(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022 년 4 월 14 일 (14.04.2022)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2022/075665 A1

(51) 국제특허분류:
A61N 5/06 (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)
A61B 5/24 (2021.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/013477

(22) 국제출원일: 2021 년 10 월 1 일 (01.10.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0129157 2020 년 10 월 7 일 (07.10.2020) KR

(71) 출원인: 이화여자대학교 산학협력단 (**EWHA UNIVERSITY - INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION**) [KR/KR]; 03760 서울시 서대문구 이화여대길 52, Seoul (KR).

(72) 발명자: **지창현 (JI, Chang Hyeon)**; 06705 서울시 서초구 효령로34길 79, 3동 1007호, Seoul (KR). **전상범 (JUN, Sang Beom)**; 06764 서울시 서초구 태봉로2길 65, 405동 1304호, Seoul (KR).

(74) 대리인: **특허법인 무한 (MUHANN PATENT & LAW FIRM)**; 06144 서울시 강남구 언주로 560, 8층 (역삼동, 화물재단빌딩), 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, 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.

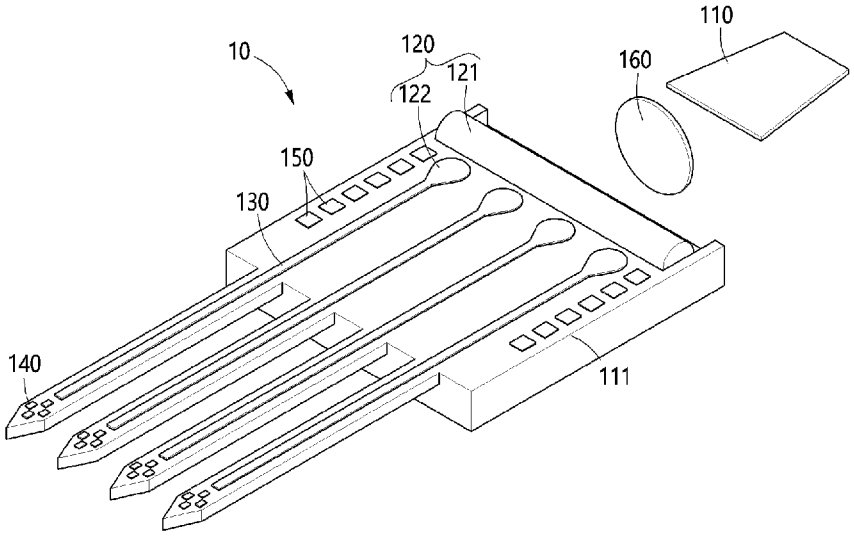
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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))

(54) Title: OPTICAL PROBE

(54) 발명의 명칭: 광 프로브



(57) Abstract: An optical probe according to one embodiment comprises: a light source for generating an optical signal; a plurality of wave guides configured to guide the optical signal to a target; a plurality of electrodes for recording an electrical signal generated by the target; and a modulator for transmitting the optical signal of the light source to at least one target wave guide from among the plurality of wave guides.

(57) 요약서: 일 실시예에 따른 광 프로브는, 광 신호를 발생시키는 광원; 광 신호를 대상체로 안내하도록 구성된 복수 개의 도파관; 상기 대상체로부터 발생하는 전기적 신호를 기록하는 복수 개의 전극; 및 상기 복수 개의 도파관 중 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 상기 광원의 광 신호를 전달하는 모듈레이터를 포함한다.

WO 2022/075665 A1

명세서

발명의 명칭: 광 프로브

기술분야

[1] 이하, 실시예들은 광 프로브에 관한 것이다.

배경기술

[2] 광 신호를 이용하여 신경세포를 자극 또는 억제하고, 자극 또는 억제된 신경세포로부터 전기적 신호를 획득하는 광 프로브가 개발되고 있다. 관련 분야의 연구자들은 뇌, 척수 등의 신경세포를 광 신호로 자극하거나 억제함으로써 관측 대상의 행동 변화를 연구하거나 질병을 치료하는 광 유전학의 기술을 이용한다. 예를 들어, 도파관 형태의 신경 탐침을 통해 신경세포를 자극하고, 자극된 신경세포에서 생성되는 전기적 신호를 추출하는 장치가 있으며, 미국 특허출원공개공보 제2013/0030274호는 집적 광 신경 프로브를 개시한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[3] 일 실시예에 따른 목적은 뇌, 척수 등의 복수 개의 신경세포를 선택적으로 자극하고, 이로부터 생성되는 전기적 신호를 추출하는 광 프로브를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

[4] 일 실시예에 따른 광 프로브는, 광 신호를 발생시키는 광원; 광 신호를 대상체로 안내하도록 구성된 복수 개의 도파관; 상기 대상체로부터 발생하는 전기적 신호를 기록하는 복수 개의 전극; 및 상기 복수 개의 도파관 중 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 상기 광원의 광 신호를 전달하는 모듈레이터를 포함한다.

[5] 상기 모듈레이터는, 상기 복수 개의 도파관의 길이 방향에 대해 교차하는 제1방향에 대해 회전하며 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 광 신호를 반사하는 미러를 포함할 수 있다.

[6] 상기 미러는, 상기 복수 개의 도파관의 길이 방향 및 상기 제1방향에 각각 교차하는 제2방향으로도 회전할 수 있다.

[7] 상기 모듈레이터는, 상기 복수 개의 도파관에 대응되게 배치된 복수 개의 미러의 어레이를 포함하고, 상기 복수 개의 미러는, 상기 복수 개의 도파관의 길이 방향에 대해 교차하는 방향에 대해 회전하며 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 광 신호를 반사할 수 있다.

[8] 상기 복수 개의 미러는, 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관을 향하는 방향으로 광 신호를 반사하는 적어도 하나의 미러를 포함하는 제1세트; 및 상기 복수 개의 도파관을 향하지 않는 방향으로 광 신호를 반사하는 나머지 미러를

포함하는 제2세트로 구성될 수 있다.

[9] 상기 모듈레이터는, 상기 복수 개의 도파관의 길이 방향에 교차하는 제1방향 또는 상기 길이 방향과 상기 제1방향에 교차하는 제2방향으로 선형으로 이동하며 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 광 신호를 집광하는 집광 요소를 포함할 수 있다.

[10] 상기 모듈레이터는, 상기 복수 개의 도파관에 대응하는 복수 개의 개구를 갖는 프레임; 및 상기 복수 개의 개구 중 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관에 대응하는 개구의 개도를 조절하는 복수 개의 개도 조절 부재를 포함할 수 있다.

[11] 상기 복수 개의 개도 조절 부재는 캔틸레버 암을 각각 포함하고, 상기 모듈레이터는 상기 캔틸레버 암의 기울기를 조절하는 구동 요소를 더 포함할 수 있다.

[12] 상기 복수 개의 개도 조절 부재는 광학적 이방성을 갖는 유기화합물을 포함하고, 상기 모듈레이터는 상기 유기화합물의 방향성을 결정하는 구동 요소를 더 포함할 수 있다.

[13] 상기 광 프로브는, 상기 복수 개의 도파관에 연결되고, 상기 모듈레이터로부터 광 신호를 수신하는 복수 개의 집광부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[14] 일 실시예에 따른 광 프로브는 뇌, 척수 등의 복수 개의 신경세포를 선택적으로 자극하고, 이로부터 생성되는 전기적 신호를 추출할 수 있다.

[15] 일 실시예에 따른 광 프로브의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[16] 도 1은 일 실시예에 따른 광 프로브의 사시도이다.

[17] 도 2는 일 실시예에 따른 모듈레이터의 개념도이다.

[18] 도 3은 도 2의 모듈레이터에 의해 나타나는 광 신호 전달 분포를 도시한 도면이다.

[19] 도 4는 다른 실시예에 따른 모듈레이터의 개념도이다.

[20] 도 5는 도 4의 모듈레이터에 의해 나타나는 광 신호 전달 분포를 도시한 도면이다.

[21] 도 6은 또 다른 실시예에 따른 모듈레이터의 개념도이다.

[22] 도 7은 도 6의 모듈레이터에 의해 나타나는 광 신호 전달 분포를 도시한 도면이다.

[23] 도 8은 추가적인 실시예에 따른 모듈레이터의 개념도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[24] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리범위가 이러한

실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

[25] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 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.

[26] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[27] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[28] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[29] 어느 하나의 실시예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시예에 기재한 설명은 다른 실시예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[30] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 광 프로브(10)는 복수 개의 도파관(130) 중 적어도 하나 이상의 도파관(130)을 선택하고, 선택된 적어도 하나 이상의 도파관(130)을 통해 대상체로 광 신호를 전달하고, 대상체로부터 발생하는 전기적 신호를 획득할 수 있다. 여기서, '선택'한다는 것은 복수 개의 도파관(130) 중 적어도 하나의 목표하는 도파관(130)을 통해 대상체로 광 신호를 전달하고, 목표하지 않는 나머지 도파관(130)은 이용하지 않는 것을 의미한다. 또한, 용어

"대상체"는 뇌, 척수 등의 신경 세포를 포함할 수 있다.

[31] 광 프로브(10)는 전원(110) 및 인터페이스 구조체(111)를 포함하고, 인터페이스 구조체(111)에 설치되는 복수 개의 집광부(120), 복수 개의 도파관(130), 복수 개의 전극(140), 복수 개의 전기 커넥터(150) 및 모듈레이터(160)를 포함할 수 있다. 인터페이스 구조체(111)는 대상체와 접속하도록 구성된다. 한편, 도시된 실시예와 다른 대안적인 실시예에서, 모듈레이터(160)는 인터페이스 구조체(111)에 설치되지 않을 수 있고, 전원(110) 및 인터페이스 구조체(111) 사이의 광 경로 상의 임의의 적절한 위치에 설치될 수도 있다.

[32] 전원(110)은 광 신호를 발생시키도록 구성된 광원을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원은 발광 다이오드(light emitting diode; LED)를 포함할 수 있다. 일 예에서, 광원은 실질적으로 단일 파장을 갖는 광 신호를 발생시킬 수 있다. 또 다른 예에서, 광원은 복수 파장을 갖는 광 신호를 발생시킬 수 있다. 또한, 전원(110)은, 집적된 형태로, 광원을 구동시키기 위한 구동 회로, 전력을 발생시키는 배터리, 외부와 통신 신호를 교환하기 위한 통신 회로 등을 포함함으로써 광 프로브(10)를 무선 시스템으로 구성할 수 있다.

[33] 전원(110) 및 인터페이스 구조체(111)는 서로 분리 가능하게 결합될 수 있다. 예를 들어, 전원(110)은 재사용 가능한 부분이고, 인터페이스 구조체(111)는 일회용 부분일 수 있다.

[34] 복수 개의 집광부(120)는 광 신호를 집광하도록 구성된다. 예를 들어, 복수 개의 집광부(120)는 제1렌즈(121) 및 제2렌즈(122)를 포함할 수 있다. 제1렌즈(121)는 광원의 광 신호를 일 방향으로 집광하고, 제2렌즈(122)는 제1렌즈(121)로부터 집광된 광 신호를 제1렌즈(121)가 집광하는 방향에 교차하는 방향으로 집광할 수 있다. 또 다른 예로, 복수 개의 집광부(120)는 제1렌즈(121) 및 제2렌즈(122) 중 어느 하나의 렌즈만을 포함할 수도 있다.

[35] 복수 개의 집광부(120)는 광원으로부터 발생된 광 신호를 직접적으로 수신하지 않는다. 복수 개의 집광부(120) 중 선택된 집광부(120)만이 모듈레이터(160)를 통해 전달된 광 신호를 집광하고, 나머지 선택되지 않은 집광부(120)는 광 신호를 수신하지 않는다. 여기서, 선택된 집광부(120)는 목표하는 집광부(120)로도 언급된다. 복수 개의 집광부(120)가 집광한 광 신호는 이들 각각에 대응하는 복수 개의 도파관(130)으로 전달된다. 복수 개의 집광부(120)는 실질적으로 원판 형상을 가질 수 있으며, 평면 방향으로 광 신호를 집광할 수 있다.

[36] 복수 개의 도파관(130)은 복수 개의 집광부(120)로부터 집광된 광 신호를 대상체로 전달할 수 있다. 복수 개의 도파관(130)은 복수 개의 집광부(120)에 대응되게 배치될 수 있다. 예를 들어, 복수 개의 도파관(130)은, 복수 개의 집광부(120)의 각각의 일 부분과 직접적으로 연결되는 제1단부, 대상체에 근접하는 제2단부 및 제1단부와 제2단부 사이에서 연장하는 연장부를 각각 가질 수 있다. 또한, 복수 개의 도파관(130)은 복수 개의 집광부(120)와 동일 평면 상에 놓일 수 있다. 복수 개의 집광부(120)가 광원이 설치된 전원(110)을 바라보는

방향으로 복수 개의 도파관(130)의 제1단부에 설치되는 것은 광 전달 효율을 향상시키는 이점이 있다.

[37] 대안적인 실시예에서, 복수 개의 집광부(120)는 광 프로브(10)에 포함되지 않을 수 있다. 이 경우, 광원의 광 신호는 모듈레이터(160)에 의해 복수 개의 도파관(130) 중 목표하는 적어도 하나의 도파관(130)으로 전달될 수 있다.

[38] 복수 개의 전극(140)은 대상체로 전달된 광 신호에 의해 대상체가 자극 또는 억제될 때 대상체로부터 발생하는 전기적 신호를 기록하도록 구성된다. 복수 개의 전극(140)은 낮은 임피던스를 갖는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 복수 개의 전극(140)은 이리듐, 탄소 나노 튜브 등을 포함할 수 있다. 복수 개의 전극(140)은 복수 개의 도파관(130)의 제2단부에 인접한 부분에 설치될 수 있다.

[39] 복수 개의 전기 커넥터(150)는 복수 개의 전극(140)과 전기적으로 연결되어 복수 개의 전극(140)으로부터 전기적 신호를 수신하여 전원(110)의 통신 회로로 전달할 수 있다.

[40] 모듈레이터(160)는 전원(110)으로부터 발생된 광 신호를 복수 개의 집광부(120) 중 목표하는 적어도 하나의 집광부(120)로 전달할 수 있다. 모듈레이터(160)는 전원(110) 및 복수 개의 집광부(120) 사이에 배치될 수 있다. 모듈레이터(160)는 복수 개의 집광부(120) 중 목표하는 적어도 하나의 집광부(120)를 선택해서, 그 적어도 하나의 집광부(120)로만 광 신호를 전달할 수 있다. 이러한 측면에서, 모듈레이터(160)는 광원의 광 신호를 모든 집광부(120)로 전달하는 수동적 광학계(e.g. 집광 렌즈)와 다르다고 할 수 있다. 이는 특정 위치에 있는 신경 세포를 선택적으로 자극하고, 이로부터 발생하는 전기적 신호를 추출할 수 있는 이점이 있다.

[41] 한편, 도시되지 않았지만, 복수 개의 집광부(120), 복수 개의 도파관(130), 복수 개의 전극(140) 및 복수 개의 전기 커넥터(150)가 설치된 인터페이스 구조체(111)는 복수 개로서 멀티-레이어 구조를 형성할 수 있다. 이에 따라, (광 프로브(10)가 복수 개의 집광부(120)를 포함하는 경우에는, 광원으로부터 복수 개의 집광부(120)를 통해) 광원으로부터 복수 개의 도파관(130)으로 이어지는 광 경로 및 복수 개의 전극(140)으로부터 복수 개의 전기 커넥터(150)로 이어지는 전기적 경로가 매트릭스 형태로 형성될 수 있다. 다시 말하면, 인터페이스 구조체(111)가 N개이고, 복수 개의 집광부(120) 및 복수 개의 도파관(130)이 M개인 경우, N x M 매트릭스 형태로 광 경로 및 전기적 경로가 형성될 수 있다. 이하, 실시예들은 4 x 4 매트릭스 형태의 광 경로 및 전기적 경로를 갖는 광 프로브(10)에 대해서 설명하지만, 반드시 이에 제한되는 것은 아니고, 다양한 매트릭스 형태의 경로들을 갖는 광 프로브(10)가 존재할 수 있음이 자명하게 이해될 수 있으며, 1 x 4 매트릭스 형태와 같이 단일의 인터페이스 구조체(111)를 포함하는 광 프로브(10)도 존재할 수 있다.

[42] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 광 프로브(10)의 모듈레이터(160)는, 전원(110)의 광원으로부터 방출되는 광 신호를, 복수 개의 집광부(120) 중 하나의

집광부(120) 및/또는 복수 개의 도파관(130) 중 하나의 도파관(130)으로 반사하는 미러(161)를 포함할 수 있다. 미러(161)는 단일의 반사면을 포함할 수 있다. 미러(161)는 자기 구동 또는 전자기 구동 방식으로 구동될 수 있다. 예를 들어, 모듈레이터(160)는 미러(161)를 지지하기 위한 김블, 미러(261)와 김블을 지지하고 탄성 변형 가능한 스프링 및 김블에 설치되는 전기 코일과 함께 미러(161)를 구동시키기 위한 영구 자석을 포함할 수 있다.

[43] 미러(161)는, 도파관(130)의 길이 방향에 대해 교차하는 제1방향(e.g. 제1축방향)의 제1축(A1) 및 도파관(130)의 길이 방향과 제1축(A1)의 제1방향에 모두 교차하는 제2방향(e.g. 제2축방향)의 제2축(B1)에 대해 회전하는 2자유도 회전 운동을 수행할 수 있다. 대안적으로, 미러(161)는 제1축(A1)의 제1방향 및 제2축(B1)의 제2방향 중 어느 하나의 방향에 대해서만 회전하는 1 자유도 회전 운동을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 도 3을 이어서 참조하면, 제1축(A1) 및 제2축(B1)이 만나는 미러(161)의 광점(161A)으로부터 반사된 광 신호는, 복수 개의 집광부(120) 및 복수 개의 도파관(130)이 형성하는 매트릭스 형태의 복수 개의 영역 중 어느 하나의 영역(120A)으로 전달될 수 있고, 그 영역(120A)에 존재하는 하나의 집광부(120) 및/또는 하나의 도파관(130)을 통해 대상체로 광 신호가 전달될 수 있다. 이러한 영역(120A)은 미러(161)의 제1축(A1) 및/또는 제2축(B1)에 대한 회전에 의해 선택될 수 있다.

[44] 도 4 및 도 5를 참조하면, 다른 실시예에 따른 광 프로브(20)의 모듈레이터(260)는, 전원(110)의 광원으로부터 방출되는 광 신호를, 복수 개의 집광부(120) 및 복수 개의 도파관(130)이 형성하는 매트릭스 형태의 복수 개의 영역 중 설정 패턴을 형성하는 일부 영역들(120B, 120D)로 전달할 수 있다. 이 실시예에서, 모듈레이터(260)는 복수 개의 미러(261)의 어레이를 포함할 수 있다. 복수 개의 미러(261)의 수는 각 인터페이스 구조체(111)(도 1 참조)에 포함된 복수 개의 집광부(120)의 수 또는 복수 개의 도파관(130)의 수와 동일할 수 있다.

[45] 복수 개의 미러(261)는 앞서 도 2를 참조하며 설명한 미러(161)와 같이 자기 구동 또는 전자기 구동 방식으로 구동될 수 있으며, 모듈레이터(260)는 각각의 미러(261)를 지지하기 위한 하나 이상의 김블, 미러(261)와 김블을 지지하고 탄성 변형 가능한 스프링 및 하나 이상의 김블에 설치되는 하나 이상의 전기 코일과 함께 각각의 미러(261)를 구동시키기 위한 하나 이상의 영구 자석을 포함할 수 있다.

[46] 복수 개의 미러(261)는, 도파관(130)의 길이 방향에 대해 교차하는 제1방향의 제1축(A1) 및 각각의 도파관(130)의 길이 방향과 제1축(A1)의 제1방향에 모두 교차하는 각각의 제2방향의 제2축(B1, B2, B3, B4)에 대해 회전하는 2자유도 회전 운동을 수행할 수 있다. 대안적으로, 복수 개의 미러(261)는 제1축(A1) 및 각각의 제2축(B1, B2, B3, B4) 중 어느 하나의 방향에 대해서만 회전하는 1 자유도 회전 운동을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 제1축(A1) 및 각각의 제2축(B1, B2, B3, B4)이 만나는 각각의 광점(261B, 261D)으로부터 반사된 각각의 광

신호는, 복수 개의 집광부(120) 및 복수 개의 도파관(130)이 형성하는 매트릭스 형태의 복수 개의 영역 중 설정 패턴을 형성하는 일부 영역들(120B, 120D)로 전달될 수 있고, 그 일부 영역들(120B, 120D)의 각각에 존재하는 집광부(120) 및/또는 도파관(130)을 통해 대상체로 광 신호가 전달될 수 있다. 이러한 일부 영역들(120B, 120D)은 복수 개의 미러(261)의 제1축(A1) 및/또는 제2축(B1)에 대한 회전에 의해 선택될 수 있다. 도시된 실시예에서, 복수 개의 미러(261) 중 2개의 미러(261)들은 일부 영역들(120B, 120D)로 광 신호를 반사하는 한편, 일부 영역들(120B, 120D)로 광 신호를 전달하지 않는 나머지 미러(261)들은 광 프로브(20)의 외부로 광 신호를 반사할 수 있다.

[47] 복수 개의 미러(261)는 연동 구동될 수 있다. 여기서, 복수 개의 미러(261)가 "연동 구동"된다는 것은 복수 개의 미러(261)가 시간의 경과에 따라 미리 결정되어 있는 하나 이상의 패턴을 형성하는 영역들(120B, 120D)을 선택하기 위해 제1축(A1) 및/또는 각각의 미러(261)의 제2축(B1, B2, B3, B4)에 대해 회전 운동을 수행하는 것으로 이해될 수 있다. 이 경우, 어느 하나의 미러(261)의 회전은 다른 미러(261)의 회전에 의존할 수 있다.

[48] 복수 개의 미러(261)는 독립 구동될 수 있다. 여기서, 복수 개의 미러(261)가 "독립 구동"된다는 것은 각각의 미러(261)가 다른 미러(261)에 대해 구속되지 않고 개별적으로 제1축(A1) 및/또는 각각의 미러(261)의 제2축(B1, B2, B3, B4)에 대해 회전 운동을 수행하는 것으로 이해될 수 있다.

[49] 도 6을 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 광 프로브(30)의 모듈레이터(360)는, 전원(110)의 광원으로부터 방출되는 광 신호를, 매트릭스 형태를 형성하는 복수 개의 집광부(120) 및/또는 복수 개의 도파관(130) 중 어느 하나의 열에 대응하는 집광부(120)들 및/또는 도파관(130)들로 전달하는 이동 가능한 집광 요소(361)를 포함할 수 있다. 구분을 위해, 이 실시예에서, 복수 개의 집광부(120)는 복수 개의 제1 집광부(120)로, 이동 가능한 집광 요소(361)는 제2 집광 요소(361)로 명명된다. 제2 집광 요소(361)는 볼록 렌즈일 수 있다.

[50] 제2 집광 요소(361)는 도파관(130)의 길이 방향에 대해 교차하는 제1방향의 제1축(A1) 및 도파관(130)의 길이 방향과 제1방향에 모두 교차하는 제2방향의 제2축(B1)을 따라 선형 이동할 수 있다. 여기서, 제1방향은 각 인터페이스 구조체에 포함된 복수 개의 도파관(130)이 배열되어 있는 방향과 평행한 방향일 수 있다.

[51] 예를 들어, 도 7을 함께 참조하면, 제2 집광 요소(361)가 제1축(A1) 및 제2축(B1)을 따라 이동하고 설정 위치에서 정지되면, 광원의 광 신호를, 매트릭스 형태의 영역들 중 어느 하나의 영역(120R)으로 전달할 수 있다. 이와 같이 전달된 광 신호는 목표하는 영역(120R)에 존재하는 집광부(120) 및/또는 도파관(130)을 통해 대상체로 전달될 수 있다. 제2 집광 요소(361)의 선형 이동에 따른 결과적인 위치에 따라, 매트릭스 형태의 영역들 중 광 신호가 전달되는 영역이 결정될 수 있다.

[52] 도 8을 참조하면, 추가적인 실시예에 따른 광 프로브(40)의 모듈레이터(460)는, 광원으로부터 복수 개의 도파관으로 이어지는 광 경로 중 일부를 차단하고 나머지를 개방하는 방식으로, 복수 개의 도파관 중 적어도 하나의 도파관으로 광 신호를 전달할 수 있다.

[53] 예를 들어, 모듈레이터(460)는, 복수 개의 도파관에 각각 대응하는 복수 개의 개구(O)를 갖는 프레임(461) 및 복수 개의 개구(O)를 개폐하도록 구성된 복수 개의 개도 조절 부재(462)를 포함할 수 있다. 복수 개의 개도 조절 부재(462)가, 복수 개의 개구(O) 중, 목표하는 적어도 하나의 도파관에 대응하는 개구(O)만을 개방하고 나머지 개구(O)는 차단함으로써, 광원으로부터 목표하는 적어도 하나의 도파관으로의 광 경로가 규정될 수 있다. 한편, 복수 개의 개도 조절 부재(462)는 복수 개의 개구(O)의 개방의 정도(개도)를 조절함으로써 목표하는 적어도 하나의 도파관을 통한 광 신호의 세기를 조절할 수도 있다.

[54] 도 9를 참조하면, 도 8의 개도 조절 부재(462)는 캔틸레버 구동 방식으로 개구(O)를 개폐하고 개구(O)의 개도를 조절할 수 있다. 개도 조절 부재(462)는 캔틸레버 암(462')을 포함할 수 있으며, 이 경우 모듈레이터(460)는 캔틸레버 암(462')의 기울기를 조절하는 구동 요소(미도시)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 구동 요소는 자기적으로 또는 전자기적으로 캔틸레버 암(462')을 끌어당겨 캔틸레버 암(462')의 벤딩을 조절할 수 있고, 캔틸레버 암(462')의 벤딩의 정도에 따라 개구(O)의 개도가 조절될 수 있다.

[55] 다시 도 8을 참조하면, 다른 실시예에 따른 개도 조절 부재(462)는 액정(liquid crystal)을 이용하여 개구(O)를 개방할 수도 있다. 이러한 개도 조절부재(462)는, 광학적 이방성을 갖는 유기화합물을 포함할 수 있으며, 이 경우의 모듈레이터(460)는 유기화합물의 방향성을 결정하는 구동 요소(미도시)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 구동 요소는 유기화합물에 전압을 인가하는 전압 인가 요소를 포함할 수 있다.

[56] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[57] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

청구범위

[청구항 1] 광 신호를 발생시키는 광원;
광 신호를 대상체로 안내하도록 구성된 복수 개의 도파관;
상기 대상체로부터 발생하는 전기적 신호를 기록하는 복수 개의 전극; 및
상기 복수 개의 도파관 중 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 상기 광원의 광 신호를 전달하는 모듈레이터;
를 포함하는 광 프로브.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 모듈레이터는, 상기 복수 개의 도파관의 길이 방향에 대해 교차하는 제1방향에 대해 회전하며 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 광 신호를 반사하는 미러를 포함하는 광 프로브.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 미러는, 상기 복수 개의 도파관의 길이 방향 및 상기 제1방향에 각각 교차하는 제2방향으로도 회전하는 광 프로브.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 모듈레이터는, 상기 복수 개의 도파관에 대응되게 배치된 복수 개의 미러의 어레이를 포함하고,
상기 복수 개의 미러는, 상기 복수 개의 도파관의 길이 방향에 대해 교차하는 방향에 대해 회전하며 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 광 신호를 반사하는 광 프로브.

[청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 복수 개의 미러는
상기 목표하는 적어도 하나의 도파관을 향하는 방향으로 광 신호를 반사하는 적어도 하나의 미러를 포함하는 제1세트; 및
상기 복수 개의 도파관을 향하지 않는 방향으로 광 신호를 반사하는 나머지 미러를 포함하는 제2세트;
로 구성된 광 프로브.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 모듈레이터는, 상기 복수 개의 도파관의 길이 방향에 교차하는 제1방향 또는 상기 길이 방향과 상기 제1방향에 교차하는 제2방향으로 선형으로 이동하며 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관으로 광 신호를 집광하는 집광 요소를 포함하는 광 프로브.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 모듈레이터는,
상기 복수 개의 도파관에 대응하는 복수 개의 개구를 갖는 프레임; 및
상기 복수 개의 개구 중 상기 목표하는 적어도 하나의 도파관에 대응하는 개구의 개도를 조절하는 복수 개의 개도 조절 부재;

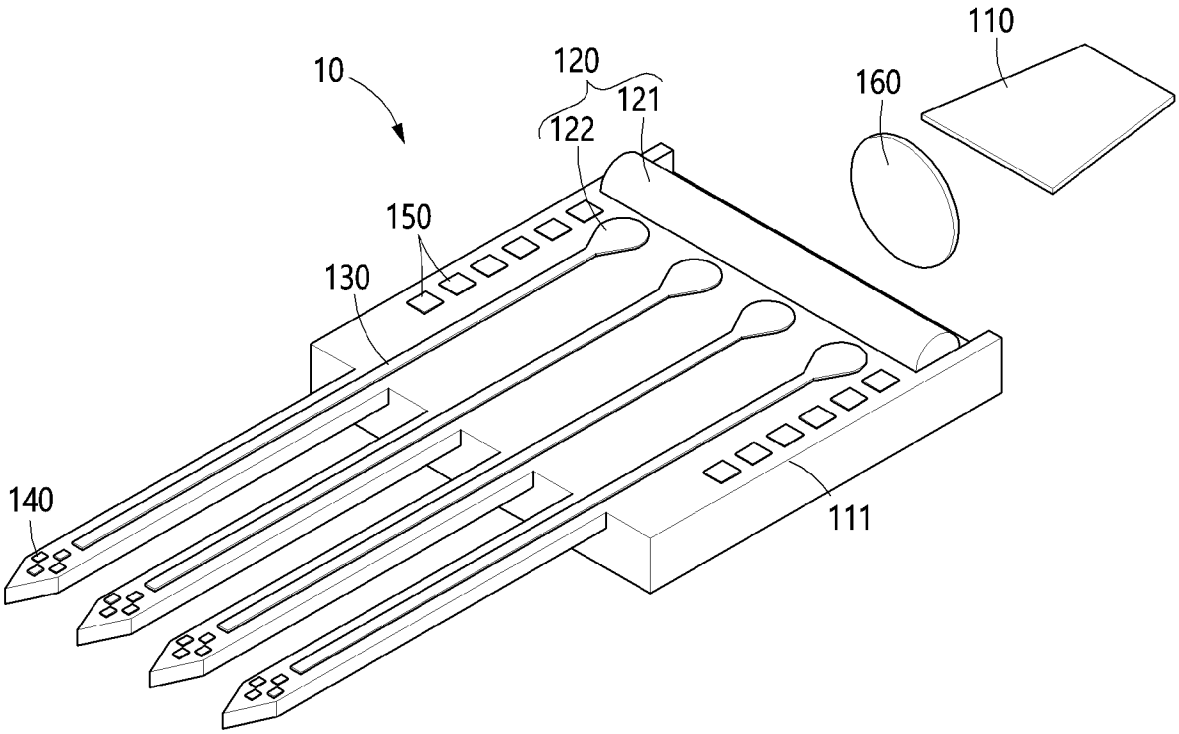
를 포함하는 광 프로브.

[청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 복수 개의 개도 조절 부재는 캔틸레버 암을 각각 포함하고,
상기 모듈레이터는 상기 캔틸레버 암의 기울기를 조절하는 구동 요소를 더 포함하는 광 프로브.

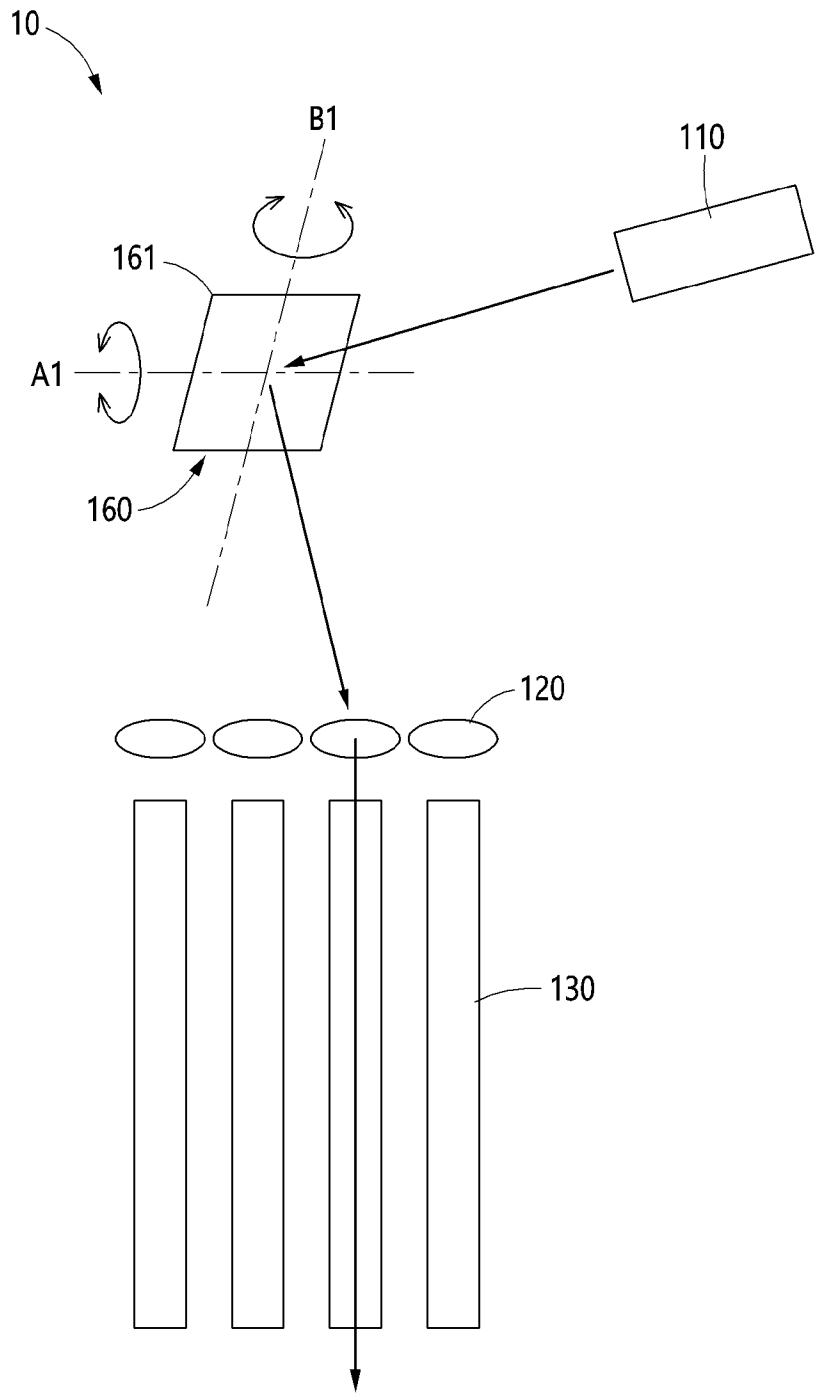
[청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 복수 개의 개도 조절 부재는 광학적 이방성을 갖는 유기화합물을 포함하고,
상기 모듈레이터는 상기 유기화합물의 방향성을 결정하는 구동 요소를 더 포함하는 광 프로브.

[청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 복수 개의 도파관에 연결되고, 상기 모듈레이터로부터 광 신호를 수신하는 복수 개의 집광부를 더 포함하는 광 프로브.

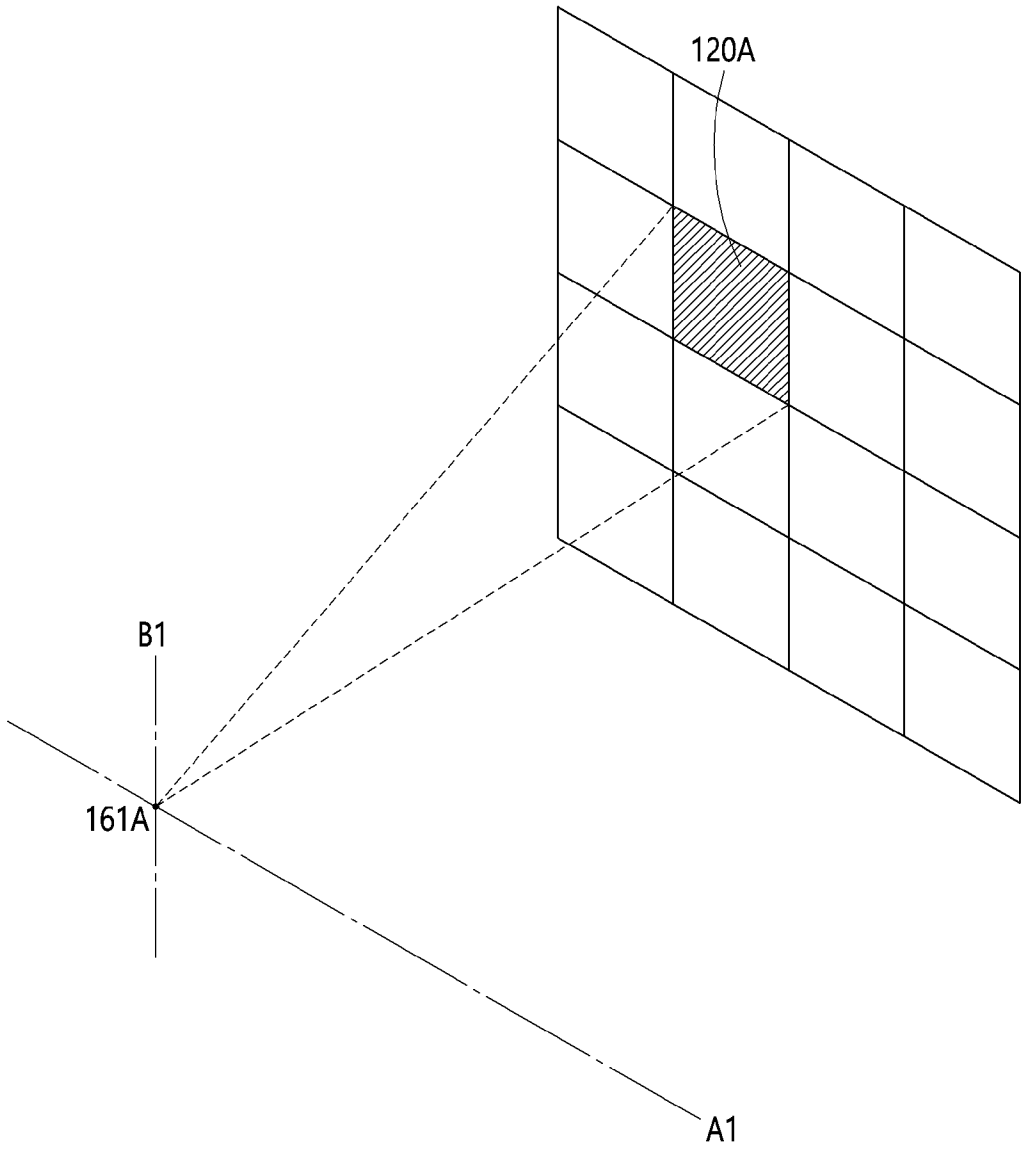
[도1]



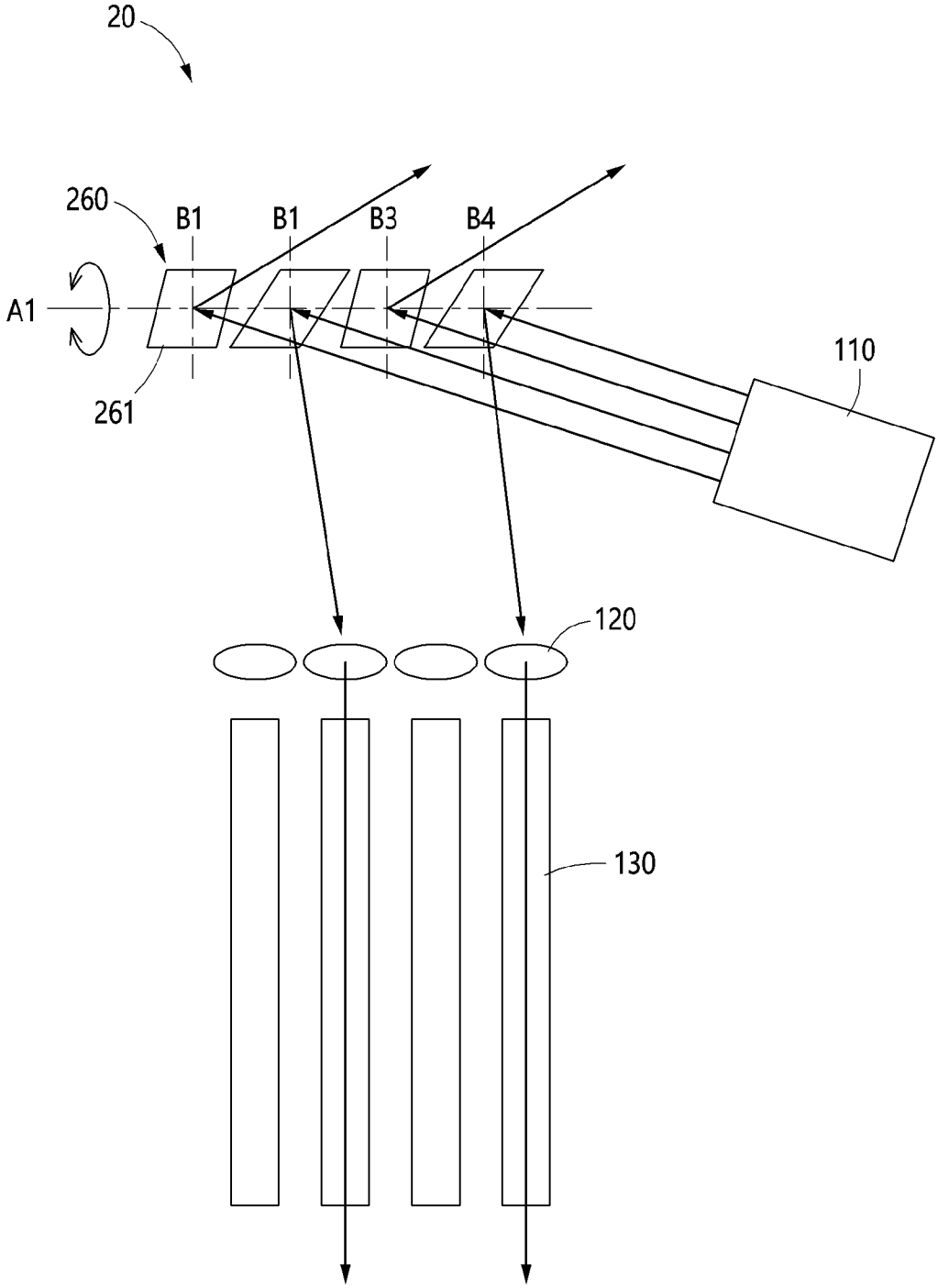
[도2]



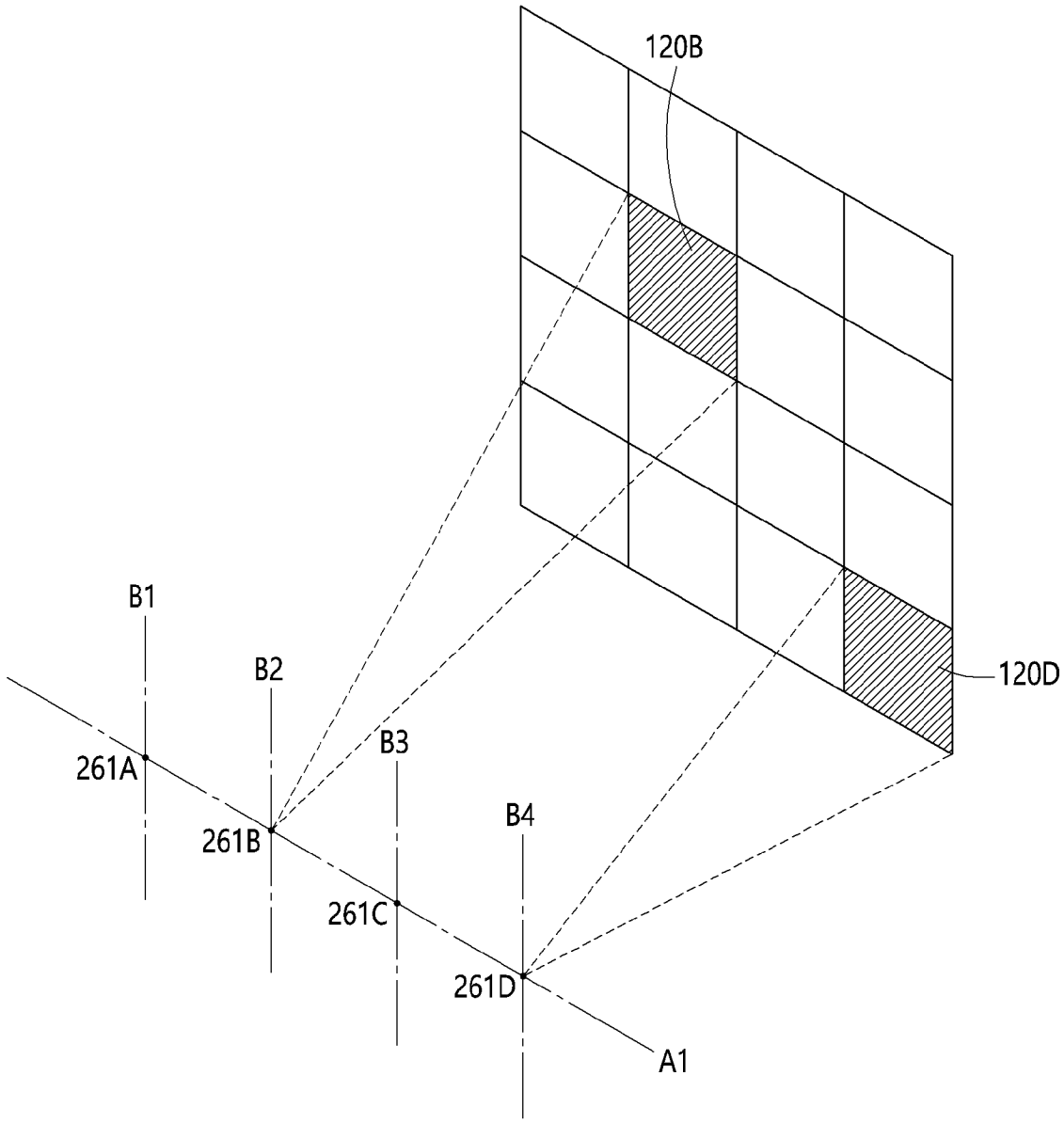
[도3]



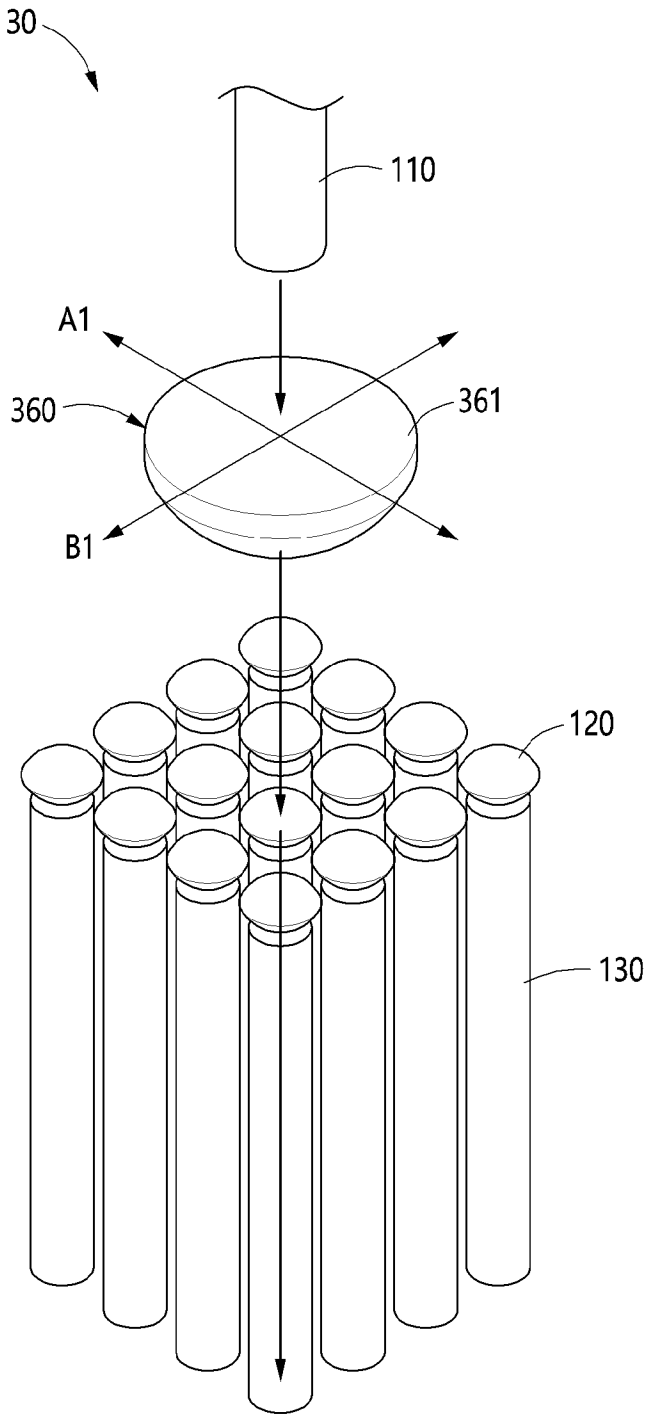
[도4]



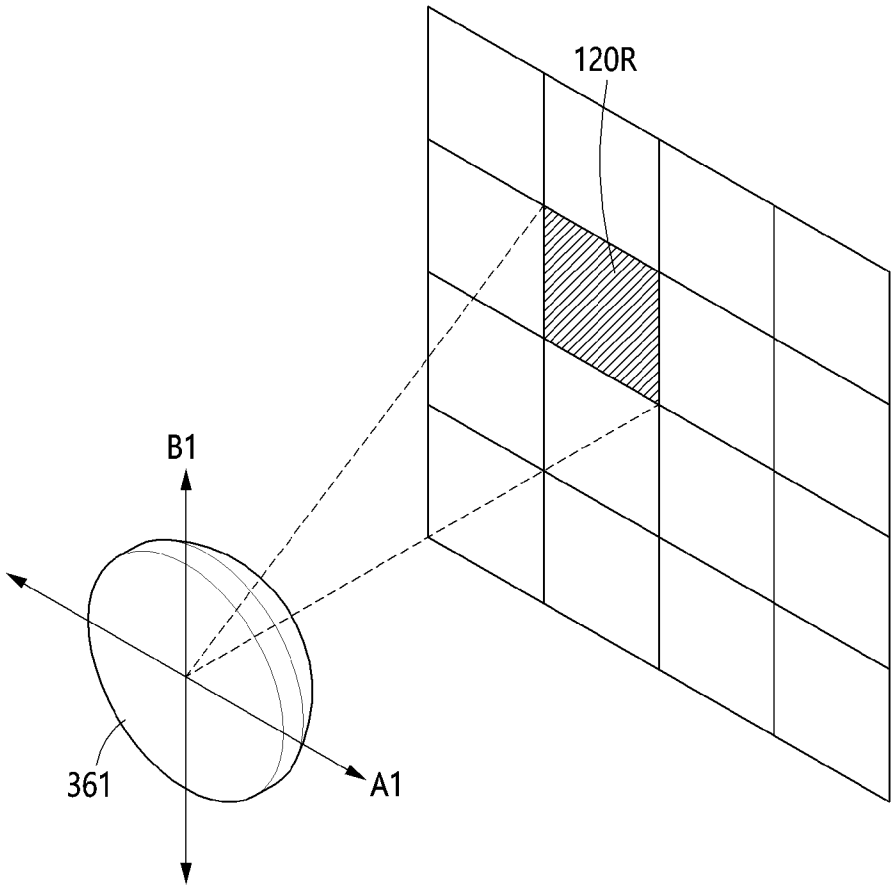
[도5]



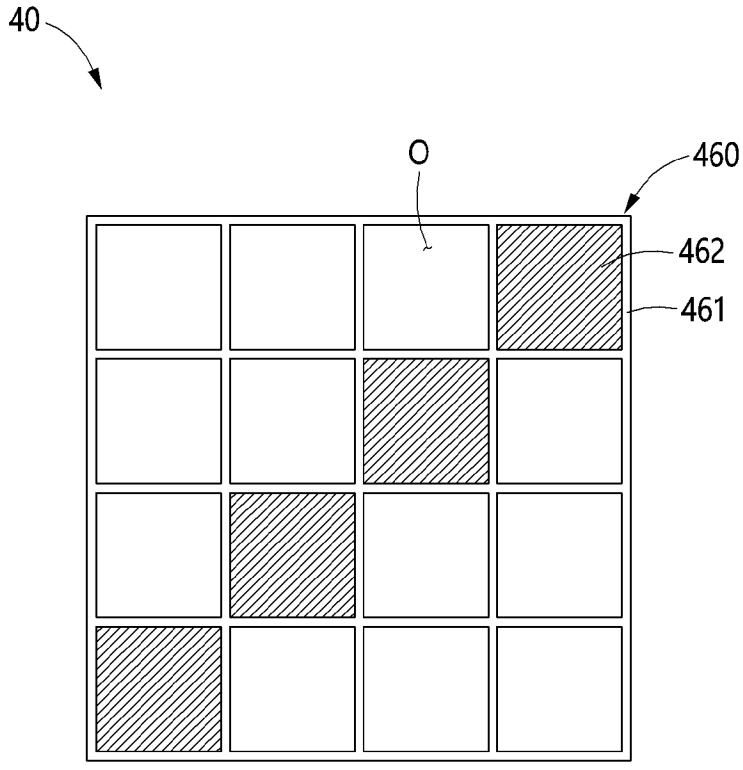
[도6]



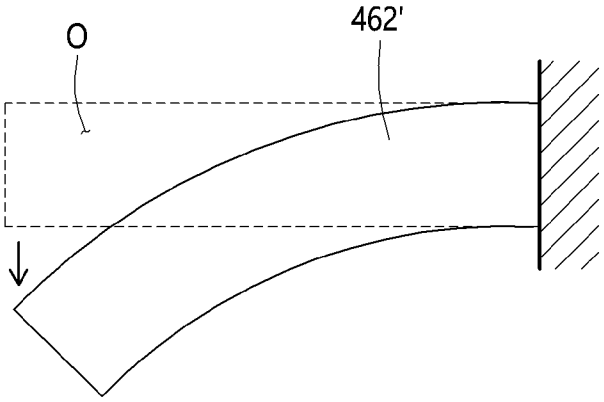
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/013477

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61N 5/06(2006.01)i; **A61B 5/24**(2021.01)i; **A61B 5/00**(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)

A61N 5/06(2006.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 5/04(2006.01); A61B 5/0476(2006.01); A61B 5/05(2006.01); G01N 29/24(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: 광 프로브(optical probe), 신경 자극(nerve stimulation), 복수의 도파관(multiple waveguides), 선택적 작동(selective operation), 회전 가능한 미러(rotatable mirror), 개구 조절 부재(opening degree adjustment member)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015-0047179 A1 (NEURO NEXUS TECHNOLOGIES, INC.) 19 February 2015 (2015-02-19) See paragraphs [0027]-[0033] and [0038]-[0046]; and figure 1D.	1,10
A		2-9
X	US 2013-0046148 A1 (TATHIREDDY, Prashant et al.) 21 February 2013 (2013-02-21) See paragraphs [0031]-[0037], [0046]-[0049] and [0055]; and figures 5-7.	1,10
X	US 2013-0079615 A1 (YOON, Euisik et al.) 28 March 2013 (2013-03-28) See paragraphs [0035]-[0044]; and figures 2-4.	1
A	KR 10-2020-0010879 A (EWHA UNIVERSITY - INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION et al.) 31 January 2020 (2020-01-31) See entire document.	1-10

☑ 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	Date of mailing of the international search report
13 January 2022	**13 January 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/013477

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1150422 B1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 01 June 2012 (2012-06-01) See entire document.	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2021/013477

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2015-0047179 A1	19 February 2015	US 2011-0112591 A1	12 May 2011
		US 2017-0326382 A1	16 November 2017
		US 8870857 B2	28 October 2014
		US 9643027 B2	09 May 2017
		WO 2011-057137 A1	12 May 2011
US 2013-0046148 A1	21 February 2013	WO 2011-057276 A2	12 May 2011
US 2013-0079615 A1	28 March 2013	US 2016-0143551 A1	26 May 2016
		US 9247889 B2	02 February 2016
		US 9642545 B2	09 May 2017
		WO 2011-068696 A2	09 June 2011
KR 10-2020-0010879 A	31 January 2020	KR 10-2160857 B1	29 September 2020
		WO 2020-022729 A1	30 January 2020
KR 10-1150422 B1	01 June 2012	KR 10-2012-0043199 A	04 May 2012
		US 2012-0101356 A1	26 April 2012
		US 8886278 B2	11 November 2014

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/013477

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61N 5/06(2006.01)i; **A61B 5/24**(2021.01)i; **A61B 5/00**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61N 5/06(2006.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 5/04(2006.01); A61B 5/0476(2006.01); A61B 5/05(2006.01); G01N 29/24(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: 광 프로브(optical probe), 신경 자극(nerve stimulation), 복수의 도파관(multiple waveguides), 선택적 작동(selective operation), 회전 가능한 미러(rotatable mirror), 개구 조절 부재(opening degree adjustment member)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	US 2015-0047179 A1 (NEURO NEXUS TECHNOLOGIES, INC.) 2015.02.19 단락 [0027]-[0033], [0038]-[0046]; 및 도면 1D 참조.	1,10
A		2-9
X	US 2013-0046148 A1 (TATHIREDDY, PRASHANT 등) 2013.02.21 단락 [0031]-[0037], [0046]-[0049], [0055]; 및 도면 5-7 참조.	1,10
X	US 2013-0079615 A1 (YOON, EUISIK 등) 2013.03.28 단락 [0035]-[0044]; 및 도면 2-4 참조.	1
A	KR 10-2020-0010879 A (이화여자대학교 산학협력단 등) 2020.01.31 전체 문헌 참조.	1-10
A	KR 10-1150422 B1 (한국과학기술연구원) 2012.06.01 전체 문헌 참조.	1-10

☐ 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	국제조사보고서 발송일
2022년01월13일(13.01.2022)	**2022년01월13일(13.01.2022)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관
대한민국 특허청 **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)**	**허주형**
팩스 번호 **+82-42-481-8578**	전화번호 **+82-42-481-5373**

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2019년 7월)

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2021/013477

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2015-0047179 A1	2015/02/19	US 2011-0112591 A1	2011/05/12
		US 2017-0326382 A1	2017/11/16
		US 8870857 B2	2014/10/28
		US 9643027 B2	2017/05/09
		WO 2011-057137 A1	2011/05/12
US 2013-0046148 A1	2013/02/21	WO 2011-057276 A2	2011/05/12
US 2013-0079615 A1	2013/03/28	US 2016-0143551 A1	2016/05/26
		US 9247889 B2	2016/02/02
		US 9642545 B2	2017/05/09
		WO 2011-068696 A2	2011/06/09
KR 10-2020-0010879 A	2020/01/31	KR 10-2160857 B1	2020/09/29
		WO 2020-022729 A1	2020/01/30
KR 10-1150422 B1	2012/06/01	KR 10-2012-0043199 A	2012/05/04
		US 2012-0101356 A1	2012/04/26
		US 8886278 B2	2014/11/11