암(900)의 각 링크가 어떠한 동작 상태에 있더라도, 짐벌 락 현상이 발생하지 않고 원하는 동작을 수행하는 효과를 얻을 수 있다.

[359]

[360] 한편, 본 발명의 제6 실시예에 따른 수술용 로봇 암(900)은 셋업 링크 어셈블리(990)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(910)와 베이스 링크(915) 사이에 형성되어, 본체(910)와 베이스 링크(915)를 연결하고, 본체(910)에 대해 베이스 링크(915)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(990)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(900)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다.

[361] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(990)는 수직 셋업 링크(991)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(992)(993)을 포함할 수 있다. 이와 같은 셋업 링크 어셈블리(990)의 각 구성요소는 상술한 제4 실시예와 실질적으로 동일하므로, 여기서는 그 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[362] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(990)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(900)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.

[363]

[364] <수술용 로봇 암의 제7 실시예>

[365] 이하에서는 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1100)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1100)은 앞서 기술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 3 등의 100 참조)에 비해, 링크들의 구성 및 배치 면에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제1 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

[366] 도 32는 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이고, 도 33은 도 32의 수술용 로봇 암의 측면도이다. 도 34는 도 32의 수술용 로봇 암에 링크 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이고, 도 35는 도 32의 수술용 로봇 암에 벨트 구조의 RCM 메커니즘이 적용된 예를 도시한 도면이다. 도 36 내지 도 38은 도 32의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다. 도 39 내지 도 41는 도 32의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다. 도 42는 도 32의 수술용 로봇 암의 제5 링크 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이고, 도 43은 도 42에 도시된 수술용 로봇 암이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다. 도 44는 도 32의 수술용 로봇 암의 제5 링크에 결합된 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 아래에서

위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이고, 도 45는 도 32에서 수술용 로봇 암이 제1 요 축(Y1)을 중심으로 대략 90°더 회전한 상태를 도시한 평면도 및 측면도이다.

- [367] 도 32 내지 도 45를 참조하면, 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1100)은 본체(1110), 베이스 링크(1115), 요 구동 어셈블리(1105), 제3 링크(1140), 제4 링크(1150), 제5 링크(1160)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(1105)는 제1 링크(1120) 및 제2 링크(1130)를 포함할 수 있다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(1100)은 도 3의 제1 실시예와 동일하게, 제1 조인트(1171), 제2 조인트(1172), 제3 조인트(1173), 제4 조인트(1174), 제5 조인트(1175)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(1100)의 제5 링크(1160)에 트로카(1300) 및 수술용 인스트루먼트(1200)가 결합된다.
- [368] 여기서, 본체(1110)는 수술용 로봇 암(1100) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.
- [369] 한편, 본체(1110)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(1115)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(1115)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.
- [370] 상세히, 베이스 링크(1115)는 꺾어진 평판 내지는 썸기 형태로 형성되어, 일 영역은 본체(1110)의 상부면에 결합하고, 꺾어진 다른 일 영역은 본체(1110)의 상부면에 대해 경사지게 배치될 수 있다. 여기서, 베이스 링크(1115)가 직각이 아니라 수평면에 대해 일정 정도 경사지게 형성되어서(예를 들어 30°), 베이스 링크(1115)를 관통하는 제1 요 축(Y1)도 수평 방향(즉, X축 방향)과 평행하지 않도록 형성될 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [371] 한편, 베이스 링크(1115)에는 요 구동 어셈블리(1105)가 회전 가능하게 결합된다.
- [372] 상세히, 요 구동 어셈블리(1105)는 제1 링크(1120)와 제2 링크(1130)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(1105)는 제1 조인트(1171)에 의해 베이스 링크(1115)와 결합하며, 베이스 링크(1115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.
- [373] 여기서, 제1 링크(1120)는 제1 조인트(1171)에 의해 베이스 링크(1115)와 결합하며, 베이스 링크(1115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(1130)는 일 단부가 제1 링크(1120)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(1140)와 결합된다.
- [374] 일 예로, 제1 링크(1120)는 대략 원통 형상으로 형성되어, 베이스 링크(1115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전할 수 있다. 그리고, 원통 형상의 제1 링크(1120)의 일 측에는 제2 링크(1130)가 결합되어, 제2 링크(1130)가 제1 링크(1120)와 함께 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전할 수 있다. 여기서, 제2 링크(1130)는 제1 요 축(Y1)과 대략 평행하게 형성될 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [375] 제1 조인트(1171)는 베이스 링크(1115)와 제1 링크(1120)를 회전 가능하게

결합시킨다. 상세히, 제1 조인트(1171)는 RCM(Remote Center of Motion)을 지나도록 형성된 제1 요 축(Y1)을 중심으로 제1 링크(1120)가 요(yaw) 회전하도록 형성된다. 여기서, 도면에는 도시되지 않았지만, 제1 조인트(1171)는 제1 링크(1120)를 회전시키기 위한 모터를 포함할 수 있다.

[376] 여기서 제1 요 축(Y1)은, X축/Y축/Z축과 평행하지 않은 비스듬한 방향으로 형성될 수 있다. 상세하게는, 제3 조인트(1173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성될 수 있으며, 이러한 제3 조인트(1173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)은 RCM에서 서로 교차하도록 형성될 수 있다. 즉, 제1 요 축(Y1)의 연장선상에 후술할 RCM이 위치할 수 있다. 이와 같이 제1 요 축(Y1)의 연장선상에 RCM이 위치하도록 형성됨으로써, 제1 링크(1120)가 베이스 링크(1115)에 대해 얼마나 요 회전을 하였는지 여부와 무관하게, 베이스 링크(1115)에 대한 RCM의 위치 및 방향은 일정하게 유지된다.

[377] 여기서, 상술한 바와 같이 베이스 링크(1115)가 직각이 아니라 일정 정도 경사지게 형성되어서(예를 들어 30°), 베이스 링크(1115)를 관통하는 제1 요 축(Y1)도 수평 방향(즉, X축 방향)과 평행하지 않도록 형성될 수 있다.

[378] 이를 다른 관점에서 표현하면, 베이스 링크(1115)에서 제1 요 축(Y1)이 관통하는 지점(즉, 제1 조인트(1171))의 Z축 방향의 높이보다 RCM의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성된다고 표현할 수 있다.

[379] 이를 다른 관점에서 표현하면, 수술용 로봇 암(1100)의 근위부(1101)에서의 제1 요 축(Y1)의 Z축 방향의 높이보다, 수술용 로봇 암(1100)의 원위부(1102)에서의 제1 요 축(Y1)의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성된다고 표현할 수 있다. 여기서,

[380] 이를 다른 관점에서 표현하면, 베이스 링크(1115)는 수평면에 대해 소정의 각도를 이루도록 기울어지게 형성되어, 베이스 링크(1115)의 중심축이 제1 요 축(Y1)과 일치하도록 형성된다고 표현할 수도 있다.

[381] 이와 같이 제3 조인트(1173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성되고, 제1 요 축(Y1)이 수평면에 대해 경사지게 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(1160) 및 수술용 인스트루먼트(1200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다.

[382] 여기서, 제1 링크(1120)가 베이스 링크(1115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전하면, 제1 링크(1120)와 연결된 제2 링크(1140), 제3 링크(1140), 제4 링크(1150), 제5 링크(1160) 및 수술용 인스트루먼트(1200)가 제1 링크(1120)와 함께 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전하게 된다. 이로 인해, 각 링크들 및 수술용 인스트루먼트(1200)의 좌표계는 고정된 것이 아니라, 제1 링크(1120)의 회전에 따라 상대적으로 계속 변화하게 된다. 다만, 본 명세서에서는 설명의 편의를 위하여, 별도의 설명이 없는 이상, 도 32와 같이 제2 링크(1130)는 X축에 평행하게 위치한 상태를 기준으로 하여 설명하도록 한다.

[383] 한편, 제2 조인트(1172)는 제1 링크(1120)와 제2 링크(1130)를 연결한다. 이때, 제1 링크(1120)와 제2 링크(1130)가 고정 결합되어, 제1 링크(1120)에 대한 제2

링크(1130)의 상대적인 위치는 일정하도록 형성될 수 있다. 즉, 제1 링크(1120)와 제2 링크(1130)는 일체로서 함께 동작할 수 있다. 여기서, 도면에는 제1 링크(1120)와 제2 링크(1130)가 각각 별도의 부재로 형성되어 고정 결합되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 제1 링크(1120)와 제2 링크(1130)가 일체로 형성되어 요 구동 어셈블리(1105)로 기능하는 것도 가능하다고 할 것이다.

- [384] 여기서, 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1100)은 제2 링크(1130)가 수평면과 평행하게 형성되는 것이 아니라 일정 정도 경사지게 형성되는 것을 일 특징으로 한다. 예를 들어, 제2 링크(1130)는 경사지게 형성된 제1 요 축(Y1)과 대략 평행하게 형성될 수 있다.
- [385] 이때, 제2 조인트(1172)는 모터를 포함할 수 있으며, 벨트나 와이어 등에 의해 제3 조인트(1173)와 연결될 수 있다. 따라서 제2 조인트(1172)의 구동력이 제3 조인트(1173)로 전달될 수 있다. 또는, 제2 조인트(1172)가 모터를 포함하지 않고, 제3 조인트(1173)가 모터를 포함하도록 형성될 수도 있다.
- [386] 제3 링크(1140)는 제2 링크(1130)에 대해 제3 조인트(1173)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(1173)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [387] 제4 링크(1150)는 제3 링크(1140)에 대해 제4 조인트(1174)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(1174)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [388] 제5 링크(1160)는 제4 링크(1150)에 대해 제5 조인트(1175)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(1175)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [389] 제5 링크(1160)에는 수술용 인스트루먼트(1200)가 결합된다. 이때 수술용 인스트루먼트(1200)의 적어도 일부는 롤(Roll) 축(즉 샤프트 축)을 중심으로 회전가능하도록 형성되며, 또한 제5 링크(1160)에 대해 롤 축(R)을 따라 왕복 직선 운동이 가능하도록 형성된다. 여기서, 수술용 인스트루먼트(1200)의 롤 축(R)은 RCM을 지나도록 형성된다.
- [390] 한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 인스트루먼트 장착 링크인 제5 링크(1160)에는 인스트루먼트 장착부(미도시) 및 가이드 레일(미도시)이 형성되어, 인스트루먼트 장착부(미도시)에 수술용 인스트루먼트(1200)가 장착된 상태에서, 롤 축(R) 방향으로 형성된 가이드 레일(미도시)을 따라 인스트루먼트 장착부(미도시)가 직선운동 할 수 있다. 이와 같은 직선 운동을 구현하기 위해 인스트루먼트 장착부(미도시)에는 리니어 액츄에이터(미도시)가 구비될 수 있다.
- [391] 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(1100)의 제5 링크(1160)의 인스트루먼트 장착부(미도시)에 수술용 인스트루먼트(1200)가 장착될 수 있다.
- [392]

- [393] 한편, 제3 링크(1140), 제4 링크(1150), 제5 링크(1160)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다.
- [394] 상세히, 제3 조인트(1173), 제4 조인트(1174), 제5 조인트(1175) 및 RCM은 평행사변형의 네 개의 꼭지점이 될 수 있다. 즉, 제3 조인트(1173), 제4 조인트(1174), 제5 조인트(1175) 및 RCM이 하나의 평행사변형을 형성할 수 있다.
- [395] 상세히, 제3 조인트(1173), 제4 조인트(1174), 제5 조인트(1175)의 세 개의 꼭지점이 있으면, 이 세 개의 꼭지점을 포함하는 평행사변형의 나머지 한점(RCM)의 위치는 자동으로 정해지게 된다.
- [396] 그리고, 제3 조인트(1173)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(1140)가 제3 조인트(1173)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(1140)와 제5 링크(1160)은 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(1173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(1150)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(1140)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.
- [397] 이와 같은 구조에서, 수술용 로봇 암이 일단 셋업(set-up) 되면, RCM은 항상 그 위치를 유지하게 된다. 그리고 각 링크들이 RCM을 중심으로 회전함에 있어서, 각 링크들이 어느 위치에 있던지 평행사변형을 유지하게 된다. 즉, 본체(1110)와 베이스 링크(1115)가 고정되어 있는 상태에서, 제3 링크(1140) 내지 제5 링크(1160)가 어느 위치에 있든지 RCM의 위치는 변하지 않으며, 또한 제3 조인트(1173), 제4 조인트(1174), 제5 조인트(1175) 및 RCM이 평행사변형을 유지하게 된다.
- [398]
- [399] 한편, 본 발명의 제7 실시예는, 각 링크들, 특히 제2 링크(1130), 제3 링크(1140), 제4 링크(1150), 제5 링크(1160)이 서로 겹치지 않고 나란히 배치되도록 하여, 어느 한 링크가 다른 링크에 대해 회전할 때 충돌이 발생하지 않고, 어느 한 링크가 다른 링크의 회전에 간섭하지 않도록 형성되어, 각 링크들의 구동 범위가 넓어지는 것을 일 특징으로 한다.
- [400] 상세히, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1100)의 평면도인 도 36(b) 등을 참고하면, XY 평면상에서 보았을 때 제2 링크(1130), 제3 링크(1140), 제4 링크(1150), 제5 링크(1160)는 그 회전축 방향(즉, Y축 방향)에 각각 일정 정도 오프셋(offset) 되도록 형성된다. 다시 말하면, Y축 방향에 있어서, 제2 링크(1130)의 일 측에 제3 링크(1140)가 배치되고, 제3 링크(1140)의 일 측에 제4 링크(1150)가 배치되고, 제4 링크(1150)의 일 측에 제5 링크(1160)가 배치된다. 다시 말하면, Y축 방향을 따라 제2 링크(1130), 제3 링크(1140), 제4 링크(1150), 제5 링크(1160)가 차례로 배치된다고 표현할 수도 있을 것이다.
- [401] 특히, 수술용 인스트루먼트(1200)가 장착되는 제5 링크(1160)가 제4 링크(1150)에 대해 일정 정도 오프셋 되어 배치됨으로써, 제4 링크(1150)에 대한 제5 링크(1160)(및 이와 결합된 수술용 인스트루먼트(1200))의 회전 각도에

제한이 사라져서 자유롭게 회전할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[402]

[403] 한편, 본 발명의 제7 실시예는, 제5 링크(1160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(1200)가 수술용 로봇 암(1100)의 바깥쪽을 향하도록 배치되는 것을 일 특징으로 한다.

[404] 상세히, 제5 링크(1160)에서 인스트루먼트 장착부가 형성되어 있는 면, 다시 말하면 수술용 인스트루먼트(1200)가 결합되는 면을 제1 면이라 하고, 그 반대쪽 면을 제2 면이라 상정한다.

[405] 이때, 제5 링크(1160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(1200)의 엔드 툴(1210)이 수직 하방을 향하고 있는 상태에서, 제1 면은 본체(1110)에서 멀어지는 방향을 향하도록 배치된다. 다시 말하면, 제5 링크(1160)의 제1 면에 결합된 수술용 인스트루먼트가(2200)가 제5 링크(1160)보다 본체(1110)에서 멀게 배치된다.

[406] 한편, 제5 링크(1160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(1200)가 수평이며 그 엔드 툴(1210)이 본체(1110)로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서, 제1 면이 위를 향하도록 배치된다. 다시 말하면, 제5 링크(1160)의 제1 면에 결합된 수술용 인스트루먼트(1200)가 제5 링크(1160)보다 상측에 배치되는 것이다.

[407]

[408] (수술용 로봇 암의 동작)

[409] 도 36 내지 도 38은 도 32의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다.

[410] 도 36, 도 37, 도 38에 도시된 바와 같이, 모터(미도시)가 구동하면, 제3 링크(1140)가 제2 링크(1130)에 대해 제3 조인트(1173)를 중심으로 회전한다. 그리고, 이와 연동하여 제4 링크(1150)는 제3 링크(1140)에 대해 회전하고, 제5 링크(1160)는 제4 링크(1150)에 대해 회전한다. 이때, 상술한 벨트 또는 링크 등의 구조에 의해서, 제3 조인트(1173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(1150)는 평행한 상태를 유지하게 되고, 제3 링크(1140)와 제5 링크(1160)는 평행한 상태를 유지하게 된다. 즉, 수술용 로봇 암(1100)이 피치 축(P)을 중심으로 어떠한 동작상태에서도 RCM이 일정하게 유지된다.

[411] 한편, 각 도면의 평면도에 도시된 바와 같이, 제2 링크(1130), 제3 링크(1140), 제4 링크(1150), 제5 링크(1160)는 Y축 방향에 있어서 서로 중첩되지 않고 서로 이웃하게 배치될 수 있다.

[412]

[413] 도 39 내지 도 41은 도 32의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.

[414] 도 39, 도 40, 도 41에 도시된 바와 같이, 모터(미도시)가 구동하면, 요 구동 어셈블리(1105)의 제1 링크(1120)가 베이스 링크(1115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전한다. 이때 제1 요 축(Y1)은 RCM을 지나고 있으므로, 제1 링크(1120)가 베이스 링크(1115)에 대해 어떠한 각도로 회전하든 RCM이

일정하게 유지된다.

[415]

[416] 도 42는 도 32의 수술용 로봇 암(1100)의 제5 링크(1160) 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트(1200)가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

[417] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1100)은 제3 조인트(1173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(1160) 및 이에 결합되는 수술용 인스트루먼트(1200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다.

[418] 도 43은 도 42에 도시된 수술용 로봇 암(1100)이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트(1200)가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다.

[419] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1100)은 각각의 로봇 암이 모듈형으로 형성되고, 또한 제5 링크(1160) 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트(1200)가 평행하게 배치될 수 있다. 따라서, 환자의 수술 부위 근처에 각 모듈형 수술용 로봇 암(1100)이 배치되고, 수술용 인스트루먼트(1200)가 바로 환자를 향하도록 배치될 수 있다.

[420] 도 44는 도 32의 수술용 로봇 암(1100)의 제5 링크(1160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(1200)의 엔드 툴(1210)이 아래에서 위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

[421] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1100)은 제3 조인트(1173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)은 RCM에서 서로 교차하도록 형성됨으로써, 수술용 인스트루먼트(1200)가 수평 방향을 넘어서, 아래에서 위쪽을 향하도록 배치하는 것도 가능해진다.

[422] 이와 같은 본 발명의 제7 실시예에 의해서, 제3 조인트(1173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(1160) 및 이에 결합되는 수술용 인스트루먼트(1200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다. 나아가, 수술용 인스트루먼트(1200)가 수평 방향을 넘어서, 아래에서 위쪽을 향하도록 배치하는 것도 가능해진다.

[423] 또한, 각 링크들이 일정 정도 오프셋 되어 배치되도록 함으로써, 각 링크의 회전 동작이 다른 링크에 제약을 받지 않도록 하여, 인스트루먼트의 진행 방향이 수평방향을 넘어서 위를 향하게 하는 등, 인스트루먼트의 가동 범위가 증가되게 하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 빈번하게 이루어지는, 인스트루먼트가 수평방향을 배치되는 수술의 경우에 있어서도, 짐벌 락이 발생하지 않으며, 인스트루먼트가 충분한 범위로 움직일 수 있도록 하는 효과를 얻을 수 있다.

[424]

[425] <수술용 로봇 암의 제8 실시예>

- [426] 이하에서는 본 발명의 제8 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1600)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제8 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1600)은 앞서 기술한 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 32 등의 1100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(1690)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제7 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.
- [427] 도 46은 본 발명의 제8 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [428] 도 46을 참조하면, 본 발명의 제8 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1600)은 본체(1610), 베이스 링크(1615), 요 구동 어셈블리(1605), 제3 링크(1640), 제4 링크(1650), 제5 링크(1660)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(1605)는 제1 링크(1620) 및 제2 링크(1630)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제8 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1600)은 셋업 링크 어셈블리(1690)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(1600)은 도 32의 제7 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 35의 1171 참조), 제2 조인트(도 35의 1172 참조), 제3 조인트(도 35의 1173 참조), 제4 조인트(도 35의 1174 참조), 제5 조인트(도 35의 1175 참조)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(1600)의 제5 링크(1660)에 트로카(1300) 및 수술용 인스트루먼트(1200)가 결합된다.
- [429] 여기서, 본체(1610)는 수술용 로봇 암(1600) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.
- [430] 한편, 본체(1610)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(1615)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(1615)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.
- [431] 한편, 베이스 링크(1615)에는 요 구동 어셈블리(1605)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(1605)는 제1 조인트(도 35의 1171 참조)에 의해 베이스 링크(1615)와 결합하며, 베이스 링크(1615)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.
- [432] 여기서, 요 구동 어셈블리(1605)는 제1 링크(1620)와 제2 링크(1630)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(1605)는 제1 조인트(도 35의 1171 참조)에 의해 베이스 링크(1615)와 결합하며, 베이스 링크(1615)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(1620)는 제1 조인트(도 35의 1171)에 의해 베이스 링크(1615)와 결합하며, 베이스 링크(1615)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(1630)는 일 단부가 제1 링크(1620)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(1640)와 결합된다.
- [433] 제3 링크(1640)는 제2 링크(1630)에 대해 제3 조인트(도 35의 1173 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 35의 1173 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.
- [434] 제4 링크(1650)는 제3 링크(1640)에 대해 제4 조인트(도 35의 1174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 35의 1174 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.

- [435] 제5 링크(1660)는 제4 링크(1650)에 대해 제5 조인트(도 35의 1175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 35의 1175 참조)는 하나 이상의 풀리를 포함할 수 있다.
- [436] 제5 링크(1660)에는 수술용 인스트루먼트(1200)가 결합된다.
- [437] 이때, 제3 링크(1640), 제4 링크(1650), 제5 링크(1660)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 35의 1173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(1640)가 제3 조인트(도 35의 1173 참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(1640)와 제5 링크(1660)은 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 35의 1173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(1650)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(1640)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.
- [438]
- [439] 여기서, 본 발명의 제8 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1600)은 셋업 링크 어셈블리(1690)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(1610)와 베이스 링크(1615) 사이에 형성되어, 본체(1610)와 베이스 링크(1615)를 연결하고, 본체(1610)에 대해 베이스 링크(1615)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(1690)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(1600)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다. 이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [440] 상세히, 셋업 링크 어셈블리(1690)는 수직 셋업 링크(1691)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(1692)(1693)(1694)을 포함할 수 있다.
- [441] 수직 셋업 링크(1691)는 본체(1610)와 연결되고, 본체(1610)에 대해 Z축 방향으로 이동 가능하도록 형성된다.
- [442] 여기서, 본체(1610)에는 수직 방향의 가이드 홈(1611)이 형성되고, 수직 셋업 링크(1691)가 이 가이드 홈(1611)을 따라 화살표 A 방향으로 상하 직선 이동할 수 있다.
- [443] 한편, 셋업 링크 어셈블리(1690)는 제1 수평 셋업 링크(1692), 제2 수평 셋업 링크(1693), 제3 수평 셋업 링크(1694)를 포함할 수 있다. 제1 수평 셋업 링크(1692)는 수직 셋업 링크(1691)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제2 수평 셋업 링크(1693)는 제1 수평 셋업 링크(1692)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제3 수평 셋업 링크(1693)의 일 단부는 제2 수평 셋업 링크(1692)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 그리고, 제3 수평 셋업 링크(1693)의 타 단부에는 베이스 링크(1615)가 형성된다.
- [444] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(1690)가 하나 이상의 수평 셋업 링크들(1692)(1693)(1694)을 포함하여, 셋업 링크 어셈블리(1690)와 연결된 베이스 링크(1615)가 XY 평면상에서 다양한 셋업 위치에 배치될 수 있게 된다.
- [445] 한편, 도면에는 수직 셋업 링크(1691)가 본체(1610)와 연결되고, 수평 셋업

링크들(1692)(1693)(1694)이 수직 셋업 링크(1691)에 연결되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니한다. 즉, 수평 셋업 링크가 본체(1610)와 연결되고, 수직 셋업 링크가 수평 셋업 링크에 연결되는 구성도 가능하다. 또는 수직 셋업 링크와 수평 셋업 링크 중 어느 하나만이 구비되는 것도 가능하다. 또는 복수 개의 수평 셋업 링크들의 중간에 수직 셋업 링크가 배치되는 구성 등, 다양한 수평 셋업 링크와 수직 링크의 구성 및 배치가 가능하다고 할 것이다.

[446] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(1690)는 수술용 로봇 암(1600)이 실제로 수술을 시작하기 이전에, 환자의 일 측의 적절한 위치에 수술용 로봇 암(1600)이 배치되는 기간에만 동작하고, 수술용 로봇 암(1600)의 배치가 완료되어 실제로 수술을 수행하는 동안에는 움직이지 않고 고정된 상태를 유지하도록 형성될 수 있다. 이를 위해, 도면에는 도시되지 않았지만, 셋업 링크 어셈블리(1690)는 정지 상태를 유지할 수 있는 브레이크 모듈(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이 브레이크 모듈이 활성화/비활성화 상태를 선택할 수 있는 조작 부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[447] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(1690)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(1600)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.

[448]

[449] <수술용 로봇 암의 제9 실시예>

[450] 이하에서는 본 발명의 제9 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1700)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제9 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1700)은 앞서 기술한 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 32 등의 1100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(1790)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제7 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

[451] 도 47은 본 발명의 제9 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.

[452] 도 47을 참조하면, 본 발명의 제9 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1700)은 본체(1710), 베이스 링크(1715), 요 구동 어셈블리(1705), 제3 링크(1740), 제4 링크(1750), 제5 링크(1760)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(1705)는 제1 링크(1720) 및 제2 링크(1730)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제9 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1700)은 셋업 링크 어셈블리(1790)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(1700)은 도 32의 제7 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 35의 1171 참조), 제2 조인트(도 35의 1172 참조), 제3 조인트(도 35의 1173 참조), 제4 조인트(도 35의 1174 참조), 제5 조인트(도 35의 1175 참조)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(1700)의 제5 링크(1760)에 트로카(1300) 및 수술용 인스트루먼트(1200)가 결합된다.

[453] 여기서, 본체(1710)는 수술용 로봇 암(1700) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.

[454] 한편, 본체(1710)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(1715)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(1715)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도

기울어지게 형성될 수 있다.

- [455] 한편, 베이스 링크(1715)에는 요 구동 어셈블리(1705)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(1705)는 제1 조인트(도 35의 1171 참조)에 의해 베이스 링크(1715)와 결합하며, 베이스 링크(1715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.
- [456] 여기서, 요 구동 어셈블리(1705)는 제1 링크(1720)와 제2 링크(1730)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(1705)는 제1 조인트(도 35의 1171 참조)에 의해 베이스 링크(1715)와 결합하며, 베이스 링크(1715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(1720)는 제1 조인트(도 35의 1171 참조)에 의해 베이스 링크(1715)와 결합하며, 베이스 링크(1715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(1730)는 일 단부가 제1 링크(1720)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(1740)와 결합된다.
- [457] 제3 링크(1740)는 제2 링크(1730)에 대해 제3 조인트(도 35의 1173 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 35의 1173 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [458] 제4 링크(1750)는 제3 링크(1740)에 대해 제4 조인트(도 35의 1174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 35의 1174 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [459] 제5 링크(1760)는 제4 링크(1750)에 대해 제5 조인트(도 35의 1175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 35의 1175 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [460] 제5 링크(1760)에는 수술용 인스트루먼트(1200)가 결합된다.
- [461] 이때, 제3 링크(1740), 제4 링크(1750), 제5 링크(1760)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 35의 1173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(1740)가 제3 조인트(도 35의 1173 참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(1740)와 제5 링크(1760)는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 35의 1173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(1750)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(1740)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.
- [462]
- [463] 여기서, 본 발명의 제9 실시예에 따른 수술용 로봇 암(1700)은 셋업 링크 어셈블리(1790)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(1710)와 베이스 링크(1715) 사이에 형성되어, 본체(1710)와 베이스 링크(1715)를 연결하고, 본체(1710)에 대해 베이스 링크(1715)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(1790)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(1700)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다.

이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.

- [464] 상세히, 셋업 링크 어셈블리(1790)는 수직 셋업 링크(1791)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(1792)(1793)을 포함할 수 있다.
- [465] 수직 셋업 링크(1791)는 본체(1710)와 연결되고, 본체(1710)에 대해 Z축 방향으로 이동 가능하도록 형성된다.
- [466] 여기서, 수직 셋업 링크(1791)는 원통 형상으로 형성되어, 수직 셋업 링크(1791)가 본체(1710)에 대해 화살표 B 방향으로 인입 또는 인출되면서 상하 직선 이동할 수 있다.
- [467] 한편, 셋업 링크 어셈블리(1790)는 제1 수평 셋업 링크(1792), 제2 수평 셋업 링크(1793)를 포함할 수 있다. 제1 수평 셋업 링크(1792)는 수직 셋업 링크(1791)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제2 수평 셋업 링크(1793)는 제1 수평 셋업 링크(1792)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 그리고, 제2 수평 셋업 링크(1792)의 타 단부에는 베이스 링크(1715)가 형성된다.
- [468] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(1790)가 하나 이상의 수평 셋업 링크들(1792)(1793)을 포함하여, 셋업 링크 어셈블리(1790)와 연결된 베이스 링크(1715)가 XY 평면상에서 다양한 셋업 위치에 배치될 수 있게 된다.
- [469] 한편, 도면에는 수직 셋업 링크(1791)가 본체(1710)와 연결되고, 수평 셋업 링크들(1792)(1793)이 수직 셋업 링크(1791)에 연결되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니한다. 즉, 수평 셋업 링크가 본체(1710)와 연결되고, 수직 셋업 링크가 수평 셋업 링크에 연결되는 구성도 가능하다. 또는 수직 셋업 링크와 수평 셋업 링크 중 어느 하나만이 구비되는 것도 가능하다. 또는 복수 개의 수평 셋업 링크들의 중간에 수직 셋업 링크가 배치되는 구성 등, 다양한 수평 셋업 링크와 수직 링크의 구성 및 배치가 가능하다고 할 것이다.
- [470] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(1790)는 수술용 로봇 암(1700)이 실제로 수술을 시작하기 이전에, 환자의 일 측의 적절한 위치에 수술용 로봇 암(1700)이 배치되는 기간에만 동작하고, 수술용 로봇 암(1700)의 배치가 완료되어 실제로 수술을 수행하는 동안에는 움직이지 않고 고정된 상태를 유지하도록 형성될 수 있다. 이를 위해, 도면에는 도시되지 않았지만, 셋업 링크 어셈블리(1790)는 정지 상태를 유지할 수 있는 브레이크 모듈(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이 브레이크 모듈이 활성화/비활성화 상태를 선택할 수 있는 조작 부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [471] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(1790)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(1700)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.
- [472]
- [473] **<수술용 로봇 암의 제10 실시예>**
- [474] 이하에서는 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)은 앞서

기술한 본 발명의 제7 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 32 등의 1100 참조)에 비해, 링크들의 구성 및 배치 면에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제7 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

[475] 도 48은 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이고, 도 49는 도 48의 수술용 로봇 암의 측면도이다. 도 50 내지 도 52는 도 48의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다. 도 53 내지 도 55는 도 48의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다. 도 56은 도 48의 수술용 로봇 암의 제5 링크 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이고, 도 57은 도 56에 도시된 수술용 로봇 암이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다. 도 58은 도 48의 수술용 로봇 암의 제5 링크에 결합된 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 아래에서 위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

[476] 도 48 내지 도 58을 참조하면, 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)은 본체(2110), 베이스 링크(2115), 요 구동 어셈블리(2105), 제3 링크(2140), 제4 링크(2150), 제5 링크(2160)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(2105)는 제1 링크(2120) 및 제2 링크(2130)를 포함할 수 있다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(2100)은 도 32의 제7 실시예와 동일하게, 제1 조인트(2171), 제2 조인트(2172), 제3 조인트(2173), 제4 조인트(2174), 제5 조인트(2175)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(2100)의 제5 링크(2160)에 트로카(2300) 및 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.

[477] 여기서, 본체(2110)는 수술용 로봇 암(2100) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.

[478] 한편, 본체(2110)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(2115)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(2115)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.

[479] 상세히, 베이스 링크(2115)는 꺾어진 평판 내지는 썬기 형태로 형성되어, 일 영역은 본체(2110)의 상부면에 결합하고, 꺾어진 다른 일 영역은 본체(2110)의 상부면에 대해 경사지게 배치될 수 있다. 여기서, 베이스 링크(2115)가 직각이 아니라 수평면에 대해 일정 정도 경사지게 형성되어서(예를 들어 30°), 베이스 링크(2115)를 관통하는 제1 요 축(Y1)도 수평 방향(즉, X축 방향)과 평행하지 않도록 형성될 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 보다 상세히 설명하도록 한다.

[480] 한편, 베이스 링크(2115)에는 요 구동 어셈블리(2105)가 회전 가능하게 결합된다.

[481] 상세히, 요 구동 어셈블리(2105)는 제1 링크(2120)와 제2 링크(2130)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(2105)는 제1 조인트(2171)에 의해 베이스 링크(2115)와 결합하며, 베이스 링크(2115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

- [482] 여기서, 제1 링크(2120)는 제1 조인트(2171)에 의해 베이스 링크(2115)와 결합하며, 베이스 링크(2115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(2130)는 일 단부가 제1 링크(2120)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(2140)와 결합된다.
- [483] 일 예로, 제1 링크(2120)는 대략 원통 형상으로 형성되어, 베이스 링크(2115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전할 수 있다. 그리고, 원통 형상의 제1 링크(2120)의 일 측에는 제2 링크(2130)가 결합되어, 제2 링크(2130)가 제1 링크(2120)와 함께 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전할 수 있다. 여기서, 제2 링크(2130)는 제1 요 축(Y1)과 대략 평행하게 형성될 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [484] 제1 조인트(2171)는 베이스 링크(2115)와 제1 링크(2120)를 회전 가능하게 결합시킨다. 상세히, 제1 조인트(2171)는 RCM(Remote Center of Motion)을 지나도록 형성된 제1 요 축(Y1)을 중심으로 제1 링크(2120)가 요(yaw) 회전하도록 형성된다. 여기서, 도면에는 도시되지 않았지만, 제1 조인트(2171)는 제1 링크(2120)를 회전시키기 위한 모터를 포함할 수 있다.
- [485] 여기서 제1 요 축(Y1)은, X축/Y축/Z축과 평행하지 않은 비스듬한 방향으로 형성될 수 있다. 상세하게는, 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성될 수 있으며, 이러한 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)은 RCM에서 서로 교차하도록 형성될 수 있다. 이때, 제1 요 축(Y1)의 연장선상에 후술할 RCM이 위치할 수 있다. 이와 같이 제1 요 축(Y1)의 연장선상에 RCM이 위치하도록 형성됨으로써, 제1 링크(2120)가 베이스 링크(2115)에 대해 얼마나 요 회전을 하였는지 여부와 무관하게, 베이스 링크(2115)에 대한 RCM의 위치 및 방향은 일정하게 유지된다.
- [486] 여기서, 상술한 바와 같이 베이스 링크(2115)가 직각이 아니라 일정 정도 경사지게 형성되어서(예를 들어 30°), 베이스 링크(2115)를 관통하는 제1 요 축(Y1)도 수평 방향(즉, X축 방향)과 평행하지 않도록 형성될 수 있다.
- [487] 이를 다른 관점에서 표현하면, 베이스 링크(2115)에서 제1 요 축(Y1)이 관통하는 지점(즉, 제1 조인트(2171))의 Z축 방향의 높이보다 RCM의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성된다고 표현할 수 있다.
- [488] 이를 다른 관점에서 표현하면, 수술용 로봇 암(2100)의 근위부(2101)에서의 제1 요 축(Y1)의 Z축 방향의 높이보다, 수술용 로봇 암(2100)의 원위부(2102)에서의 제1 요 축(Y1)의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성된다고 표현할 수 있다. 여기서,
- [489] 이를 다른 관점에서 표현하면, 베이스 링크(2115)는 수평면에 대해 소정의 각도를 이루도록 기울어지게 형성되어, 베이스 링크(2115)의 중심축이 제1 요 축(Y1)과 일치하도록 형성된다고 표현할 수도 있다.
- [490] 이와 같이 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성되어, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(2160) 및 수술용 인스트루먼트(2200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다.

- [491] 여기서, 제1 링크(2120)가 베이스 링크(2115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전하면, 제1 링크(2120)와 연결된 제2 링크(2140), 제3 링크(2140), 제4 링크(2150), 제5 링크(2160) 및 수술용 인스트루먼트(2200)가 제1 링크(2120)와 함께 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전하게 된다. 이로 인해, 각 링크들 및 수술용 인스트루먼트(2200)의 좌표계는 고정된 것이 아니라, 제1 링크(2120)의 회전에 따라 상대적으로 계속 변화하게 된다. 다만, 본 명세서에서는 설명의 편의를 위하여, 별도의 설명이 없는 이상, 도 48과 같이 제2 링크(2130)는 X축에 평행하게 위치한 상태를 기준으로 하여 설명하도록 한다.
- [492] 한편, 제2 조인트(2172)는 제1 링크(2120)와 제2 링크(2130)를 연결한다. 이때, 제1 링크(2120)와 제2 링크(2130)가 고정 결합되어, 제1 링크(2120)에 대한 제2 링크(2130)의 상대적인 위치는 일정하도록 형성될 수 있다. 즉, 제1 링크(2120)와 제2 링크(2130)는 일체로서 함께 동작할 수 있다. 여기서, 도면에는 제1 링크(2120)와 제2 링크(2130)가 각각 별도의 부재로 형성되어 고정 결합되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니하며, 제1 링크(2120)와 제2 링크(2130)가 일체로 형성되어 요 구동 어셈블리(2105)로 기능하는 것도 가능하다고 할 것이다.
- [493] 여기서, 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)은 제2 링크(2130)가 수평면과 평행하게 형성되는 것이 아니라 일정 정도 경사지게 형성되는 것을 일 특징으로 한다. 예를 들어, 제2 링크(2130)는 경사지게 형성된 제1 요 축(Y1)과 대략 평행하게 형성될 수 있다.
- [494] 이때, 제2 조인트(2172)는 모터를 포함할 수 있으며, 벨트나 와이어 등에 의해 제3 조인트(2173)와 연결될 수 있다. 따라서 제2 조인트(2172)의 구동력이 제3 조인트(2173)로 전달될 수 있다. 또는, 제2 조인트(2172)가 모터를 포함하지 않고, 제3 조인트(2173)가 모터를 포함하도록 형성될 수도 있다.
- [495] 제3 링크(2140)는 제2 링크(2130)에 대해 제3 조인트(2173)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(2173)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [496] 제4 링크(2150)는 제3 링크(2140)에 대해 제4 조인트(2174)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(2174)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [497] 제5 링크(2160)는 제4 링크(2150)에 대해 제5 조인트(2175)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(2175)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [498] 제5 링크(2160)에는 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다. 이때 수술용 인스트루먼트(2200)의 적어도 일부는 롤(Roll) 축(즉 샤프트 축)을 중심으로 회전가능하도록 형성되며, 또한 제5 링크(2160)에 대해 롤 축(R)을 따라 왕복 직선 운동이 가능하도록 형성된다. 여기서, 수술용 인스트루먼트(2200)의 롤 축(R)은 RCM을 지나도록 형성된다.

- [499] 한편, 도면에는 도시되지 않았지만, 인스트루먼트 장착 링크인 제5 링크(2160)에는 인스트루먼트 장착부(미도시) 및 가이드 레일(미도시)이 형성되어, 인스트루먼트 장착부(미도시)에 수술용 인스트루먼트(2200)가 장착된 상태에서, 롤 축(R) 방향으로 형성된 가이드 레일(미도시)을 따라 인스트루먼트 장착부(미도시)가 직선운동 할 수 있다. 이와 같은 직선 운동을 구현하기 위해 인스트루먼트 장착부(미도시)에는 리니어 액츄에이터(미도시)가 구비될 수 있다.
- [500] 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(2100)의 제5 링크(2160)의 인스트루먼트 장착부(미도시)에 수술용 인스트루먼트(2200)가 장착될 수 있다.
- [501]
- [502] 한편, 제3 링크(2140), 제4 링크(2150), 제5 링크(2160)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다.
- [503] 상세히, 제3 조인트(2173), 제4 조인트(2174), 제5 조인트(2175) 및 RCM은 평행사변형의 네 개의 꼭지점이 될 수 있다. 즉, 제3 조인트(2173), 제4 조인트(2174), 제5 조인트(2175) 및 RCM이 하나의 평행사변형을 형성할 수 있다.
- [504] 상세히, 제3 조인트(2173), 제4 조인트(2174), 제5 조인트(2175)의 세 개의 꼭지점이 있으면, 이 세 개의 꼭지점을 포함하는 평행사변형의 나머지 한점(RCM)의 위치는 자동으로 정해지게 된다.
- [505] 그리고, 제3 조인트(2173)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(2140)가 제3 조인트(2173)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(2140)와 제5 링크(2160)는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(2150)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(2140)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.
- [506] 이와 같은 구조에서, 수술용 로봇 암이 일단 셋업(set-up) 되면, RCM은 항상 그 위치를 유지하게 된다. 그리고 각 링크들이 RCM을 중심으로 회전함에 있어서, 각 링크들이 어느 위치에 있던지 평행사변형을 유지하게 된다. 즉, 본체(2110)와 베이스 링크(2115)가 고정되어 있는 상태에서, 제3 링크(2140) 내지 제5 링크(2160)가 어느 위치에 있든지 RCM의 위치는 변하지 않으며, 또한 제3 조인트(2173), 제4 조인트(2174), 제5 조인트(2175) 및 RCM이 평행사변형을 유지하게 된다.
- [507]
- [508] 한편, 본 발명의 제10 실시예는, 각 링크들, 특히 제2 링크(2130), 제3 링크(2140), 제4 링크(2150), 제5 링크(2160)이 서로 겹치지 않고 나란히 배치되도록 하여, 어느 한 링크가 다른 링크에 대해 회전할 때 충돌이 발생하지 않고, 어느 한 링크가 다른 링크의 회전에 간섭하지 않도록 형성되어, 각 링크들의 구동 범위가 넓어지는 것을 일 특징으로 한다.
- [509] 상세히, 본 발명의 일 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)의 평면도인 도 50(b)

등을 참고하면, XY 평면상에서 보았을 때 제2 링크(2130), 제3 링크(2140), 제4 링크(2150), 제5 링크(2160)는 그 회전축 방향(즉, Y축 방향)에 각각 일정 정도 오프셋(offset) 되도록 형성된다. 다시 말하면, Y축 방향에 있어서, 제2 링크(2130)의 일 측에 제3 링크(2140)가 배치되고, 제3 링크(2140)의 일 측에 제4 링크(2150)가 배치되고, 제4 링크(2150)의 일 측에 제5 링크(2160)가 배치된다. 다시 말하면, Y축 방향을 따라 제2 링크(2130), 제3 링크(2140), 제4 링크(2150), 제5 링크(2160)가 차례로 배치된다고 표현할 수도 있을 것이다.

[510] 특히, 수술용 인스트루먼트(2200)가 장착되는 제5 링크(2160)가 제4 링크(2150)에 대해 일정 정도 오프셋 되어 배치됨으로써, 제4 링크(2150)에 대한 제5 링크(2160)(및 이와 결합된 수술용 인스트루먼트(2200))의 회전 각도에 제한이 사라져서 자유롭게 회전할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[511]

[512] 한편, 본 발명의 제10 실시예는, 제5 링크(2160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)가 수술용 로봇 암(2100)의 안쪽을 향하도록 배치되는 것을 일 특징으로 한다.

[513] 상세히, 제5 링크(2160)에서 인스트루먼트 장착부가 형성되어 있는 면, 다시 말하면 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합되는 면을 제1 면이라 하고, 그 반대쪽 면을 제2 면이라 상정한다.

[514] 이때, 제5 링크(2160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)의 엔드 툴(2210)이 수직 하방을 향하고 있는 상태에서, 제1 면은 본체(2110)와 가까워지는 방향 내지는 본체(2110)를 바라보는 방향으로 배치된다. 다시 말하면, 제5 링크(2160)의 제1 면에 결합된 수술용 인스트루먼트가(2200)가 제5 링크(2160)보다 본체(2110)에서 가깝게 배치된다.

[515] 한편, 제5 링크(2160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)가 수평이며 그 엔드 툴(2210)이 본체(2110)로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서, 제1 면이 아래를 향하도록 배치된다. 다시 말하면, 제5 링크(2160)의 제1 면에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)가 제5 링크(2160)보다 아래쪽에 배치되는 것이다.

[516] 이와 같은 구성에 의하여, 모듈형인 수술용 로봇 암(2100)이 환자의 포트에 인접하게 배치된 상태에서 수평으로 포지셔닝 하더라도 수술용 인스트루먼트(2200)가 장착되는 제5 링크(2160)가 환자와 직접 접촉하지 않는 구조이므로, 진동이 감소하고 강성이 향상되는 장점을 가질 수 있다.

[517]

[518] (수술용 로봇 암의 동작)

[519] 도 50 내지 도 52는 도 48의 수술용 로봇 암의 피치 축(P) 중심 RCM 모션(피치 동작)을 나타내는 측면도 및 평면도이다.

[520] 도 50, 도 51, 도 52에 도시된 바와 같이, 모터(미도시)가 구동하면, 제3 링크(2140)가 제2 링크(2130)에 대해 제3 조인트(2173)를 중심으로 회전한다. 그리고, 이와 연동하여 제4 링크(2150)는 제3 링크(2140)에 대해 회전하고, 제5

링크(2160)는 제4 링크(2150)에 대해 회전한다. 이때, 상술한 벨트 또는 링크 등의 구조에 의해서, 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(2150)는 평행한 상태를 유지하게 되고, 제3 링크(2140)와 제5 링크(2160)는 평행한 상태를 유지하게 된다. 즉, 수술용 로봇 암(2100)이 피치 축(P)을 중심으로 어떠한 동작상태에서도 RCM이 일정하게 유지된다.

[521] 한편, 각 도면의 평면도에 도시된 바와 같이, 제2 링크(2130), 제3 링크(2140), 제4 링크(2150), 제5 링크(2160)는 Y축 방향에 있어서 서로 중첩되지 않고 서로 이웃하게 배치될 수 있다.

[522]

[523] 도 53 내지 도 55는 도 48의 수술용 로봇 암의 제1 요 축(Y1) 중심 RCM 모션(요 동작)을 나타내는 사시도이다.

[524] 도 53, 도 54, 도 55에 도시된 바와 같이, 모터(미도시)가 구동하면, 요 구동 어셈블리(2105)의 제1 링크(2120)가 베이스 링크(2115)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 회전한다. 이때 제1 요 축(Y1)은 RCM을 지나고 있으므로, 제1 링크(2120)가 베이스 링크(2115)에 대해 어떠한 각도로 회전하든 RCM이 일정하게 유지된다.

[525]

[526] 도 56은 도 48의 수술용 로봇 암(2100)의 제5 링크(2160) 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)가 평행하게 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

[527] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)은 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(2160) 및 이에 결합되는 수술용 인스트루먼트(2200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다.

[528] 도 57은 도 56에 도시된 수술용 로봇 암(2100)이 환자의 수술 부위 근처에 배치되고, 수술용 인스트루먼트(2200)가 바로 환자를 향하도록 배치된 모습을 나타내는 도면이다.

[529] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)은 각각의 로봇 암이 모듈형으로 형성되고, 또한 제5 링크(2160) 및 이에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)가 평행하게 배치될 수 있다. 따라서, 환자의 수술 부위 근처에 각 모듈형 수술용 로봇 암(2100)이 배치되고, 수술용 인스트루먼트(2200)가 바로 환자를 향하도록 배치될 수 있다.

[530] 도 58은 도 48의 수술용 로봇 암(2100)의 제5 링크(2160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)의 엔드 툴(2210)이 아래에서 위쪽을 향하도록 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

[531] 상술한 바와 같이, 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)은 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)은 RCM에서 서로 교차하도록 형성됨으로써, 수술용 인스트루먼트(2200)가 수평 방향을 넘어서,

아래에서 위쪽을 향하도록 배치하는 것도 가능해진다.

- [532] 이와 같은 본 발명의 제10 실시예에 의해서, 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성됨으로써, 짐벌 락 현상이 발생하지 않으면서 제5 링크(2160) 및 이에 결합되는 수술용 인스트루먼트(2200)를 수평 방향으로 배치하는 것이 가능해진다. 나아가, 수술용 인스트루먼트(2200)가 수평 방향을 넘어서, 아래에서 위쪽을 향하도록 배치하는 것도 가능해진다.
- [533] 또한, 각 링크들이 일정 정도 오프셋 되어 배치되도록 함으로써, 각 링크의 회전 동작이 다른 링크에 제약을 받지 않도록 하여, 인스트루먼트의 진행 방향이 수평방향을 넘어서 위를 향하게 하는 등, 인스트루먼트의 가동 범위가 증가되게 하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 빈번하게 이루어지는, 인스트루먼트가 수평방향으로 배치되는 수술의 경우에 있어서도, 짐벌 락이 발생하지 않으며, 인스트루먼트가 충분한 범위로 움직일 수 있도록 하는 효과를 얻을 수 있다.

[534]

[535] <수술용 로봇 암의 제11 실시예>

- [536] 이하에서는 본 발명의 제11 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2600)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제11 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2600)은 앞서 기술한 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 48 등의 2100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(2690)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제10 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.
- [537] 도 59는 본 발명의 제11 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.
- [538] 도 59를 참조하면, 본 발명의 제11 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2600)은 본체(2610), 베이스 링크(2615), 요 구동 어셈블리(2605), 제3 링크(2640), 제4 링크(2650), 제5 링크(2660)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(2605)는 제1 링크(2620) 및 제2 링크(2630)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제11 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2600)은 셋업 링크 어셈블리(2690)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(2600)은 도 32의 제10 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 50의 2171 참조), 제2 조인트(도 50의 2172 참조), 제3 조인트(도 50의 2173 참조), 제4 조인트(도 50의 2174 참조), 제5 조인트(도 50의 2175 참조)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(2600)의 제5 링크(2660)에 트로카(1300) 및 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.
- [539] 여기서, 본체(2610)는 수술용 로봇 암(2600) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.
- [540] 한편, 본체(2610)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(2615)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(2615)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.
- [541] 한편, 베이스 링크(2615)에는 요 구동 어셈블리(2605)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(2605)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2615)와 결합하며, 베이스 링크(2615)에 대해 제1 요 축(Y1)을

중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

[542] 여기서, 요 구동 어셈블리(2605)는 제1 링크(2620)와 제2 링크(2630)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(2605)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2615)와 결합하며, 베이스 링크(2615)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(2620)는 제1 조인트(도 50의 2171)에 의해 베이스 링크(2615)와 결합하며, 베이스 링크(2615)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(2630)는 일 단부가 제1 링크(2620)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(2640)와 결합된다.

[543] 제3 링크(2640)는 제2 링크(2630)에 대해 제3 조인트(도 50의 2173 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 50의 2173 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[544] 제4 링크(2650)는 제3 링크(2640)에 대해 제4 조인트(도 50의 2174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 50의 2174 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[545] 제5 링크(2660)는 제4 링크(2650)에 대해 제5 조인트(도 50의 2175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 50의 2175 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[546] 제5 링크(2660)에는 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.

[547] 이때, 제3 링크(2640), 제4 링크(2650), 제5 링크(2660)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 50의 2173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(2640)가 제3 조인트(도 50의 2173 참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(2640)와 제5 링크(2660)은 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 50의 2173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(2650)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(2640)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.

[548]

[549] 여기서, 본 발명의 제11 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2600)은 셋업 링크 어셈블리(2690)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(2610)와 베이스 링크(2615) 사이에 형성되어, 본체(2610)와 베이스 링크(2615)를 연결하고, 본체(2610)에 대해 베이스 링크(2615)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(2690)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(2600)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다. 이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.

[550] 상세히, 셋업 링크 어셈블리(2690)는 수직 셋업 링크(2691)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(2692)(2693)(2694)을 포함할 수 있다.

[551] 수직 셋업 링크(2691)는 본체(2610)와 연결되고, 본체(2610)에 대해 Z축

방향으로 이동 가능하도록 형성된다.

[552] 여기서, 본체(2610)에는 수직 방향의 가이드 홈(2611)이 형성되고, 수직 셋업 링크(2691)가 이 가이드 홈(2611)을 따라 화살표 A 방향으로 상하 직선 이동할 수 있다.

[553] 한편, 셋업 링크 어셈블리(2690)는 제1 수평 셋업 링크(2692), 제2 수평 셋업 링크(2693), 제3 수평 셋업 링크(2694)를 포함할 수 있다. 제1 수평 셋업 링크(2692)는 수직 셋업 링크(2691)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제2 수평 셋업 링크(2693)는 제1 수평 셋업 링크(2692)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제3 수평 셋업 링크(2693)의 일 단부는 제2 수평 셋업 링크(2692)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 그리고, 제3 수평 셋업 링크(2693)의 타 단부에는 베이스 링크(2615)가 형성된다.

[554] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(2690)가 하나 이상의 수평 셋업 링크들(2692)(2693)(2694)을 포함하여, 셋업 링크 어셈블리(2690)와 연결된 베이스 링크(2615)가 XY 평면상에서 다양한 셋업 위치에 배치될 수 있게 된다.

[555] 한편, 도면에는 수직 셋업 링크(2691)가 본체(2610)와 연결되고, 수평 셋업 링크들(2692)(2693)(2694)이 수직 셋업 링크(2691)에 연결되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니한다. 즉, 수평 셋업 링크가 본체(2610)와 연결되고, 수직 셋업 링크가 수평 셋업 링크에 연결되는 구성도 가능하다. 또는 수직 셋업 링크와 수평 셋업 링크 중 어느 하나만이 구비되는 것도 가능하다. 또는 복수 개의 수평 셋업 링크들의 중간에 수직 셋업 링크가 배치되는 구성 등, 다양한 수평 셋업 링크와 수직 링크의 구성 및 배치가 가능하다고 할 것이다.

[556] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(2690)는 수술용 로봇 암(2600)이 실제로 수술을 시작하기 이전에, 환자의 일 측의 적절한 위치에 수술용 로봇 암(2600)이 배치되는 기간에만 동작하고, 수술용 로봇 암(2600)의 배치가 완료되어 실제로 수술을 수행하는 동안에는 움직이지 않고 고정된 상태를 유지하도록 형성될 수 있다. 이를 위해, 도면에는 도시되지 않았지만, 셋업 링크 어셈블리(2690)는 정지 상태를 유지할 수 있는 브레이크 모듈(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이 브레이크 모듈이 활성화/비활성화 상태를 선택할 수 있는 조작 부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[557] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(2690)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(2600)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.

[558]

[559] <수술용 로봇 암의 제12 실시예>

[560] 이하에서는 본 발명의 제12 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2700)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제12 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2700)은 앞서 기술한 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 48 등의 2100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(2790)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다.

이와 같이 제10 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

[561] 도 60은 본 발명의 제12 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.

[562] 도 60을 참조하면, 본 발명의 제12 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2700)은 본체(2710), 베이스 링크(2715), 요 구동 어셈블리(2705), 제3 링크(2740), 제4 링크(2750), 제5 링크(2760)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(2705)는 제1 링크(2720) 및 제2 링크(2730)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제12 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2700)은 셋업 링크 어셈블리(2790)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(2700)은 도 48의 제10 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 50의 2171 참조), 제2 조인트(도 50의 2172 참조), 제3 조인트(도 50의 2173 참조), 제4 조인트(도 50의 2174 참조), 제5 조인트(도 50의 2175 참조)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(2700)의 제5 링크(2760)에 트로카(2300) 및 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.

[563] 여기서, 본체(2710)는 수술용 로봇 암(2700) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.

[564] 한편, 본체(2710)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(2715)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(2715)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.

[565] 한편, 베이스 링크(2715)에는 요 구동 어셈블리(2705)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(2705)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2715)와 결합하며, 베이스 링크(2715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

[566] 여기서, 요 구동 어셈블리(2705)는 제1 링크(2720)와 제2 링크(2730)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(2705)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2715)와 결합하며, 베이스 링크(2715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(2720)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2715)와 결합하며, 베이스 링크(2715)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(2730)는 일 단부가 제1 링크(2720)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(2740)와 결합된다.

[567] 제3 링크(2740)는 제2 링크(2730)에 대해 제3 조인트(도 50의 2173 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 50의 2173 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[568] 제4 링크(2750)는 제3 링크(2740)에 대해 제4 조인트(도 50의 2174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 50의 2174 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[569] 제5 링크(2760)는 제4 링크(2750)에 대해 제5 조인트(도 50의 2175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 50의 2175 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[570] 제5 링크(2760)에는 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.

- [571] 이때, 제3 링크(2740), 제4 링크(2750), 제5 링크(2760)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 50의 2173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(2740)가 제3 조인트(도 50의 2173 참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(2740)와 제5 링크(2760)는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 50의 2173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(2750)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(2740)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.
- [572]
- [573] 여기서, 본 발명의 제12 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2700)은 셋업 링크 어셈블리(2790)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(2710)와 베이스 링크(2715) 사이에 형성되어, 본체(2710)와 베이스 링크(2715)를 연결하고, 본체(2710)에 대해 베이스 링크(2715)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(2790)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(2700)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다. 이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [574] 상세히, 셋업 링크 어셈블리(2790)는 수직 셋업 링크(2791)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(2792)(2793)을 포함할 수 있다.
- [575] 수직 셋업 링크(2791)는 본체(2710)와 연결되고, 본체(2710)에 대해 Z축 방향으로 이동 가능하도록 형성된다.
- [576] 여기서, 수직 셋업 링크(2791)는 원통 형상으로 형성되어, 수직 셋업 링크(2791)가 본체(2710)에 대해 화살표 B 방향으로 인입 또는 인출되면서 상하 직선 이동할 수 있다.
- [577] 한편, 셋업 링크 어셈블리(2790)는 제1 수평 셋업 링크(2792), 제2 수평 셋업 링크(2793)를 포함할 수 있다. 제1 수평 셋업 링크(2792)는 수직 셋업 링크(2791)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제2 수평 셋업 링크(2793)는 제1 수평 셋업 링크(2792)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 그리고, 제2 수평 셋업 링크(2792)의 타 단부에는 베이스 링크(2715)가 형성된다.
- [578] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(2790)가 하나 이상의 수평 셋업 링크들(2792)(2793)을 포함하여, 셋업 링크 어셈블리(2790)와 연결된 베이스 링크(2715)가 XY 평면상에서 다양한 셋업 위치에 배치될 수 있게 된다.
- [579] 한편, 도면에는 수직 셋업 링크(2791)가 본체(2710)와 연결되고, 수평 셋업 링크들(2792)(2793)이 수직 셋업 링크(2791)에 연결되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니한다. 즉, 수평 셋업 링크가 본체(2710)와 연결되고, 수직 셋업 링크가 수평 셋업 링크에 연결되는 구성도 가능하다. 또는 수직 셋업 링크와 수평 셋업 링크 중 어느 하나만이 구비되는 것도 가능하다. 또는 복수 개의 수평 셋업 링크들의 중간에 수직 셋업 링크가 배치되는 구성 등, 다양한 수평 셋업 링크와 수직 링크의 구성 및 배치가

가능하다 할 것이다.

[580] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(2790)는 수술용 로봇 암(2700)이 실제로 수술을 시작하기 이전에, 환자의 일 측의 적절한 위치에 수술용 로봇 암(2700)이 배치되는 기간에만 동작하고, 수술용 로봇 암(2700)의 배치가 완료되어 실제로 수술을 수행하는 동안에는 움직이지 않고 고정된 상태를 유지하도록 형성될 수 있다. 이를 위해, 도면에는 도시되지 않았지만, 셋업 링크 어셈블리(2790)는 정지 상태를 유지할 수 있는 브레이크 모듈(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이 브레이크 모듈이 활성화/비활성화 상태를 선택할 수 있는 조작 부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[581] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(2790)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(2700)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.

[582]

[583] <수술용 로봇 암의 제13 실시예>

[584] 이하에서는 본 발명의 제13 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2800)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제13 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2800)은 앞서 기술한 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 48 등의 2100 참조)에 비해, 제1 요 축(Y1)이 링크들과 평행하게 형성된다는 점에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제10 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

[585] 도 62는 본 발명의 제13 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이다.

[586] 도 62를 참조하면, 본 발명의 제13 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2800)은 본체(2810), 베이스 링크(2815), 요 구동 어셈블리(2805), 제3 링크(2840), 제4 링크(2850), 제5 링크(2860)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(2805)는 제1 링크(2820) 및 제2 링크(2830)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제13 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2800)은 셋업 링크 어셈블리(2890)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(2800)은 도 48의 제10 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 50의 2171 참조), 제2 조인트(도 50의 2172 참조), 제3 조인트(도 50의 2173 참조), 제4 조인트(도 50의 2174 참조), 제5 조인트(도 50의 2175 참조)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(2800)의 제5 링크(2860)에 트로카(2300) 및 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.

[587] 여기서, 본체(2810)는 수술용 로봇 암(2800) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.

[588] 한편, 본체(2810)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(2815)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(2815)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.

[589] 한편, 베이스 링크(2815)에는 요 구동 어셈블리(2805)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(2805)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2815)와 결합하며, 베이스 링크(2815)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

- [590] 여기서, 요 구동 어셈블리(2805)는 제1 링크(2820)와 제2 링크(2830)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(2805)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2815)와 결합하며, 베이스 링크(2815)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(2820)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2815)와 결합하며, 베이스 링크(2815)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(2830)는 일 단부가 제1 링크(2820)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(2840)와 결합된다.
- [591] 제3 링크(2840)는 제2 링크(2830)에 대해 제3 조인트(도 50의 2173 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 50의 2173 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [592] 제4 링크(2850)는 제3 링크(2840)에 대해 제4 조인트(도 50의 2174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 50의 2174 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [593] 제5 링크(2860)는 제4 링크(2850)에 대해 제5 조인트(도 50의 2175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 50의 2175 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.
- [594] 제5 링크(2860)에는 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.
- [595] 이때, 제3 링크(2840), 제4 링크(2850), 제5 링크(2860)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 50의 2173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(2840)가 제3 조인트(도 50의 2173 참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(2840)와 제5 링크(2860)는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 50의 2173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(2850)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(2840)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.
- [596]
- [597] 여기서, 본 발명의 제13 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2800)은 제1 요 축(Y1)이 링크들과 평행하게 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [598] 상세히, 도 50 내지 도 52 등에 도시된 본 발명의 제10 실시예의 경우, 제1 요 축(Y1)이 링크들(즉, 베이스 링크(2815), 제1 링크(2820), 제2 링크(2830), 제3 링크(2840), 제4 링크(2850), 제5 링크(2860))과 평행하지 않고, 제1 요 축이 링크들 중 적어도 일부와 소정의 각도를 이루도록 형성된다.
- [599] 이에 반해, 본 발명의 제13 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2800)은 XY평면에서 보았을 때, 제1 요 축(Y1)이 베이스 링크(2815), 제1 링크(2820), 제2 링크(2830), 제3 링크(2840), 제4 링크(2850), 제5 링크(2860) 중 적어도 일부와 평행하게 형성된다.
- [600] 이와 같이, 제1 요 축(Y1)이 링크들 중 적어도 일부와 평행하게 형성됨으로써,

수술용 로봇 암(2800)이 보다 컴팩트하게 배치되는 효과를 얻을 수 있다.

[601]

[602] <수술용 로봇 암의 제14 실시예>

[603] 이하에서는 본 발명의 제14 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2900)에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 제14 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2900)은 앞서 기술한 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(도 48 등의 2100 참조)에 비해, 셋업 링크 어셈블리(2990)를 더 포함한다는 점에서 특징적으로 달라진다. 이와 같이 제10 실시예에 비해 달라진 구성은 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

[604] 도 62는 본 발명의 제14 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 나타내는 사시도이고, 도 63은 도 62의 수술용 로봇 암의 다양한 동작 상태를 나타내는 측면도이다.

[605] 도 62 및 도 63을 참조하면, 본 발명의 제14 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2900)은 본체(2910), 베이스 링크(2915), 요 구동 어셈블리(2905), 제3 링크(2940), 제4 링크(2950), 제5 링크(2960)를 포함한다. 여기서, 요 구동 어셈블리(2905)는 제1 링크(2920) 및 제2 링크(2930)를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 제14 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2900)은 셋업 링크 어셈블리(2990)를 더 포함한다. 또한, 본 실시예의 수술용 로봇 암(2900)은 도 48의 제10 실시예와 동일하게, 제1 조인트(도 50의 2171 참조), 제2 조인트(도 50의 2172 참조), 제3 조인트(도 50의 2173 참조), 제4 조인트(도 50의 2174 참조), 제5 조인트(도 50의 2175 참조)를 포함할 수 있다. 그리고 이와 같은 수술용 로봇 암(2900)의 제5 링크(2960)에 트로카(2300) 및 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.

[606] 여기서, 본체(2910)는 수술용 로봇 암(2900) 전체의 기저부의 역할을 수행한다.

[607] 한편, 본체(2910)의 일면, 예를 들어 상부면 상에는 베이스 링크(2915)가 형성될 수 있다. 베이스 링크(2915)는 수평면에 대해 소정의 각도를 갖도록 일정 정도 기울어지게 형성될 수 있다.

[608] 한편, 베이스 링크(2915)에는 요 구동 어셈블리(2905)가 회전 가능하게 결합된다. 요 구동 어셈블리(2905)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2915)와 결합하며, 베이스 링크(2915)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다.

[609] 여기서, 요 구동 어셈블리(2905)는 제1 링크(2920)와 제2 링크(2930)를 포함할 수 있다. 요 구동 어셈블리(2905)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2915)와 결합하며, 베이스 링크(2915)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 여기서, 제1 링크(2920)는 제1 조인트(도 50의 2171 참조)에 의해 베이스 링크(2915)와 결합하며, 베이스 링크(2915)에 대해 제1 요 축(Y1)을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성된다. 그리고, 제2 링크(2930)는 일 단부가 제1 링크(2920)에 고정 결합되고, 타 단부는 후술할 제3 링크(2940)와 결합된다.

[610] 제3 링크(2940)는 제2 링크(2930)에 대해 제3 조인트(도 50의 2173 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제3 조인트(도 50의 2173 참조)는

하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[611] 제4 링크(2950)는 제3 링크(2940)에 대해 제4 조인트(도 50의 2174 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제4 조인트(도 50의 2174 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[612] 제5 링크(2960)는 제4 링크(2950)에 대해 제5 조인트(도 50의 2175 참조)를 중심으로 회전 가능하도록 축결합된다. 여기서 제5 조인트(도 50의 2175 참조)는 하나 이상의 폴리를 포함할 수 있다.

[613] 제5 링크(2960)에는 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합된다.

[614] 이때, 제3 링크(2940), 제4 링크(2950), 제5 링크(2960)는 평행사변형을 형성하여, 일종의 'RCM(remote center of motion)' 메커니즘을 구성한다. 즉, 제3 조인트(도 50의 2173 참조)의 위치가 고정된 상태에서 제3 링크(2940)가 제3 조인트(도 50의 2173 참조)를 중심으로 회전하면, 상술한 링크/벨트 등의 RCM 메커니즘에 의해, 제3 링크(2940)와 제5 링크(2960)는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 제3 조인트(도 50의 2173 참조)와 RCM을 연결하는 연장선과 제4 링크(2950)도 평행 상태를 유지하면서 회전하게 된다. 따라서 제3 링크(2940)의 회전 각도와 무관하게 RCM의 위치는 일정하게 유지될 수 있다.

[615]

[616] 여기서, 본 발명의 제14 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2900)은 셋업 링크 어셈블리(2990)를 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본체(2910)와 베이스 링크(2915) 사이에 형성되어, 본체(2910)와 베이스 링크(2915)를 연결하고, 본체(2910)에 대해 베이스 링크(2915)(및 이와 연결된 링크들)가 수직 또는 수평 방향으로 이동 가능하도록 하는 셋업 링크 어셈블리(2990)를 더 구비하여, 수술용 로봇 암(2900)의 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해질 수 있다. 이하에서는 이에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.

[617] 상세히, 셋업 링크 어셈블리(2990)는 수직 셋업 링크(2991)와, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(2992)(2993)(2994)을 포함할 수 있다.

[618] 수직 셋업 링크(2991)는 본체(2910)와 연결되고, 본체(2910)에 대해 Z축 방향으로 이동 가능하도록 형성된다.

[619] 여기서, 본체(2910)에는 수직 방향의 가이드 홈(2911)이 형성되고, 수직 셋업 링크(2991)가 이 가이드 홈(2911)을 따라 화살표 A 방향으로 상하 직선 이동할 수 있다.

[620] 한편, 셋업 링크 어셈블리(2990)는 제1 수평 셋업 링크(2992), 제2 수평 셋업 링크(2993), 제3 수평 셋업 링크(2994)를 포함할 수 있다. 제1 수평 셋업 링크(2992)는 수직 셋업 링크(2991)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제2 수평 셋업 링크(2993)는 제1 수평 셋업 링크(2992)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 제3 수평 셋업 링크(2993)의 일 단부는 제2 수평 셋업 링크(2992)에 대해 회전 가능하도록 축결합된다. 그리고, 제3 수평 셋업 링크(2993)의 타 단부에는 후술할 피치 포지셔닝 조인트(2995) 및 이와 연결된 베이스

링크(2915)가 형성된다. 여기서, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(2992)(2993)(2994) 각각의 회전축은 Z축과 평행할 수 있다. 즉, 하나 이상의 수평 셋업 링크들(2992)(2993)(2994)은 XY 평면 상에서 회전할 수 있다.

- [621] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(2990)가 하나 이상의 수평 셋업 링크들(2992)(2993)(2994)을 포함하여, 셋업 링크 어셈블리(2990)와 연결된 베이스 링크(2915)가 XY 평면상에서 다양한 셋업 위치에 배치될 수 있게 된다.
- [622] 한편, 셋업 링크 어셈블리(2990)는 피치 포지셔닝 조인트(2995)를 더 포함할 수 있다. 그리고, 피치 포지셔닝 조인트(2995)는 피치 포지셔닝 베이스(2996)와 피치 포지셔닝 축(2997)을 더 포함할 수 있다. 피치 포지셔닝 베이스(2996)는 제3 수평 셋업 링크(2994)의 일 단부 상에 결합된다. 그리고, 피치 포지셔닝 베이스(2996)와 베이스 링크(2915)는 피치 포지셔닝 축(2997)에 의해 제2 피치축(P2)을 중심으로 회전 가능하도록 결합될 수 있다. 여기서, 피치 포지셔닝 축(2997) 또는 제2 피치축(P2)은, 피치축(P) 또는 제3 조인트(도 4의 173 참조)의 회전축과 실질적으로 평행할 수 있다.
- [623] 즉, 도 62 및 도 63에 도시된 바와 같이, 베이스 링크(2915)가 피치 포지셔닝 축(2997)을 중심으로 피치 포지셔닝 베이스(2996)에 대해 회전함으로써, 제2 피치축(P2) 방향의 셋업이 더 수행될 수 있다.
- [624] 이와 같이, 셋업 링크 어셈블리(2990)가 피치 포지셔닝 조인트(2995)를 포함하여, 셋업 링크 어셈블리(2990)와 연결된 베이스 링크(2915)가 XZ 평면상에서 다양한 셋업 위치에 배치될 수 있게 된다.
- [625] 한편, 도면에는 수직 셋업 링크(2991)가 본체(2910)와 연결되고, 수평 셋업 링크들(2992)(2993)(2994)이 수직 셋업 링크(2991)에 연결되는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니한다. 즉, 수평 셋업 링크가 본체(2910)와 연결되고, 수직 셋업 링크가 수평 셋업 링크에 연결되는 구성도 가능하다. 또는 수직 셋업 링크와 수평 셋업 링크 중 어느 하나만이 구비되는 것도 가능하다. 또는 복수 개의 수평 셋업 링크들의 중간에 수직 셋업 링크가 배치되는 구성 등, 다양한 수평 셋업 링크와 수직 링크의 구성 및 배치가 가능하다고 할 것이다.
- [626] 여기서, 셋업 링크 어셈블리(2990)는 수술용 로봇 암(2900)이 실제로 수술을 시작하기 이전에, 환자의 일 측의 적절한 위치에 수술용 로봇 암(2900)이 배치되는 셋업 기간에만 동작하고, 수술용 로봇 암(2900)의 배치가 완료되어 실제로 수술을 수행하는 동안에는 움직이지 않고 고정된 상태를 유지하도록 형성될 수 있다. 이를 위해, 도면에는 도시되지 않았지만, 셋업 링크 어셈블리(2990)는 정지 상태를 유지할 수 있는 브레이크 모듈(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이 브레이크 모듈이 활성화/비활성화 상태를 선택할 수 있는 조작 부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [627] 결과적으로 도 63에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제14 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2900)은 수직 셋업 링크(2991)와, 하나 이상의 수평 셋업

링크들(2992)(2993)(2994)과, 피치 포지셔닝 조인트(2995)를 포함하는 셋업 링크 어셈블리(2990)를 더 구비함으로써, 수술용 로봇 암(2900)을 다양한 위치와 각도로 셋업하는 것이 가능해지며, 또한 셋업 포지셔닝이 보다 용이하게 가능해지는 효과를 얻을 수 있다.

[628]

[629] <수술 로봇을 이용한 수술 방법>

[630] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 수술용 로봇 암을 포함하는 수술 로봇을 이용한 수술 방법에 대해 설명하도록 한다.

[631] 여기서, 트로카가 삽입되어 수술용 인스트루먼트가 관통하게 되는 위치를 포트라고 지칭한다.

[632] 도 64에 도시된 수술용 로봇 암(3100)의 경우, 수술용 인스트루먼트(3200)가 정위치로서 상방(바깥쪽)을 향하고 있고, 수술용 인스트루먼트(3200)가 장착되는 제5 링크(3160) 및 이와 연결된 제4 링크(3150)가 동일한 평면상에 형성되어 서로 겹쳐질 수 없는 구조이다.

[633] 따라서, 환자가 누운 수술대의 평면과 수평인 방향에서 수술용 인스트루먼트(3200)가 삽입되어야 하는 수술의 경우, 수술용 인스트루먼트(3200)가 장착되는 제5 링크(3160)가 환자와 직접 접촉하지 않기 위해서는, 도 64(b)에 도시된 바와 같이, 본체(3110)는 환자의 수술 부위(즉, 포트)의 건너편에 위치하고, 수술용 로봇 암(3100)의 링크들이 환자의 신체 상부를 덮는 것처럼 본체(3110)로부터 뺄어 나오도록 전개되고, 수술용 인스트루먼트(3200)가 다시 환자 쪽으로 향하도록 반대 방향으로 배치되어야 한다. 따라서, 수술용 로봇 암(3100)이 그 지지대인 본체(3110)에서 길게 뺄는 형태로 인해 진동이 커지고 강성이 약해질 수 있는 등의 단점을 가질 수 있다.

[634] 한편, 도 65 및 도 66에 도시된 수술용 로봇 암(3500)의 경우에도, 수술용 인스트루먼트(3200)가 정위치로서 상방(바깥쪽)을 향하고 있는 구조이다.

[635] 이 경우에도 도 64의 경우와 마찬가지로, 수술용 인스트루먼트(3200)가 장착되는 제5 링크(3260)가 환자와 직접 접촉하지 않기 위해서는, 본체(3510)는 환자의 수술 부위(즉, 포트)의 건너편에 위치하고, 수술용 로봇 암(3500)의 링크들이 환자의 신체 상부를 덮는 것처럼 본체(3510)로부터 뺄어 나오도록 전개되고, 수술용 인스트루먼트(3200)가 다시 환자 쪽으로 향하도록 반대 방향으로 배치되어야 한다. 따라서, 수술용 로봇 암(3500)이 그 지지대인 본체(3510)에서 길게 뺄는 형태로 인해 진동이 커지고 강성이 약해질 수 있는 등의 단점을 가질 수 있다.

[636] 이에 반하여, 도 67에 도시된 본 발명의 제10 실시예에 따른 수술용 로봇 암(2100)의 경우, 수술용 인스트루먼트(2200)가 뒤집힌 위치로서 하방(안쪽)을 향하고 있고, 제5 링크(2160)와 제4 링크(2150)가 서로 다른 평면상에 형성되어 서로 겹쳐질 수 있는 구조이다.

[637] 따라서, 환자가 누운 수술대의 평면과 수평인 방향에서 수술용

인스트루먼트(2200)가 삽입되어야 하는 수술의 경우, 모듈형인 수술용 로봇 암(2100)이 환자의 포트에 인접하게 배치된 상태에서 수평으로 포지셔닝 하더라도 수술용 인스트루먼트(3200)가 장착되는 제5 링크(2160)가 환자와 직접 접촉하지 않는 구조이다.

[638] 즉, 도 66 및 도 68 (a)에 도시된 수술용 로봇 암(3500)의 경우, 환자가 누운 수술대의 평면과 수평인 방향에서 수술용 인스트루먼트(3200)가 삽입되기 위해서는, 수술용 로봇 암(3100)이 그 지지대인 본체(3110)에서 길게 뻗는 형태로 배치되어야 하며, 이로 인해 진동이 커지고 강성이 약해질 수 있었다. 반면, 도 67 및 도 68(b)에 도시된 수술용 로봇 암(3500)의 경우, 모듈형인 수술용 로봇 암(2100)이 환자의 포트에 인접하게 배치된 상태에서 수평으로 포지셔닝 하더라도 수술용 인스트루먼트(3200)가 장착되는 제5 링크(2160)가 환자와 직접 접촉하지 않는 구조이므로, 진동이 감소하고 강성이 향상되는 장점을 가질 수 있다.

[639]

[640] 이하에서는 이와 같은 본 발명의 제10 실시예 등에 따른 수술용 로봇 암(2100)을 이용한 수술 방법에 대해 상세히 설명한다.

[641] 상술한 바와 같이, 이전의 실시예에서는, 만약 환자가 누운 수술대의 평면과 수평인 방향에서 인스트루먼트가 삽입되어야 하는 수술의 경우, 베이스(카트)는 수술 부위의 환자 건너편에 위치하고, 다시 환자 쪽으로 향하도록 로봇 암을 뺄면서 전개하고, 인스트루먼트가 다시 환자 쪽으로 향하도록 반대방향으로 배치되어야 하였다. 따라서, 하나 이상의 로봇 암이 환자 위에 전개되는 단점, 수술용 로봇 암이 그 지지대인 타워에서 길게 뻗는 형태로 인해 진동이 커지고 강성이 약해질 수 있는 등의 단점을 가질 수 있다.

[642] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 제10 실시예 등에 따른 수술용 로봇 암(2100)은, 1) 각각의 수술용 로봇 암(2100)이 모듈형으로 형성되고, 2) 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요 축(Y1)이 서로 상이하도록 형성되어, 이 연장선과 제1 요 축(Y1)이 RCM에서 서로 교차하도록 형성되며, 3) 링크들을 서로 이웃하도록 나란하게 배치하여, (XZ평면 상에서 보았을 때는) 링크들이 겹쳐질 수 있도록 형성함으로써, 한 링크의 회전 동작이 다른 링크에 제약을 받지 않도록 하여, 인스트루먼트의 가동 범위가 증가되게 할 수 있다. 4) 나아가, 수술용 인스트루먼트(2200)가 제5 링크(2160)에 장착됨에 있어서, 수술용 인스트루먼트(2200)의 위치가 상방이 아닌 하방(즉, 링크들이 모두 접힌 상태에서, 링크가 위치한 방향)으로 장착되도록 구성될 수 있다. 즉, 기존 발명에 비해 수술용 인스트루먼트(2200)의 상하가 뒤집힌 상태라고 표현할 수 있다.

[643] 이와 같은 본 발명의 구성에 의하여, 환자가 누운 수술대의 평면과 수평인 방향에서 수술용 인스트루먼트(2200)가 삽입되어야 하는 수술의 경우에도, 환자의 포트(트로카 삽입 위치) 인근, 즉 수술용 인스트루먼트(2200)가 삽입되는 쪽에 수술용 로봇 암(2100)의 본체(2110)를 배치하고, 이 위치에서 수평으로

환자의 포트(트로카)에 수술용 인스트루먼트(2200)가 삽입되어도 수술용 인스트루먼트(2200)가 장착되는 제5 링크(2160)가 환자와 직접 접촉하지 않게 되는 효과를 가진다. 또한, 이로 인해 수술용 로봇 암(2200)의 설계 및 구현이 용이해지고, 수술용 인스트루먼트(2200)의 가동 범위가 더욱 증가되게 할 수 있다.

[644]

[645] 이와 같은 본 발명의 수술용 로봇 암에 의한 수술 방법은, 수술용 인스트루먼트(2200)가 삽입될 환자의 포트 일 측에 모듈형인 수술용 로봇 암(2100)의 본체가 배치되는 단계, 상기 수술용 로봇 암(2100)에서 상기 수술용 인스트루먼트(2200)가 장착되는 제5 링크(2150)가 실질적으로 수평인 상태로 배치되는 단계, 상기 수술용 로봇 암(2100)의 상기 제5 링크(2150)에 상기 수술용 인스트루먼트(2200)가 장착되는 단계, 상기 수술용 로봇 암(2100)에 장착된 상기 수술용 인스트루먼트(2200)를 이동시켜서 상기 수술용 인스트루먼트(2200)가 환자의 체내로 삽입되는 단계, 상기 수술용 인스트루먼트(2200)가 RCM을 유지하면서 수술이 시행되는 단계를 포함할 수 있다. 이를 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.

[646] 먼저 도 69 (a)에 도시된 바와 같이, 모듈형의 수술용 로봇 암(2100)이 환자의 일 측에 배치된다. 이때 수술용 로봇 암(2100)이 환자의 포트(트로카 삽입 위치)의 반대편이 아니라, 베드를 기준으로 환자의 포트와 동일한 측에 포트와 인접하게 모듈형 수술용 로봇 암(2100)의 본체(2110)가 배치될 수 있다.

[647] 다음으로, 도 69 (b)에 도시된 바와 같이, 수술용 로봇 암(2100)을 수평(내지는 수평에 유사한 소정 각도) 상태로 세팅(setting) 한다. 이때 복수 개의 링크들이 길게 전개된 상태가 아니라, 두 개 이상의 링크들이 접혀서 서로 중첩되게 배치될 수 있다.

[648] 다음으로, 도 69 (c)에 도시된 바와 같이, 수술용 로봇 암(2100)의 제5 링크(2160)에 수술용 인스트루먼트(2100)를 장착한다. 이때 수술용 인스트루먼트(2200)와 환자 사이에는 링크 등의 부품이 위치하지 않게 된다. 즉, 상술한 바와 같이, 수술용 인스트루먼트(2200)가 제5 링크(2160)에 장착됨에 있어서, 수술용 인스트루먼트(2200)의 위치가 상방이 아닌 하방(즉, 링크들이 모두 접힌 상태에서, 링크가 위치한 방향)으로 장착되도록 구성될 수 있다.

[649] 다시 말하면, 제5 링크(2160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)가 수술용 로봇 암(2100)의 안쪽을 향하도록 배치되는 것을 일 특징으로 한다. 즉, 제5 링크(2160)에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)가 수평이며 그 엔드 툴(2210)이 본체(2110)로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서, 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합되는 면이 아래를 향하도록 배치된다. 다시 말하면, 제5 링크(2160)의 일 면에 결합된 수술용 인스트루먼트(2200)가 제5 링크(2160)보다 아래쪽에 배치되는 것이다.

[650] 이와 같은 구성에 의하여, 모듈형인 수술용 로봇 암(2100)이 환자의 포트에

인접하게 배치된 상태에서 수평으로 포지셔닝 하더라도 수술용 인스트루먼트(2200)가 장착되는 제5 링크(2160)가 환자와 직접 접촉하지 않게 되어, 진동이 감소하고 강성이 향상되는 장점을 가질 수 있다.

[651] 다음으로, 도 69 (d)에 도시된 바와 같이, 제5 링크(2160)에 장착된 수술용 인스트루먼트(2200)를 직선 이동시켜서, 수술용 인스트루먼트(2200)의 엔드 툴을 환자의 체내로 삽입한다.

[652] 다음으로, 도 69 (e)에 도시된 바와 같이, 수술용 로봇 암(2100)이 RCM 포인트를 유지하면서 수술을 시행하게 된다.

[653] 이와 같이 본 발명은, 제3 조인트(2173)와 RCM을 연결하는 연장선과 제1 요축(Y1)이 서로 상이하도록 형성되며, 이 연장선과 제1 요축(Y1)이 RCM에서 서로 교차하도록 형성되어, 주로 사용되는 수술기구의 배치 상태에서도 짐벌 락이 발생하지 않을 수 있도록 하여, 결과적으로 전체적인 수술 로봇 구성을 보다 컴팩트하게 하는 효과를 가질 수 있다.

[654] 또한, 본 발명에서는 하나의 수술용 로봇 암의 본체에서 하나의 수술용 인스트루먼트가 전개되는 모듈형으로 형성되고, 각각 하나의 수술용 인스트루먼트가 장착된 모듈형 수술용 로봇 암들을 복수 개 구비한다. 그리고, 이와 같은 각각의 수술용 로봇 암들이 환자의 복수 개의 포트 각각의 인근에 배치되어, 전개되는 수술용 로봇 암의 전체 길이가 짧아지게 되어, 진동이 작아지고 강성이 커지는 효과를 얻을 수 있다.

[655] 나아가 본 발명에서는, XY평면 상에서 보았을 때 제4 링크(2150)와 제5 링크(2160)를 서로 이웃하도록 나란하게 배치하여, XZ평면 상에서 보았을 때는 제4 링크(2150)와 제5 링크(2160)가 겹쳐질 수 있도록 형성함으로써, 제4 링크(2150)의 회전 동작이 제5 링크(2160) 등 다른 링크에 제약을 받지 않도록 하여, 인스트루먼트의 진행 방향이 수평방향을 넘어서 위를 향하게 하는 등, 인스트루먼트의 가동 범위가 증가되게 하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 빈번하게 이루어지는, 인스트루먼트가 수평방향으로 배치되는 수술의 경우에 있어서도, 짐벌 락이 발생하지 않으며, 인스트루먼트가 충분한 범위로 움직일 수 있도록 하는 효과를 얻을 수 있다.

[656] 나아가, 본 발명에서는 수술용 인스트루먼트가 평행하게 배치된 상태에서 수술용 인스트루먼트(2200)가 결합되는 면이 아래를 향하도록 배치되고, 이때 수술용 인스트루먼트(2200)와 환자 사이에는 링크 등의 부품이 위치하지 않게 된다. 이와 같은 구성에 의해, 수술용 로봇 암의 진동이 감소하고 강성이 향상되는 효과를 가질 수 있다.

[657]

[658] 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

- [659] 본 발명은 수술용 로봇 암에 관한 것으로, 상세하게는 복강경 수술 또는 여러 다양한 수술에 사용하기 위해 모듈형으로 형성되는 최소 침습 수술용 로봇 암에 이용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 수술용 인스트루먼트가 장착되는 수술용 로봇 암에 있어서,
 본체;
 상기 본체의 일 면 상에 형성되는 베이스 링크;
 제1 조인트에 의해 상기 베이스 링크와 결합하며, 상기 베이스 링크에
 대해 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 요 구동
 어셈블리;
 상기 요 구동 어셈블리에 대해 제3 조인트를 중심으로 회전 가능하도록
 축 결합되는 제3 링크;
 상기 제3 링크에 대해 제4 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축
 결합되는 제4 링크;
 상기 제4 링크에 대해 제5 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축
 결합되고, 상기 수술용 인스트루먼트가 장착 가능하도록 형성되는 제5
 링크;를 포함하고,
 상기 제3 조인트, 상기 제4 조인트, 상기 제5 조인트가 꼭지점인
 평행사변형의 나머지 한 꼭지점에 RCM(remote center of motion)이
 형성되고,
 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 연장선과 상기 제1 요 축은
 서로 상이하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제1 요
 축은 서로 평행하지 않고 소정의 각도를 이루도록 형성되는 것을
 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 제1 요 축의 연장선상에 상기 RCM이 위치하는 것을 특징으로 하는
 수술용 로봇 암.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
 상기 제3 링크가 상기 제3 조인트를 중심으로 회전하면, 상기 제3 링크와
 상기 제5 링크는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 상기 제3 조인트와
 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제4 링크는 평행 상태를
 유지하면서 회전하는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
 상기 제3 링크의 회전과 무관하게 상기 RCM의 위치는 일정하게
 유지되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
 상기 제3 링크와 상기 제5 링크는 상기 수술용 로봇 암의 어떠한 동작
 상태에서도 평행 상태를 유지하고,

상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제4 링크는 상기 수술용 로봇 암의 어떠한 동작 상태에서도 평행 상태를 유지하는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 베이스 링크에서 상기 제1 요 축이 관통하는 지점의 Z축 방향의 높이보다 상기 RCM의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,
상기 요 구동 어셈블리는,
상기 제1 조인트에 의해 상기 베이스 링크와 결합하며, 상기 베이스 링크에 대해 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제1 링크와,
제6 조인트에 의해 상기 제1 링크와 결합하며, 상기 제1 링크에 대해 제2 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제6 링크와,
일 단부가 상기 제6 링크에 고정 결합되고, 타 단부는 상기 제3 링크와 결합되는 제2 링크를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 제2 요 축의 연장선상에 상기 RCM이 위치하는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 10] 제 8 항에 있어서,
상기 제1 요 축의 연장선과 상기 제2 요 축의 연장선은 상기 RCM에서 교차하는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 11] 제 8 항에 있어서,
상기 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제1 링크와,
상기 제2 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제6 링크는 서로 독립적으로 회전 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 12] 제 8 항에 있어서,
상기 수술용 인스트루먼트의 롤(roll) 축과 상기 제1 요 축이 평행하면, 상기 제2 요 축의 회전에 의해 요(yaw) 동작이 수행되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 13] 제 8 항에 있어서,
상기 수술용 인스트루먼트의 롤(roll) 축과 상기 제2 요 축이 평행하면, 상기 제1 요 축의 회전에 의해 요(yaw) 동작이 수행되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 14] 제 1 항에 있어서,
상기 요 구동 어셈블리는,

- 상기 제1 조인트에 의해 상기 베이스 링크와 결합하며, 상기 베이스 링크에 대해 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 제1 링크와,
- 일 단부가 상기 제1 링크에 고정 결합되고, 타 단부는 상기 제3 링크와 결합되는 제2 링크를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 15] 제 14 항에 있어서,
상기 제2 링크는 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 평행하게 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 16] 제 14 항에 있어서,
상기 제2 링크와 상기 제4 링크는 평행하게 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 17] 제 14 항에 있어서,
상기 제2 링크는 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선에 대해 경사지게 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 18] 제 14 항에 있어서,
상기 제2 링크와 상기 제4 링크는 서로 평행하지 않고 소정의 각도를 이루도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 19] 제 1 항에 있어서,
상기 수술용 로봇 암은,
상기 본체와 상기 베이스 링크 사이에 형성되어 상기 본체와 상기 베이스 링크를 연결하는 셋업 링크 어셈블리를 더 포함하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 20] 제 19 항에 있어서,
상기 셋업 링크 어셈블리는,
상기 본체와 상기 베이스 링크를 연결하며, 상기 본체에 대해 Z축 방향으로 이동 가능하도록 형성되는 수직 셋업 링크를 포함하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 21] 제 19 항에 있어서,
상기 셋업 링크 어셈블리는,
상기 본체와 상기 베이스 링크를 연결하며, 상기 본체에 대해 Z축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되는 하나 이상의 수평 셋업 링크를 포함하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 22] 제 19 항에 있어서,
상기 셋업 링크 어셈블리는,
상기 본체와 상기 베이스 링크를 연결하며,
상기 제3 조인트의 회전축과 실질적으로 평행한 축을 중심으로, 상기 베이스 링크에 대해 상대적으로 회전 가능하도록 형성되는 피치 포지셔닝 조인트를 포함하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 23] 제 19 항에 있어서,

상기 셋업 링크 어셈블리는, 환자의 일 측의 적절한 위치에 상기 수술용 로봇 암이 배치되는 셋업 기간에만 동작 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

[청구항 24] 제 1 항에 있어서,
상기 제3 링크, 상기 제4 링크, 상기 제5 링크는 그 회전축 방향에 있어서 각각 일정 정도 오프셋 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

[청구항 25] 제 1 항에 있어서,
상기 제3 링크의 회전축 방향에 있어서,
상기 제3 링크의 일 측에 상기 제4 링크가 배치되고,
상기 제4 링크의 상기 일 측에 상기 제5 링크가 배치되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

[청구항 26] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 요 축 방향에 있어서,
상기 제3 링크와 상기 제4 링크와 상기 제5 링크 각각의 적어도 일부가 서로 중첩 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

[청구항 27] 제 1 항에 있어서,
상기 제5 링크에 결합된 상기 수술용 인스트루먼트가 수평이고, 상기 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 상기 본체로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서,
상기 제5 링크에서 상기 수술용 인스트루먼트가 결합된 제1 면이 Z축 방향에 있어서 위쪽을 향하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

[청구항 28] 제 27 항에 있어서,
상기 상태에서,
상기 수술용 인스트루먼트는 상기 제5 링크보다 위쪽에 배치되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

[청구항 29] 제 1 항에 있어서,
상기 제5 링크에 결합된 상기 수술용 인스트루먼트가 수평이고, 상기 수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 상기 본체로부터 멀어지는 방향으로 배치된 상태에서,
상기 제5 링크에서 상기 수술용 인스트루먼트가 결합된 제1 면이 Z축 방향에 있어서 아래쪽을 향하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

[청구항 30] 제 29 항에 있어서,
상기 상태에서,
상기 수술용 인스트루먼트는 상기 제5 링크보다 아래쪽에 배치되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.

- [청구항 31] 제 29 항에 있어서,
상기 상태에서,
상기 수술용 인스트루먼트와 베드 사이에 상기 링크들이 배치되지 않는
것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 32] 제 1 항에 있어서,
Z축에 수직인 평면에 있어서,
상기 제3 링크, 상기 제4 링크, 상기 제5 링크 중 적어도 일부와 상기 제1
요 축이 소정의 각도를 이루도록 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용
로봇 암.
- [청구항 33] 제 1 항에 있어서,
상기 제3 링크, 상기 제4 링크, 상기 제5 링크 중 적어도 일부와 상기 제1
요 축이 평행하게 형성되는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 34] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 요 축의 근위부에서의 Z축 방향의 높이보다 상기 제1 요 축의
원위부에서의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성되는 것을 특징으로 하는
수술용 로봇 암.
- [청구항 35] 제 1 항에 있어서,
상기 베이스 링크는 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기
연장선에 대해 소정의 각도를 이루도록 기울어지게 형성되어, 상기
베이스 링크의 중심축이 제1 요 축과 일치하도록 형성되는 것을 특징으로
하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 36] 제 1 항에 있어서,
상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제1 요
축은 상기 RCM에서 교차하는 것을 특징으로 하는 수술용 로봇 암.
- [청구항 37] 수술용 인스트루먼트가 삽입될 환자의 포트 일 측에 모듈형인 수술용
로봇 암의 본체가 배치되는 단계;
상기 수술용 로봇 암에서 상기 수술용 인스트루먼트가 장착되는 제5
링크가 실질적으로 수평인 상태로 배치되는 단계;
상기 수술용 로봇 암의 상기 제5 링크에 상기 수술용 인스트루먼트가
장착되는 단계;
상기 수술용 로봇 암에 장착된 상기 수술용 인스트루먼트를 이동시켜서
상기 수술용 인스트루먼트가 환자의 체내로 삽입되는 단계;
상기 수술용 인스트루먼트가 RCM을 유지하면서 수술이 시행되는
단계;를 포함하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 38] 제 37 항에 있어서,
상기 수술용 인스트루먼트가 삽입될 환자의 포트 일 측에 상기 수술용
로봇 암의 본체가 배치되는 단계는,
베드를 기준으로, 상기 수술용 로봇 암의 본체가 상기 환자의 포트와

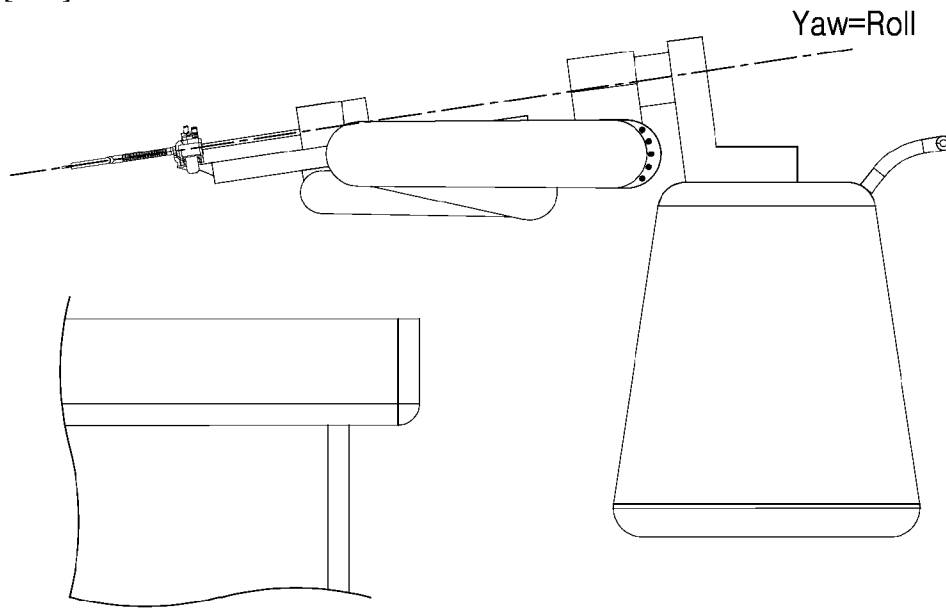
동일한 측에 배치되는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.

- [청구항 39] 제 37 항에 있어서,
 상기 수술용 로봇 암에서 상기 수술용 인스트루먼트가 장착되는 제5 링크가 실질적으로 수평 상태로 배치되는 단계는,
 상기 수술용 로봇 암의 복수 개의 링크들 중 적어도 일부가, 상기 각 링크들의 연장 방향에 있어서 중첩되도록 형성되는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 40] 제 37 항에 있어서,
 상기 수술용 로봇 암의 상기 제5 링크에 상기 수술용 인스트루먼트가 장착되는 단계에서,
 상기 수술용 인스트루먼트와 상기 환자 사이에는 상기 수술용 로봇 암의 링크들이 배치되지 아니하는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 41] 제 37 항에 있어서,
 상기 수술용 로봇 암은,
 베이스 링크;
 상기 베이스 링크에 대해 제1 요 축을 중심으로 요(yaw) 회전 가능하도록 형성되는 요 구동 어셈블리;
 상기 요 구동 어셈블리에 대해 제3 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되는 제3 링크;
 상기 제3 링크에 대해 제4 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되는 제4 링크;
 상기 제4 링크에 대해 제5 조인트를 중심으로 회전 가능하도록 축 결합되고, 상기 수술용 인스트루먼트가 장착 가능하도록 형성되는 제5 링크;를 포함하고,
 상기 제3 조인트, 상기 제4 조인트, 상기 제5 조인트가 꼭지점인 평행사변형의 나머지 한 꼭지점에 RCM(remote center of motion)이 형성되고,
 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 연장선과 상기 제1 요 축은 서로 상이하도록 형성되는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 42] 제 41 항에 있어서,
 상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제1 요 축은 상기 RCM에서 교차하는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 43] 제 41 항에 있어서,
 상기 제1 요 축의 연장선상에 상기 RCM이 위치하는 것을 특징으로 하는,

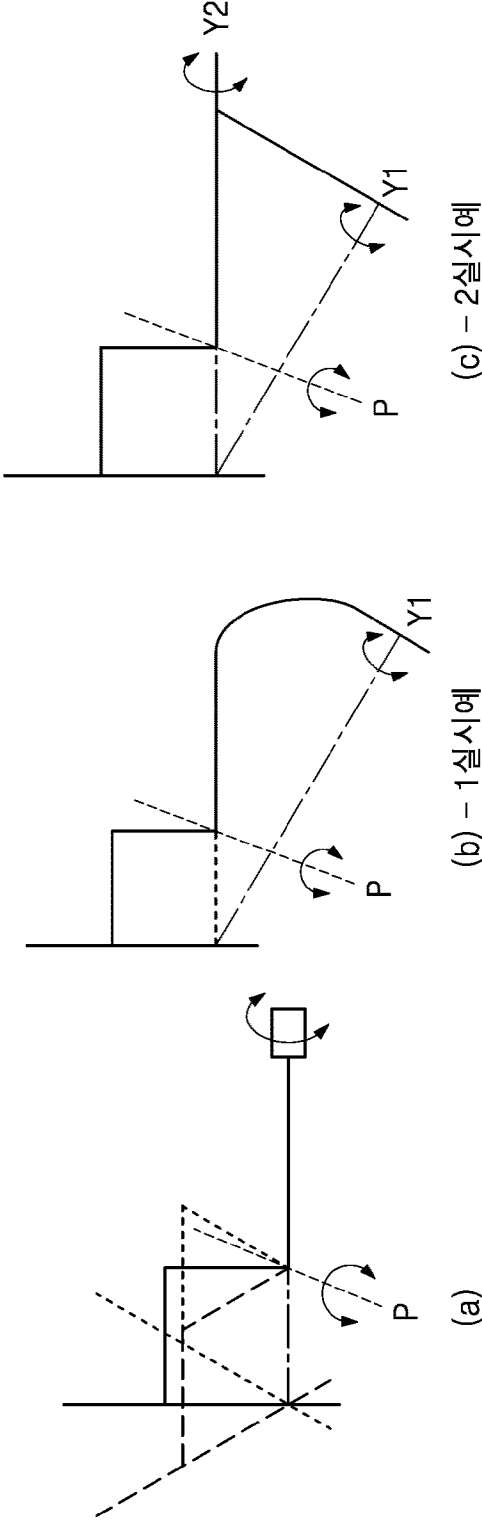
- 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 44] 제 41 항에 있어서,
상기 제3 링크가 상기 제3 조인트를 중심으로 회전하면, 상기 제3 링크와
상기 제5 링크는 평행 상태를 유지하면서 회전하고, 상기 제3 조인트와
상기 RCM을 연결하는 연장선과 상기 제4 링크는 평행 상태를
유지하면서 회전하는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 45] 제 41 항에 있어서,
상기 베이스 링크에서 상기 제1 요 축이 관통하는 지점의 Z축 방향의
높이보다 상기 RCM의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성되는 것을
특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 46] 제 41 항에 있어서,
상기 제1 요 축의 근위부에서의 Z축 방향의 높이보다 상기 제1 요 축의
원위부에서의 Z축 방향의 높이가 더 높게 형성되는 것을 특징으로 하는,
수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 47] 제 41 항에 있어서,
상기 베이스 링크는 수평면에 대해 소정의 각도를 이루도록 기울어지게
형성되어, 상기 베이스 링크의 중심축이 제1 요 축과 일치하도록
형성되는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 48] 제 41 항에 있어서,
상기 제3 링크, 상기 제4 링크, 상기 제5 링크는 그 회전축 방향에 있어서
각각 일정 정도 오프셋 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을
이용한 수술 방법.
- [청구항 49] 제 41 항에 있어서,
상기 제3 링크의 회전축 방향에 있어서,
상기 제3 링크의 일 측에 상기 제4 링크가 배치되고,
상기 제4 링크의 상기 일 측에 상기 제5 링크가 배치되는 것을 특징으로
하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 50] 제 41 항에 있어서,
상기 제1 요 축(Y1) 방향에 있어서,
상기 제3 링크와 상기 제4 링크와 상기 제5 링크 각각의 적어도 일부가
서로 중첩 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한
수술 방법.
- [청구항 51] 제 41 항에 있어서,
상기 제5 링크에 결합된 상기 수술용 인스트루먼트가 수평이고, 상기
수술용 인스트루먼트의 엔드 툴이 상기 본체로부터 멀어지는 방향으로
배치된 상태에서,
상기 제5 링크에서 상기 수술용 인스트루먼트가 결합된 제1 면이 Z축
방향에 있어서 아래쪽을 향하도록 배치되는 것을 특징으로 하는, 수술

- 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 52] 제 51 항에 있어서,
상기 상태에서,
상기 수술용 인스트루먼트는 상기 제5 링크보다 아래쪽에 배치되는 것을
특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 53] 제 51 항에 있어서,
상기 상태에서,
상기 수술용 인스트루먼트와 베드 사이에 상기 링크들이 배치되지 않는
것을 특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.
- [청구항 54] 제 41 항에 있어서,
상기 제3 조인트와 상기 RCM을 연결하는 상기 연장선과 상기 제1 요
축은 서로 평행하지 않고 소정의 각도를 이루도록 형성되는 것을
특징으로 하는, 수술 로봇을 이용한 수술 방법.

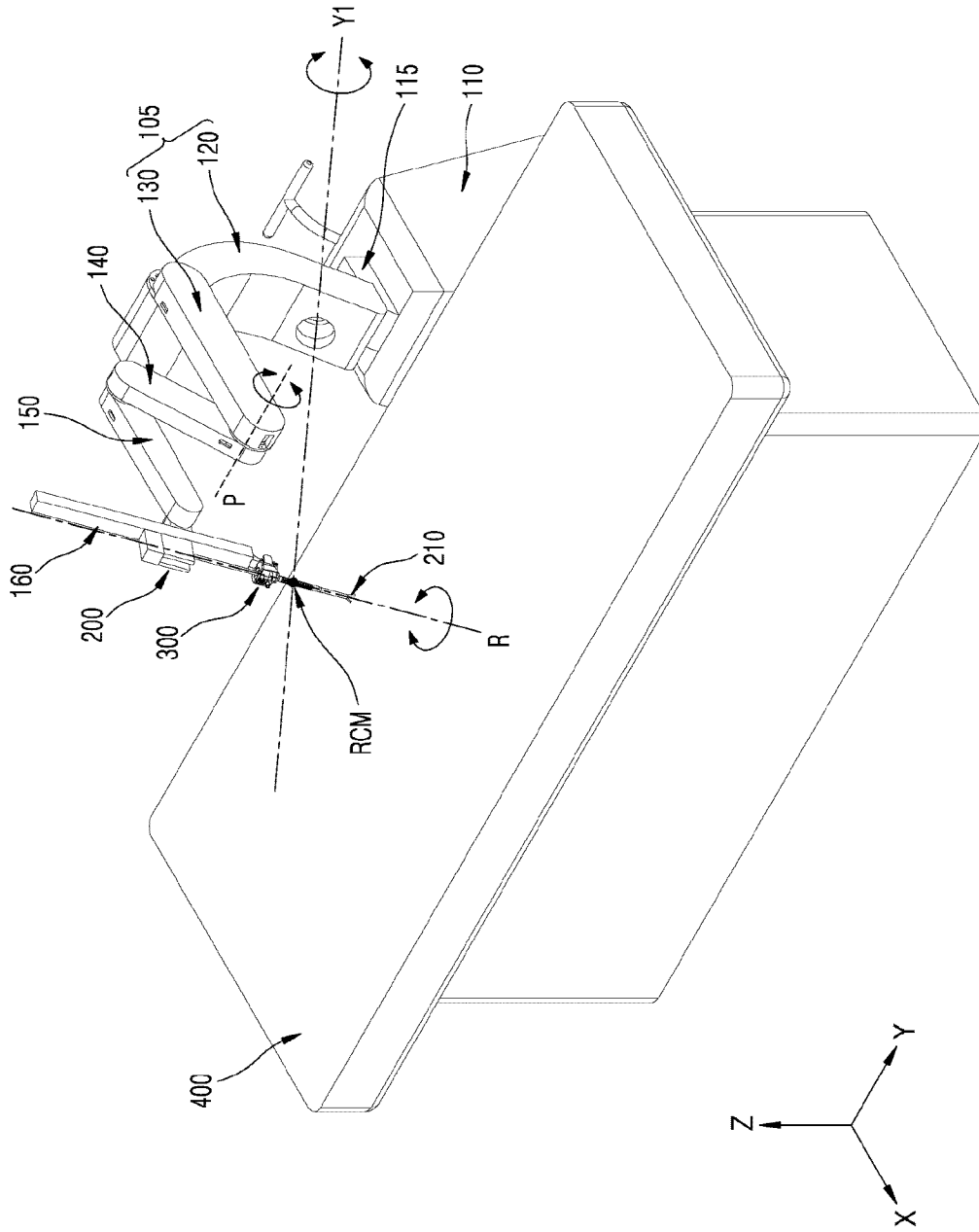
[도1]



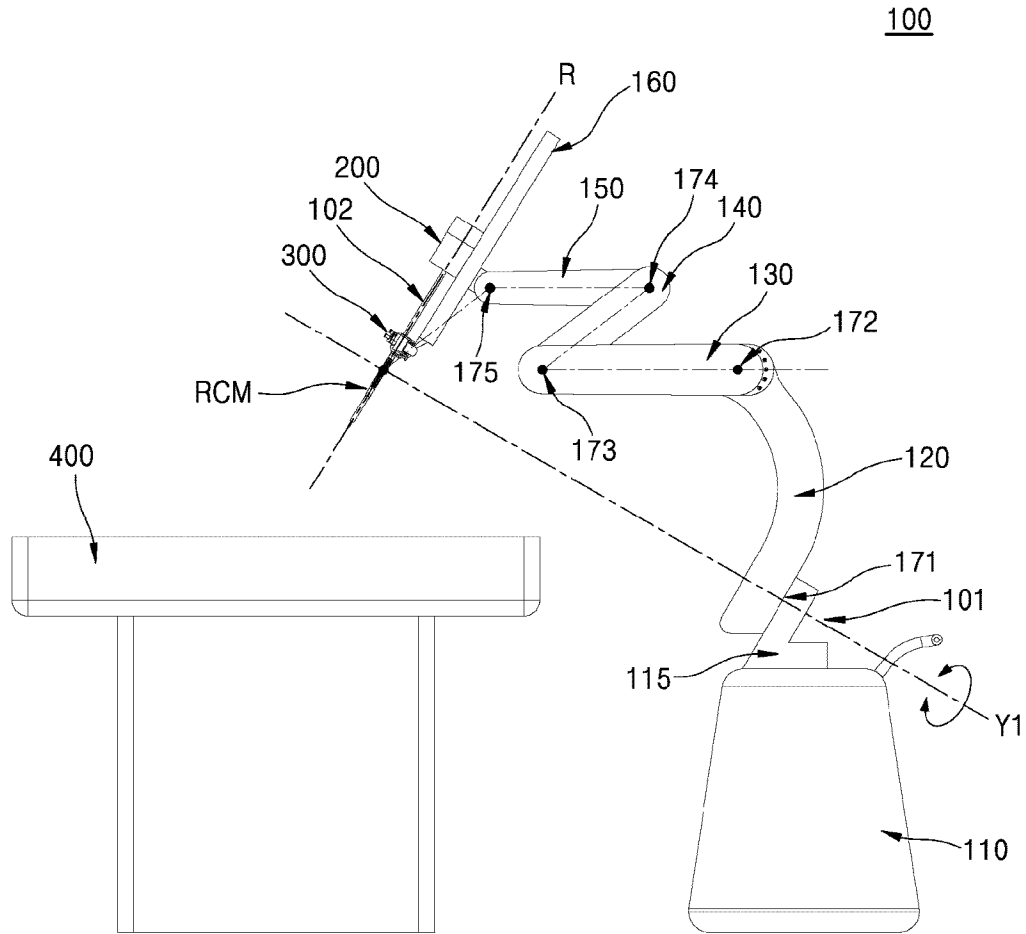
[도2]



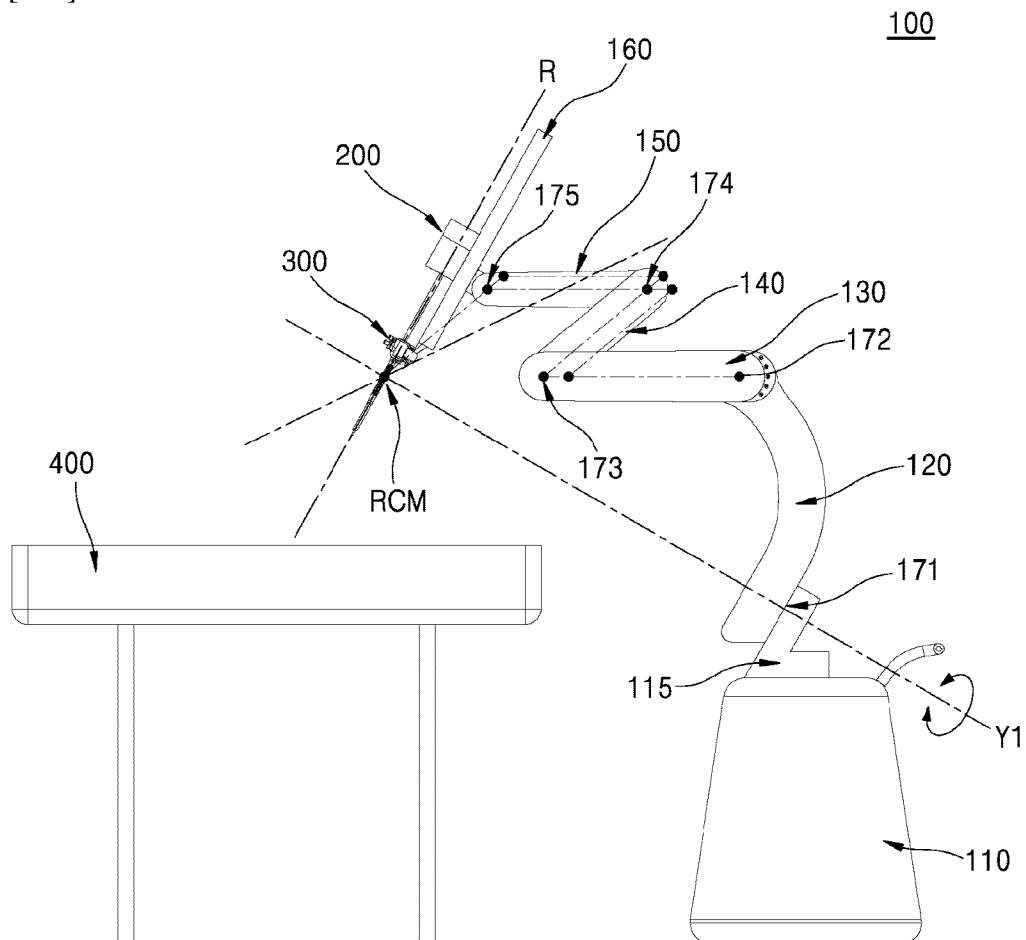
[도3]



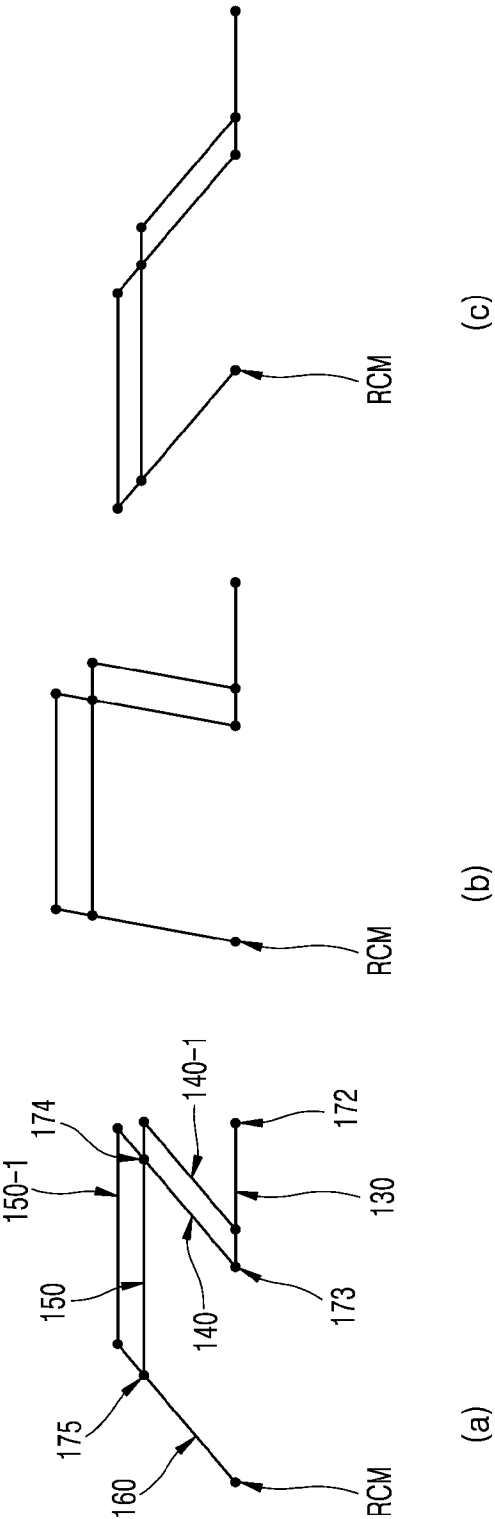
[도4]



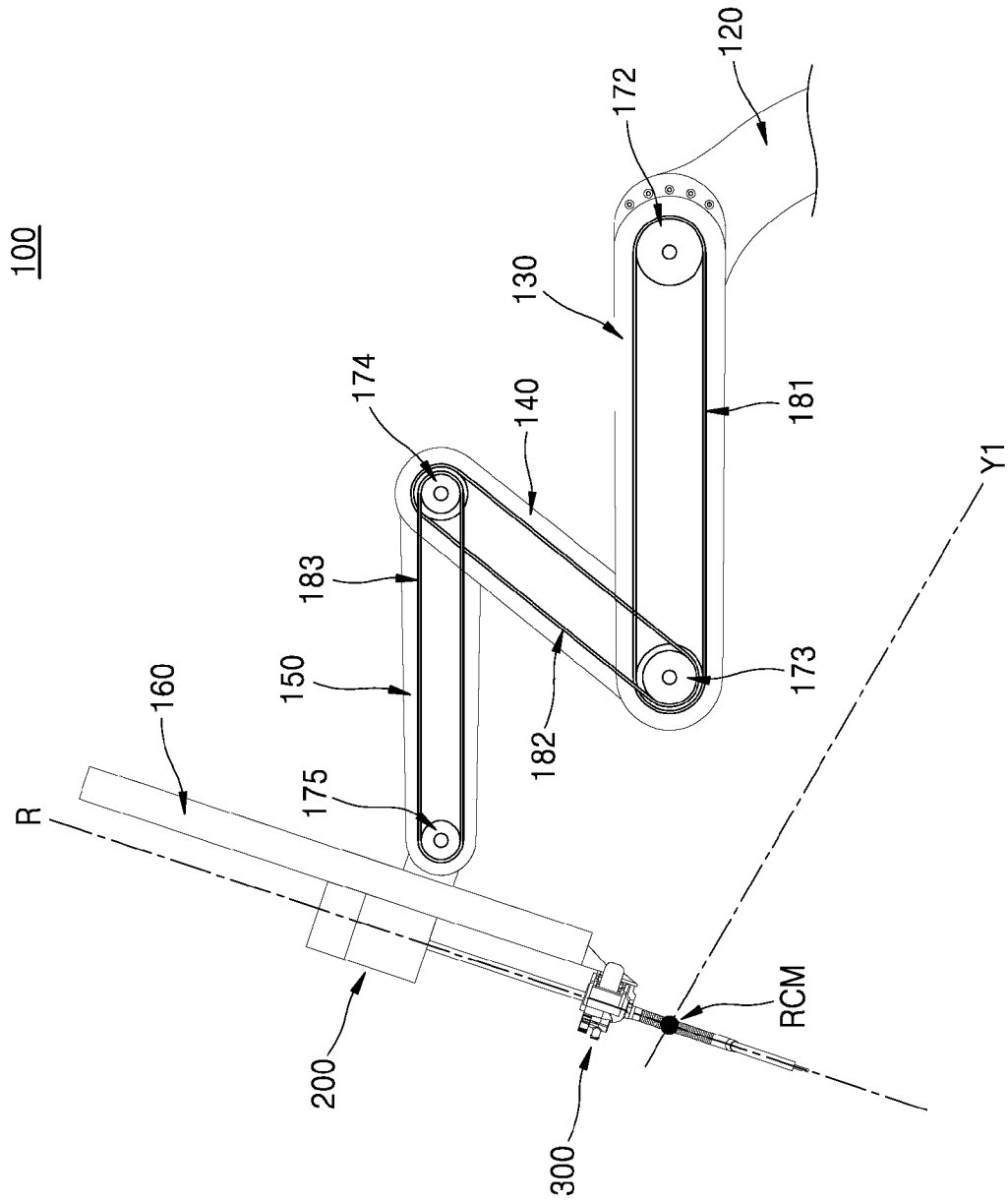
[도5]



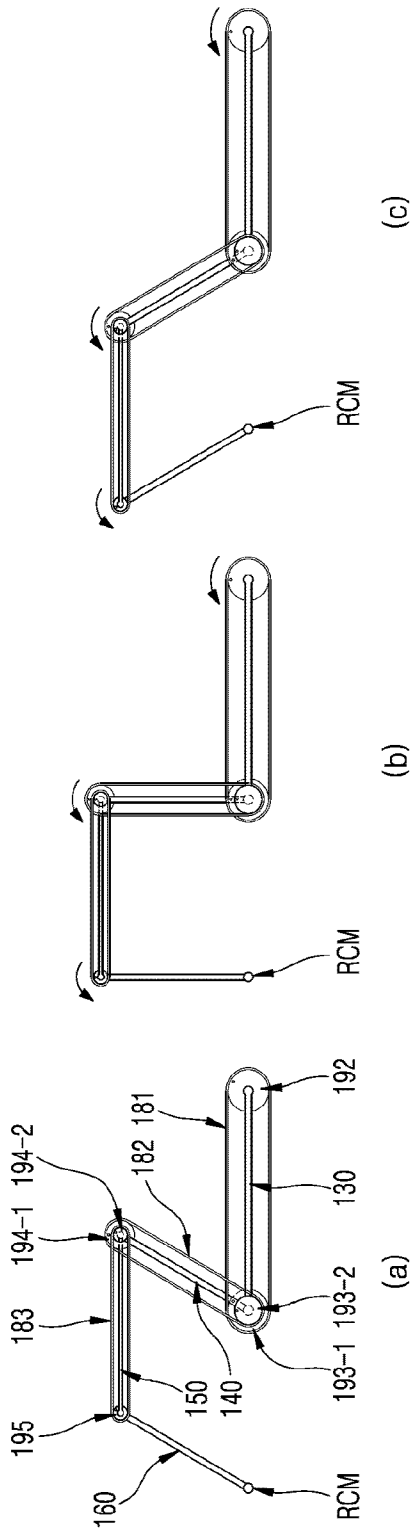
[도6]



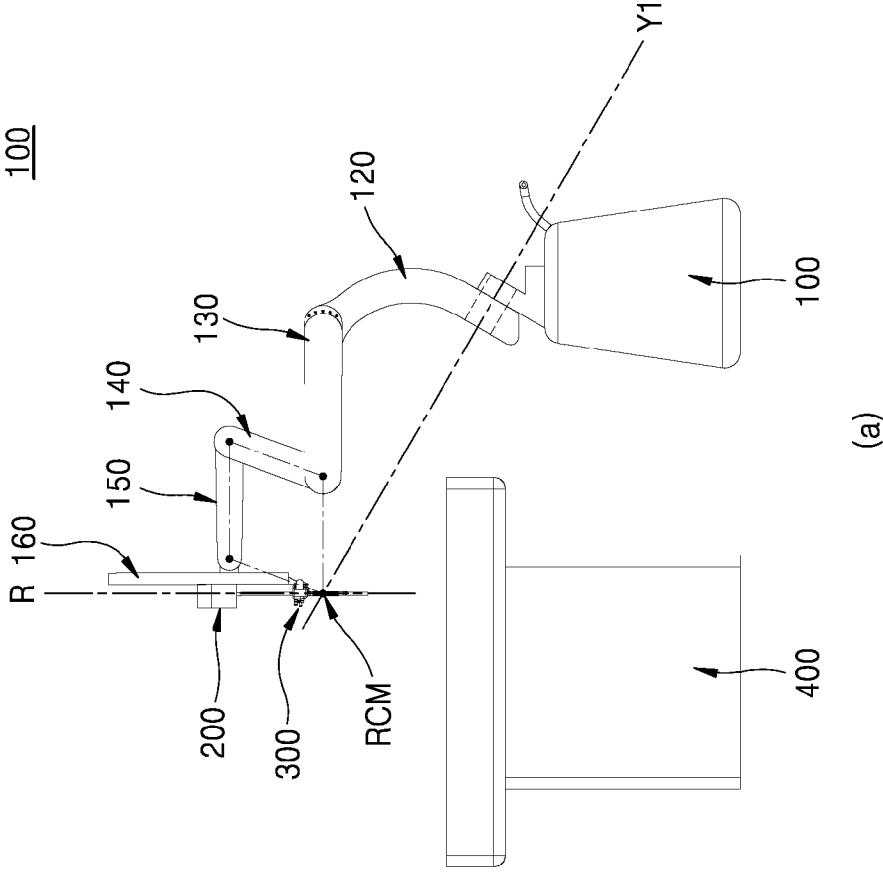
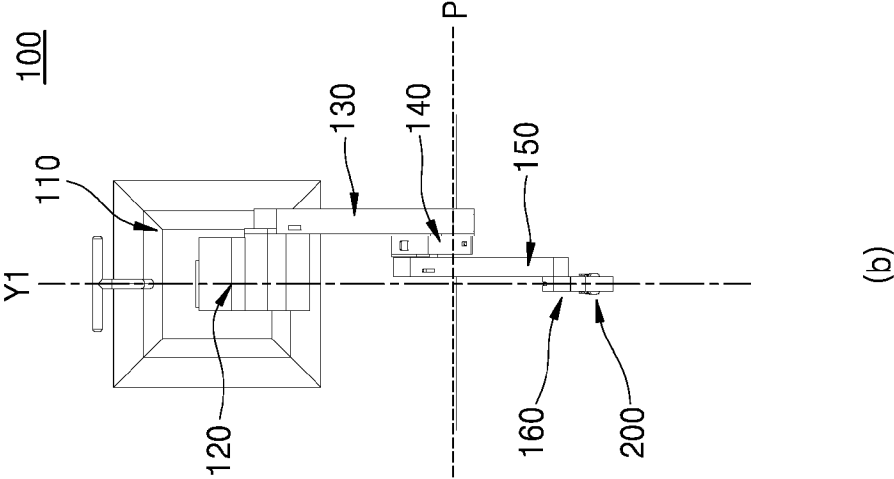
[57]



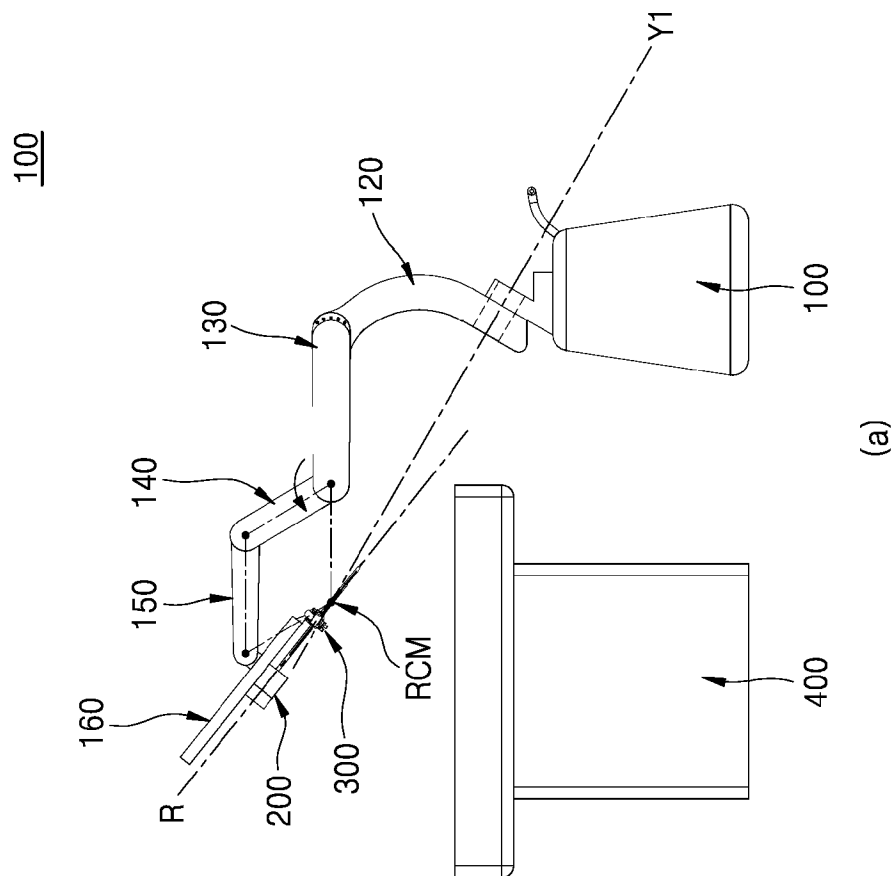
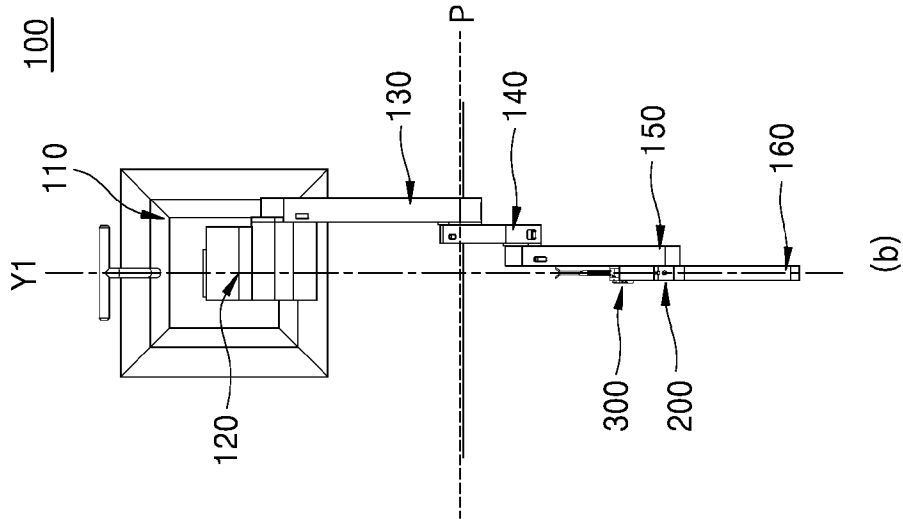
[도8]



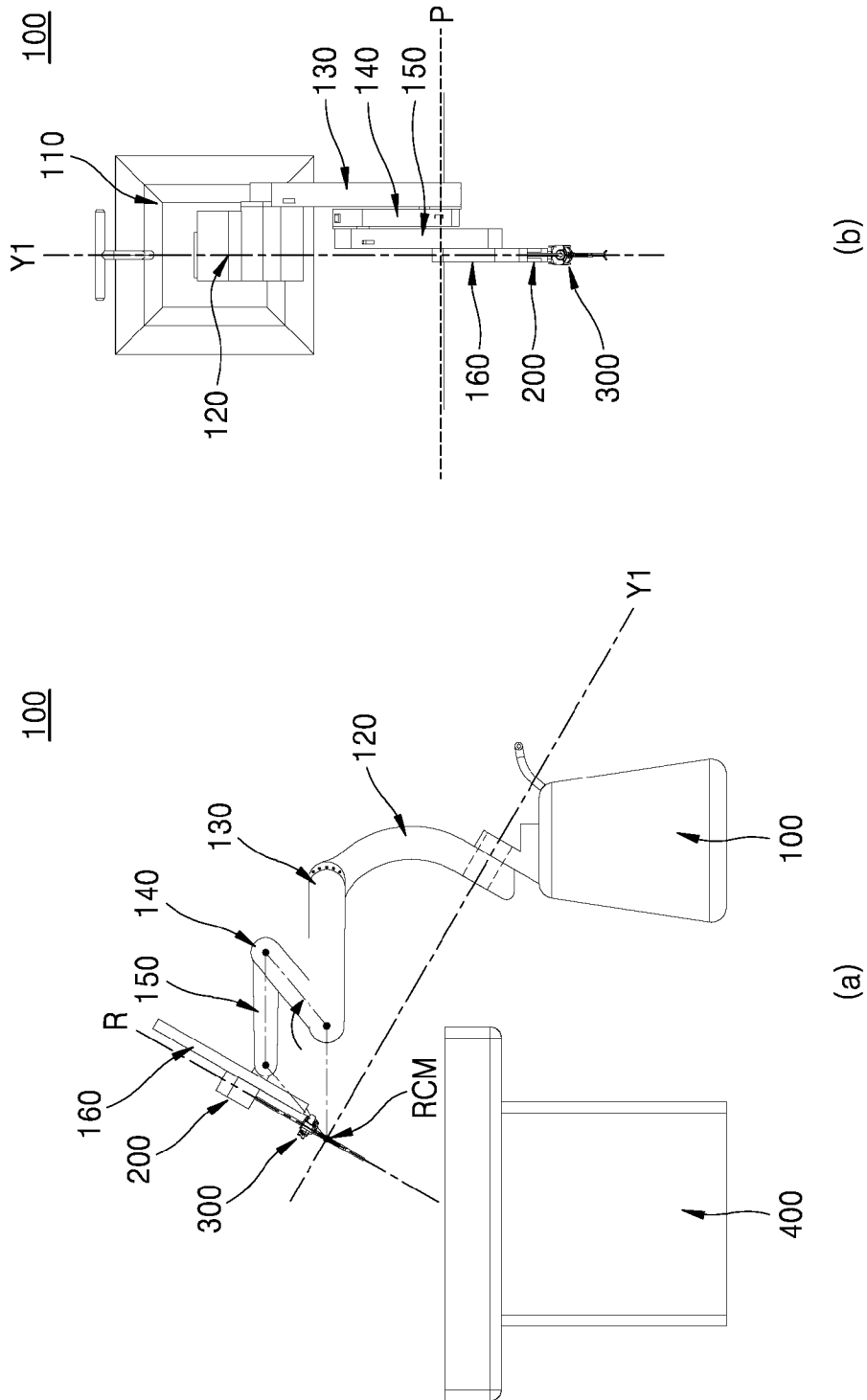
[도9]



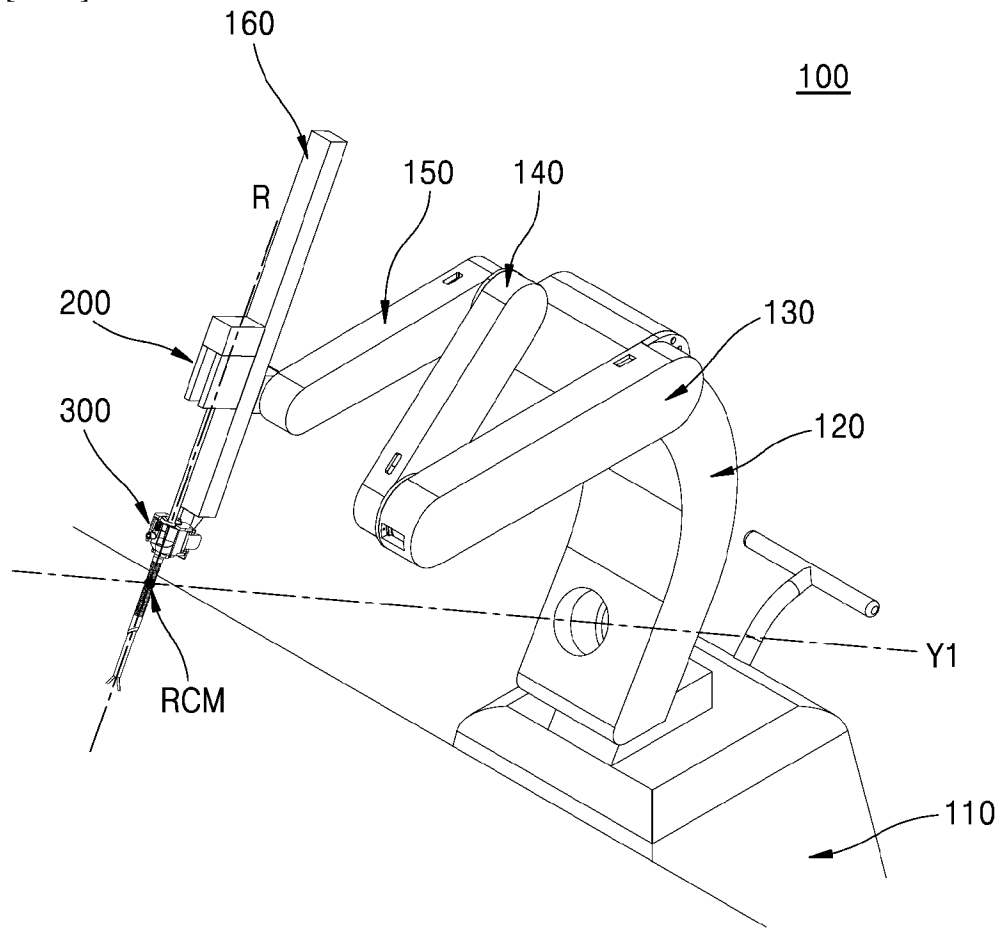
[도 10]



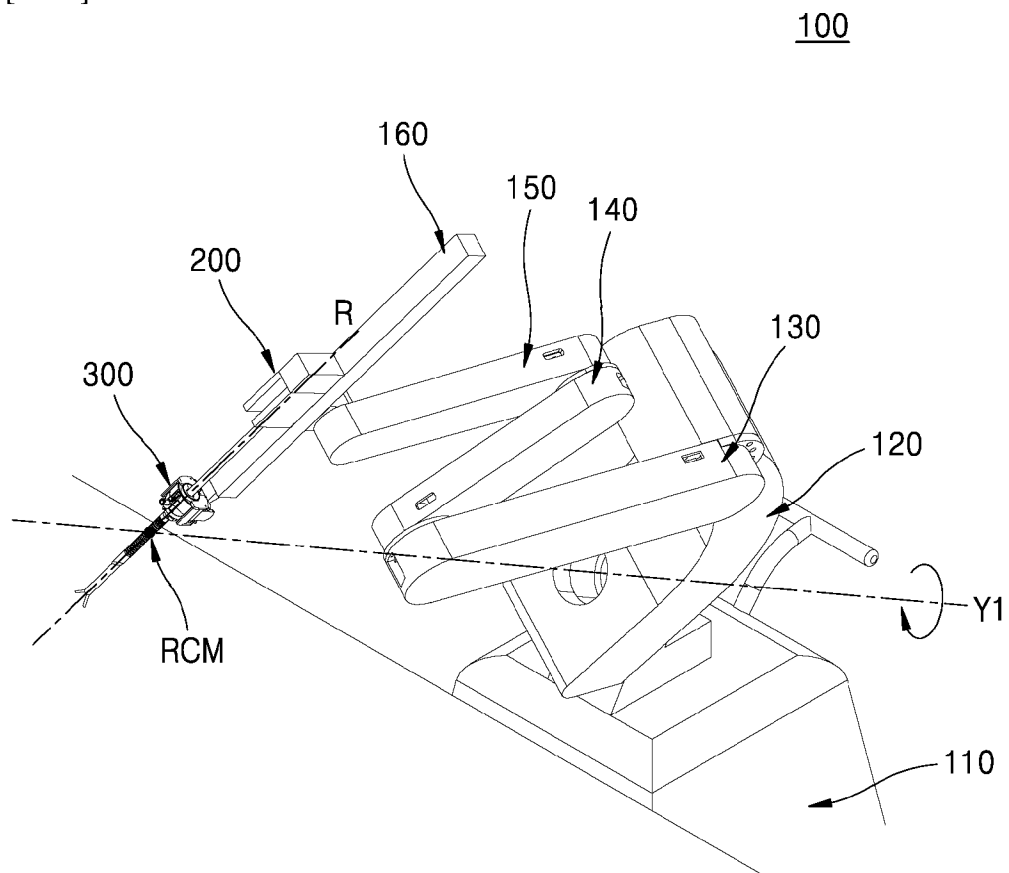
[Fig. 11]



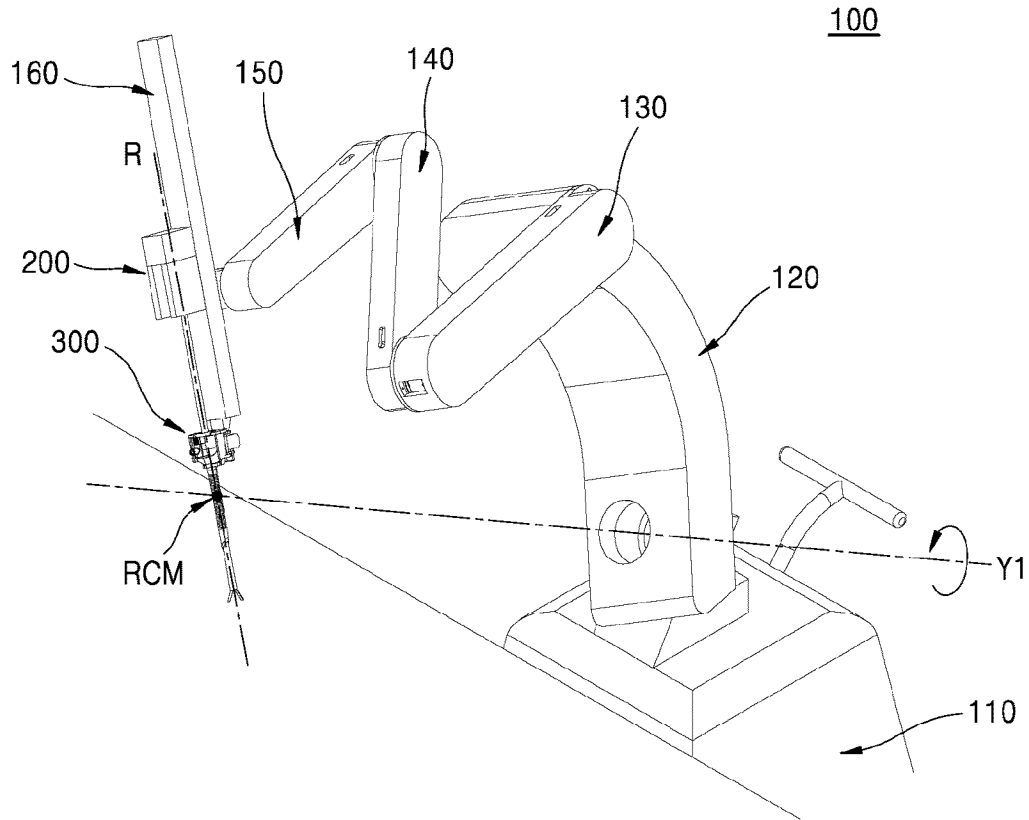
[도12]



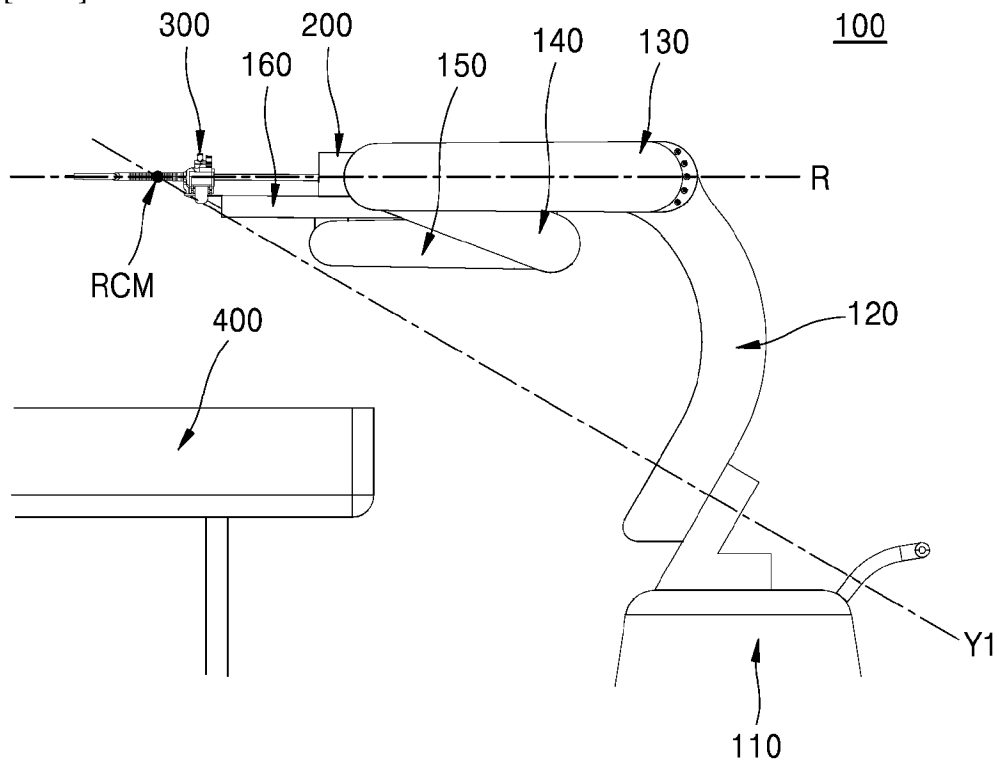
[도13]



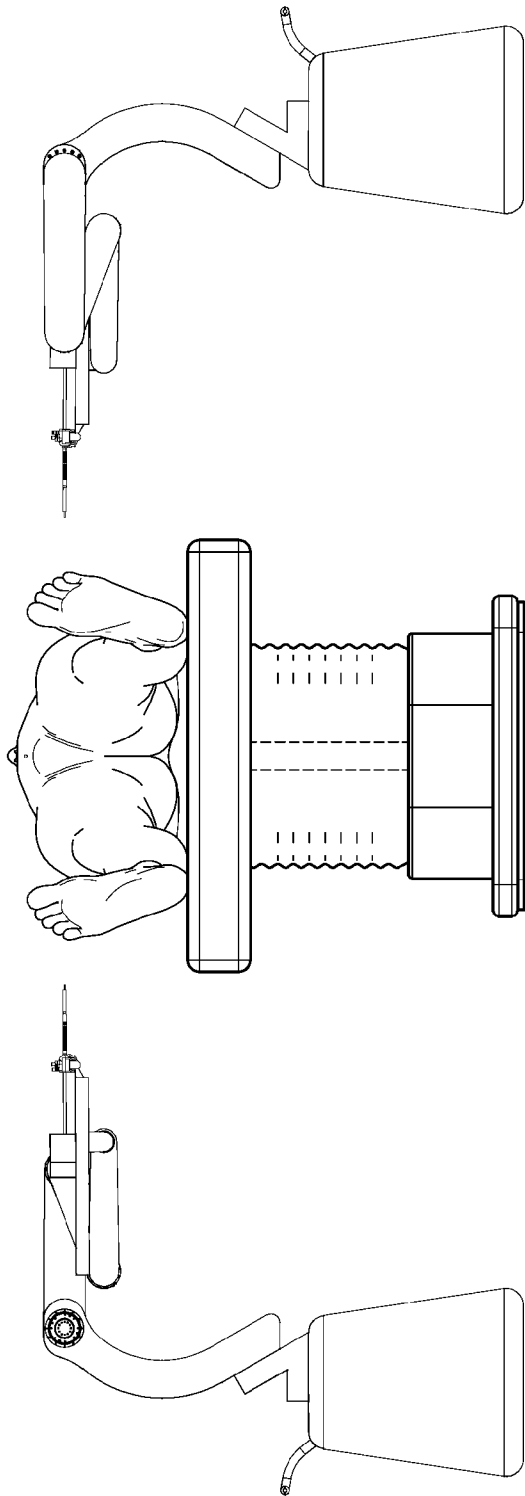
[도14]

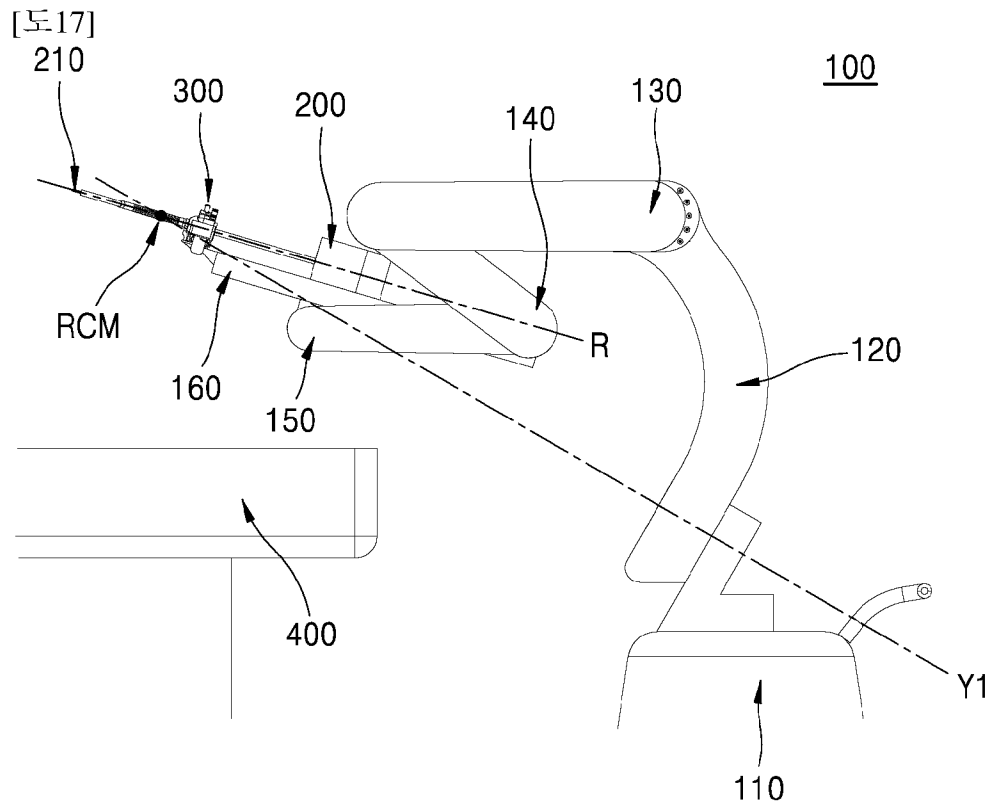


[도15]

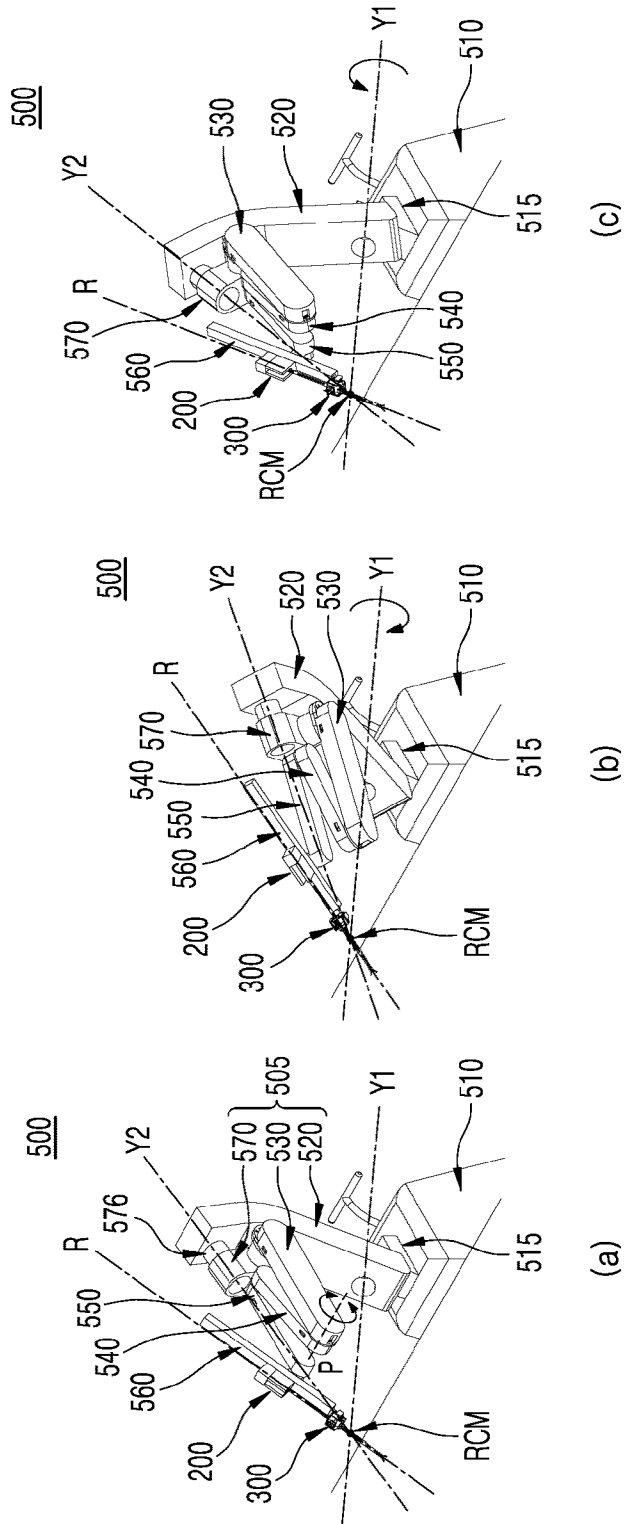


[도16]

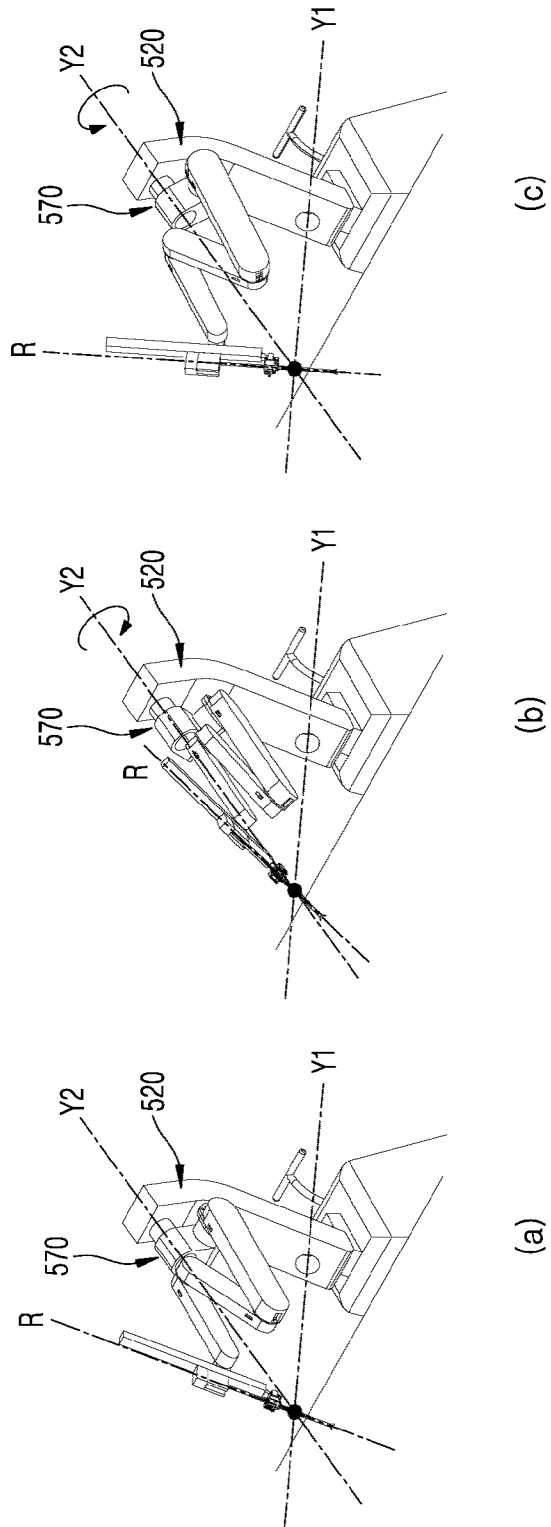




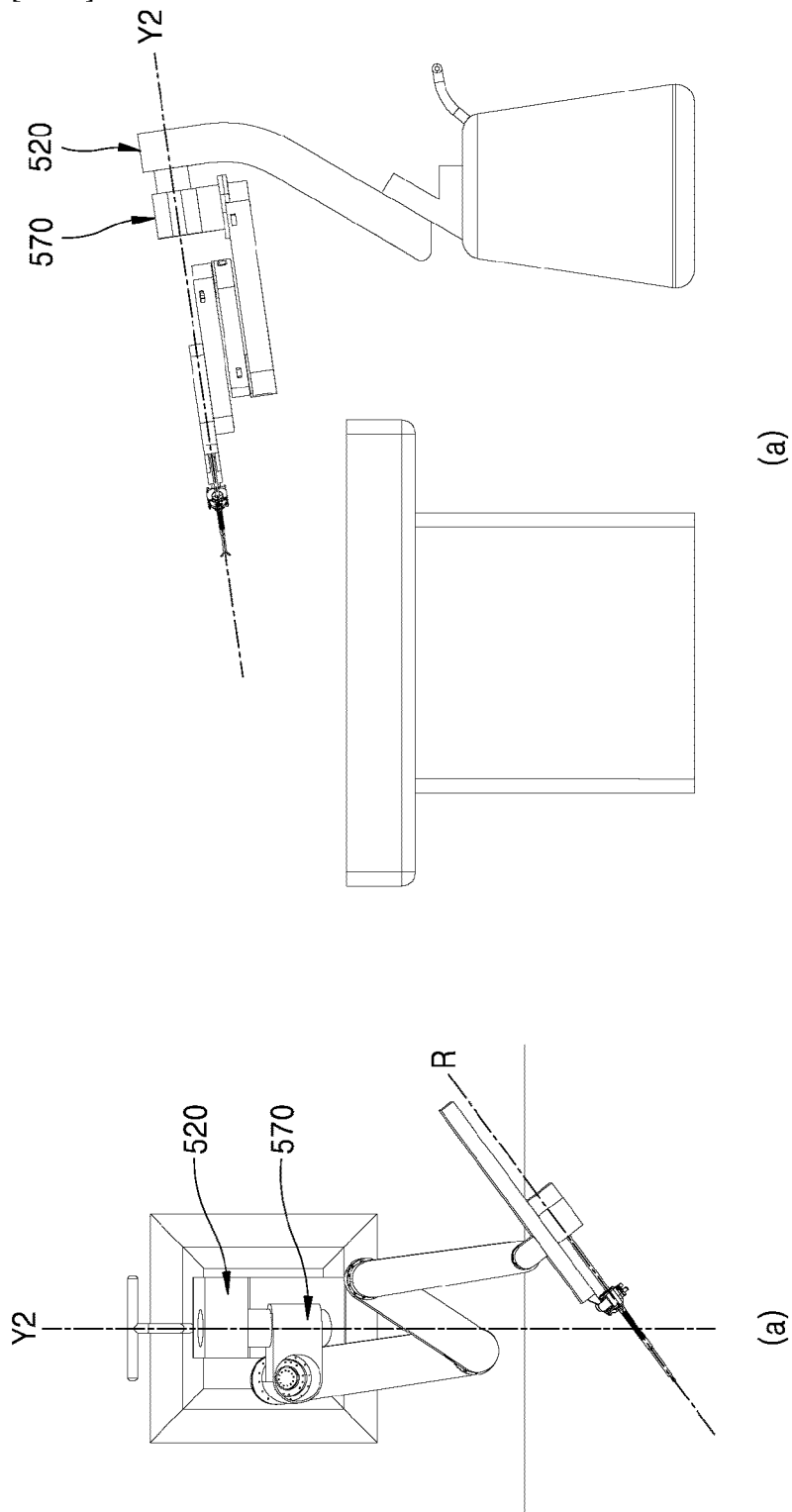
[도 18]



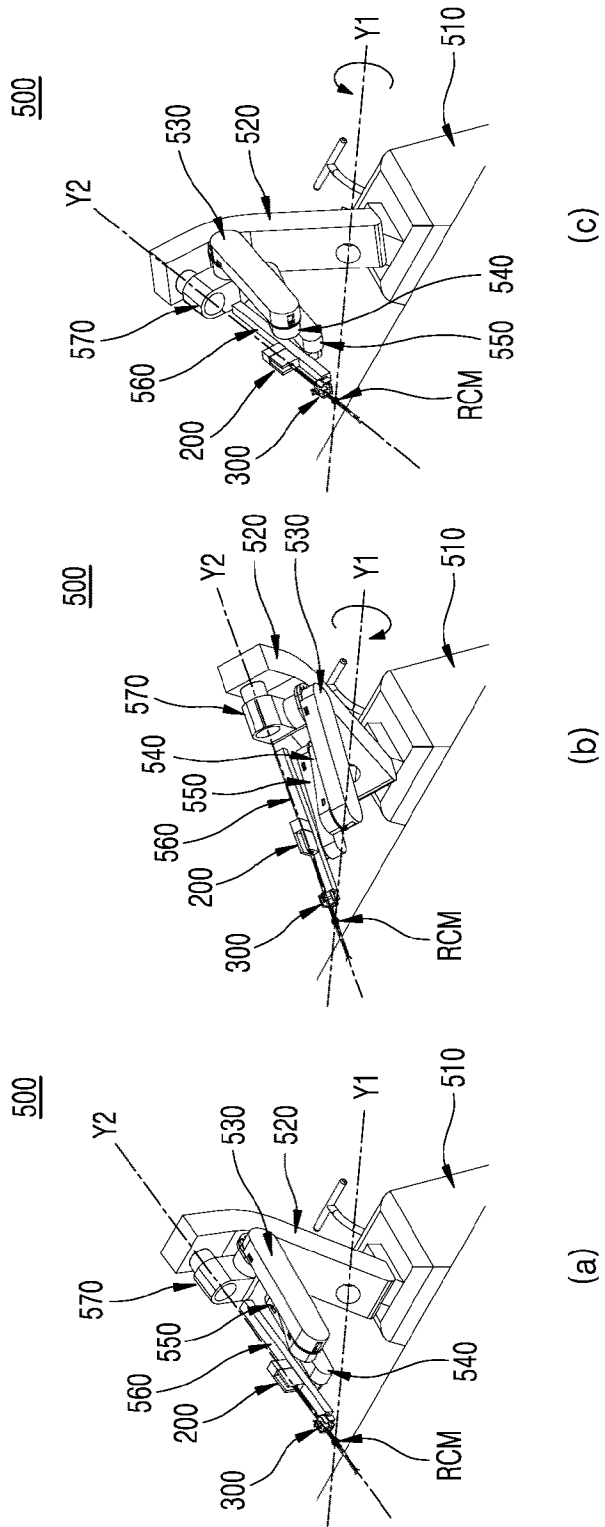
[도19]



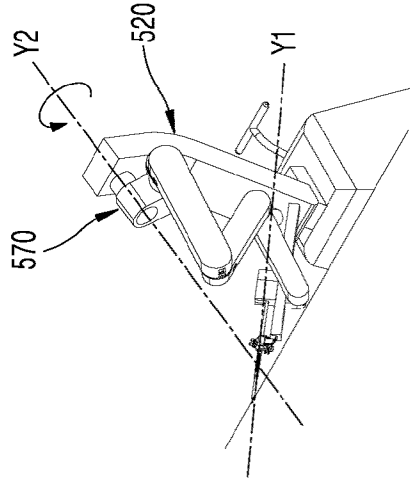
[도20]



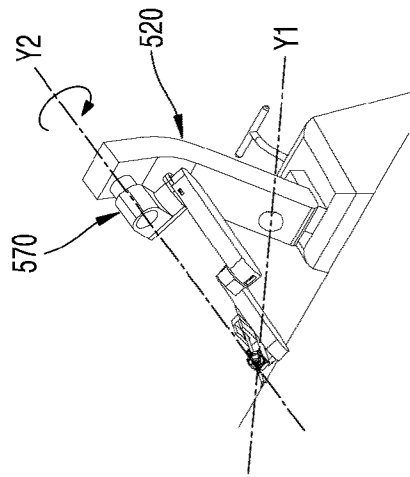
[도21]



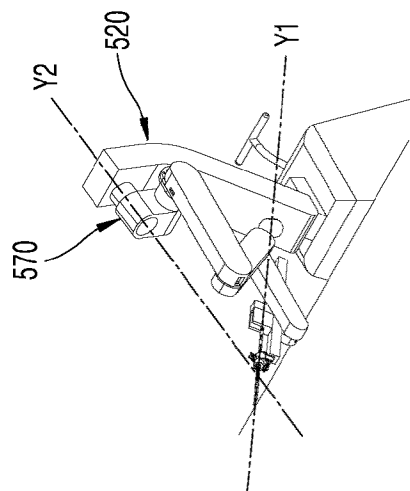
[도 22]



(c)

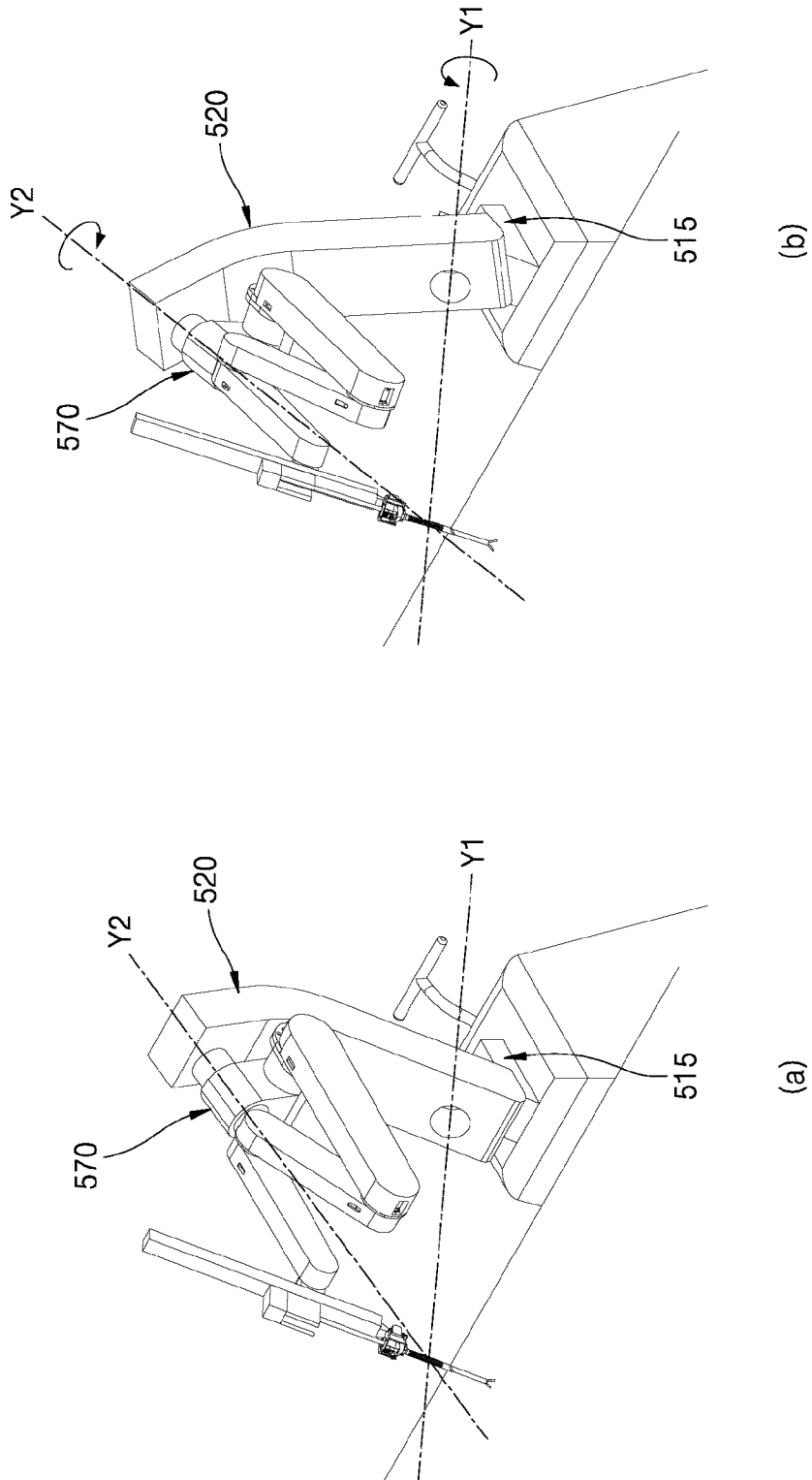


(b)

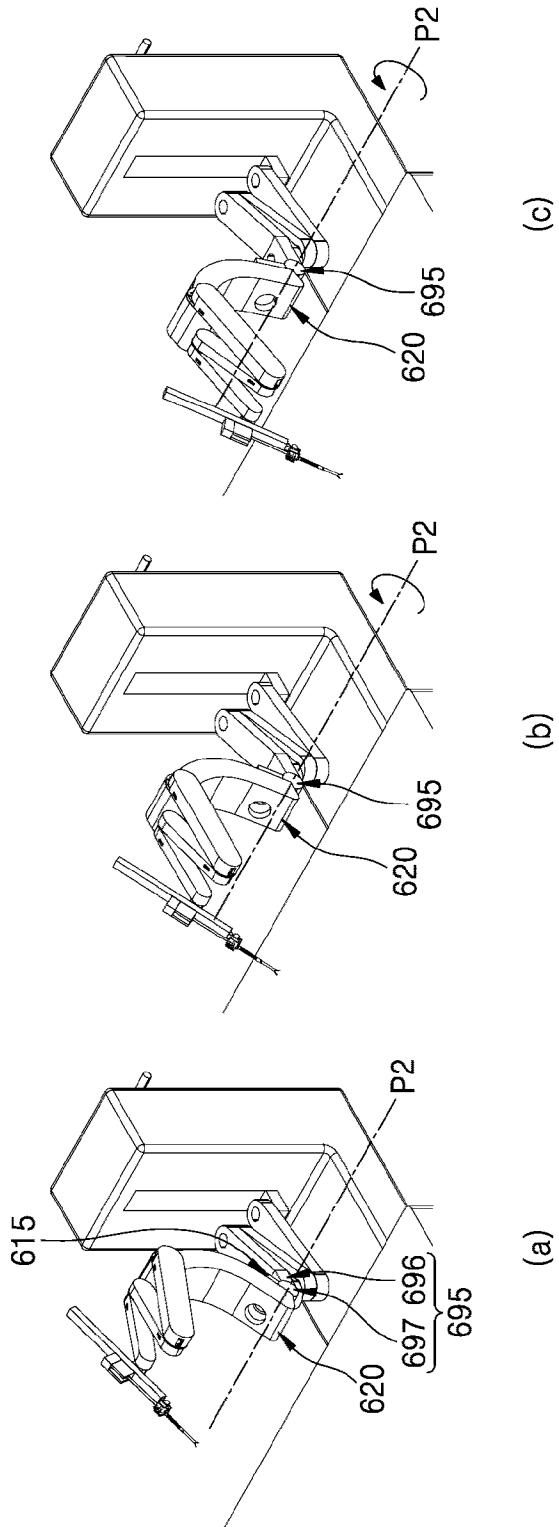


(a)

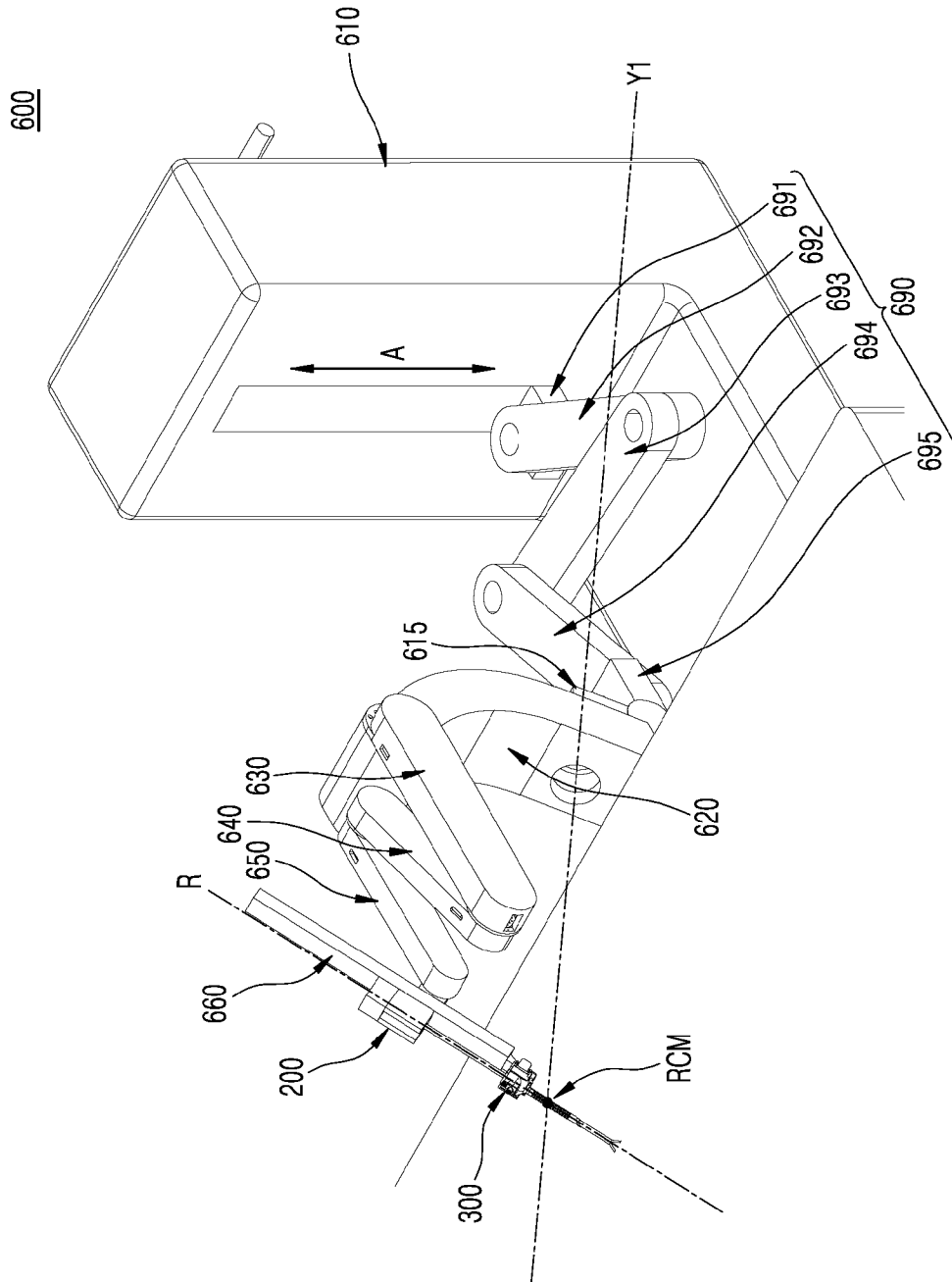
[도23]



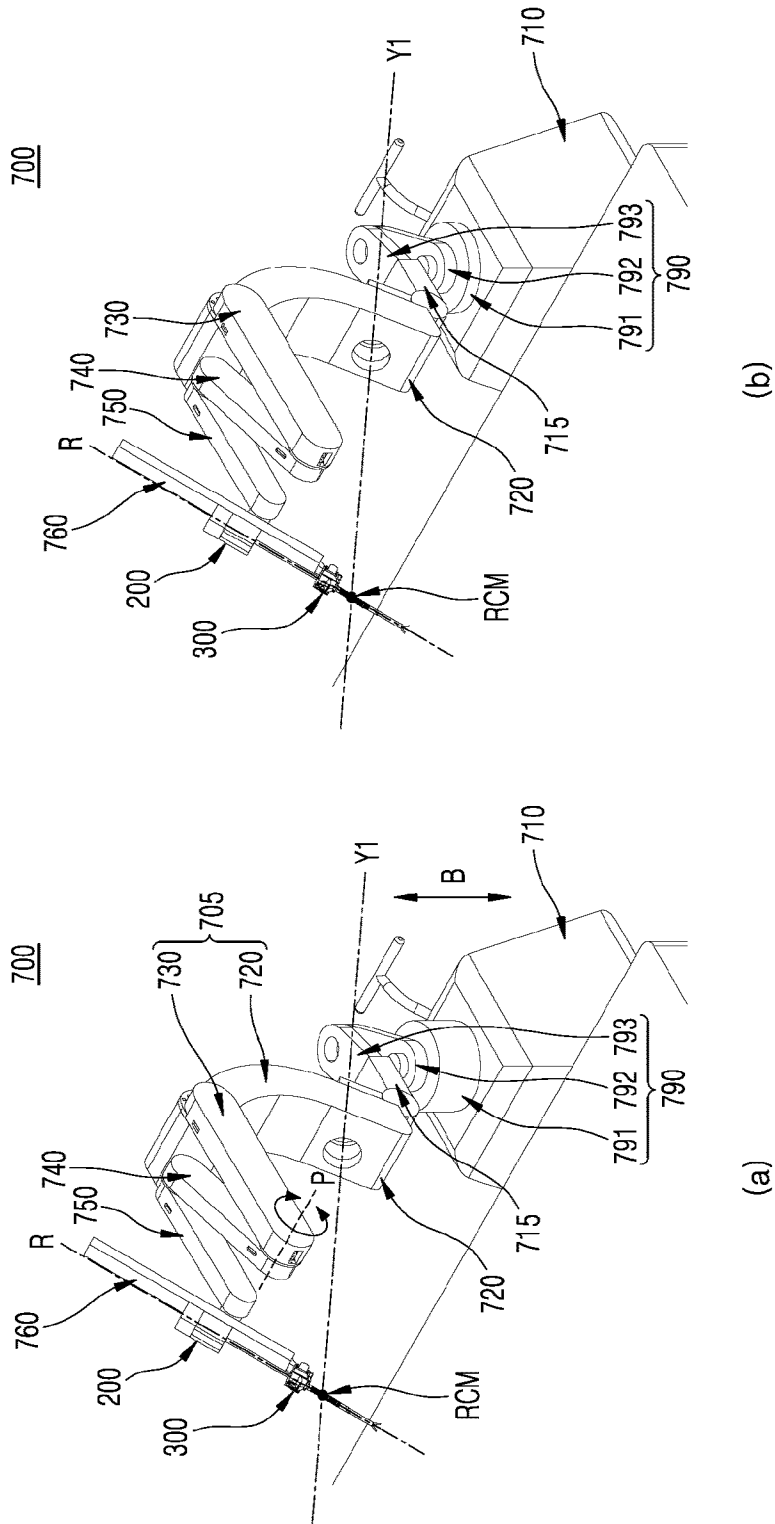
[도25]



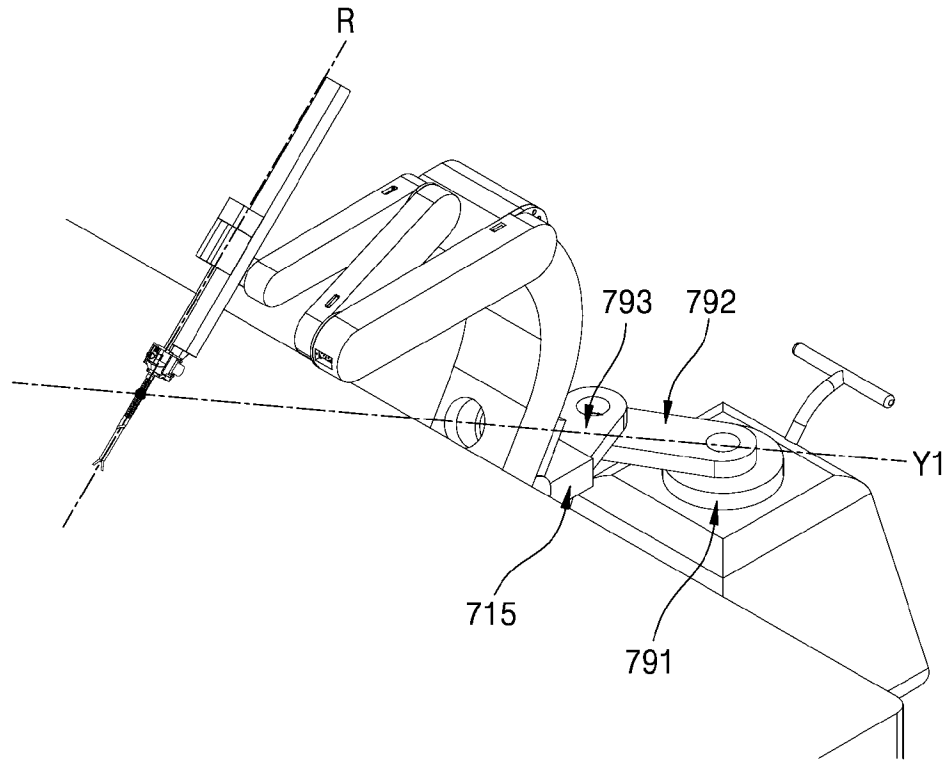
[도26]



[도27]



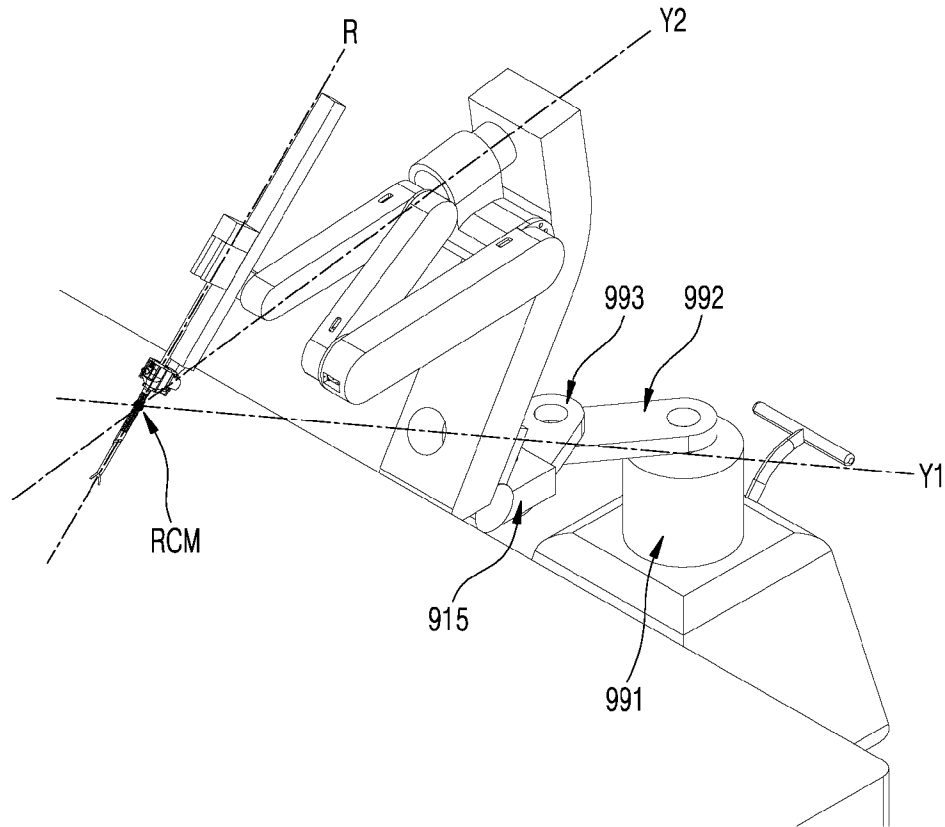
[도28]



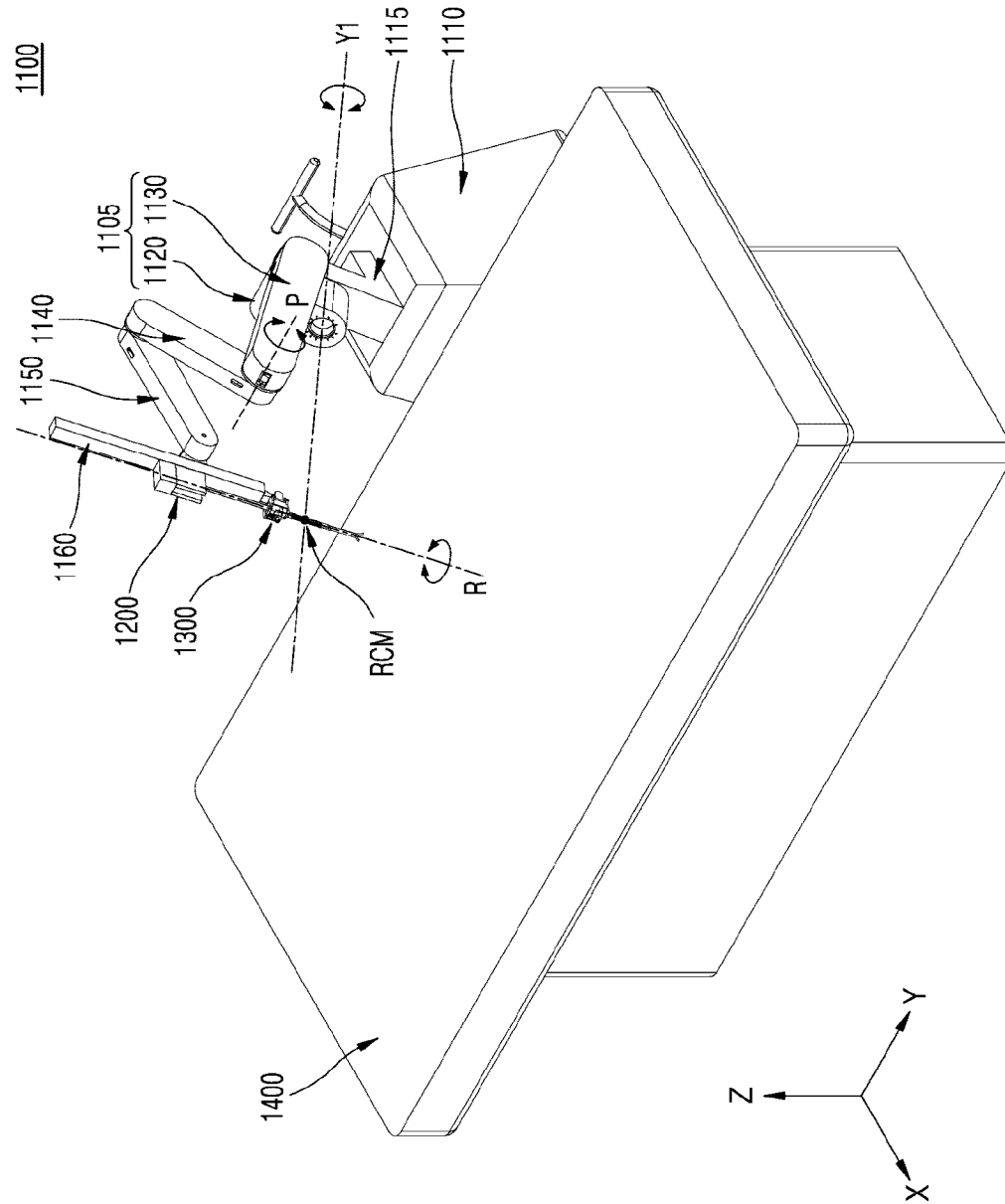
900



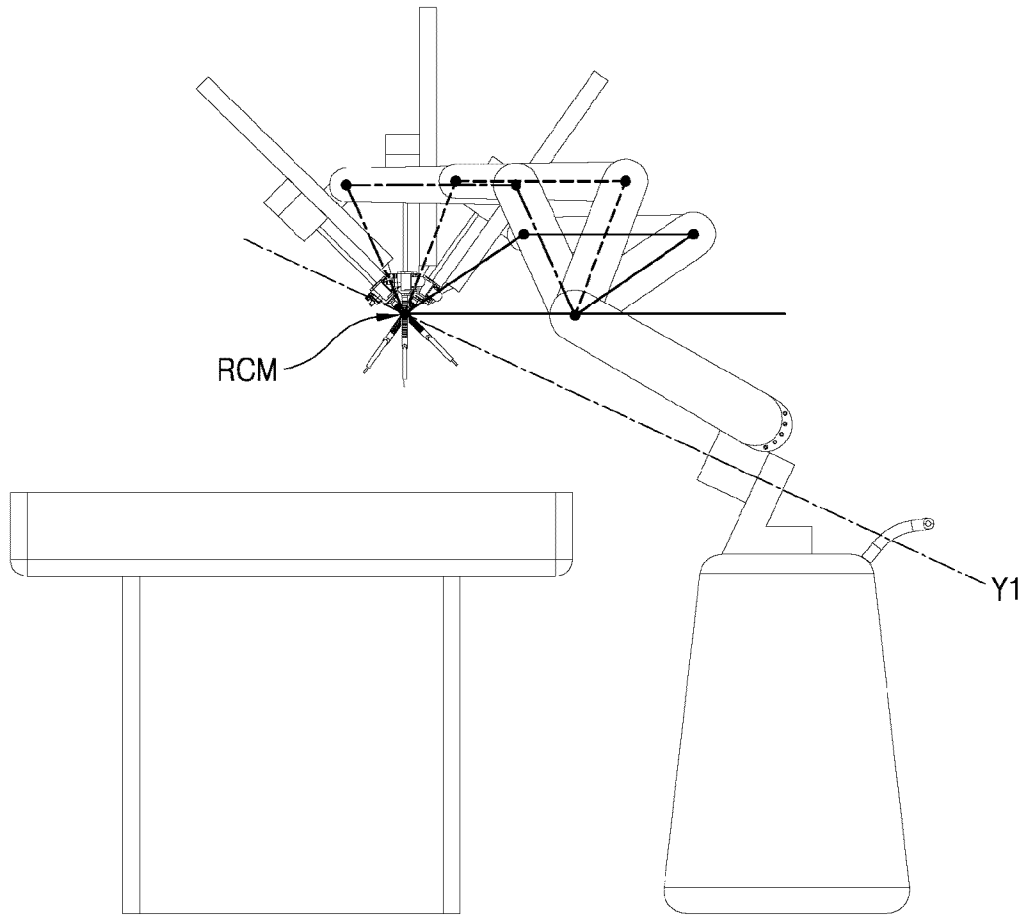
[도31]



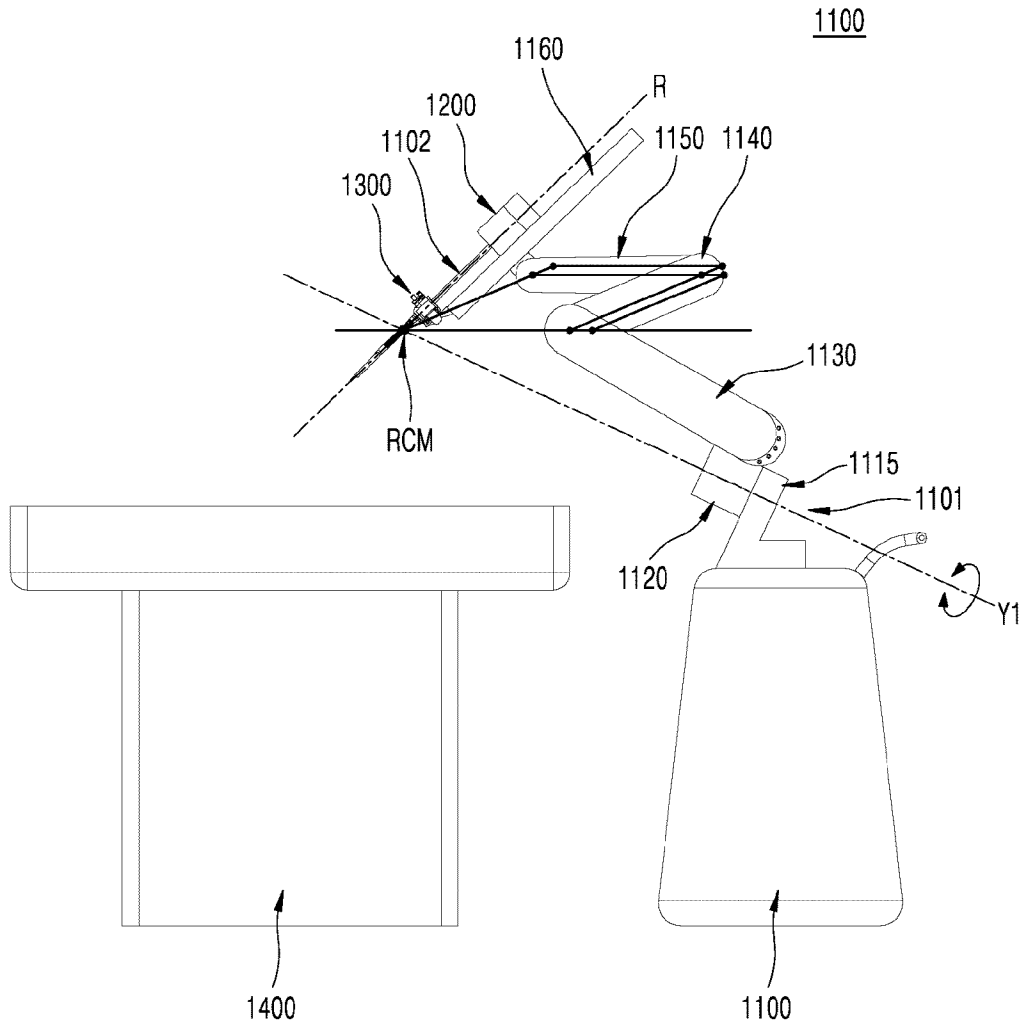
[도32]



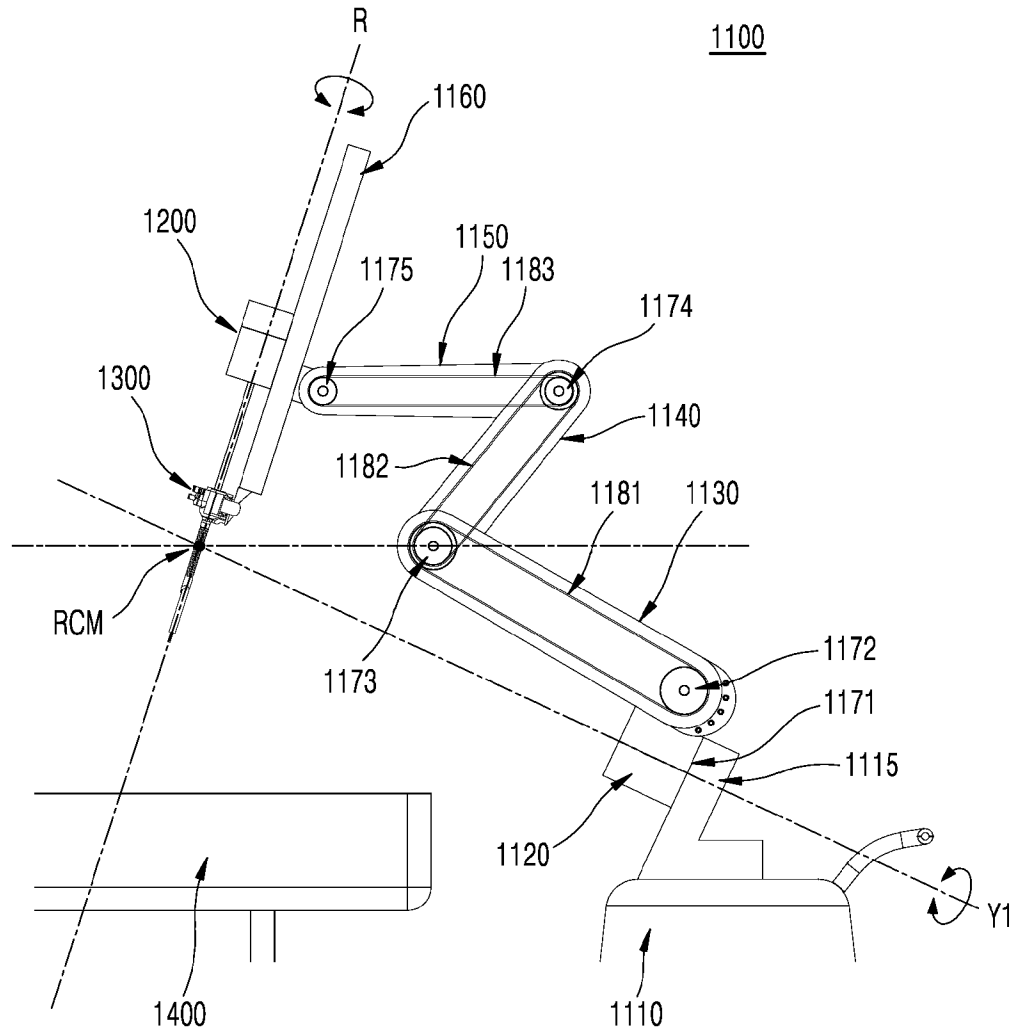
[도33]



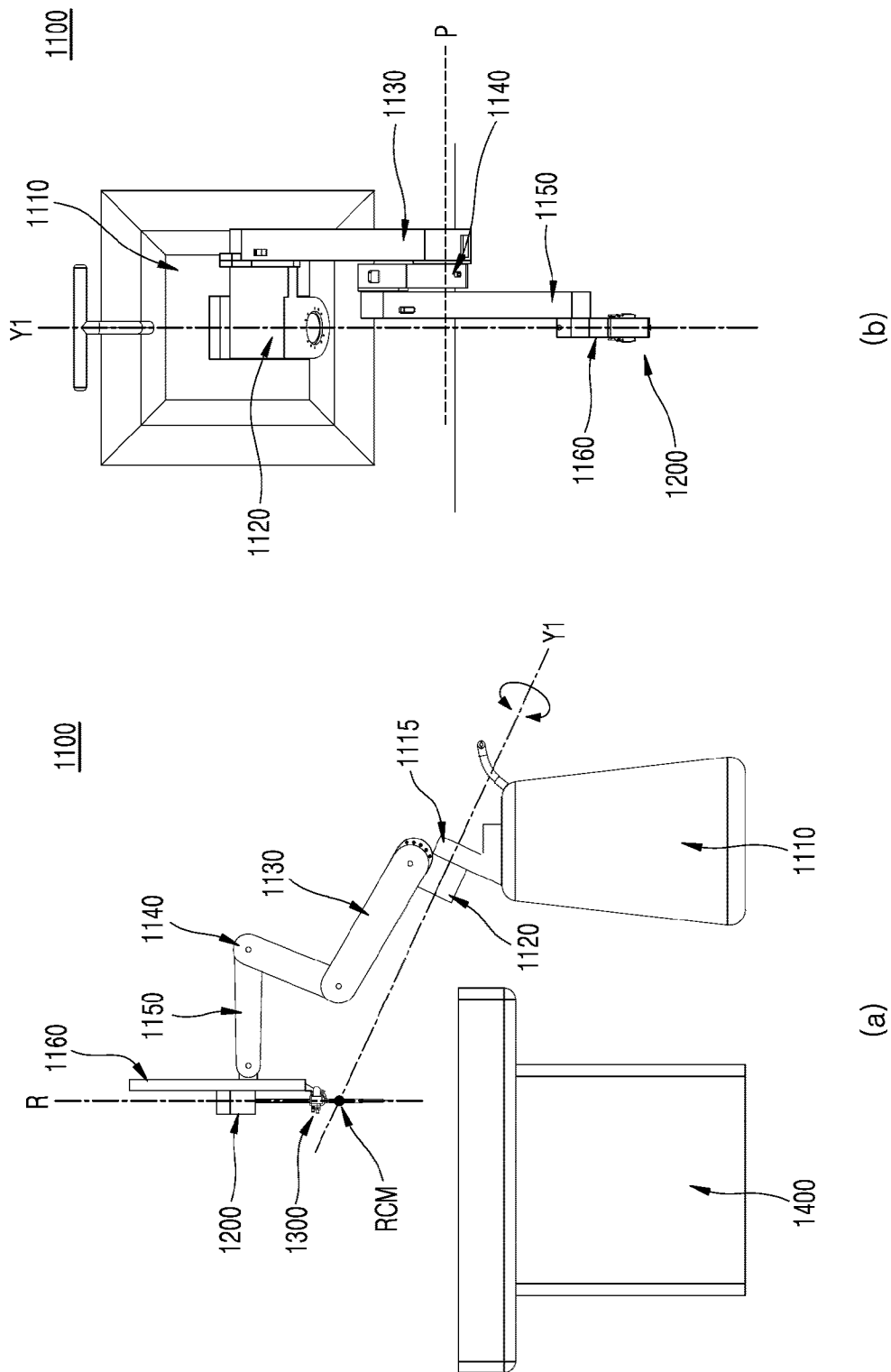
[도34]



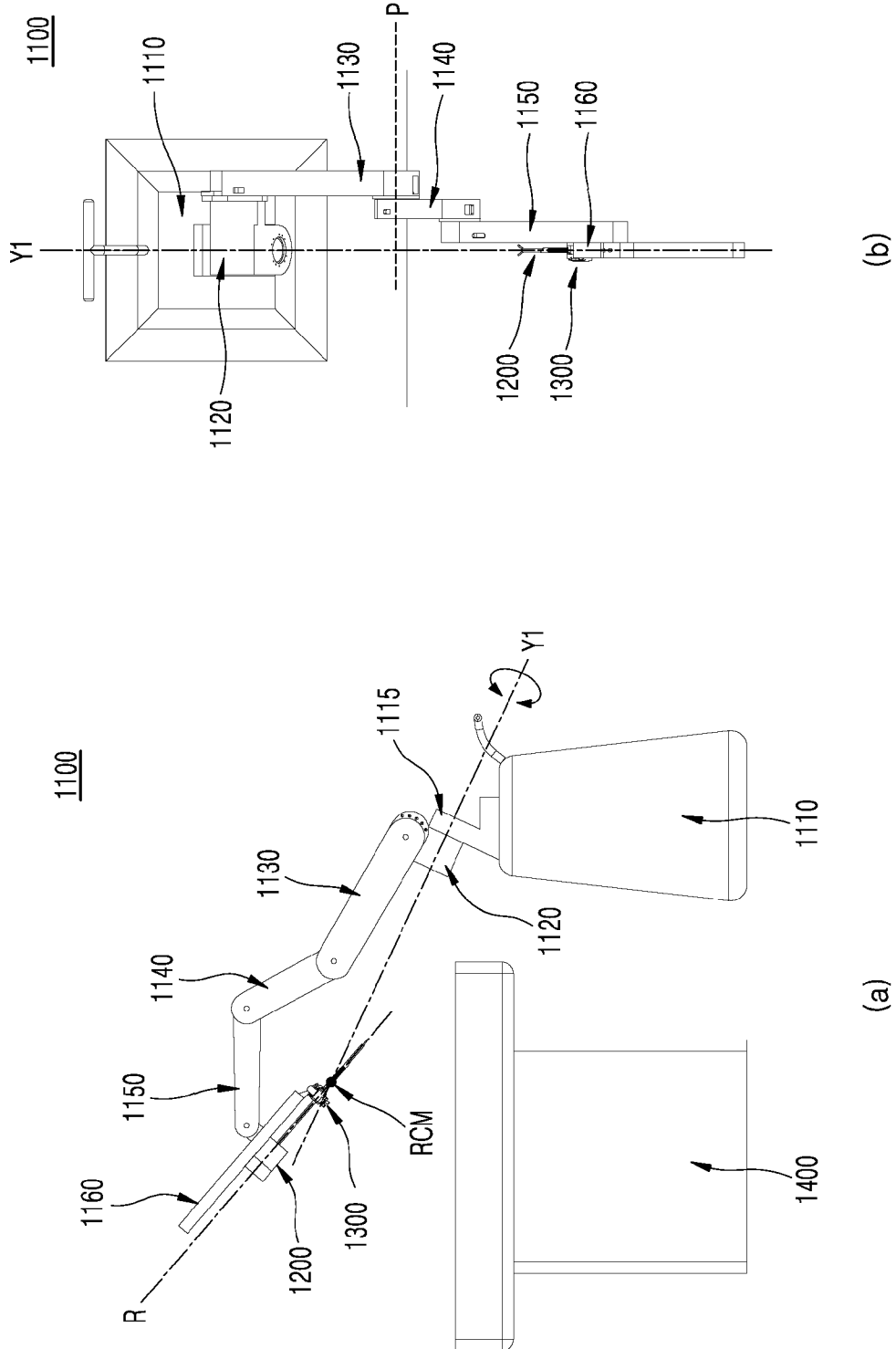
[도35]



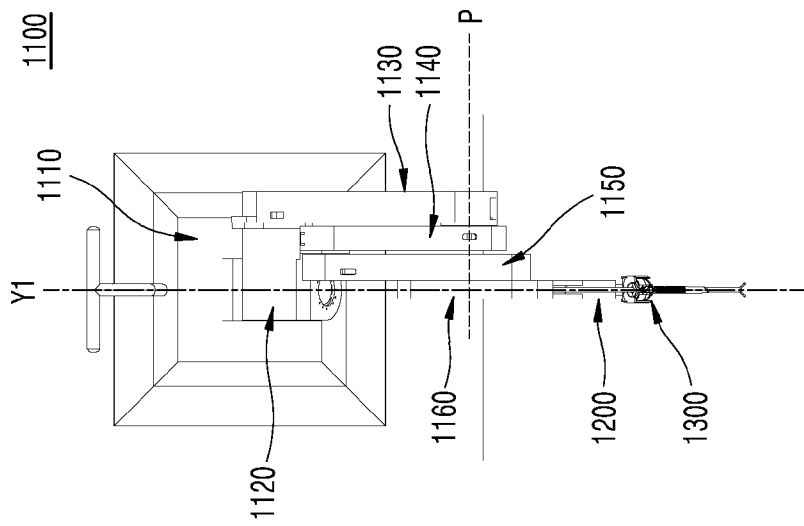
[도 36]



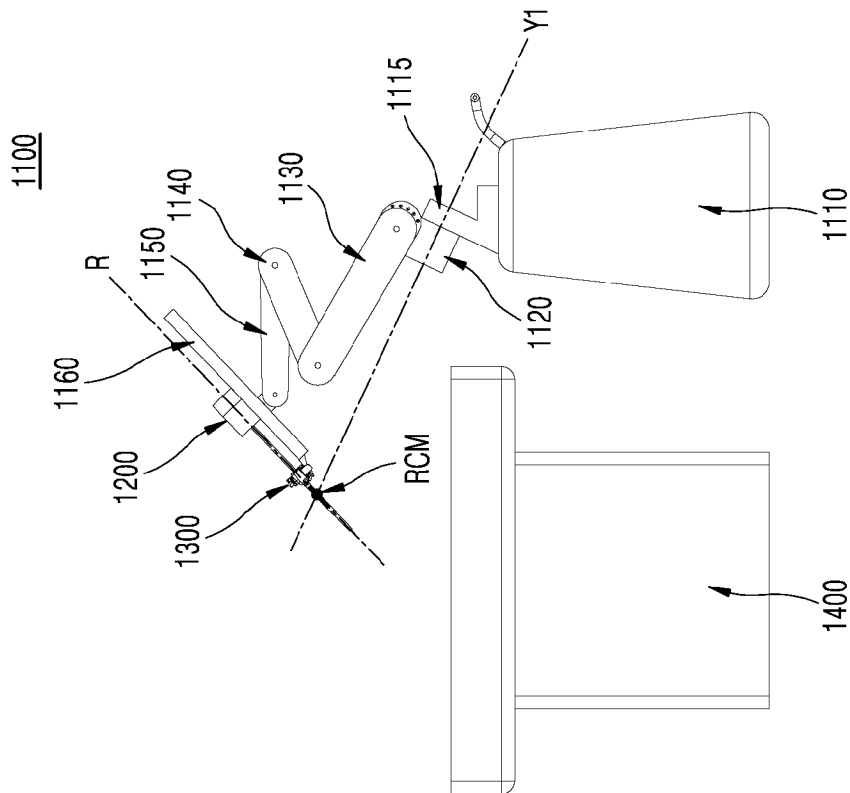
[도37]



[圖38]

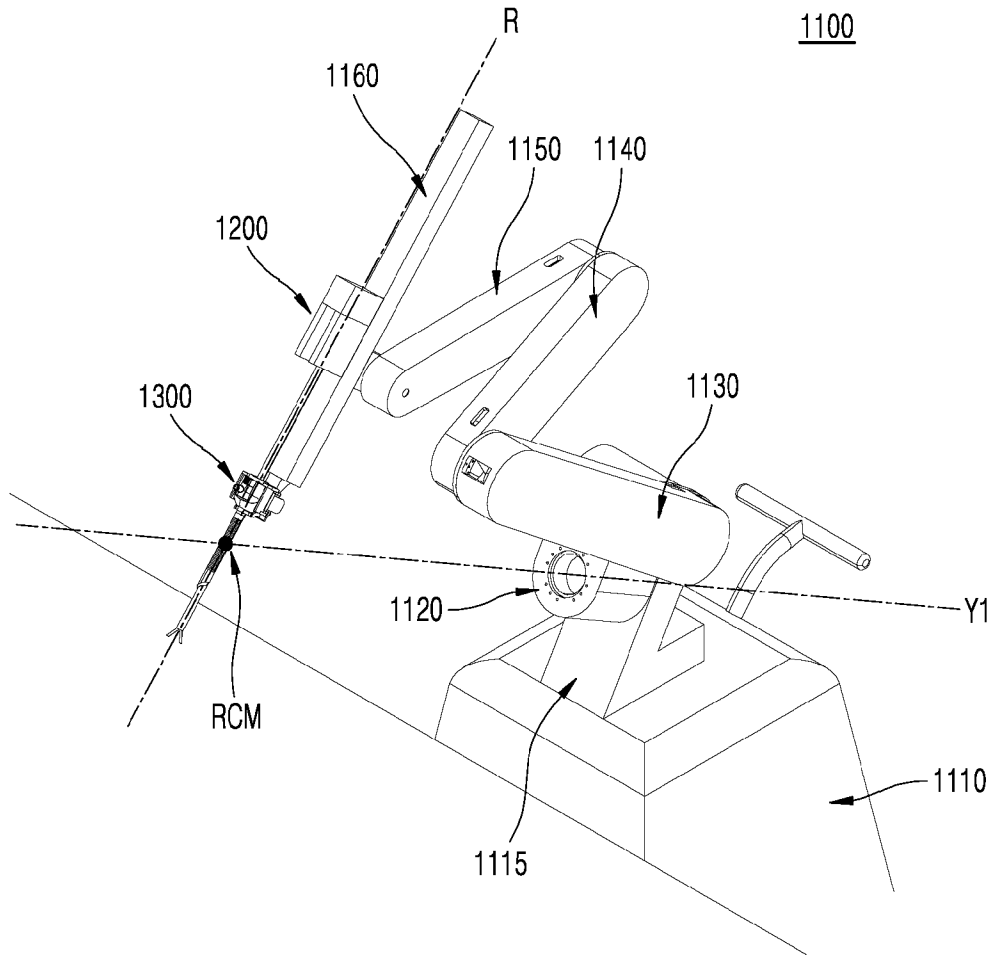


(b)

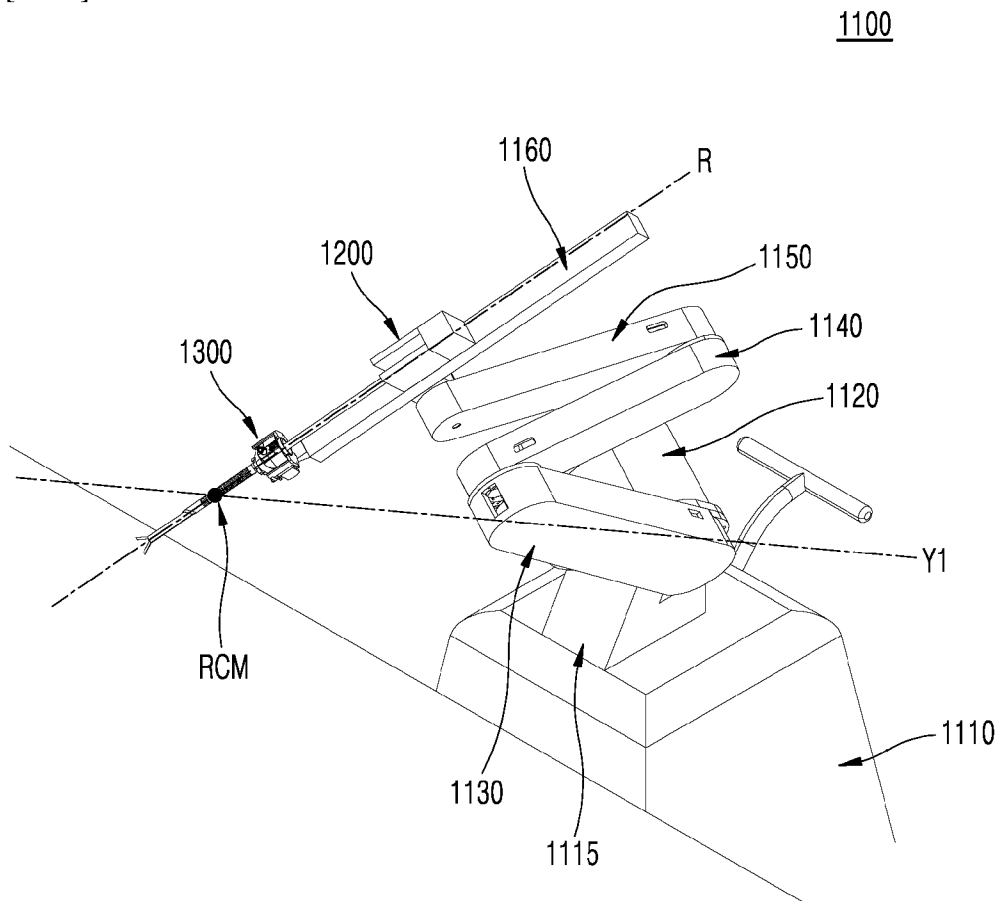


(a)

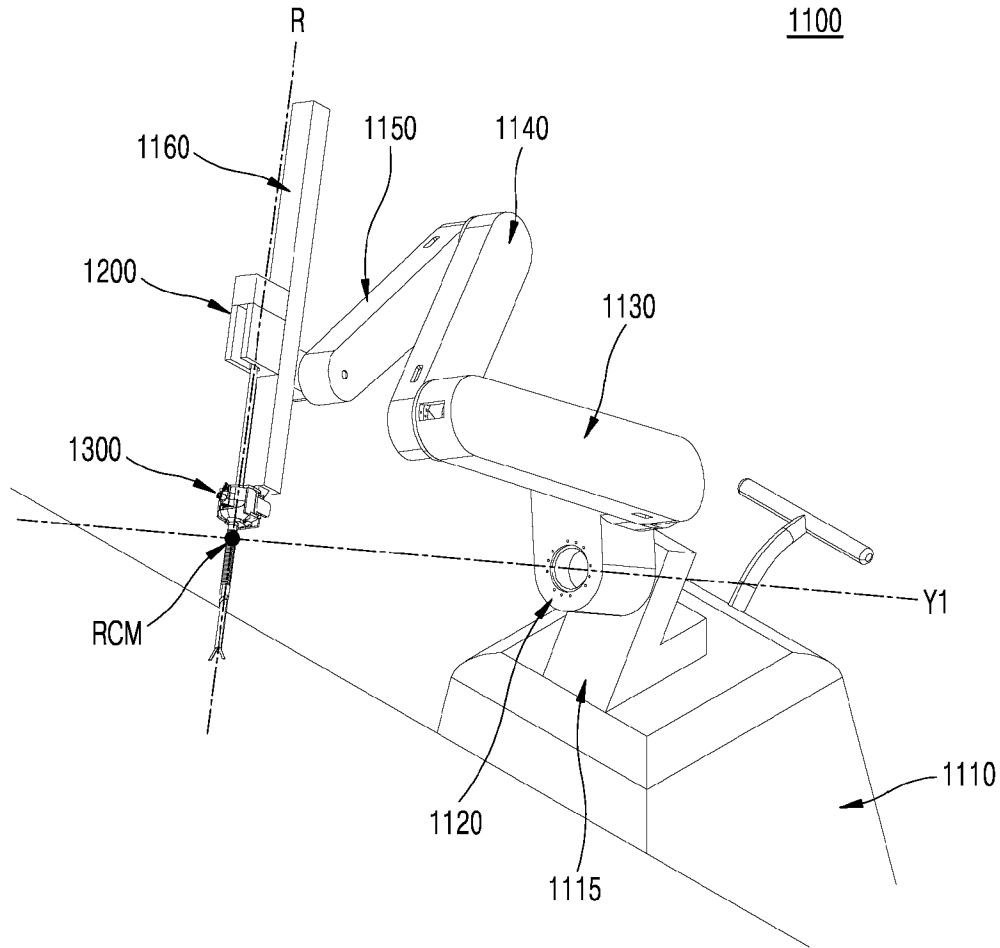
[도39]



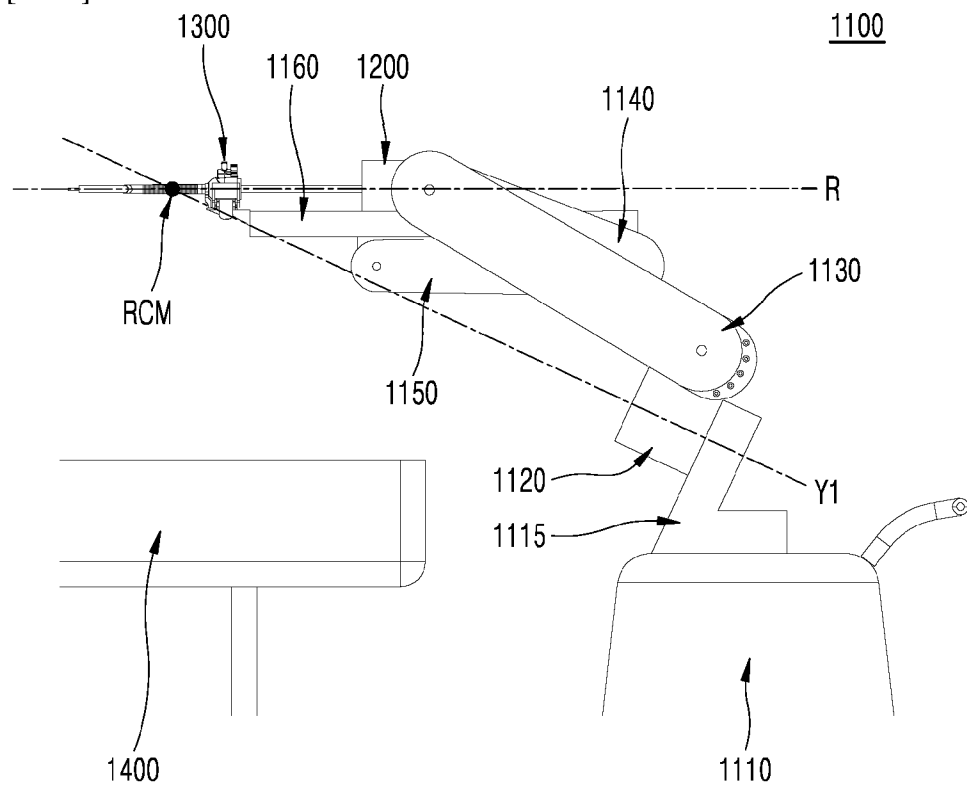
[도40]



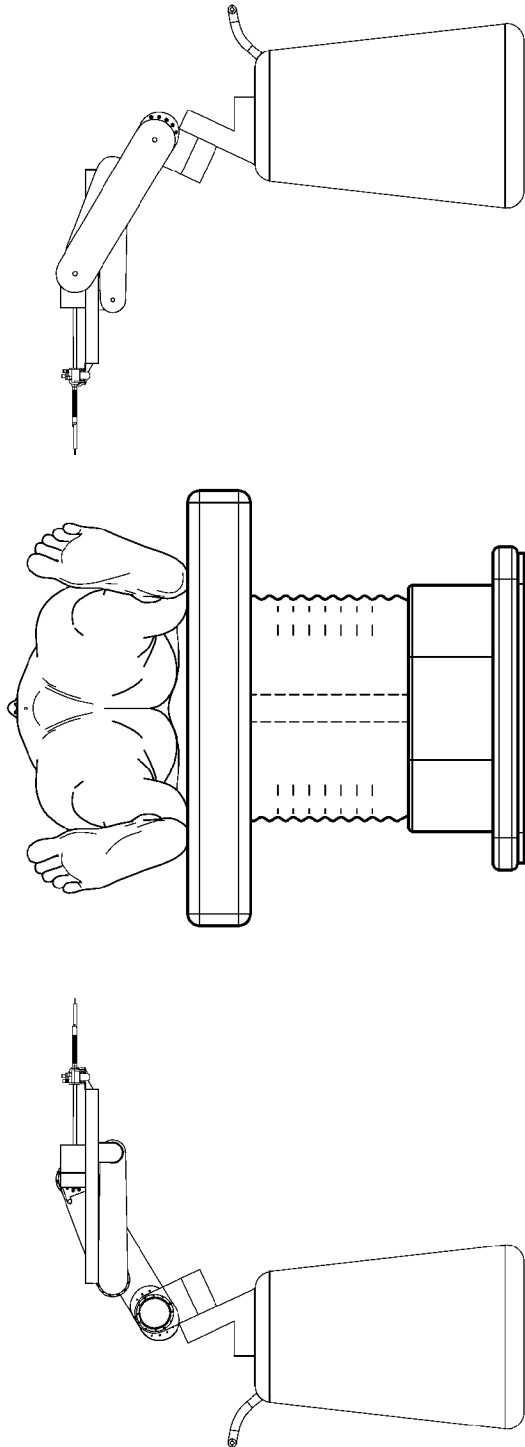
[도41]



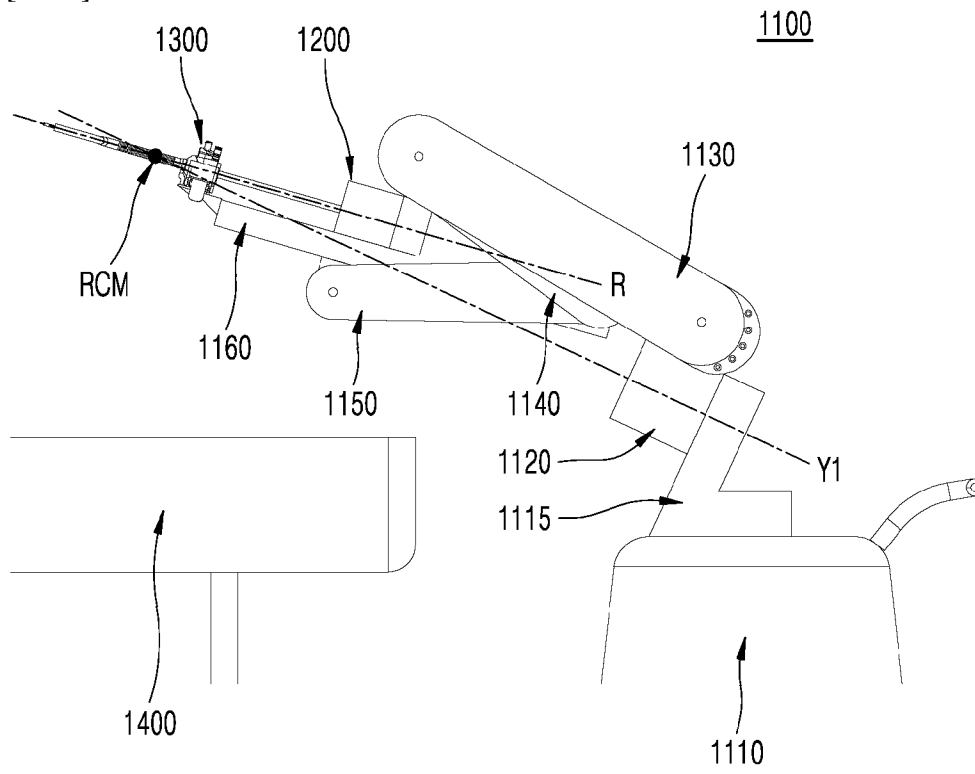
[도42]



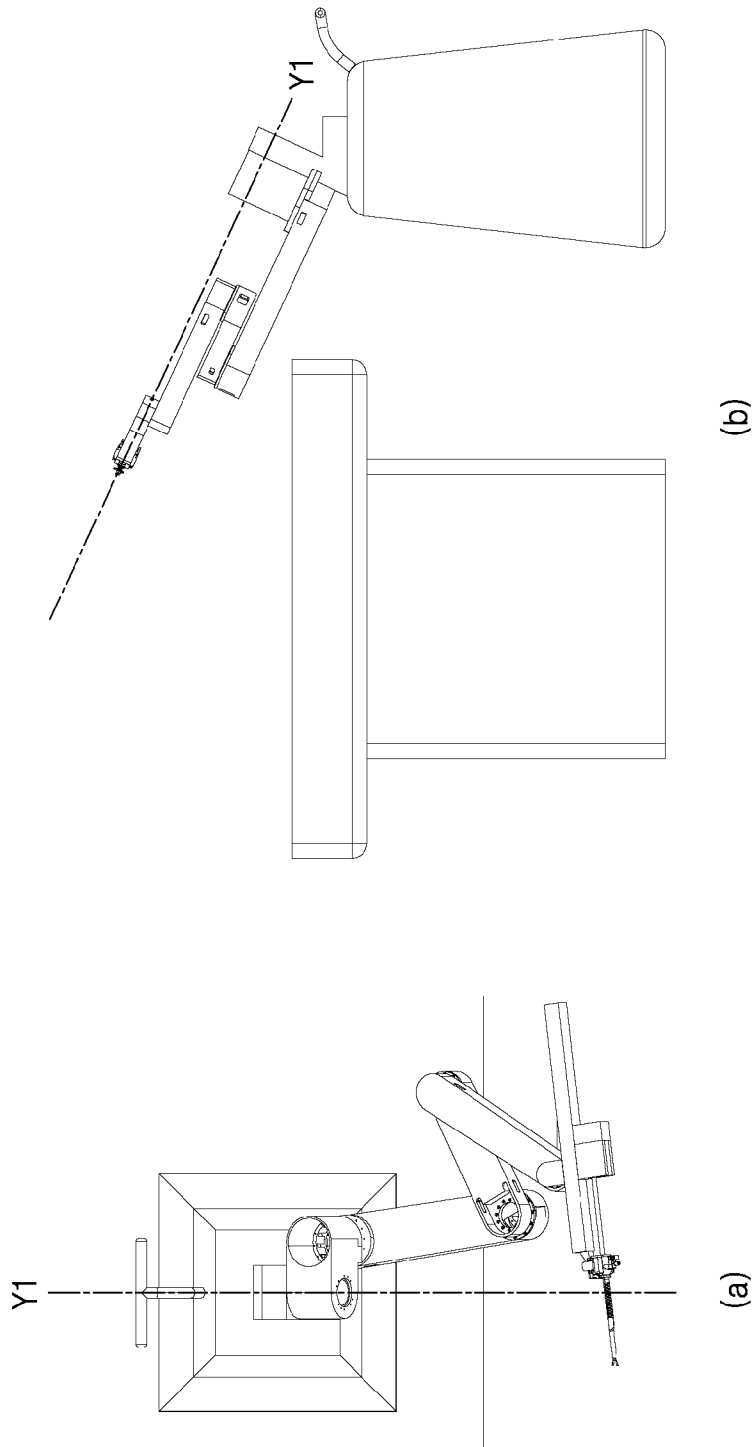
[도43]



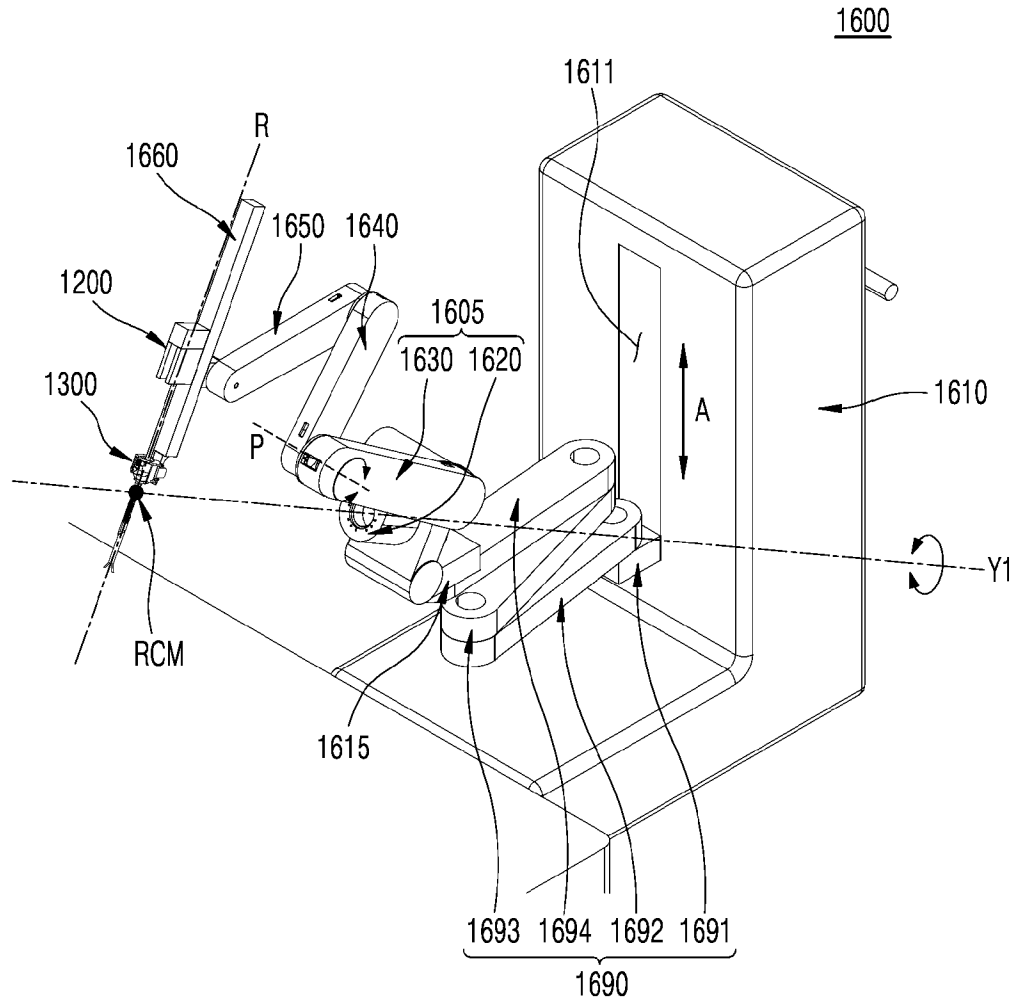
[도44]



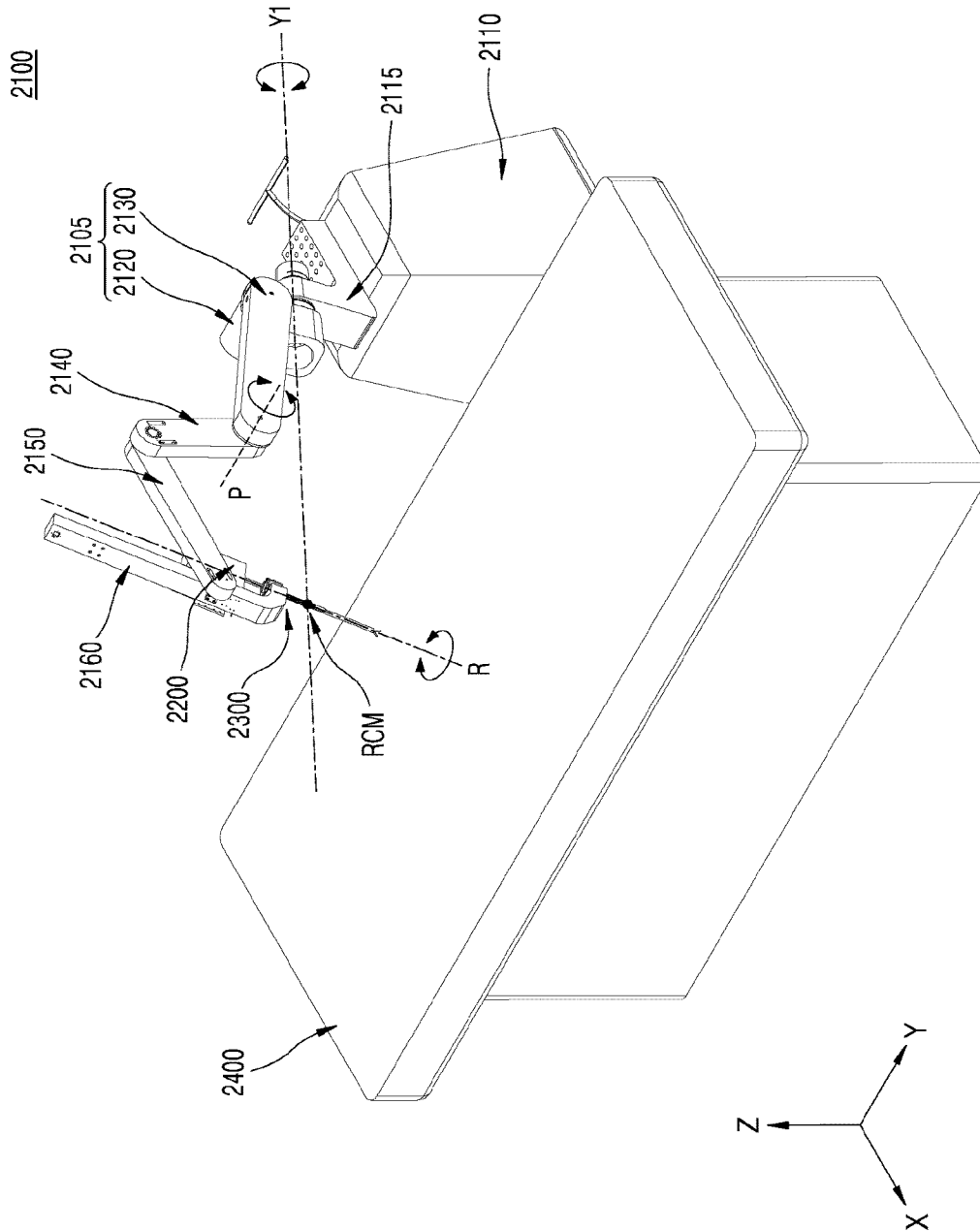
[도45]



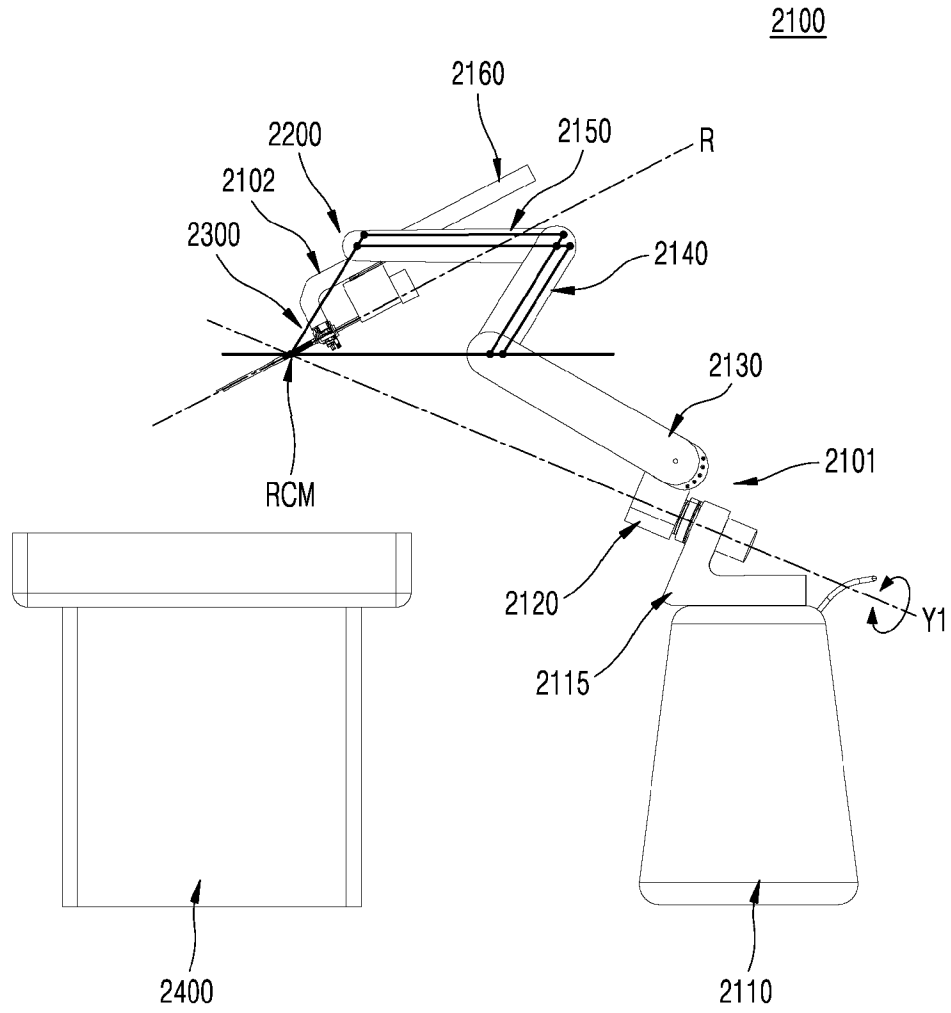
[도46]



[도48]



[도49]

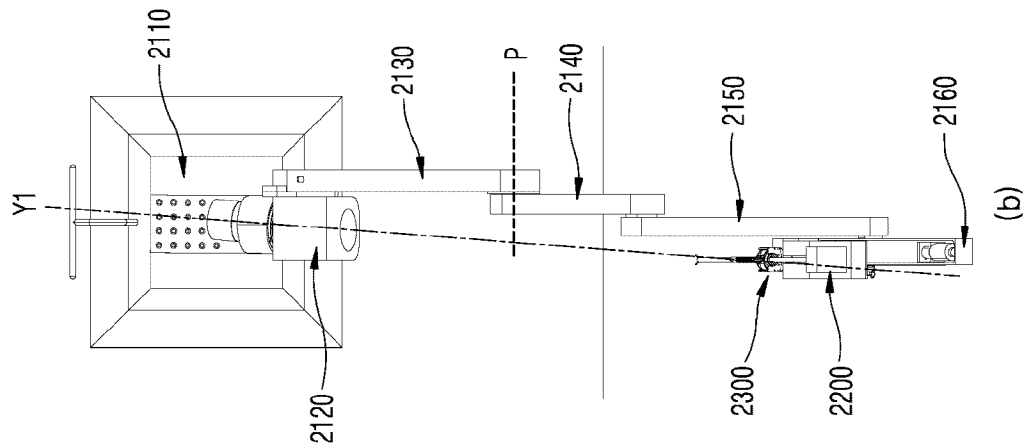


2100

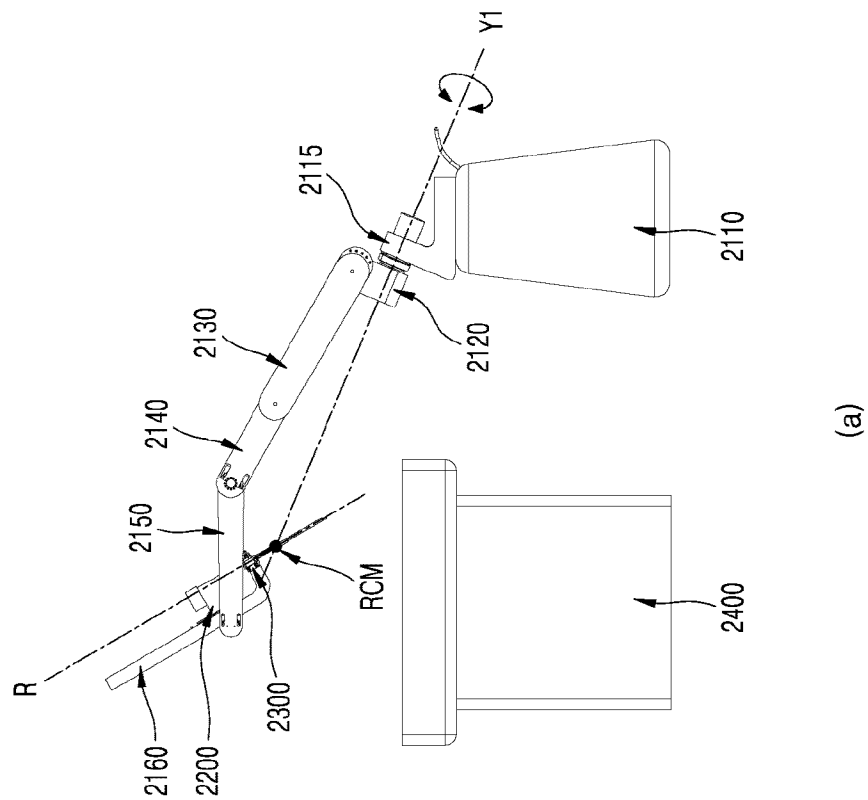


[51]

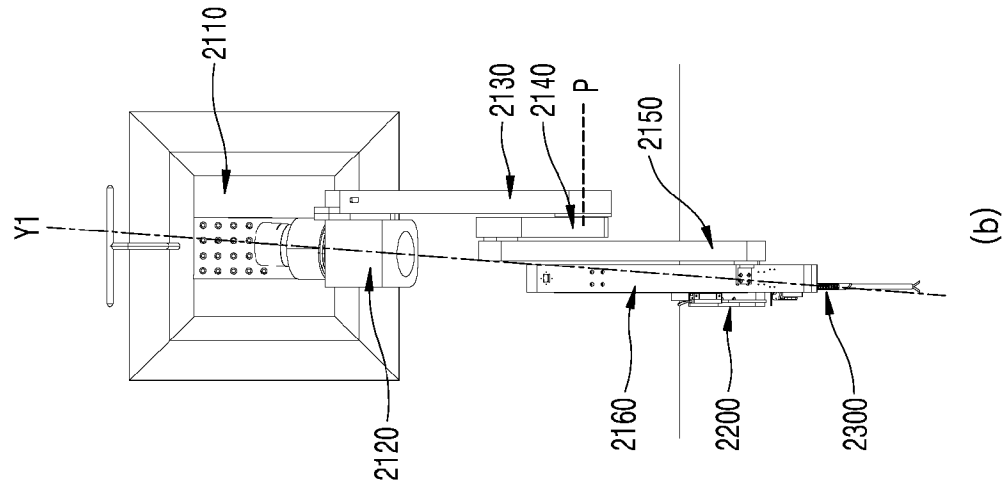
2100



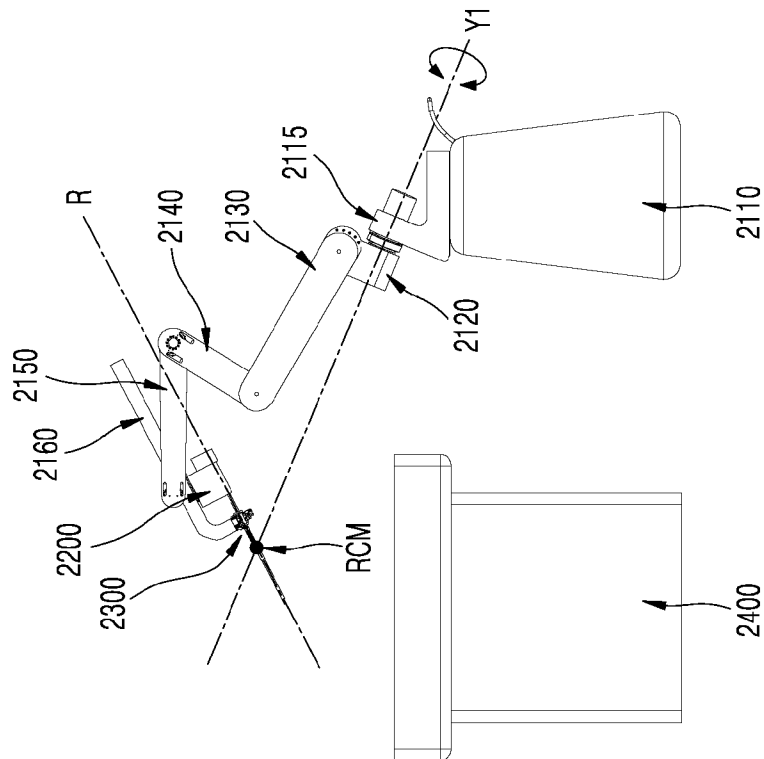
2100



[도 52]

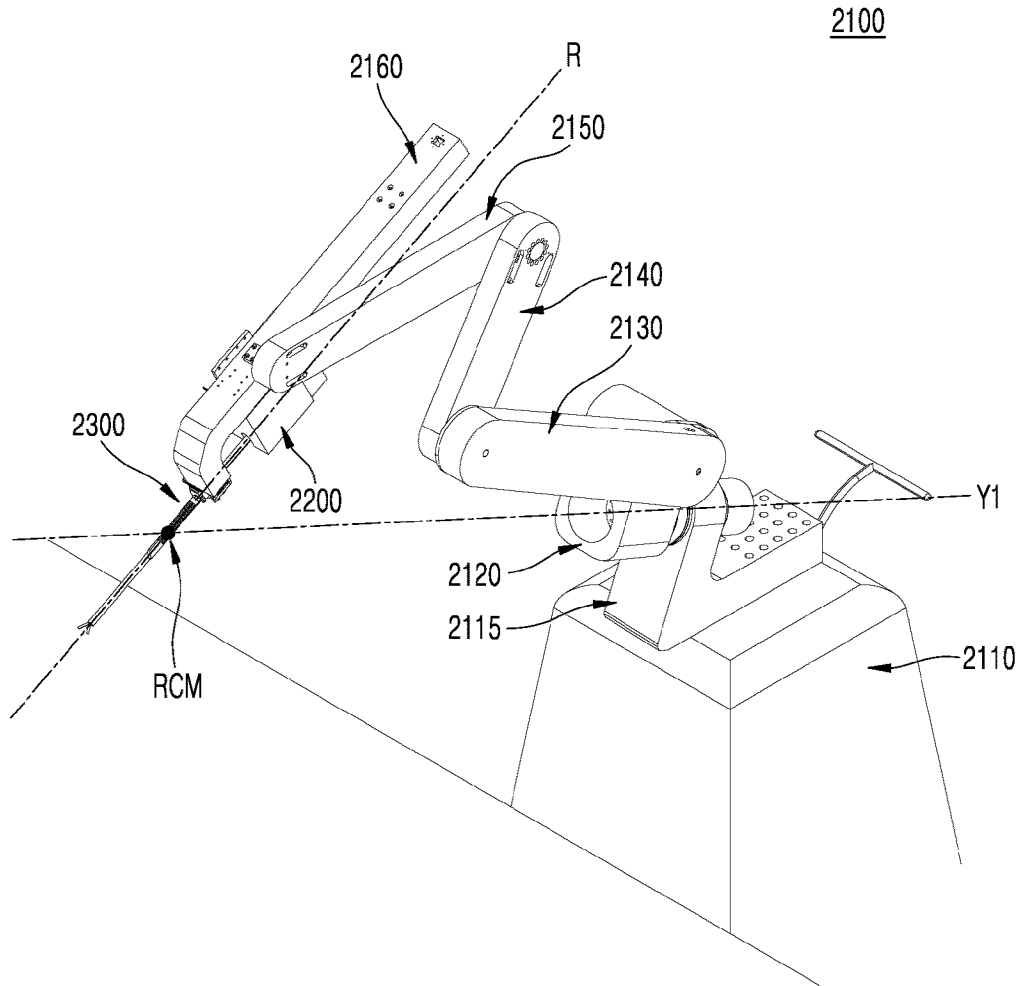
2100

(b)

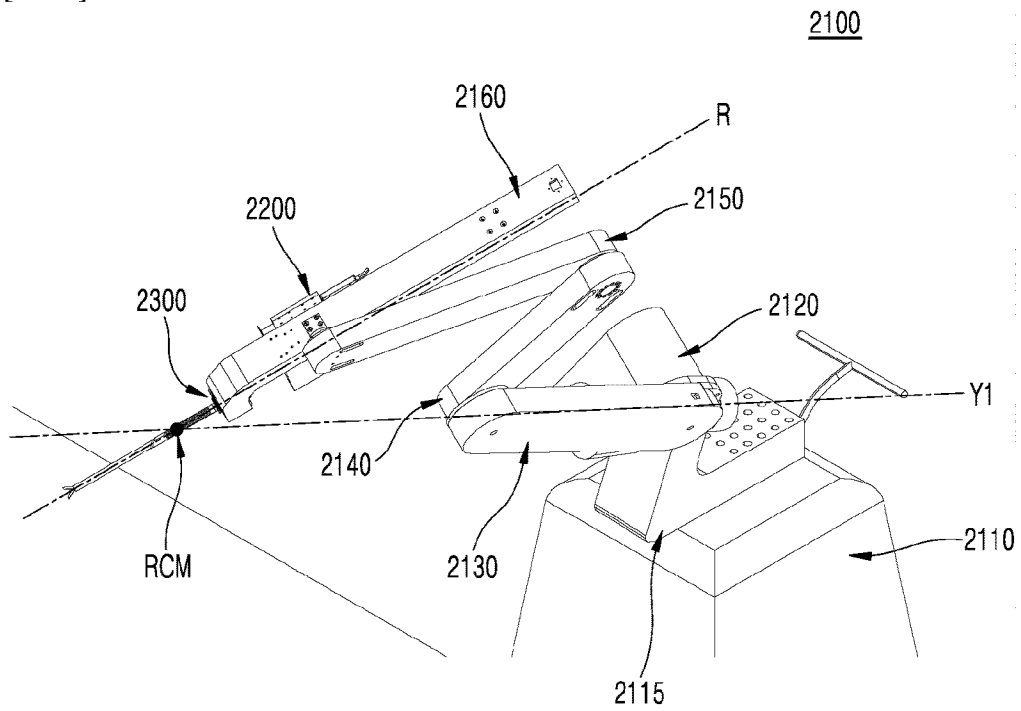
2100

(a)

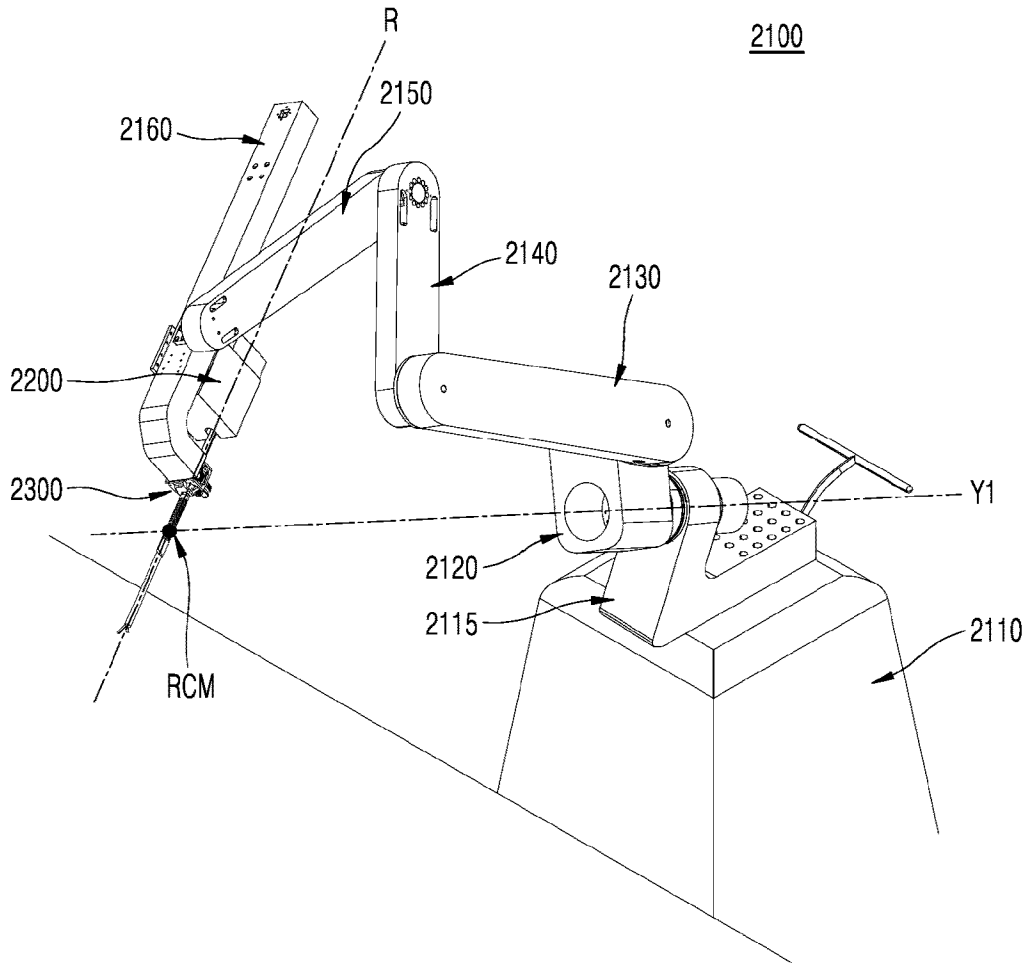
[도53]



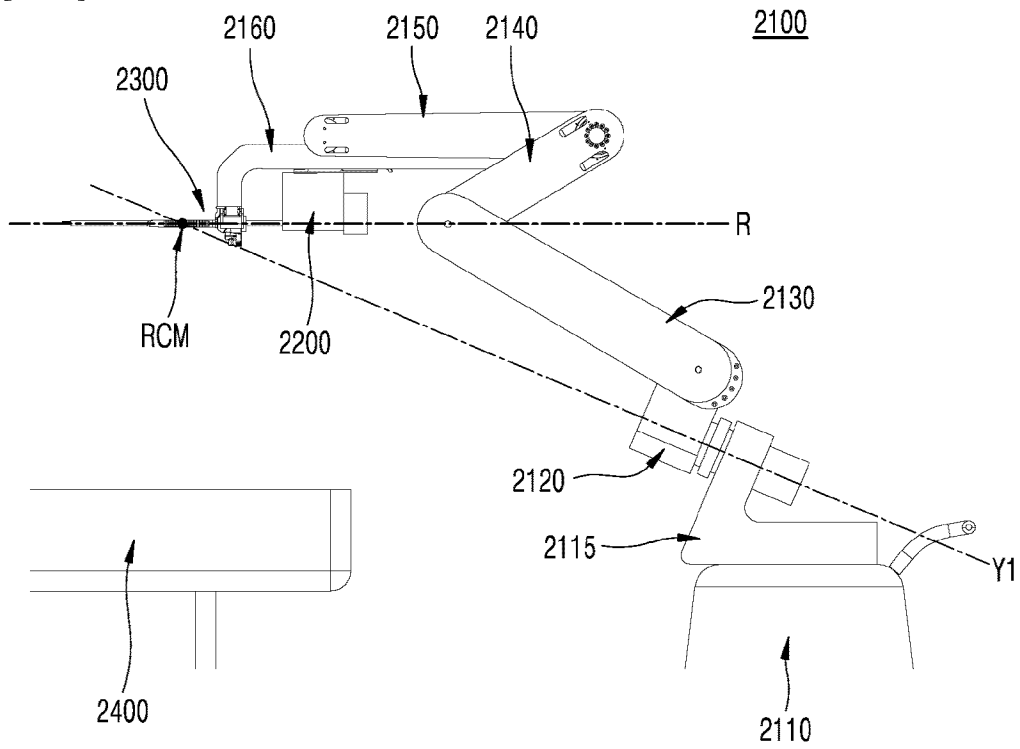
[도54]



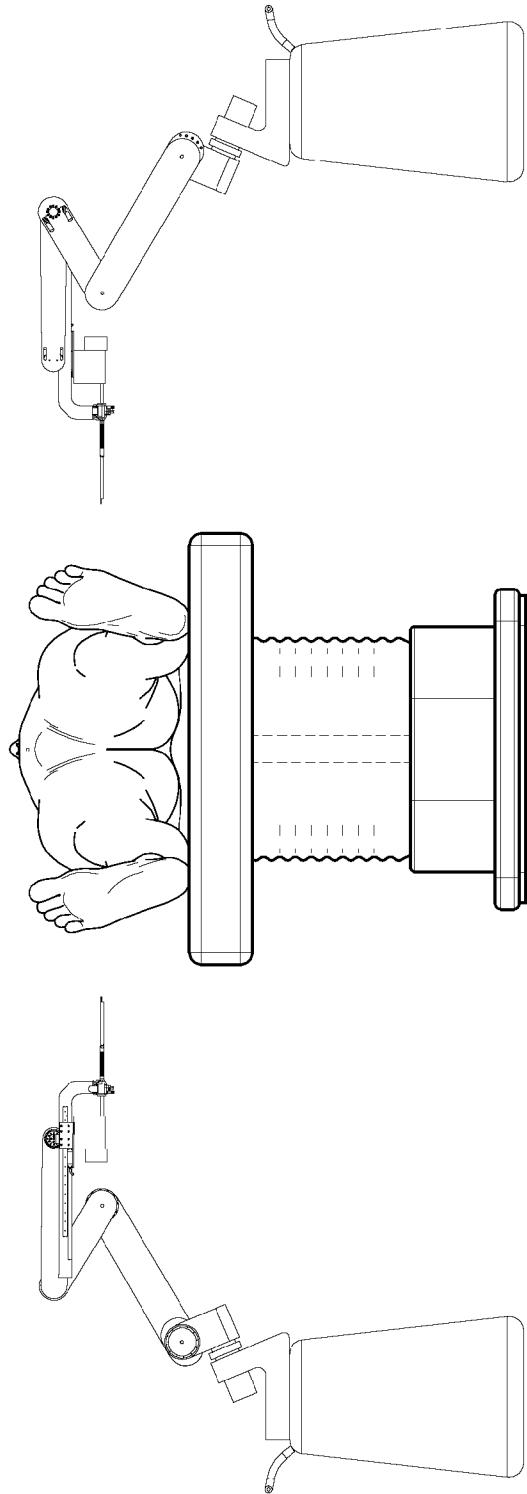
[도55]



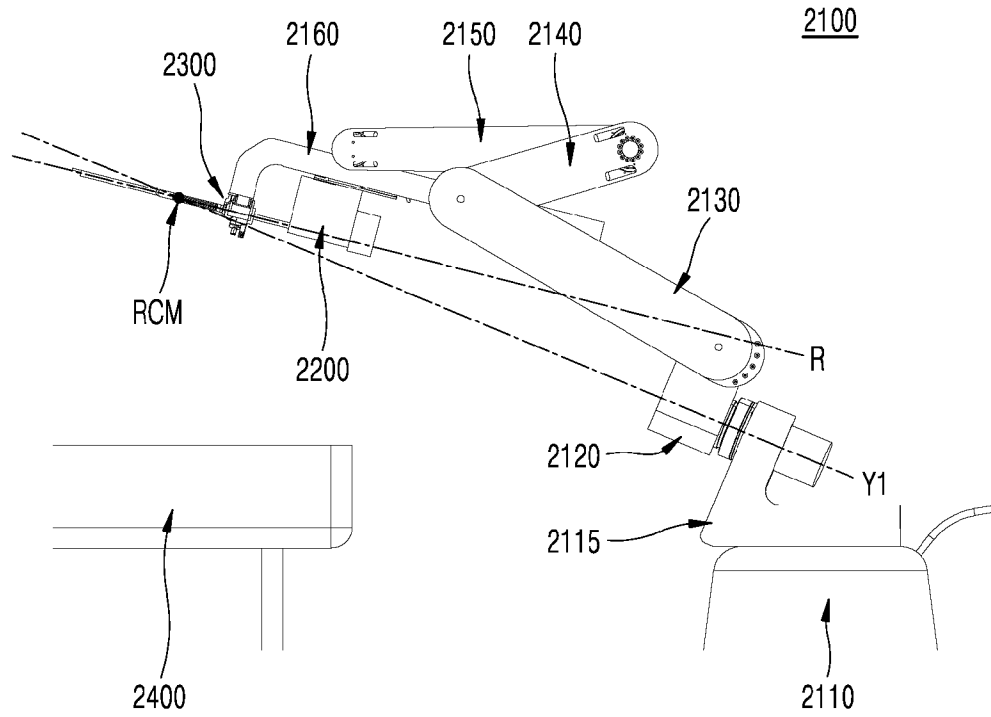
[도56]



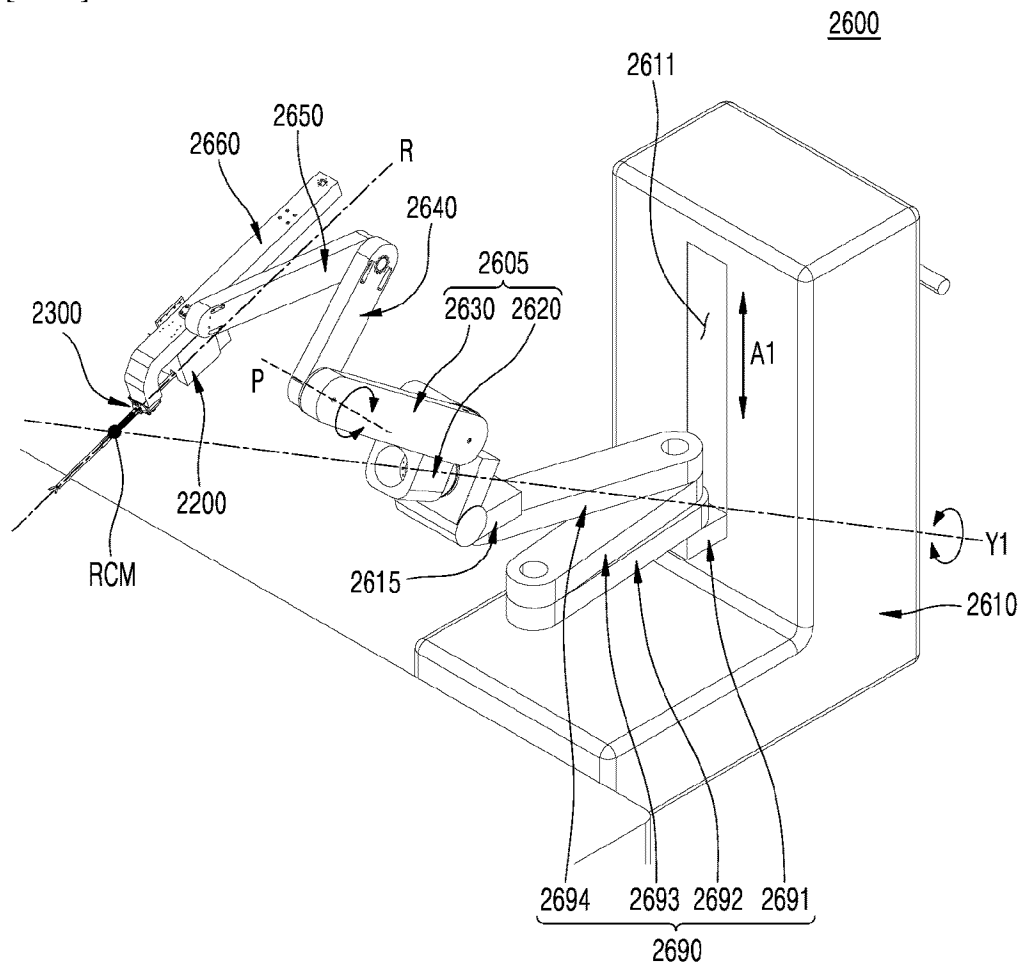
[도57]



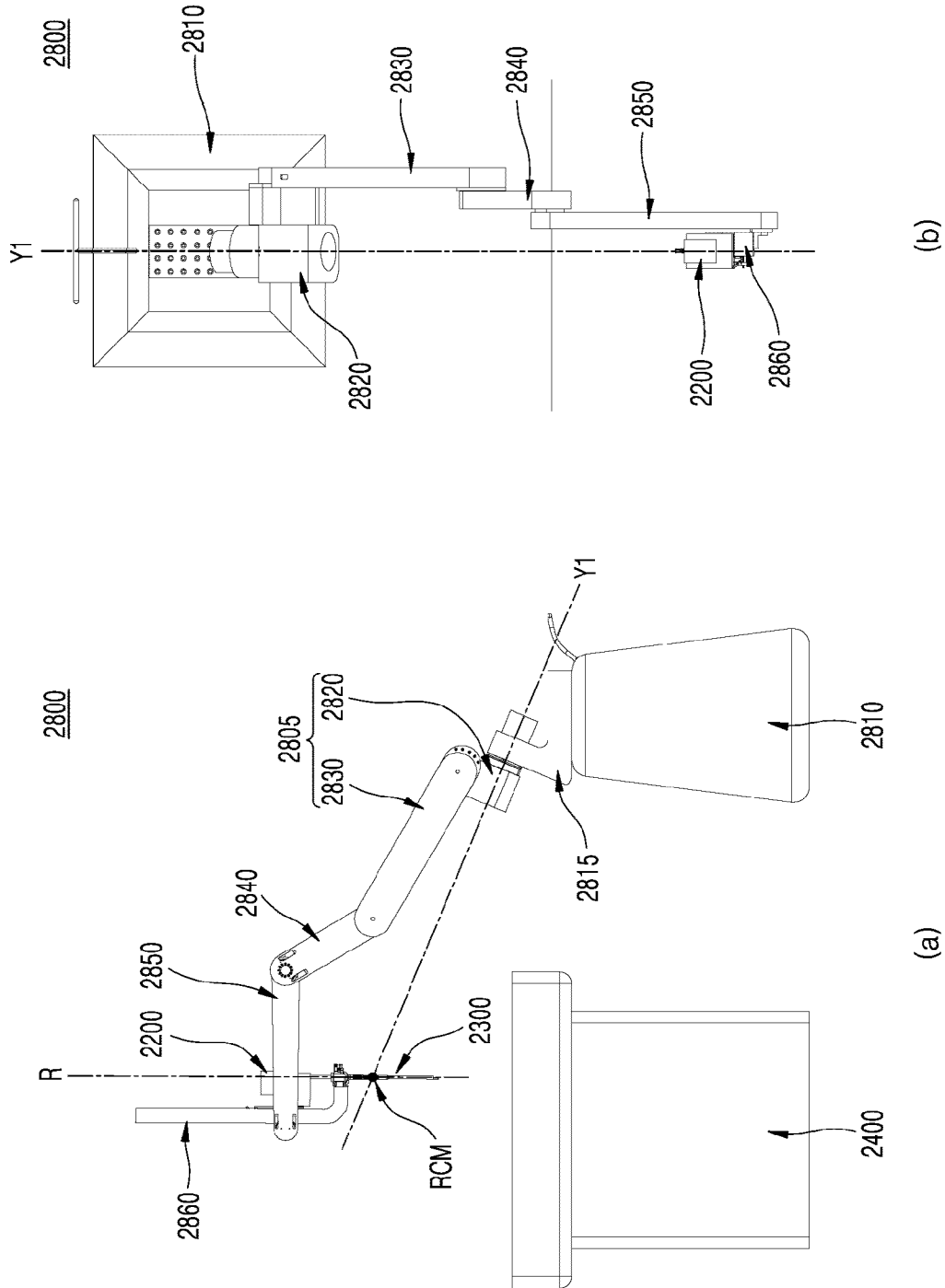
[도58]



[도59]



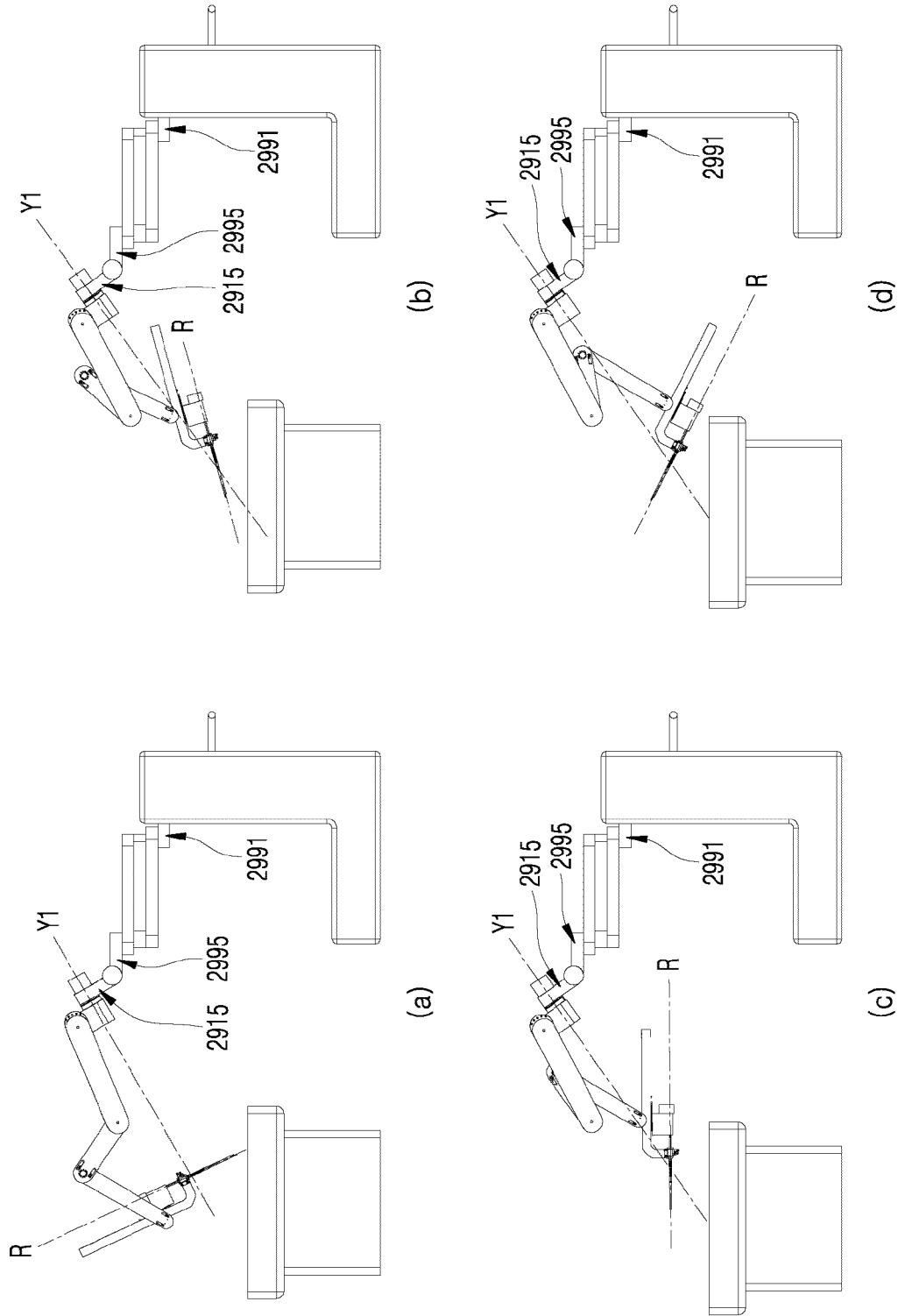
[도 61]



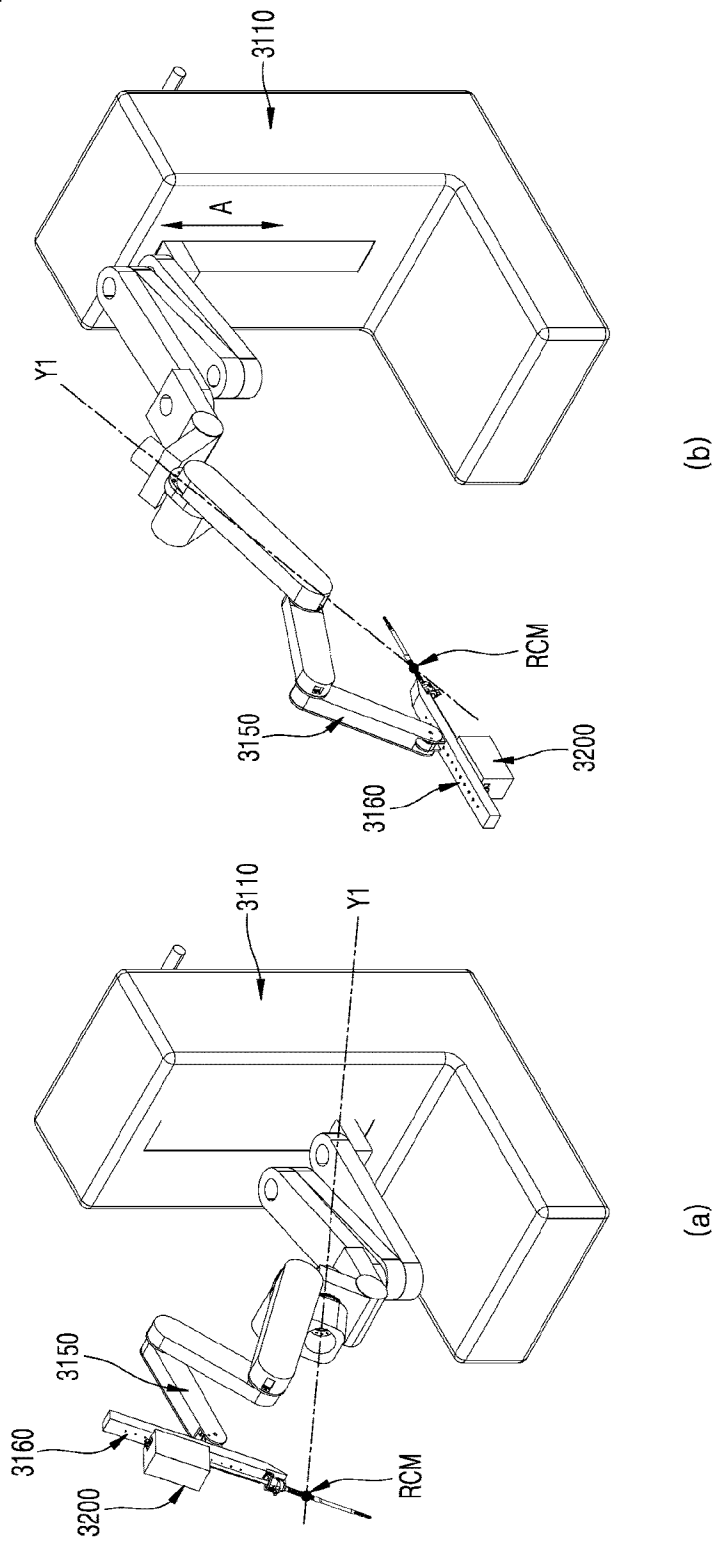
2900



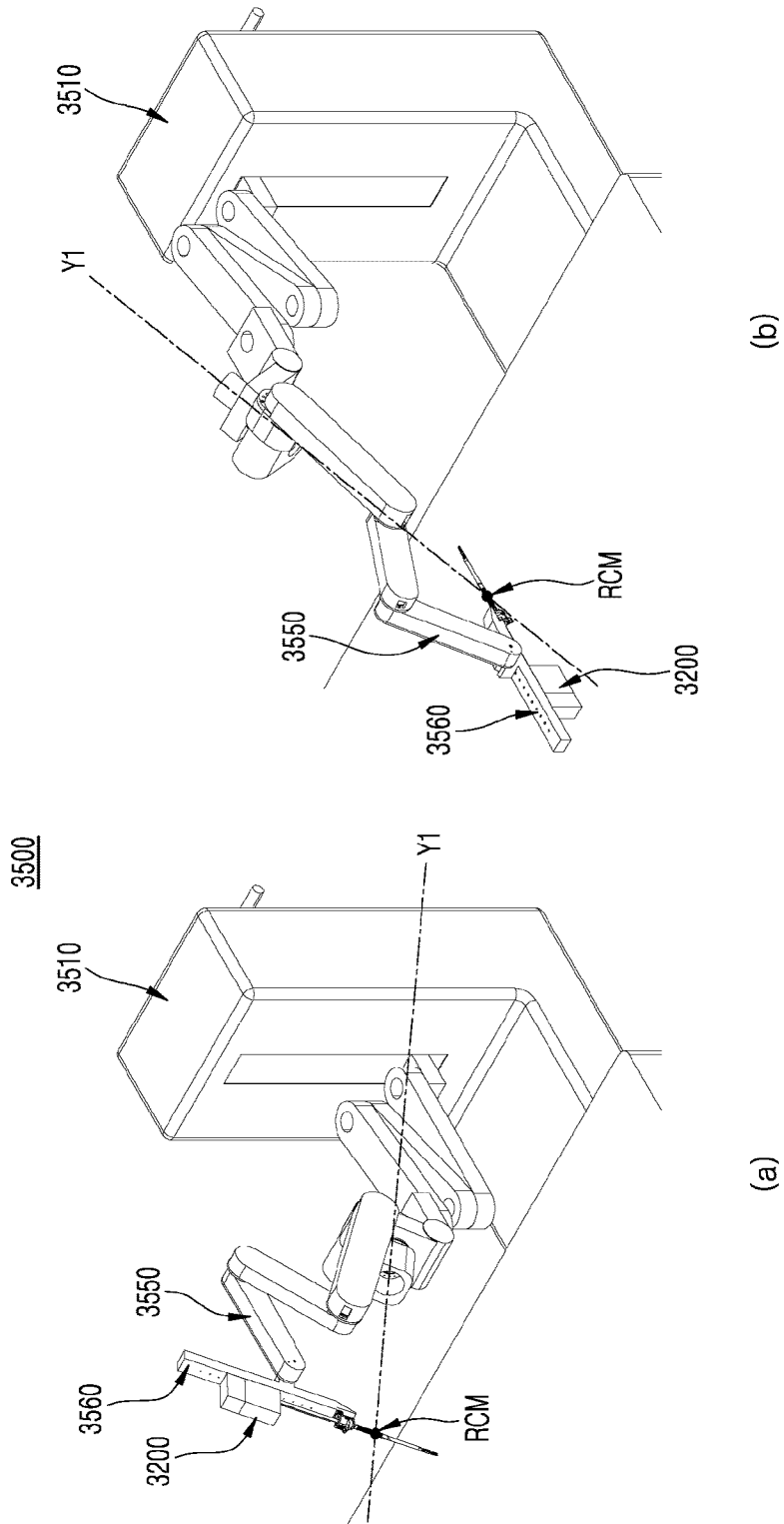
[도63]



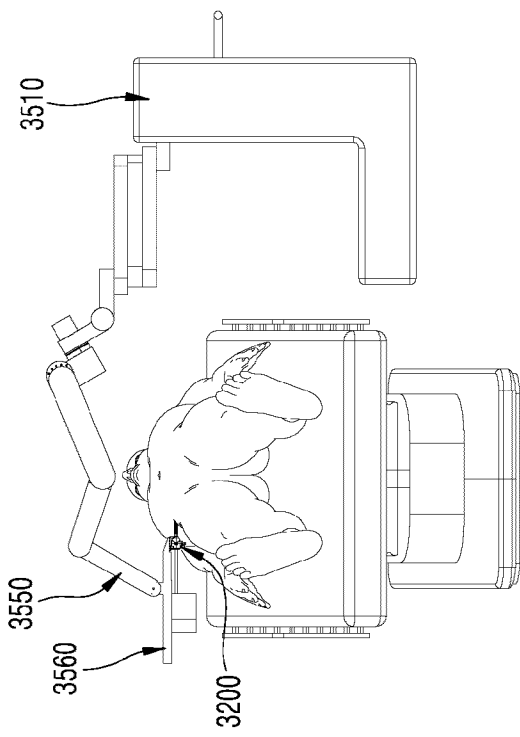
[도64]

3100

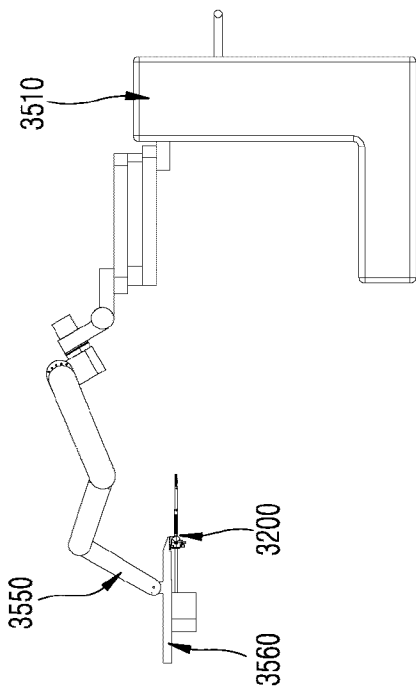
[도65]



[도66]

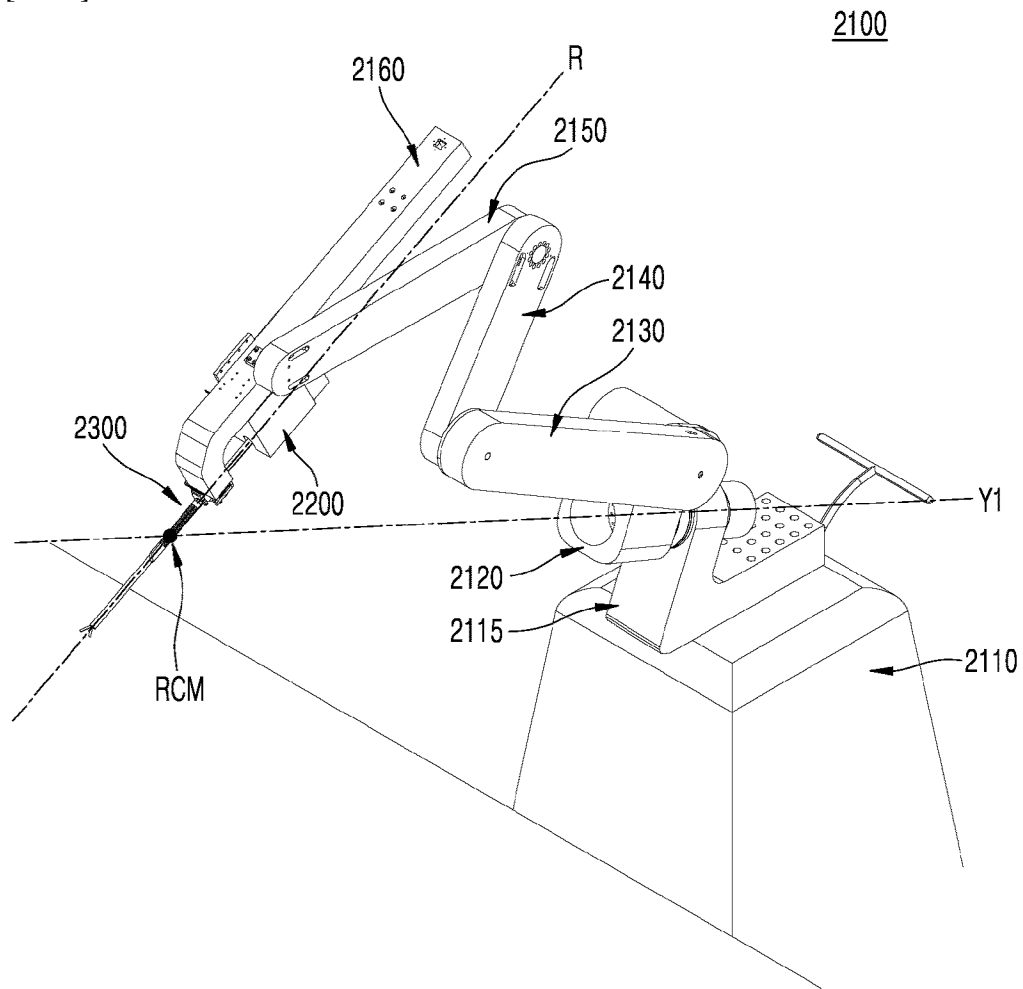
3500

(b)

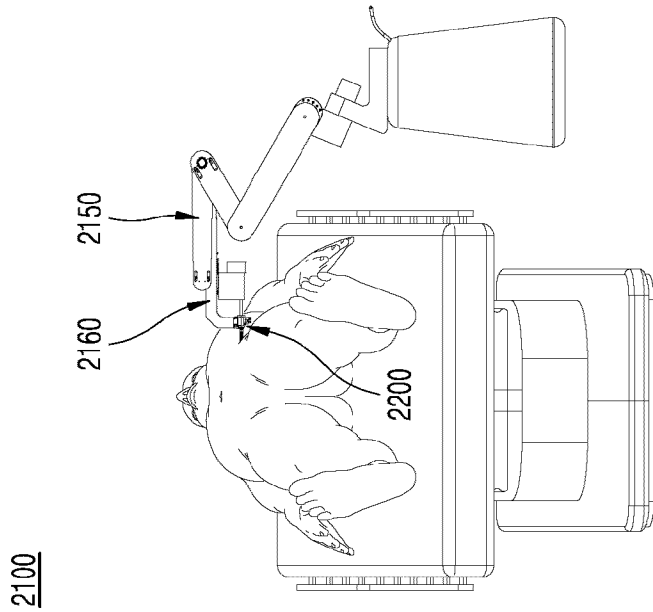
3500

(a)

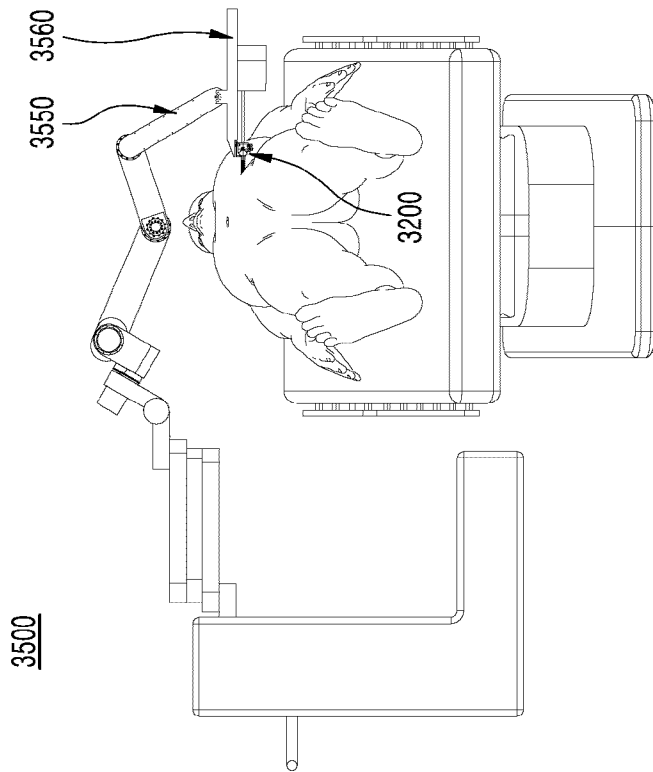
[도67]



[도68]

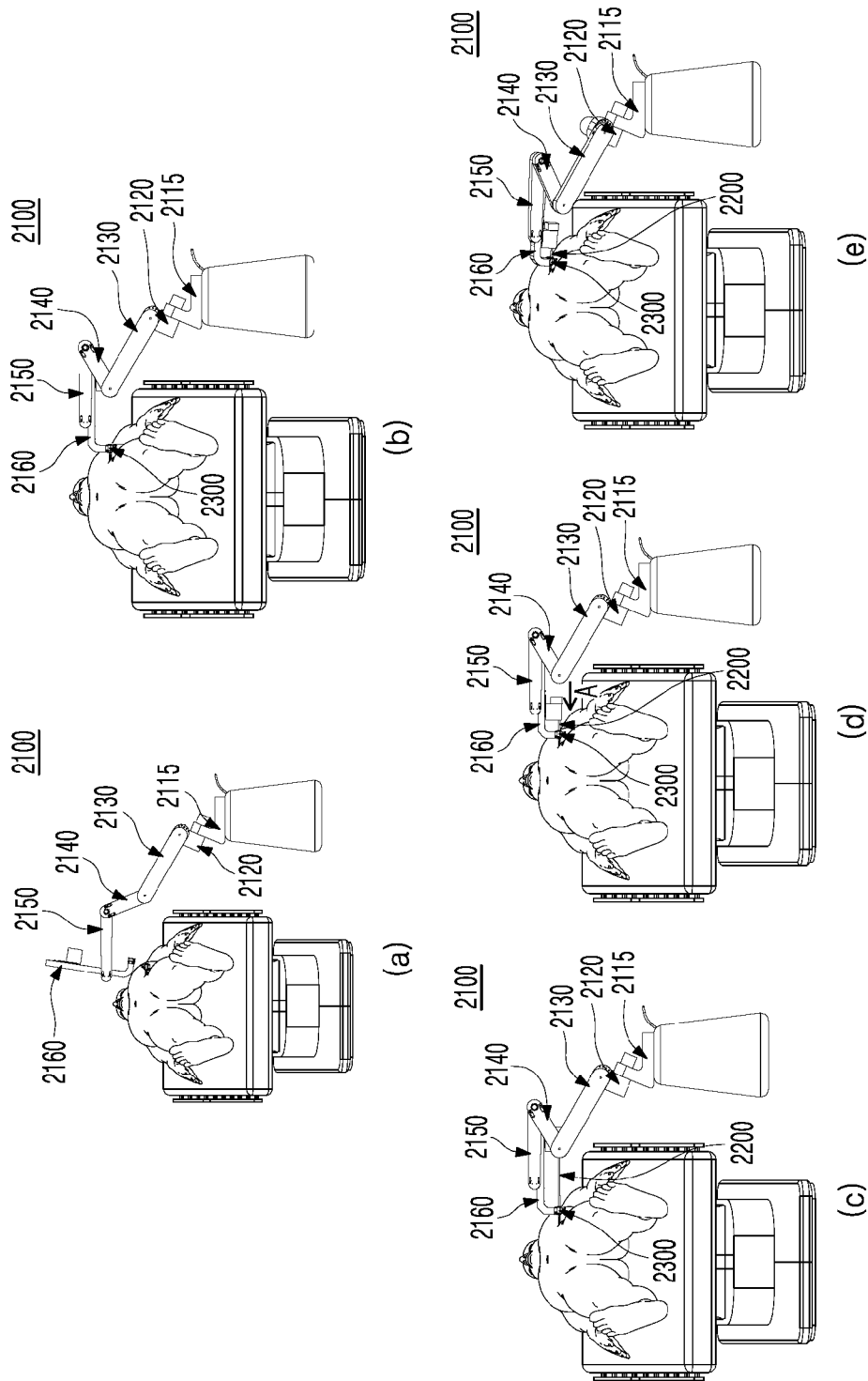


(b)



(a)

[도69]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/011624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 34/30(2016.01)i; A61B 34/00(2016.01)i; A61B 90/50(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 19/00(2006.01); A61B 90/00(2016.01); A61B 90/50(2016.01); A61N 5/10(2006.01); G01L 5/00(2006.01)

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) & keywords: 짐벌락(gimbal lock), 로봇(robot), 암(arm), 링크(link), 조인트(joint)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2186365 B1 (INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS, INC.) 03 December 2020 (2020-12-03) See paragraphs [0030]-[0043]; claims 1-21; and figures 1a-5.	1-36
A	WO 2020-120901 A1 (QUANTUM SURGICAL) 18 June 2020 (2020-06-18) See entire document.	1-36
A	CN 109998685 A (QILU HOSPITAL SHANDONG UNIVERSITY) 12 July 2019 (2019-07-12) See entire document.	1-36
A	KR 10-2017-0091588 A (AURIS SURGICAL ROBOTICS, INC.) 09 August 2017 (2017-08-09) See entire document.	1-36
A	US 8126114 B2 (NAYLOR, M. P. et al.) 28 February 2012 (2012-02-28) See entire document.	1-36

☒ 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

17 November 2022

Date of mailing of the international search report

18 November 2022

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

International application No.

PCT/KR2022/011624

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2537483 B1 (INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS, INC.) 22 August 2018 (2018-08-22) See entire document.	1-36

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/011624

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: **37-54**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
Claims 37-54 pertain to a method for treatment of the human body (PCT Article 17(2)(a)(i) and PCT Rule 39.1(iv)).
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2186365	B1	03 December 2020	AT	155059	T	15 July 1997
				AT	215430	T	15 April 2002
				AT	238140	T	15 May 2003
				AT	305639	T	15 October 2005
				AT	310264	T	15 December 2005
				AT	365953	T	15 July 2007
				AT	439808	T	15 September 2009
				AT	446721	T	15 November 2009
				AT	449576	T	15 December 2009
				AT	460127	T	15 March 2010
				AT	464852	T	15 May 2010
				AT	495703	T	15 February 2011
				AT	500793	T	15 March 2011
				AT	521923	T	15 September 2011
				AT	523157	T	15 September 2011
				AT	544414	T	15 February 2012
				AT	547059	T	15 March 2012
				AT	547060	T	15 March 2012
				BR	112012028374	A2	21 March 2017
				BR	112012028375	A2	21 March 2017
				BR	112012028375	B1	12 January 2021
				BR	112012028465	A2	19 July 2016
				BR	112012028465	B1	07 April 2020
				BR	112012029169	A2	18 July 2017
				BR	112012029169	B1	05 May 2020
				CA	2128606	A1	22 July 1993
				CA	2128606	C	22 July 2008
				CA	2189775	A1	16 November 1995
				CA	2189775	C	11 July 2000
				CA	2255692	A1	27 November 1997
				CA	2255692	C	09 December 2003
				CA	2255934	A1	27 November 1997
				CA	2255934	C	13 September 2005
				CA	2273939	A1	18 June 1998
				CA	2273939	C	11 April 2006
				CA	2498922	A1	27 November 1997
				CA	2498922	C	11 April 2006
				CA	2632123	A1	22 July 1993
				CA	2632123	C	23 March 2010
				CN	101027010	A	29 August 2007
				CN	101027010	B	07 September 2011
				CN	101222882	A	16 July 2008
				CN	101222882	B	27 March 2013
				CN	101227870	A	23 July 2008
				CN	101227870	B	08 August 2012
				CN	101242788	A	13 August 2008
				CN	101242788	B	13 April 2011
				CN	101242789	A	13 August 2008
				CN	101242789	B	19 October 2011
				CN	101321606	A	10 December 2008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		CN 101321606 B	17 April 2013
		CN 101325920 A	17 December 2008
		CN 101325920 B	01 February 2012
		CN 101340848 A	07 January 2009
		CN 101340848 B	21 March 2012
		CN 101340850 A	07 January 2009
		CN 101340850 B	15 June 2011
		CN 101340852 A	07 January 2009
		CN 101340852 B	28 December 2011
		CN 101426412 A	06 May 2009
		CN 101426412 B	11 December 2013
		CN 101500470 A	05 August 2009
		CN 101500470 B	25 March 2015
		CN 101912307 A	15 December 2010
		CN 101912307 B	24 June 2015
		CN 102058437 A	18 May 2011
		CN 102058437 B	25 March 2015
		CN 102076276 A	25 May 2011
		CN 102076276 B	14 January 2015
		CN 102170835 A	31 August 2011
		CN 102170835 B	21 January 2015
		CN 102327152 A	25 January 2012
		CN 102327152 B	23 February 2018
		CN 102341054 A	01 February 2012
		CN 102341054 B	16 March 2016
		CN 102341055 A	01 February 2012
		CN 102448399 A	09 May 2012
		CN 102448399 B	16 December 2015
		CN 102448680 A	09 May 2012
		CN 102448680 B	27 April 2016
		CN 102458294 A	16 May 2012
		CN 102764159 A	07 November 2012
		CN 102764159 B	21 January 2015
		CN 102802550 A	28 November 2012
		CN 102802550 B	09 March 2016
		CN 102892363 A	23 January 2013
		CN 102892374 A	23 January 2013
		CN 102892374 B	24 June 2015
		CN 102892375 A	23 January 2013
		CN 102892375 B	19 August 2015
		CN 102892376 A	23 January 2013
		CN 102892376 B	20 April 2016
		CN 102905641 A	30 January 2013
		CN 102905641 B	16 March 2016
		CN 103192388 A	10 July 2013
		CN 103192388 B	10 February 2016
		CN 103211563 A	24 July 2013
		CN 103211563 B	16 October 2018
		CN 103930063 A	16 July 2014
		CN 103930063 B	16 November 2016

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		CN 103930064 A	16 July 2014
		CN 103930064 B	19 April 2017
		CN 104334109 A	04 February 2015
		CN 104334109 B	23 June 2017
		CN 104334110 A	04 February 2015
		CN 104334110 B	03 October 2017
		CN 104363850 A	18 February 2015
		CN 104363850 B	18 August 2017
		CN 104490474 A	08 April 2015
		CN 104490474 B	05 April 2017
		CN 104688281 A	10 June 2015
		CN 104688281 B	19 April 2017
		CN 104688282 A	10 June 2015
		CN 104688327 A	10 June 2015
		CN 104688327 B	09 June 2017
		CN 104688328 A	10 June 2015
		CN 104688328 B	29 March 2017
		CN 104688349 A	10 June 2015
		CN 104688349 B	10 May 2017
		CN 104717935 A	17 June 2015
		CN 104717935 B	06 April 2018
		CN 104718054 A	17 June 2015
		CN 104718054 B	01 March 2017
		CN 104720887 A	24 June 2015
		CN 104720887 B	10 May 2017
		CN 104736093 A	24 June 2015
		CN 104736093 B	05 June 2018
		CN 104736094 A	24 June 2015
		CN 104736094 B	28 July 2017
		CN 104758055 A	08 July 2015
		CN 104758055 B	05 March 2019
		CN 104958085 A	07 October 2015
		CN 104958085 B	26 September 2017
		CN 104958111 A	07 October 2015
		CN 104958111 B	03 October 2017
		CN 105050526 A	11 November 2015
		CN 105050526 B	01 June 2018
		CN 105050528 A	11 November 2015
		CN 105050528 B	19 April 2019
		CN 105050529 A	11 November 2015
		CN 105050529 B	28 August 2018
		CN 105073058 A	18 November 2015
		CN 105073058 B	13 March 2018
		CN 105120788 A	02 December 2015
		CN 105120788 B	16 October 2018
		CN 105125263 A	09 December 2015
		CN 105125263 B	02 February 2018
		CN 105338920 A	17 February 2016
		CN 105338920 B	26 January 2018
		CN 105616007 A	01 June 2016

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		CN 105616007 B	17 May 2019
		CN 105748026 A	13 July 2016
		CN 105748026 B	10 November 2017
		CN 105852974 A	17 August 2016
		CN 105852974 B	08 January 2019
		CN 105852976 A	17 August 2016
		CN 105852976 B	05 November 2019
		CN 106236277 A	21 December 2016
		CN 106236277 B	31 May 2019
		CN 106456265 A	22 February 2017
		CN 106456265 B	30 July 2019
		CN 106901837 A	30 June 2017
		CN 106901837 B	08 November 2019
		CN 107397591 A	28 November 2017
		CN 107397591 B	03 April 2020
		CN 107595392 A	19 January 2018
		CN 107595392 B	27 November 2020
		CN 108143497 A	12 June 2018
		CN 108143497 B	26 June 2020
		CN 108309454 A	24 July 2018
		CN 108309454 B	11 June 2021
		CN 108309458 A	24 July 2018
		CN 108309458 B	11 June 2021
		CN 108524001 A	14 September 2018
		CN 108524001 B	29 June 2021
		CN 109077699 A	25 December 2018
		CN 109077699 B	02 February 2021
		CN 109171975 A	11 January 2019
		CN 109171975 B	09 April 2021
		CN 109700535 A	03 May 2019
		CN 110115630 A	13 August 2019
		CN 110604619 A	24 December 2019
		CN 112932676 A	11 June 2021
		DE 102006059163 A1	16 August 2007
		DE 102006059163 B4	06 June 2019
		DE 102006059165 A1	09 August 2007
		DE 102006059165 B4	04 September 2014
		DE 60022911 T2	22 June 2006
		DE 60024079 T2	17 August 2006
		DE 69312053 T2	30 October 1997
		DE 69331789 T2	13 March 2003
		DE 69332914 T2	26 February 2004
		DE 69535523 T2	03 April 2008
		EP 0623066 A1	09 November 1994
		EP 0623066 B1	09 July 1997
		EP 0758469 A1	19 February 1997
		EP 0758469 A4	05 November 1997
		EP 0758469 B1	27 June 2007
		EP 0776738 A2	04 June 1997
		EP 0776738 A3	16 July 1997

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		EP 0776738 B1	03 April 2002
		EP 0776739 A2	04 June 1997
		EP 0776739 A3	16 July 1997
		EP 0776739 B1	23 April 2003
		EP 1015068 A1	05 July 2000
		EP 1015068 A4	09 April 2008
		EP 1015068 B1	07 September 2011
		EP 1015944 A1	05 July 2000
		EP 1015944 A4	31 December 2008
		EP 1015944 B1	27 February 2013
		EP 1131004 A1	12 September 2001
		EP 1131004 A4	11 July 2007
		EP 1131004 B1	28 October 2009
		EP 1139881 A1	10 October 2001
		EP 1139881 A4	11 July 2007
		EP 1139881 B1	25 November 2009
		EP 1146830 A1	24 October 2001
		EP 1146830 A4	29 December 2004
		EP 1146830 B1	21 April 2010
		EP 1148807 A1	31 October 2001
		EP 1148807 A4	11 July 2007
		EP 1148807 B1	10 March 2010
		EP 1150601 A2	07 November 2001
		EP 1150601 A4	15 August 2007
		EP 1150601 B1	19 August 2009
		EP 1181627 A2	27 February 2002
		EP 1181627 A4	16 October 2002
		EP 1181627 B1	16 November 2005
		EP 1269389 A1	02 January 2003
		EP 1269389 A4	29 October 2003
		EP 1269389 B1	28 September 2005
		EP 1355565 A2	29 October 2003
		EP 1355565 A4	26 August 2009
		EP 1355565 B1	19 January 2011
		EP 1356781 A2	29 October 2003
		EP 1356781 A3	24 July 2013
		EP 1471830 A1	03 November 2004
		EP 1471830 A4	20 October 2010
		EP 1650615 A1	26 April 2006
		EP 1650615 B1	24 August 2011
		EP 1793761 A2	13 June 2007
		EP 1793761 B1	01 May 2013
		EP 1840818 A2	03 October 2007
		EP 1840818 A3	01 July 2015
		EP 1849566 A2	31 October 2007
		EP 1849566 A3	01 July 2015
		EP 1885273 A2	13 February 2008
		EP 1885273 B1	08 February 2012
		EP 1893118 A1	05 March 2008
		EP 1893118 B1	11 July 2018

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		EP 1897511 A2	12 March 2008
		EP 1897511 A3	23 July 2008
		EP 1897511 B1	12 February 2014
		EP 1901884 A2	26 March 2008
		EP 1901884 B1	13 February 2019
		EP 1928342 A1	11 June 2008
		EP 1928342 B1	12 February 2020
		EP 1931275 A1	18 June 2008
		EP 1931275 B1	09 March 2011
		EP 1962711 A1	03 September 2008
		EP 1962711 B1	29 February 2012
		EP 1965711 A2	10 September 2008
		EP 1965711 B1	31 August 2016
		EP 1965717 A2	10 September 2008
		EP 1965717 B1	16 May 2012
		EP 2037794 A2	25 March 2009
		EP 2037794 A4	04 March 2015
		EP 2037794 B1	27 October 2021
		EP 2038712 A2	25 March 2009
		EP 2038712 B1	17 August 2011
		EP 2038712 B2	28 August 2019
		EP 2046538 A2	15 April 2009
		EP 2046538 B1	21 December 2011
		EP 2106764 A2	07 October 2009
		EP 2106764 A3	23 December 2009
		EP 2135577 A2	23 December 2009
		EP 2135577 A3	25 August 2010
		EP 2135637 A2	23 December 2009
		EP 2135637 A3	15 February 2012
		EP 2135637 B1	21 May 2014
		EP 2138105 A2	30 December 2009
		EP 2138105 A3	31 March 2010
		EP 2138105 B1	29 February 2012
		EP 2231050 A1	29 September 2010
		EP 2231050 B1	20 June 2012
		EP 2253288 A2	24 November 2010
		EP 2253288 A3	17 July 2013
		EP 2253288 B1	27 March 2019
		EP 2253289 A2	24 November 2010
		EP 2253289 A3	27 June 2012
		EP 2253289 B1	24 August 2016
		EP 2263592 A2	22 December 2010
		EP 2263592 A3	20 March 2013
		EP 2263592 B1	09 December 2015
		EP 2263593 A2	22 December 2010
		EP 2263593 A3	13 March 2013
		EP 2263593 B1	11 March 2015
		EP 2263594 A2	22 December 2010
		EP 2263594 A3	10 April 2013
		EP 2263594 B1	31 August 2016

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		EP 2263595 A2	22 December 2010
		EP 2263595 A3	06 March 2013
		EP 2263595 B1	17 September 2014
		EP 2269500 A2	05 January 2011
		EP 2269500 A3	18 May 2011
		EP 2269500 B1	21 June 2017
		EP 2289455 A2	02 March 2011
		EP 2289455 A3	06 April 2016
		EP 2289455 B1	13 November 2019
		EP 2298216 A2	23 March 2011
		EP 2298216 A3	22 October 2014
		EP 2298216 B1	20 April 2016
		EP 2298217 A2	23 March 2011
		EP 2298217 A3	22 October 2014
		EP 2298217 B1	10 August 2016
		EP 2298218 A2	23 March 2011
		EP 2298218 A3	13 June 2012
		EP 2298218 B1	15 June 2016
		EP 2298219 A2	23 March 2011
		EP 2298219 A3	30 May 2012
		EP 2298219 B1	20 April 2016
		EP 2298222 A2	23 March 2011
		EP 2298222 A3	07 March 2012
		EP 2326277 A1	01 June 2011
		EP 2326277 B1	21 March 2018
		EP 2332477 A2	15 June 2011
		EP 2332477 A3	22 August 2012
		EP 2332477 B1	07 March 2018
		EP 2332478 A2	15 June 2011
		EP 2332478 A3	14 November 2012
		EP 2332478 B1	16 August 2017
		EP 2332479 A2	15 June 2011
		EP 2332479 A3	22 August 2012
		EP 2332479 B1	05 July 2017
		EP 2332480 A2	15 June 2011
		EP 2332480 A3	10 October 2012
		EP 2332480 B1	26 April 2017
		EP 2332481 A2	15 June 2011
		EP 2332481 A3	29 August 2012
		EP 2332481 B1	05 July 2017
		EP 2332482 A2	15 June 2011
		EP 2332482 A3	28 November 2012
		EP 2332482 B1	12 April 2017
		EP 2332483 A2	15 June 2011
		EP 2332483 A3	14 November 2012
		EP 2332483 B1	12 April 2017
		EP 2332484 A2	15 June 2011
		EP 2332484 A3	26 September 2012
		EP 2332484 B1	25 January 2017
		EP 2335635 A1	22 June 2011

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
	EP	2335635 B1	20 July 2016
	EP	2338432 A1	29 June 2011
	EP	2338432 B1	11 February 2015
	EP	2338433 A1	29 June 2011
	EP	2338433 B1	11 February 2015
	EP	2349053 A1	03 August 2011
	EP	2349053 B1	21 February 2018
	EP	2356951 A1	17 August 2011
	EP	2359769 A1	24 August 2011
	EP	2359769 B1	14 October 2015
	EP	2359770 A1	24 August 2011
	EP	2359770 B1	06 May 2015
	EP	2360708 A1	24 August 2011
	EP	2362283 A2	31 August 2011
	EP	2362283 A3	05 March 2014
	EP	2362283 B1	25 November 2015
	EP	2362284 A2	31 August 2011
	EP	2362284 A3	22 May 2013
	EP	2362284 B1	20 May 2015
	EP	2362285 A2	31 August 2011
	EP	2362285 A3	03 July 2013
	EP	2362285 B1	25 March 2015
	EP	2362286 A2	31 August 2011
	EP	2362286 A3	26 February 2014
	EP	2362286 B1	02 September 2015
	EP	2363091 A2	07 September 2011
	EP	2363091 A3	28 March 2012
	EP	2363091 B1	27 April 2016
	EP	2391289 A1	07 December 2011
	EP	2391289 B1	23 November 2016
	EP	2391290 A1	07 December 2011
	EP	2391290 B1	05 February 2020
	EP	2414137 A2	08 February 2012
	EP	2414137 B1	21 June 2017
	EP	2416727 A2	15 February 2012
	EP	2416727 B1	17 May 2017
	EP	2441394 A2	18 April 2012
	EP	2441394 A3	02 July 2014
	EP	2441394 B1	05 April 2017
	EP	2441395 A2	18 April 2012
	EP	2441395 A3	18 June 2014
	EP	2442743 A1	25 April 2012
	EP	2442743 B1	03 October 2018
	EP	2444004 A2	25 April 2012
	EP	2444004 A3	18 July 2012
	EP	2444004 B1	02 March 2016
	EP	2444005 A2	25 April 2012
	EP	2444005 A3	18 July 2012
	EP	2444005 B1	19 August 2015
	EP	2444006 A2	25 April 2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
	EP	2444006 A3	18 July 2012
	EP	2444006 B1	26 August 2015
	EP	2445436 A1	02 May 2012
	EP	2445436 B1	30 November 2016
	EP	2559396 A2	20 February 2013
	EP	2559396 A3	11 December 2013
	EP	2559396 B1	25 March 2020
	EP	2568894 A1	20 March 2013
	EP	2568908 A1	20 March 2013
	EP	2568908 B1	11 March 2020
	EP	2568909 A1	20 March 2013
	EP	2568909 B1	08 November 2017
	EP	2568912 A1	20 March 2013
	EP	2568912 B1	28 November 2018
	EP	2568913 A1	20 March 2013
	EP	2568913 B1	12 February 2020
	EP	2687182 A1	22 January 2014
	EP	2687183 A1	22 January 2014
	EP	2687183 B1	25 March 2020
	EP	2687184 A1	22 January 2014
	EP	2687184 B1	01 March 2017
	EP	2687185 A1	22 January 2014
	EP	2687185 B1	17 April 2019
	EP	2687186 A1	22 January 2014
	EP	2687186 B1	17 February 2021
	EP	2689740 A1	29 January 2014
	EP	2689740 B1	25 October 2017
	EP	2745795 A1	25 June 2014
	EP	2745795 B1	28 October 2020
	EP	2775950 A1	17 September 2014
	EP	2775950 A4	26 August 2015
	EP	2775950 B1	08 January 2020
	EP	2775951 A1	17 September 2014
	EP	2775951 A4	26 August 2015
	EP	2775951 B1	06 January 2021
	EP	2854687 A1	08 April 2015
	EP	2854687 A4	17 February 2016
	EP	2854688 A1	08 April 2015
	EP	2854688 A4	17 February 2016
	EP	2854690 A1	08 April 2015
	EP	2854690 A4	27 January 2016
	EP	2854690 B1	01 April 2020
	EP	2884935 A1	24 June 2015
	EP	2884935 A4	22 June 2016
	EP	2884935 B1	08 April 2020
	EP	2884936 A1	24 June 2015
	EP	2884936 A4	27 April 2016
	EP	2884937 A1	24 June 2015
	EP	2884937 A4	13 April 2016
	EP	2885114 A1	24 June 2015

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
				EP	2885114	A4	29 June 2016
				EP	2885114	B1	30 June 2021
				EP	2932884	A1	21 October 2015
				EP	2932884	B1	09 September 2020
				EP	2969403	A1	20 January 2016
				EP	2969404	A1	20 January 2016
				EP	2969404	B1	11 August 2021
				EP	2969405	A1	20 January 2016
				EP	2969406	A1	20 January 2016
				EP	2969407	A1	20 January 2016
				EP	2969409	A1	20 January 2016
				EP	2969409	A4	16 November 2016
				EP	2987461	A1	24 February 2016
				EP	2987461	B1	13 September 2017
				EP	3042625	A1	13 July 2016
				EP	3042625	B1	01 May 2019
				EP	3104324	A1	14 December 2016
				EP	3104324	B1	18 April 2018
				EP	3111876	A2	04 January 2017
				EP	3111876	A3	29 March 2017
				EP	3111876	B1	24 July 2019
				EP	3115159	A1	11 January 2017
				EP	3115159	B1	16 May 2018
				EP	3119319	A1	25 January 2017
				EP	3119319	A4	22 November 2017
				EP	3119319	B1	15 July 2020
				EP	3181087	A1	21 June 2017
				EP	3181087	B1	18 December 2019
				EP	3199120	A1	02 August 2017
				EP	3199120	B1	24 July 2019
				EP	3231386	A1	18 October 2017
WO	2020-120901	A1	18 June 2020	CA	3120137	A1	18 June 2020
				CN	113164214	A	23 July 2021
				EP	3893796	A1	20 October 2021
				EP	3893796	B1	31 August 2022
				FR	3089780	A1	19 June 2020
				JP	2022-512275	A	03 February 2022
				KR	10-2021-0102278	A	19 August 2021
				US	2022-0061928	A1	03 March 2022
CN	109998685	A	12 July 2019	None			
KR	10-2017-0091588	A	09 August 2017	AU	2015-325052	A1	18 May 2017
				AU	2015-325052	B2	02 July 2020
				AU	2016-321332	A1	12 April 2018
				AU	2016-321332	B2	08 October 2020
				AU	2020-244524	A1	29 October 2020
				AU	2020-294275	A1	28 January 2021
				CN	105939647	A	14 September 2016
				CN	105939647	B	21 January 2020
				CN	107427327	A	01 December 2017
				CN	108348133	A	31 July 2018

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		CN 108348133 B	13 November 2020
		CN 111166274 A	19 May 2020
		CN 113229942 A	10 August 2021
		CN 113274140 A	20 August 2021
		EP 3060157 A1	31 August 2016
		EP 3060157 B1	11 December 2019
		EP 3200718 A1	09 August 2017
		EP 3346899 A1	18 July 2018
		EP 3346899 A4	30 October 2019
		EP 3689284 A1	05 August 2020
		JP 2017-502709 A	26 January 2017
		JP 2018-500054 A	11 January 2018
		JP 2018-533450 A	15 November 2018
		JP 2020-096807 A	25 June 2020
		JP 2020-116421 A	06 August 2020
		JP 6656148 B2	04 March 2020
		JP 6689832 B2	28 April 2020
		JP 6932757 B2	08 September 2021
		JP 6938507 B2	22 September 2021
		KR 10-2016-0105773 A	07 September 2016
		KR 10-2018-0083306 A	20 July 2018
		KR 10-2332023 B1	01 December 2021
		US 10159533 B2	25 December 2018
		US 10219874 B2	05 March 2019
		US 10314463 B2	11 June 2019
		US 10398518 B2	03 September 2019
		US 10405939 B2	10 September 2019
		US 10405940 B2	10 September 2019
		US 10493241 B2	03 December 2019
		US 10631949 B2	28 April 2020
		US 10667871 B2	02 June 2020
		US 10702348 B2	07 July 2020
		US 10786329 B2	29 September 2020
		US 10792464 B2	06 October 2020
		US 10814101 B2	27 October 2020
		US 11141048 B2	12 October 2021
		US 2015-0119637 A1	30 April 2015
		US 2015-0119638 A1	30 April 2015
		US 2015-0164594 A1	18 June 2015
		US 2015-0164595 A1	18 June 2015
		US 2015-0164596 A1	18 June 2015
		US 2016-0001038 A1	07 January 2016
		US 2016-0184032 A1	30 June 2016
		US 2016-0270865 A1	22 September 2016
		US 2016-0270866 A1	22 September 2016
		US 2016-0287840 A1	06 October 2016
		US 2016-0296294 A1	13 October 2016
		US 2016-0374541 A1	29 December 2016
		US 2016-0374766 A1	29 December 2016
		US 2017-0007337 A1	12 January 2017

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
				US	2017-0065357	A1	09 March 2017
				US	2017-0065363	A1	09 March 2017
				US	2017-0065364	A1	09 March 2017
				US	2017-0065365	A1	09 March 2017
				US	2017-0100199	A1	13 April 2017
				US	2017-0333679	A1	23 November 2017
				US	2017-0340396	A1	30 November 2017
				US	2017-0367782	A1	28 December 2017
				US	2018-0271616	A1	27 September 2018
				US	2019-0083183	A1	21 March 2019
				US	2019-0223974	A1	25 July 2019
				US	2019-0290109	A1	26 September 2019
				US	2019-0336238	A1	07 November 2019
				US	2019-0380797	A1	19 December 2019
				US	2020-0101264	A1	02 April 2020
				US	2020-0261172	A1	20 August 2020
				US	2020-0323596	A1	15 October 2020
				US	2020-0405434	A1	31 December 2020
				US	2020-0406002	A1	31 December 2020
				US	2021-0023340	A1	28 January 2021
				US	2022-0022735	A1	27 January 2022
				US	9561083	B2	07 February 2017
				US	9713509	B2	25 July 2017
				US	9737371	B2	22 August 2017
				US	9737373	B2	22 August 2017
				US	9744335	B2	29 August 2017
				US	9763741	B2	19 September 2017
				US	9788910	B2	17 October 2017
				US	9844412	B2	19 December 2017
				US	9980785	B2	29 May 2018
				US	9993313	B2	12 June 2018
				WO	2015-061756	A1	30 April 2015
				WO	2016-054256	A1	07 April 2016
				WO	2016-164824	A1	13 October 2016
				WO	2017-044884	A1	16 March 2017
US	8126114	B2	28 February 2012	CN	102196776	A	21 September 2011
				CN	102196776	B	24 December 2014
				EP	2326254	A1	01 June 2011
				EP	2326254	B1	08 December 2021
				JP	2012-501866	A	26 January 2012
				US	2010-0069920	A1	18 March 2010
				US	2012-0158017	A1	21 June 2012
				US	8761337	B2	24 June 2014
				WO	2010-030463	A1	18 March 2010
EP	2537483	B1	22 August 2018	CN	101106952	A	16 January 2008
				CN	101106952	B	09 November 2011
				CN	101664339	A	10 March 2010
				CN	101664339	B	10 October 2012
				CN	102415915	A	18 April 2012
				CN	102415915	B	24 August 2016

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		CN 102579133 A	18 July 2012
		CN 102579133 B	15 July 2015
		CN 102813553 A	12 December 2012
		CN 102813553 B	21 January 2015
		CN 104042347 A	17 September 2014
		CN 104042347 B	12 April 2017
		CN 104586507 A	06 May 2015
		CN 104586507 B	22 December 2017
		CN 106214259 A	14 December 2016
		CN 106214259 B	06 September 2019
		CN 110432987 A	12 November 2019
		EP 1841379 A1	10 October 2007
		EP 1841379 B1	26 September 2012
		EP 2120769 A2	25 November 2009
		EP 2120769 B1	28 August 2019
		EP 2263590 A2	22 December 2010
		EP 2263590 A3	12 December 2012
		EP 2263590 B1	16 May 2018
		EP 2263591 A2	22 December 2010
		EP 2263591 A3	19 December 2012
		EP 2263591 B1	07 June 2017
		EP 2329790 A2	08 June 2011
		EP 2329790 A3	06 July 2016
		EP 2329790 B1	07 March 2018
		EP 2537483 A2	26 December 2012
		EP 2537483 A3	21 December 2016
		EP 3427685 A1	16 January 2019
		EP 3597378 A1	22 January 2020
		JP 2008-528130 A	31 July 2008
		JP 2010-516398 A	20 May 2010
		JP 2012-020155 A	02 February 2012
		JP 2012-020156 A	02 February 2012
		JP 2012-143589 A	02 August 2012
		JP 2013-144149 A	25 July 2013
		JP 2014-028296 A	13 February 2014
		JP 2014-158967 A	04 September 2014
		JP 2014-239923 A	25 December 2014
		JP 2016-000360 A	07 January 2016
		JP 2018-196780 A	13 December 2018
		JP 2020-124596 A	20 August 2020
		JP 2022-009321 A	14 January 2022
		JP 5379022 B2	25 December 2013
		JP 5500734 B2	21 May 2014
		JP 5622694 B2	12 November 2014
		JP 5730233 B2	03 June 2015
		JP 6170399 B2	26 July 2017
		JP 6185893 B2	23 August 2017
		JP 6277165 B2	07 February 2018
		JP 6444055 B2	26 December 2018
		JP 6935376 B2	15 September 2021

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011624

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		KR 10-1483078 B1	15 January 2015
		KR 10-2009-0111308 A	26 October 2009
		US 10786318 B2	29 September 2020
		US 10898281 B2	26 January 2021
		US 2006-0167440 A1	27 July 2006
		US 2007-0156122 A1	05 July 2007
		US 2009-0163931 A1	25 June 2009
		US 2011-0023285 A1	03 February 2011
		US 2011-0023651 A1	03 February 2011
		US 2012-0277764 A1	01 November 2012
		US 2013-0096576 A1	18 April 2013
		US 2014-0243852 A1	28 August 2014
		US 2016-0157946 A1	09 June 2016
		US 2018-0200008 A1	19 July 2018
		US 2018-0256270 A1	13 September 2018
		US 2021-0106394 A1	15 April 2021
		US 7763015 B2	27 July 2010
		US 7837674 B2	23 November 2010
		US 8348931 B2	08 January 2013
		US 8500722 B2	06 August 2013
		US 8834489 B2	16 September 2014
		US 9023060 B2	05 May 2015
		US 9291793 B2	22 March 2016
		US 9877792 B2	30 January 2018
		US 9968405 B2	15 May 2018
		WO 2006-079108 A1	27 July 2006
		WO 2008-094766 A2	07 August 2008
		WO 2008-094766 A3	13 November 2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) A61B 34/30(2016.01)i; A61B 34/00(2016.01)i; A61B 90/50(2016.01)i; A61B 17/29(2006.01)i; A61B 17/00(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) A61B 34/30(2016.01); A61B 19/00(2006.01); A61B 90/00(2016.01); A61B 90/50(2016.01); A61N 5/10(2006.01); G01L 5/00(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 짐벌락(gimbal lock), 로봇(robot), 암(arm), 링크(link), 조인트(joint)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2186365 B1 (인튜어티브 서지컬 오퍼레이션즈 인코포레이티드) 2020.12.03 단락 [0030]-[0043]; 청구항 1-21; 도면 1a-5	1-36
A	WO 2020-120901 A1 (QUANTUM SURGICAL) 2020.06.18 전문	1-36
A	CN 109998685 A (QILU HOSPITAL SHANDONG UNIVERSITY) 2019.07.12 전문	1-36
A	KR 10-2017-0091588 A (아우리스 서지컬 로보틱스, 인크.) 2017.08.09 전문	1-36
A	US 8126114 B2 (NAYLOR, M. P. 등) 2012.02.28 전문	1-36
A	EP 2537483 B1 (INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS, INC.) 2018.08.22 전문	1-36
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2022년11월17일(17.11.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년11월18일(18.11.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 허주형 전화번호 +82-42-481-5373

제2기재란 일부 청구항을 조사할 수 없는 경우의 의견(첫 번째 용지의 2의 계속)

PCT 제17조(2)(a)의 규정에 따라 다음과 같은 이유로 일부 청구항에 대하여 본 국제조사보고서가 작성되지 아니하였습니다.

1. ☒ 청구항: **37-54**
이 청구항은 본 기관이 조사할 필요가 없는 대상에 관련됩니다. 즉,
청구항 37-54는 사람의 처치방법에 관한 것입니다(PCT 제17조(2)(a)(i) 및 PCT 규칙 39.1(iv)).
2. ☐ 청구항:
이 청구항은 유효한 국제조사를 수행할 수 없을 정도로 소정의 요건을 충족하지 아니하는 국제출원의 부분과 관련됩니다. 구체적으로는,
3. ☐ 청구항:
이 청구항은 종속청구항이나 PCT규칙 6.4(a)의 두 번째 및 세 번째 문장의 규정에 따라 작성되어 있지 않습니다.

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2186365 B1	2020/12/03	AT 155059 T	1997/07/15
		AT 215430 T	2002/04/15
		AT 238140 T	2003/05/15
		AT 305639 T	2005/10/15
		AT 310264 T	2005/12/15
		AT 365953 T	2007/07/15
		AT 439808 T	2009/09/15
		AT 446721 T	2009/11/15
		AT 449576 T	2009/12/15
		AT 460127 T	2010/03/15
		AT 464852 T	2010/05/15
		AT 495703 T	2011/02/15
		AT 500793 T	2011/03/15
		AT 521923 T	2011/09/15
		AT 523157 T	2011/09/15
		AT 544414 T	2012/02/15
		AT 547059 T	2012/03/15
		AT 547060 T	2012/03/15
		BR 112012028374 A2	2017/03/21
		BR 112012028375 A2	2017/03/21
		BR 112012028375 B1	2021/01/12
		BR 112012028465 A2	2016/07/19
		BR 112012028465 B1	2020/04/07
		BR 112012029169 A2	2017/07/18
		BR 112012029169 B1	2020/05/05
		CA 2128606 A1	1993/07/22
		CA 2128606 C	2008/07/22
		CA 2189775 A1	1995/11/16
		CA 2189775 C	2000/07/11
		CA 2255692 A1	1997/11/27
		CA 2255692 C	2003/12/09
		CA 2255934 A1	1997/11/27
		CA 2255934 C	2005/09/13
		CA 2273939 A1	1998/06/18
		CA 2273939 C	2006/04/11
		CA 2498922 A1	1997/11/27
		CA 2498922 C	2006/04/11
		CA 2632123 A1	1993/07/22
		CA 2632123 C	2010/03/23
		CN 101027010 A	2007/08/29
		CN 101027010 B	2011/09/07
		CN 101222882 A	2008/07/16
		CN 101222882 B	2013/03/27
		CN 101227870 A	2008/07/23
		CN 101227870 B	2012/08/08
		CN 101242788 A	2008/08/13
		CN 101242788 B	2011/04/13
		CN 101242789 A	2008/08/13
		CN 101242789 B	2011/10/19
		CN 101321606 A	2008/12/10

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		CN 101321606 B	2013/04/17
		CN 101325920 A	2008/12/17
		CN 101325920 B	2012/02/01
		CN 101340848 A	2009/01/07
		CN 101340848 B	2012/03/21
		CN 101340850 A	2009/01/07
		CN 101340850 B	2011/06/15
		CN 101340852 A	2009/01/07
		CN 101340852 B	2011/12/28
		CN 101426412 A	2009/05/06
		CN 101426412 B	2013/12/11
		CN 101500470 A	2009/08/05
		CN 101500470 B	2015/03/25
		CN 101912307 A	2010/12/15
		CN 101912307 B	2015/06/24
		CN 102058437 A	2011/05/18
		CN 102058437 B	2015/03/25
		CN 102076276 A	2011/05/25
		CN 102076276 B	2015/01/14
		CN 102170835 A	2011/08/31
		CN 102170835 B	2015/01/21
		CN 102327152 A	2012/01/25
		CN 102327152 B	2018/02/23
		CN 102341054 A	2012/02/01
		CN 102341054 B	2016/03/16
		CN 102341055 A	2012/02/01
		CN 102448399 A	2012/05/09
		CN 102448399 B	2015/12/16
		CN 102448680 A	2012/05/09
		CN 102448680 B	2016/04/27
		CN 102458294 A	2012/05/16
		CN 102764159 A	2012/11/07
		CN 102764159 B	2015/01/21
		CN 102802550 A	2012/11/28
		CN 102802550 B	2016/03/09
		CN 102892363 A	2013/01/23
		CN 102892374 A	2013/01/23
		CN 102892374 B	2015/06/24
		CN 102892375 A	2013/01/23
		CN 102892375 B	2015/08/19
		CN 102892376 A	2013/01/23
		CN 102892376 B	2016/04/20
		CN 102905641 A	2013/01/30
		CN 102905641 B	2016/03/16
		CN 103192388 A	2013/07/10
		CN 103192388 B	2016/02/10
		CN 103211563 A	2013/07/24
		CN 103211563 B	2018/10/16
		CN 103930063 A	2014/07/16
		CN 103930063 B	2016/11/16

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		CN 103930064 A	2014/07/16
		CN 103930064 B	2017/04/19
		CN 104334109 A	2015/02/04
		CN 104334109 B	2017/06/23
		CN 104334110 A	2015/02/04
		CN 104334110 B	2017/10/03
		CN 104363850 A	2015/02/18
		CN 104363850 B	2017/08/18
		CN 104490474 A	2015/04/08
		CN 104490474 B	2017/04/05
		CN 104688281 A	2015/06/10
		CN 104688281 B	2017/04/19
		CN 104688282 A	2015/06/10
		CN 104688327 A	2015/06/10
		CN 104688327 B	2017/06/09
		CN 104688328 A	2015/06/10
		CN 104688328 B	2017/03/29
		CN 104688349 A	2015/06/10
		CN 104688349 B	2017/05/10
		CN 104717935 A	2015/06/17
		CN 104717935 B	2018/04/06
		CN 104718054 A	2015/06/17
		CN 104718054 B	2017/03/01
		CN 104720887 A	2015/06/24
		CN 104720887 B	2017/05/10
		CN 104736093 A	2015/06/24
		CN 104736093 B	2018/06/05
		CN 104736094 A	2015/06/24
		CN 104736094 B	2017/07/28
		CN 104758055 A	2015/07/08
		CN 104758055 B	2019/03/05
		CN 104958085 A	2015/10/07
		CN 104958085 B	2017/09/26
		CN 104958111 A	2015/10/07
		CN 104958111 B	2017/10/03
		CN 105050526 A	2015/11/11
		CN 105050526 B	2018/06/01
		CN 105050528 A	2015/11/11
		CN 105050528 B	2019/04/19
		CN 105050529 A	2015/11/11
		CN 105050529 B	2018/08/28
		CN 105073058 A	2015/11/18
		CN 105073058 B	2018/03/13
		CN 105120788 A	2015/12/02
		CN 105120788 B	2018/10/16
		CN 105125263 A	2015/12/09
		CN 105125263 B	2018/02/02
		CN 105338920 A	2016/02/17
		CN 105338920 B	2018/01/26
		CN 105616007 A	2016/06/01

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		CN 105616007 B	2019/05/17
		CN 105748026 A	2016/07/13
		CN 105748026 B	2017/11/10
		CN 105852974 A	2016/08/17
		CN 105852974 B	2019/01/08
		CN 105852976 A	2016/08/17
		CN 105852976 B	2019/11/05
		CN 106236277 A	2016/12/21
		CN 106236277 B	2019/05/31
		CN 106456265 A	2017/02/22
		CN 106456265 B	2019/07/30
		CN 106901837 A	2017/06/30
		CN 106901837 B	2019/11/08
		CN 107397591 A	2017/11/28
		CN 107397591 B	2020/04/03
		CN 107595392 A	2018/01/19
		CN 107595392 B	2020/11/27
		CN 108143497 A	2018/06/12
		CN 108143497 B	2020/06/26
		CN 108309454 A	2018/07/24
		CN 108309454 B	2021/06/11
		CN 108309458 A	2018/07/24
		CN 108309458 B	2021/06/11
		CN 108524001 A	2018/09/14
		CN 108524001 B	2021/06/29
		CN 109077699 A	2018/12/25
		CN 109077699 B	2021/02/02
		CN 109171975 A	2019/01/11
		CN 109171975 B	2021/04/09
		CN 109700535 A	2019/05/03
		CN 110115630 A	2019/08/13
		CN 110604619 A	2019/12/24
		CN 112932676 A	2021/06/11
		DE 102006059163 A1	2007/08/16
		DE 102006059163 B4	2019/06/06
		DE 102006059165 A1	2007/08/09
		DE 102006059165 B4	2014/09/04
		DE 60022911 T2	2006/06/22
		DE 60024079 T2	2006/08/17
		DE 69312053 T2	1997/10/30
		DE 69331789 T2	2003/03/13
		DE 69332914 T2	2004/02/26
		DE 69535523 T2	2008/04/03
		EP 0623066 A1	1994/11/09
		EP 0623066 B1	1997/07/09
		EP 0758469 A1	1997/02/19
		EP 0758469 A4	1997/11/05
		EP 0758469 B1	2007/06/27
		EP 0776738 A2	1997/06/04
		EP 0776738 A3	1997/07/16

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		EP 0776738 B1	2002/04/03
		EP 0776739 A2	1997/06/04
		EP 0776739 A3	1997/07/16
		EP 0776739 B1	2003/04/23
		EP 1015068 A1	2000/07/05
		EP 1015068 A4	2008/04/09
		EP 1015068 B1	2011/09/07
		EP 1015944 A1	2000/07/05
		EP 1015944 A4	2008/12/31
		EP 1015944 B1	2013/02/27
		EP 1131004 A1	2001/09/12
		EP 1131004 A4	2007/07/11
		EP 1131004 B1	2009/10/28
		EP 1139881 A1	2001/10/10
		EP 1139881 A4	2007/07/11
		EP 1139881 B1	2009/11/25
		EP 1146830 A1	2001/10/24
		EP 1146830 A4	2004/12/29
		EP 1146830 B1	2010/04/21
		EP 1148807 A1	2001/10/31
		EP 1148807 A4	2007/07/11
		EP 1148807 B1	2010/03/10
		EP 1150601 A2	2001/11/07
		EP 1150601 A4	2007/08/15
		EP 1150601 B1	2009/08/19
		EP 1181627 A2	2002/02/27
		EP 1181627 A4	2002/10/16
		EP 1181627 B1	2005/11/16
		EP 1269389 A1	2003/01/02
		EP 1269389 A4	2003/10/29
		EP 1269389 B1	2005/09/28
		EP 1355565 A2	2003/10/29
		EP 1355565 A4	2009/08/26
		EP 1355565 B1	2011/01/19
		EP 1356781 A2	2003/10/29
		EP 1356781 A3	2013/07/24
		EP 1471830 A1	2004/11/03
		EP 1471830 A4	2010/10/20
		EP 1650615 A1	2006/04/26
		EP 1650615 B1	2011/08/24
		EP 1793761 A2	2007/06/13
		EP 1793761 B1	2013/05/01
		EP 1840818 A2	2007/10/03
		EP 1840818 A3	2015/07/01
		EP 1849566 A2	2007/10/31
		EP 1849566 A3	2015/07/01
		EP 1885273 A2	2008/02/13
		EP 1885273 B1	2012/02/08
		EP 1893118 A1	2008/03/05
		EP 1893118 B1	2018/07/11

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		EP 1897511 A2	2008/03/12
		EP 1897511 A3	2008/07/23
		EP 1897511 B1	2014/02/12
		EP 1901884 A2	2008/03/26
		EP 1901884 B1	2019/02/13
		EP 1928342 A1	2008/06/11
		EP 1928342 B1	2020/02/12
		EP 1931275 A1	2008/06/18
		EP 1931275 B1	2011/03/09
		EP 1962711 A1	2008/09/03
		EP 1962711 B1	2012/02/29
		EP 1965711 A2	2008/09/10
		EP 1965711 B1	2016/08/31
		EP 1965717 A2	2008/09/10
		EP 1965717 B1	2012/05/16
		EP 2037794 A2	2009/03/25
		EP 2037794 A4	2015/03/04
		EP 2037794 B1	2021/10/27
		EP 2038712 A2	2009/03/25
		EP 2038712 B1	2011/08/17
		EP 2038712 B2	2019/08/28
		EP 2046538 A2	2009/04/15
		EP 2046538 B1	2011/12/21
		EP 2106764 A2	2009/10/07
		EP 2106764 A3	2009/12/23
		EP 2135577 A2	2009/12/23
		EP 2135577 A3	2010/08/25
		EP 2135637 A2	2009/12/23
		EP 2135637 A3	2012/02/15
		EP 2135637 B1	2014/05/21
		EP 2138105 A2	2009/12/30
		EP 2138105 A3	2010/03/31
		EP 2138105 B1	2012/02/29
		EP 2231050 A1	2010/09/29
		EP 2231050 B1	2012/06/20
		EP 2253288 A2	2010/11/24
		EP 2253288 A3	2013/07/17
		EP 2253288 B1	2019/03/27
		EP 2253289 A2	2010/11/24
		EP 2253289 A3	2012/06/27
		EP 2253289 B1	2016/08/24
		EP 2263592 A2	2010/12/22
		EP 2263592 A3	2013/03/20
		EP 2263592 B1	2015/12/09
		EP 2263593 A2	2010/12/22
		EP 2263593 A3	2013/03/13
		EP 2263593 B1	2015/03/11
		EP 2263594 A2	2010/12/22
		EP 2263594 A3	2013/04/10
		EP 2263594 B1	2016/08/31

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		EP 2263595 A2	2010/12/22
		EP 2263595 A3	2013/03/06
		EP 2263595 B1	2014/09/17
		EP 2269500 A2	2011/01/05
		EP 2269500 A3	2011/05/18
		EP 2269500 B1	2017/06/21
		EP 2289455 A2	2011/03/02
		EP 2289455 A3	2016/04/06
		EP 2289455 B1	2019/11/13
		EP 2298216 A2	2011/03/23
		EP 2298216 A3	2014/10/22
		EP 2298216 B1	2016/04/20
		EP 2298217 A2	2011/03/23
		EP 2298217 A3	2014/10/22
		EP 2298217 B1	2016/08/10
		EP 2298218 A2	2011/03/23
		EP 2298218 A3	2012/06/13
		EP 2298218 B1	2016/06/15
		EP 2298219 A2	2011/03/23
		EP 2298219 A3	2012/05/30
		EP 2298219 B1	2016/04/20
		EP 2298222 A2	2011/03/23
		EP 2298222 A3	2012/03/07
		EP 2326277 A1	2011/06/01
		EP 2326277 B1	2018/03/21
		EP 2332477 A2	2011/06/15
		EP 2332477 A3	2012/08/22
		EP 2332477 B1	2018/03/07
		EP 2332478 A2	2011/06/15
		EP 2332478 A3	2012/11/14
		EP 2332478 B1	2017/08/16
		EP 2332479 A2	2011/06/15
		EP 2332479 A3	2012/08/22
		EP 2332479 B1	2017/07/05
		EP 2332480 A2	2011/06/15
		EP 2332480 A3	2012/10/10
		EP 2332480 B1	2017/04/26
		EP 2332481 A2	2011/06/15
		EP 2332481 A3	2012/08/29
		EP 2332481 B1	2017/07/05
		EP 2332482 A2	2011/06/15
		EP 2332482 A3	2012/11/28
		EP 2332482 B1	2017/04/12
		EP 2332483 A2	2011/06/15
		EP 2332483 A3	2012/11/14
		EP 2332483 B1	2017/04/12
		EP 2332484 A2	2011/06/15
		EP 2332484 A3	2012/09/26
		EP 2332484 B1	2017/01/25
		EP 2335635 A1	2011/06/22

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		EP 2335635 B1	2016/07/20
		EP 2338432 A1	2011/06/29
		EP 2338432 B1	2015/02/11
		EP 2338433 A1	2011/06/29
		EP 2338433 B1	2015/02/11
		EP 2349053 A1	2011/08/03
		EP 2349053 B1	2018/02/21
		EP 2356951 A1	2011/08/17
		EP 2359769 A1	2011/08/24
		EP 2359769 B1	2015/10/14
		EP 2359770 A1	2011/08/24
		EP 2359770 B1	2015/05/06
		EP 2360708 A1	2011/08/24
		EP 2362283 A2	2011/08/31
		EP 2362283 A3	2014/03/05
		EP 2362283 B1	2015/11/25
		EP 2362284 A2	2011/08/31
		EP 2362284 A3	2013/05/22
		EP 2362284 B1	2015/05/20
		EP 2362285 A2	2011/08/31
		EP 2362285 A3	2013/07/03
		EP 2362285 B1	2015/03/25
		EP 2362286 A2	2011/08/31
		EP 2362286 A3	2014/02/26
		EP 2362286 B1	2015/09/02
		EP 2363091 A2	2011/09/07
		EP 2363091 A3	2012/03/28
		EP 2363091 B1	2016/04/27
		EP 2391289 A1	2011/12/07
		EP 2391289 B1	2016/11/23
		EP 2391290 A1	2011/12/07
		EP 2391290 B1	2020/02/05
		EP 2414137 A2	2012/02/08
		EP 2414137 B1	2017/06/21
		EP 2416727 A2	2012/02/15
		EP 2416727 B1	2017/05/17
		EP 2441394 A2	2012/04/18
		EP 2441394 A3	2014/07/02
		EP 2441394 B1	2017/04/05
		EP 2441395 A2	2012/04/18
		EP 2441395 A3	2014/06/18
		EP 2442743 A1	2012/04/25
		EP 2442743 B1	2018/10/03
		EP 2444004 A2	2012/04/25
		EP 2444004 A3	2012/07/18
		EP 2444004 B1	2016/03/02
		EP 2444005 A2	2012/04/25
		EP 2444005 A3	2012/07/18
		EP 2444005 B1	2015/08/19
		EP 2444006 A2	2012/04/25

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		EP 2444006 A3	2012/07/18
		EP 2444006 B1	2015/08/26
		EP 2445436 A1	2012/05/02
		EP 2445436 B1	2016/11/30
		EP 2559396 A2	2013/02/20
		EP 2559396 A3	2013/12/11
		EP 2559396 B1	2020/03/25
		EP 2568894 A1	2013/03/20
		EP 2568908 A1	2013/03/20
		EP 2568908 B1	2020/03/11
		EP 2568909 A1	2013/03/20
		EP 2568909 B1	2017/11/08
		EP 2568912 A1	2013/03/20
		EP 2568912 B1	2018/11/28
		EP 2568913 A1	2013/03/20
		EP 2568913 B1	2020/02/12
		EP 2687182 A1	2014/01/22
		EP 2687183 A1	2014/01/22
		EP 2687183 B1	2020/03/25
		EP 2687184 A1	2014/01/22
		EP 2687184 B1	2017/03/01
		EP 2687185 A1	2014/01/22
		EP 2687185 B1	2019/04/17
		EP 2687186 A1	2014/01/22
		EP 2687186 B1	2021/02/17
		EP 2689740 A1	2014/01/29
		EP 2689740 B1	2017/10/25
		EP 2745795 A1	2014/06/25
		EP 2745795 B1	2020/10/28
		EP 2775950 A1	2014/09/17
		EP 2775950 A4	2015/08/26
		EP 2775950 B1	2020/01/08
		EP 2775951 A1	2014/09/17
		EP 2775951 A4	2015/08/26
		EP 2775951 B1	2021/01/06
		EP 2854687 A1	2015/04/08
		EP 2854687 A4	2016/02/17
		EP 2854688 A1	2015/04/08
		EP 2854688 A4	2016/02/17
		EP 2854690 A1	2015/04/08
		EP 2854690 A4	2016/01/27
		EP 2854690 B1	2020/04/01
		EP 2884935 A1	2015/06/24
		EP 2884935 A4	2016/06/22
		EP 2884935 B1	2020/04/08
		EP 2884936 A1	2015/06/24
		EP 2884936 A4	2016/04/27
		EP 2884937 A1	2015/06/24
		EP 2884937 A4	2016/04/13
		EP 2885114 A1	2015/06/24

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		EP 2885114 A4	2016/06/29
		EP 2885114 B1	2021/06/30
		EP 2932884 A1	2015/10/21
		EP 2932884 B1	2020/09/09
		EP 2969403 A1	2016/01/20
		EP 2969404 A1	2016/01/20
		EP 2969404 B1	2021/08/11
		EP 2969405 A1	2016/01/20
		EP 2969406 A1	2016/01/20
		EP 2969407 A1	2016/01/20
		EP 2969409 A1	2016/01/20
		EP 2969409 A4	2016/11/16
		EP 2987461 A1	2016/02/24
		EP 2987461 B1	2017/09/13
		EP 3042625 A1	2016/07/13
		EP 3042625 B1	2019/05/01
		EP 3104324 A1	2016/12/14
		EP 3104324 B1	2018/04/18
		EP 3111876 A2	2017/01/04
		EP 3111876 A3	2017/03/29
		EP 3111876 B1	2019/07/24
		EP 3115159 A1	2017/01/11
		EP 3115159 B1	2018/05/16
		EP 3119319 A1	2017/01/25
		EP 3119319 A4	2017/11/22
		EP 3119319 B1	2020/07/15
		EP 3181087 A1	2017/06/21
		EP 3181087 B1	2019/12/18
		EP 3199120 A1	2017/08/02
		EP 3199120 B1	2019/07/24
		EP 3231386 A1	2017/10/18
WO 2020-120901 A1	2020/06/18	CA 3120137 A1	2020/06/18
		CN 113164214 A	2021/07/23
		EP 3893796 A1	2021/10/20
		EP 3893796 B1	2022/08/31
		FR 3089780 A1	2020/06/19
		JP 2022-512275 A	2022/02/03
		KR 10-2021-0102278 A	2021/08/19
		US 2022-0061928 A1	2022/03/03
CN 109998685 A	2019/07/12	없음	
KR 10-2017-0091588 A	2017/08/09	AU 2015-325052 A1	2017/05/18
		AU 2015-325052 B2	2020/07/02
		AU 2016-321332 A1	2018/04/12
		AU 2016-321332 B2	2020/10/08
		AU 2020-244524 A1	2020/10/29
		AU 2020-294275 A1	2021/01/28
		CN 105939647 A	2016/09/14
		CN 105939647 B	2020/01/21
		CN 107427327 A	2017/12/01
		CN 108348133 A	2018/07/31

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		CN 108348133 B	2020/11/13
		CN 111166274 A	2020/05/19
		CN 113229942 A	2021/08/10
		CN 113274140 A	2021/08/20
		EP 3060157 A1	2016/08/31
		EP 3060157 B1	2019/12/11
		EP 3200718 A1	2017/08/09
		EP 3346899 A1	2018/07/18
		EP 3346899 A4	2019/10/30
		EP 3689284 A1	2020/08/05
		JP 2017-502709 A	2017/01/26
		JP 2018-500054 A	2018/01/11
		JP 2018-533450 A	2018/11/15
		JP 2020-096807 A	2020/06/25
		JP 2020-116421 A	2020/08/06
		JP 6656148 B2	2020/03/04
		JP 6689832 B2	2020/04/28
		JP 6932757 B2	2021/09/08
		JP 6938507 B2	2021/09/22
		KR 10-2016-0105773 A	2016/09/07
		KR 10-2018-0083306 A	2018/07/20
		KR 10-2332023 B1	2021/12/01
		US 10159533 B2	2018/12/25
		US 10219874 B2	2019/03/05
		US 10314463 B2	2019/06/11
		US 10398518 B2	2019/09/03
		US 10405939 B2	2019/09/10
		US 10405940 B2	2019/09/10
		US 10493241 B2	2019/12/03
		US 10631949 B2	2020/04/28
		US 10667871 B2	2020/06/02
		US 10702348 B2	2020/07/07
		US 10786329 B2	2020/09/29
		US 10792464 B2	2020/10/06
		US 10814101 B2	2020/10/27
		US 11141048 B2	2021/10/12
		US 2015-0119637 A1	2015/04/30
		US 2015-0119638 A1	2015/04/30
		US 2015-0164594 A1	2015/06/18
		US 2015-0164595 A1	2015/06/18
		US 2015-0164596 A1	2015/06/18
		US 2016-0001038 A1	2016/01/07
		US 2016-0184032 A1	2016/06/30
		US 2016-0270865 A1	2016/09/22
		US 2016-0270866 A1	2016/09/22
		US 2016-0287840 A1	2016/10/06
		US 2016-0296294 A1	2016/10/13
		US 2016-0374541 A1	2016/12/29
		US 2016-0374766 A1	2016/12/29
		US 2017-0007337 A1	2017/01/12

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 2017-0065357 A1	2017/03/09
		US 2017-0065363 A1	2017/03/09
		US 2017-0065364 A1	2017/03/09
		US 2017-0065365 A1	2017/03/09
		US 2017-0100199 A1	2017/04/13
		US 2017-0333679 A1	2017/11/23
		US 2017-0340396 A1	2017/11/30
		US 2017-0367782 A1	2017/12/28
		US 2018-0271616 A1	2018/09/27
		US 2019-0083183 A1	2019/03/21
		US 2019-0223974 A1	2019/07/25
		US 2019-0290109 A1	2019/09/26
		US 2019-0336238 A1	2019/11/07
		US 2019-0380797 A1	2019/12/19
		US 2020-0101264 A1	2020/04/02
		US 2020-0261172 A1	2020/08/20
		US 2020-0323596 A1	2020/10/15
		US 2020-0405434 A1	2020/12/31
		US 2020-0406002 A1	2020/12/31
		US 2021-0023340 A1	2021/01/28
		US 2022-0022735 A1	2022/01/27
		US 9561083 B2	2017/02/07
		US 9713509 B2	2017/07/25
		US 9737371 B2	2017/08/22
		US 9737373 B2	2017/08/22
		US 9744335 B2	2017/08/29
		US 9763741 B2	2017/09/19
		US 9788910 B2	2017/10/17
		US 9844412 B2	2017/12/19
		US 9980785 B2	2018/05/29
		US 9993313 B2	2018/06/12
		WO 2015-061756 A1	2015/04/30
		WO 2016-054256 A1	2016/04/07
		WO 2016-164824 A1	2016/10/13
		WO 2017-044884 A1	2017/03/16
US 8126114 B2	2012/02/28	CN 102196776 A	2011/09/21
		CN 102196776 B	2014/12/24
		EP 2326254 A1	2011/06/01
		EP 2326254 B1	2021/12/08
		JP 2012-501866 A	2012/01/26
		US 2010-0069920 A1	2010/03/18
		US 2012-0158017 A1	2012/06/21
		US 8761337 B2	2014/06/24
		WO 2010-030463 A1	2010/03/18
EP 2537483 B1	2018/08/22	CN 101106952 A	2008/01/16
		CN 101106952 B	2011/11/09
		CN 101664339 A	2010/03/10
		CN 101664339 B	2012/10/10
		CN 102415915 A	2012/04/18
		CN 102415915 B	2016/08/24

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		CN 102579133 A	2012/07/18
		CN 102579133 B	2015/07/15
		CN 102813553 A	2012/12/12
		CN 102813553 B	2015/01/21
		CN 104042347 A	2014/09/17
		CN 104042347 B	2017/04/12
		CN 104586507 A	2015/05/06
		CN 104586507 B	2017/12/22
		CN 106214259 A	2016/12/14
		CN 106214259 B	2019/09/06
		CN 110432987 A	2019/11/12
		EP 1841379 A1	2007/10/10
		EP 1841379 B1	2012/09/26
		EP 2120769 A2	2009/11/25
		EP 2120769 B1	2019/08/28
		EP 2263590 A2	2010/12/22
		EP 2263590 A3	2012/12/12
		EP 2263590 B1	2018/05/16
		EP 2263591 A2	2010/12/22
		EP 2263591 A3	2012/12/19
		EP 2263591 B1	2017/06/07
		EP 2329790 A2	2011/06/08
		EP 2329790 A3	2016/07/06
		EP 2329790 B1	2018/03/07
		EP 2537483 A2	2012/12/26
		EP 2537483 A3	2016/12/21
		EP 3427685 A1	2019/01/16
		EP 3597378 A1	2020/01/22
		JP 2008-528130 A	2008/07/31
		JP 2010-516398 A	2010/05/20
		JP 2012-020155 A	2012/02/02
		JP 2012-020156 A	2012/02/02
		JP 2012-143589 A	2012/08/02
		JP 2013-144149 A	2013/07/25
		JP 2014-028296 A	2014/02/13
		JP 2014-158967 A	2014/09/04
		JP 2014-239923 A	2014/12/25
		JP 2016-000360 A	2016/01/07
		JP 2018-196780 A	2018/12/13
		JP 2020-124596 A	2020/08/20
		JP 2022-009321 A	2022/01/14
		JP 5379022 B2	2013/12/25
		JP 5500734 B2	2014/05/21
		JP 5622694 B2	2014/11/12
		JP 5730233 B2	2015/06/03
		JP 6170399 B2	2017/07/26
		JP 6185893 B2	2017/08/23
		JP 6277165 B2	2018/02/07
		JP 6444055 B2	2018/12/26
		JP 6935376 B2	2021/09/15

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		KR 10-1483078 B1	2015/01/15
		KR 10-2009-0111308 A	2009/10/26
		US 10786318 B2	2020/09/29
		US 10898281 B2	2021/01/26
		US 2006-0167440 A1	2006/07/27
		US 2007-0156122 A1	2007/07/05
		US 2009-0163931 A1	2009/06/25
		US 2011-0023285 A1	2011/02/03
		US 2011-0023651 A1	2011/02/03
		US 2012-0277764 A1	2012/11/01
		US 2013-0096576 A1	2013/04/18
		US 2014-0243852 A1	2014/08/28
		US 2016-0157946 A1	2016/06/09
		US 2018-0200008 A1	2018/07/19
		US 2018-0256270 A1	2018/09/13
		US 2021-0106394 A1	2021/04/15
		US 7763015 B2	2010/07/27
		US 7837674 B2	2010/11/23
		US 8348931 B2	2013/01/08
		US 8500722 B2	2013/08/06
		US 8834489 B2	2014/09/16
		US 9023060 B2	2015/05/05
		US 9291793 B2	2016/03/22
		US 9877792 B2	2018/01/30
		US 9968405 B2	2018/05/15
		WO 2006-079108 A1	2006/07/27
		WO 2008-094766 A2	2008/08/07
		WO 2008-094766 A3	2008/11/13