(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0010879
(43) 공개일자 2020년01월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/0059 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0085479
(22) 출원일자 2018년07월23일
심사청구일자 2018년07월23일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
지창현
서울특별시 서초구 효령로34길 79, 3동 1007호 (방배동, 삼익아파트)
전상범
서울특별시 서초구 태봉로2길 65, 405동 1304호 (우면동, 서초네이처힐아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

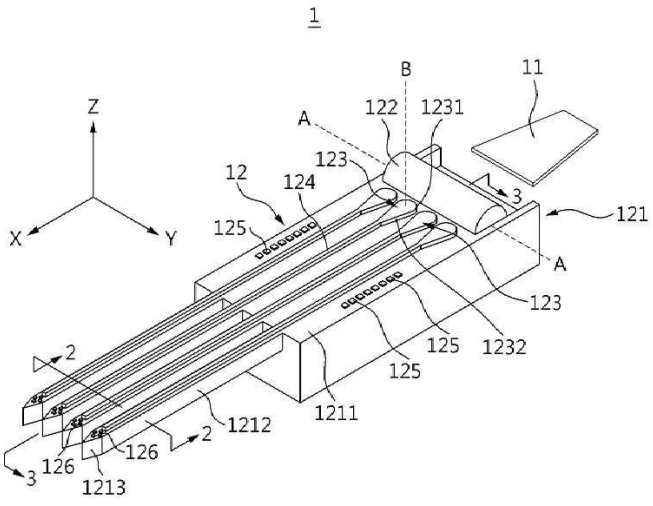
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **광 프로브**

(57) 요 약

일 실시예에 따른 광 프로브는 빛을 방출하는 광원; 상기 광원의 빛을 제1방향으로 집광시키는 제1 집광 렌즈; 및 제1방향으로 집광된 빛을 상기 제1방향에 교차하는 제2방향으로 집광시키는 복수 개의 제2 집광 렌즈들; 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들로부터 각각 연장하며 제2방향으로 집광된 빛을 대상체로 전달하는 복수 개의 도파관들; 및 대상체로 전달된 빛에 의해 대상체가 자극 또는 억제될 때 발생하는 전기적 신호를 수용하도록 구성된 복수 개의 전극들을 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이용승

서울특별시 관악구 관악로30길 27, 107동 1706호 (봉천동, 관악푸르지오아파트)

전새영

서울특별시 관악구 관악로 1, 301동 1116호 (신림동, 서울대학교)

김용권

서울특별시 강남구 삼성로 151, 12동 1105호 (대치동, 선경아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012M3A6A054204
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 글로벌프런티어사업 (다차원 스마트 IT 융합 시스템 연구)
연구과제명 스마트 브레인 센서 네트워크
기 여 율 1/2
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2017.05.01 ~ 2018.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2018M3C1B8016149
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 휴먼플러스융합연구개발사업
연구과제명 광유전 신경프로브 및 수면제어 비침습적 웨어러블 신경조절시스템 개발
기 여 율 1/2
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2018.04.01 ~ 2018.11.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

빛을 방출하는 광원;

상기 광원의 빛을 제1방향으로 집광시키는 제1 집광 렌즈;

제1방향으로 집광된 빛을 상기 제1방향에 교차하는 제2방향으로 집광시키는 복수 개의 제2 집광 렌즈들;

상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들로부터 각각 연장하며 제2방향으로 집광된 빛을 대상체로 전달하는 복수 개의 도파관들; 및

대상체로 전달된 빛에 의해 대상체가 자극 또는 억제될 때 발생하는 전기적 신호를 수용하도록 구성된 복수 개의 전극들;

을 포함하는 광 프로브.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들은 서로 분리되어 있는 광 프로브.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광원의 빛이 상기 제1 집광 렌즈로 입사하는 방향은 상기 제1 집광 렌즈의 광축과 교차하는 광 프로브.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 집광 렌즈의 광축은 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들의 각각의 광축에 대해 꼬인 위치에 있는 광 프로브.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 집광 렌즈는 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들을 커버하도록 상기 복수 개의 도파관들이 연장하는 방향에 교차하는 방향으로 연장하는 로드 형상을 구비하는 광 프로브.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들의 각각의 테두리는 상기 제1 집광 렌즈를 바라보는 측에서 호 형상을 구비하는 광 프로브.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 광원, 상기 제1 집광 렌즈 및 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들은 빛이 이동하는 경로를 따라 일렬로 배열되는 광 프로브.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 집광 렌즈, 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들 및 상기 복수 개의 도파관들은 인터페이스 구조체를 형성하고,

상기 인터페이스 구조체는 상기 광원에 대해 분리 가능하도록 상기 광원에 결합하는 광 프로브.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 광원으로부터 상기 제1 집광 렌즈와 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들을 경유하여 상기 복수 개의 도파관들로 이어지는 광 경로가 형성되도록, 상기 제1 집광 렌즈의 일부는 상기 인터페이스 구조체에 임베드되며 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들과 상기 복수 개의 도파관들은 상기 인터페이스 구조체 위에 형성되는 광 프로브.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들은 이들에 각각 대응하는 복수 개의 도파관들 중 상기 광원에 인접하는 단부에 일체로 형성되는 광 프로브.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 복수 개의 도파관들이 설치되고 실리콘을 포함하는 기판을 더 포함하고,

상기 도파관들의 각각은 코어와 클래딩을 포함하고,

상기 코어는 상기 기판과 상기 클래딩에 의해 둘러싸인 광 프로브.

청구항 12

빛을 방출하는 단일의 광원;

일 방향으로 연장하는 제1 집광 렌즈;

상기 제1 집광 렌즈의 일 부분에 인접하는 복수 개의 제2 집광 렌즈들과, 상기 제1 집광 렌즈가 연장하는 방향에 교차하는 방향으로 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들로부터 각각 연장하는 복수 개의 제1 도파관들을 포함하는 제1 인터페이스 구조체; 및

상기 제2 집광 렌즈의 타 부분에 인접하는 추가적인 복수 개의 제2 집광 렌즈들과, 상기 제1 집광 렌즈가 연장하는 방향에 교차하는 방향으로 상기 추가적인 복수 개의 제2 집광 렌즈들로부터 각각 연장하는 복수 개의 제2

도파관들을 포함하는 제2 인터페이스 구조체;

를 포함하고,

상기 제2 인터페이스 구조체는 상기 제1 인터페이스 구조체 위에 쌓이고,

상기 제1 인터페이스 구조체의 복수 개의 제2 집광 렌즈들 및 상기 제2 인터페이스 구조체의 복수 개의 제2 집광 렌즈들은 2차원 어레이를 형성하는 광 프로브.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 집광 렌즈는 상기 제1 집광 렌즈가 연장하는 방향 및 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들이 연장하는 방향에 각각 교차하는 방향으로 일렬로 배열된 복수 개의 볼록부들을 포함하고,

상기 복수 개의 볼록부들 중 어느 하나의 볼록부는 상기 제1 인터페이스 구조체의 복수 개의 제2 집광 렌즈들에 인접하고,

상기 복수 개의 볼록부들 중 다른 하나의 볼록부는 상기 제2 인터페이스 구조체의 복수 개의 제2 집광 렌즈들에 인접하는 광 프로브.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 이하, 실시예들은 광 프로브에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래 광 신호를 이용하여 신경 세포를 자극하고, 자극된 신경 세포로부터 전기적 신호를 획득하는 신경 프로브가 개발되고 있다. 예를 들어, 미국공개특허공보 제2013/0030274호는 집적 광 신경 프로브를 개시하고 있다. 여기에 개시된 프로브는 "Michigan Probe"로 알려져 있다. 이러한 "Michigan Probe"는 신경 프로브의 표면에 광원과 전극 패드를 함께 설치하고, 신경 프로브에 설치된 광원이 신경 세포를 자극함에 따라 전극 패드가 신경 세포에서 발생하는 전기 신호를 감지하는 구조를 가지고 있다. 그러나, "Michigan Probe"는 복수 개의 세장형 샹크(shank)들의 도입부에 위치한 단일의 광원의 광 신호를 광섬유 기반의 도파관(waveguide)을 통해 복수 개의 세장형 샹크의 말단으로 전달하는 구조를 가지고 있으므로 그 광 전달 효율이 낮을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 일 실시예에 따른 목적은 광원의 광 신호를 직접적으로 이용하는 광 프로브를 제공하는 것이다.

[0004] 일 실시예에 따른 목적은 대상체로의 광 신호의 전달 효율을 향상시키는 광 프로브를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 실시예에 따른 광 프로브는 빛을 방출하는 광원; 상기 광원의 빛을 제1방향으로 집광시키는 제1 집광 렌즈; 및 제1방향으로 집광된 빛을 상기 제1방향에 교차하는 제2방향으로 집광시키는 복수 개의 제2 집광 렌즈들; 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들로부터 각각 연장하며 제2방향으로 집광된 빛을 대상체로 전달하는 복수 개의 도파관들; 및 대상체로 전달된 빛에 의해 대상체가 자극 또는 억제될 때 발생하는 전기적 신호를 수용하도록 구성된 복수 개의 전극들을 포함할 수 있다.

[0006] 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들은 서로 분리되어 있을 수 있다.

[0007] 상기 광원의 빛이 상기 제1 집광 렌즈로 입사하는 방향은 상기 제1 집광 렌즈의 광축과 교차할 수 있다.

[0008] 상기 제1 집광 렌즈의 광축은 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들의 각각의 광축에 대해 꼬인 위치(skewed position)에 있을 수 있다.

[0009] 상기 제1 집광 렌즈는 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들을 커버하도록 상기 복수 개의 도파관들이 연장하는 방향에 교차하는 방향으로 연장하는 로드 형상을 구비할 수 있다.

[0010] 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들의 각각의 테두리는 상기 제1 집광 렌즈를 바라보는 측에서 호 형상을 구비할 수 있다.

[0011] 상기 광원, 상기 제1 집광 렌즈 및 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들은 빛이 이동하는 경로를 따라 일렬로 배열될 수 있다.

[0012] 상기 제1 집광 렌즈, 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들 및 상기 복수 개의 도파관들은 인터페이스 구조체를 형성하고, 상기 인터페이스 구조체는 상기 광원에 대해 분리 가능하도록 상기 광원에 결합할 수 있다.

[0013] 상기 광원으로부터 상기 제1 집광 렌즈와 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들을 경유하여 상기 복수 개의 도파관들로 이어지는 광 경로가 형성되도록, 상기 제1 집광 렌즈의 일부는 상기 인터페이스 구조체에 임베드되며 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들과 상기 복수 개의 도파관들은 상기 인터페이스 구조체 위에 형성될 수 있다.

[0014] 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들은 이들에 각각 대응하는 복수 개의 도파관들 중 상기 광원에 인접하는 단부에 일체로 형성될 수 있다.

[0015] 상기 광 프로브는 상기 복수 개의 도파관들이 설치되고 실리콘을 포함하는 기판을 더 포함하고, 상기 도파관들의 각각은 코어와 클래딩을 포함하고, 상기 코어는 상기 기판과 상기 클래딩에 의해 둘러싸일 수 있다.

[0016] 일 실시예에 따른 광 프로브는 빛을 방출하는 단일의 광원; 일 방향으로 연장하는 제1 집광 렌즈; 상기 제1 집광 렌즈의 일 부분에 인접하는 복수 개의 제2 집광 렌즈들과, 상기 제1 집광 렌즈가 연장하는 방향에 교차하는 방향으로 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들로부터 각각 연장하는 복수 개의 제1 도파관들을 포함하는 제1 인터페이스 구조체; 및 상기 제2 집광 렌즈의 타 부분에 인접하는 추가적인 복수 개의 제2 집광 렌즈들과, 상기 제1 집광 렌즈가 연장하는 방향에 교차하는 방향으로 상기 추가적인 복수 개의 제2 집광 렌즈들로부터 각각 연장하는 복수 개의 제2 도파관들을 포함하는 제2 인터페이스 구조체를 포함하고, 상기 제2 인터페이스 구조체는 상기 제1 인터페이스 구조체 위에 쌓이고, 상기 제1 인터페이스 구조체의 복수 개의 제2 집광 렌즈들 및 상기 제2 인터페이스 구조체의 복수 개의 제2 집광 렌즈들은 2차원 어레이를 형성할 수 있다.

[0017] 상기 제1 집광 렌즈는 상기 제1 집광 렌즈가 연장하는 방향 및 상기 복수 개의 제2 집광 렌즈들이 연장하는 방향에 각각 교차하는 방향으로 일렬로 배열된 복수 개의 볼록부들을 포함하고, 상기 복수 개의 볼록부들 중 어느 하나의 볼록부는 상기 제1 인터페이스 구조체의 복수 개의 제2 집광 렌즈들에 인접하고, 상기 복수 개의 볼록부들 중 다른 하나의 볼록부는 상기 제2 인터페이스 구조체의 복수 개의 제2 집광 렌즈들에 인접할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 일 실시예에 따른 광 프로브는 광원의 광 신호를 직접적으로 이용할 수 있다.

[0019] 일 실시예에 따른 광 프로브는 대상체로의 광 신호의 전달 효율을 향상시킬 수 있다.

[0020] 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

[0021] 도 1은 일 실시예에 따른 광 프로브를 개략적으로 나타낸 사시도이다.

도 2는 도 1의 2-2에서 바라본 광 프로브의 일부의 단면도이다.

도 3a는 일 실시예에 따른 광 프로브를 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

도 3b는 빛이 이동하는 경로가 함께 표시된 일 실시예에 따른 광 프로브의 일부를 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

도 4a는 일 실시예에 따른 광 프로브를 개략적으로 나타낸 상면도이다.

도 4b는 빛이 이동하는 경로가 함께 표시된 일 실시예에 따른 광 프로브의 일부를 개략적으로 나타낸 상면도이다.

도 5는 일 실시예에 따른 광 프로브의 다른 예를 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

도 6은 일 실시예에 따른 광 프로브의 또 다른 예를 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

도 7은 또 다른 실시예에 따른 광 프로브의 집적된 구성요소들을 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0023] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, 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.

[0024] 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.

[0025] 도 1은 일 실시예에 따른 광 프로브를 개략적으로 나타낸 사시도이고, 도 2는 도 1의 2-2에서 바라본 광 프로브의 일부의 단면도이다.

[0026] 도 3a는 일 실시예에 따른 광 프로브를 개략적으로 나타낸 측단면도이고, 도 3b는 빛이 이동하는 경로가 함께 표시된 일 실시예에 따른 광 프로브의 일부를 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

[0027] 도 4a는 일 실시예에 따른 광 프로브를 개략적으로 나타낸 상면도이고, 도 4b는 빛이 이동하는 경로가 함께 표시된 일 실시예에 따른 광 프로브의 일부를 개략적으로 나타낸 상면도이다.

[0028] 도 1, 도 2, 도 3a, 도 3b, 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 일 실시예에 따른 광 프로브(1)는 서로 다른 방향의 빛을 집광(focus)하는 2단 광학 구조를 구비함으로써 광원으로부터 대상체로의 빛의 전달 효율을 높일 수 있다. 여기서, 대상체는 신경 세포를 포함할 수 있다.

[0029] 광 프로브(1)는 전원(11) 및 인터페이스 구조체(12)를 포함할 수 있다. 인터페이스 구조체(12)는 대상체와 접속하도록 구성된다.

[0030] 전원(11)은 빛을 방출하는 광원을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원은 발광 다이오드(LED)를 포함할 수 있다. 일 예에서, 발광 다이오드를 포함하는 광원은 단일 파장을 가지는 빛을 방출할 수 있다. 또 다른 예에서, 발광 다이오드를 포함하는 광원은 적어도 2개 이상의 파장들을 가지는 빛을 방출할 수 있다.

[0031] 전원(11) 및 인터페이스 구조체(12)는 서로 분리 가능하게 결합할 수 있다. 예를 들어, 전원(11)은 재사용 가능한 부분이고, 인터페이스 구조체(12)는 일회용 부분일 수 있다. 전원(11)이 발광 다이오드(LED)로 구성된 광원을 포함하는 경우, 전원(11)에 광원을 구동시키기 위한 구동 회로, 배터리, 통신 회로 등을 집적함으로써 광 프로브(1)를 무선 시스템으로 구성할 수 있다.

[0032] 인터페이스 구조체(12)는 기판(121), 제1 집광 렌즈(122), 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123), 도파관(124), 전기적 연결부(125), 전극(126) 및 전기 리드(127)를 포함할 수 있다.

[0033] 기판(121)은 집광 렌즈들(122, 123), 도파관(124), 전기적 연결부(125), 전극(126) 및 전기 리드(127)가 그 위에 집적되도록 구성된다. 예를 들어, 기판(121)은 실리콘 기판일 수 있다.

[0034] 기판(121)은 본체(1211), 연장부(1212), 첨단부(1213) 및 그루브(1214)를 포함할 수 있다. 본체(1211)는 플레이트 형상을 구비할 수 있다. 본체(1211)의 위에는 제1 집광 렌즈(122), 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123), 도파관(124)의 일부, 전기적 연결부(125) 및 전기 리드(127)의 일부가 설치될 수 있다. 연장부(1212)는

본체(1211)로부터 첨단부(1213)로 연장할 수 있다. 연장부(1212)는 도파관(124)의 형상, 개수 등을 고려하여 디자인 될 수 있다. 첨단부(1213)는 연장부(1212) 중 본체(1211)의 맞은 편에 형성될 수 있다. 첨단부(1213)의 위에는 복수 개의 전극(126)들이 형성될 수 있다. 그루브(1214)는 본체(1211)에 형성될 수 있다. 그루브(1214)는 제1 집광 렌즈(122)의 일부를 수용하도록 구성된다.

[0035] 제1 집광 렌즈(122)는 광원의 빛을 집광하도록 구성되고, 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 제1 집광 렌즈(122)에 의해 집광된 빛을 이차적으로 집광하도록 구성된다. 제1 집광 렌즈(122) 및 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)가 빛을 집광하는 방향은 빛의 모든 방향을 커버할 수 있도록 설정된다.

[0036] 일 실시예에서, 제1 집광 렌즈(122)는 광원의 빛을 제1방향으로 집광하도록 구성되고, 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 제1 집광 렌즈(122)에 의해 제1방향으로 집광된 빛을 제1방향에 교차하는 제2방향으로 집광하도록 구성될 수 있다. 여기서, 제1방향 및 제2방향은 서로 직교하도록(orthogonal) 설정될 수 있다. 예를 들어, 제1방향은 z축 방향이고, 제2방향은 y축 방향으로 설정될 수 있다.

[0037] 도 3b 및 도 4b를 참조하여 구체적으로 설명하면, 제1 집광 렌즈(122)로 입사하는 광원의 빛은 제1 집광 렌즈(122)에 의해 제1방향(e.g. z축 방향)으로 집광된다. 제1방향으로 집광된 빛은 제2 집광 렌즈(123)로 입사한다. 제2 집광 렌즈(123)로 입사하는 (제1방향으로 집광된) 빛은 제2 집광 렌즈(123)에 의해 제2방향(e.g. y축 방향)으로 집광된다. 이후, 제1방향 및 제2방향으로 차례로 집광된 빛은 도파관(124)을 통해 대상체(e.g. 신경 세포)로 전달된다. 바람직한 예에서, 제1 집광 렌즈(122)의 중심부와 제2 집광 렌즈(123)의 중심부는 동일 평면 상에 위치할 수 있다.

[0038] 일 실시예에서, 광원의 빛이 제1 집광 렌즈(122)로 입사하는 방향은 제1 집광 렌즈(122)의 광축(A-A)과 교차(intersect)할 수 있다. 바람직한 실시예에서, 광원의 빛이 제1 집광 렌즈(122)로 입사하는 방향은 제1 집광 렌즈(122)의 광축(A-A)과 실질적으로 직교할 수 있다.

[0039] 일 실시예에서, 제1 집광 렌즈(122)의 광축(A-A)은 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)의 광축(B-B)에 대해 꼬인 위치(skewed position)에 있을 수 있다. 여기서, "꼬인 위치"라는 의미는 2개의 선들이 서로 만나지도 않고 서로 평행하지도 않은 상태를 말한다. 다시 말하면, 제1 집광 렌즈(122)의 광축(A-A) 및 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)의 광축(B-B)은 서로 만나지도 않고 서로 평행하지도 않도록 제1 집광 렌즈(122) 및 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)가 배치될 수 있다.

[0040] 예를 들어, 제1 집광 렌즈(122)는 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)를 커버하도록 배치될 수 있다. 바람직한 예에서, 제1 집광 렌즈(122)는 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)로부터 연장하는 도파관(124)의 연장 방향에 교차하는 방향으로 연장하는 형상을 가질 수 있다. 더욱 바람직한 예에서, 제1 집광 렌즈(122)는 원통형의 로드 형상을 가질 수 있다.

[0041] 일 예에서, 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 제1 집광 렌즈(122)를 바라보는 측의 테두리(1231)가 호 형상을 구비하도록 형성될 수 있다. 바람직한 예에서, 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 기판(121) 위에서 제1 집광 렌즈(122)를 바라보는 측의 테두리(1231)뿐만 아니라 도파관(124)을 바라보는 측의 테두리(1232)도 호 형상을 구비하도록 형성될 수 있다. 더욱 바람직한 예에서, 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 실질적으로 원판 형상을 구비할 수 있다.

[0042] 일 실시예에서, 광원, 제1 집광 렌즈(122) 및 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 빛이 이동하는 경로를 따라 일렬로 배열될 수 있다. 여기서, 빛이 이동하는 경로를 따라 일렬로 배열된다는 의미는 빛이 이동하는 경로가 실질적으로 하나의 방향을 따라 형성되어 광원, 제1 집광 렌즈(122) 및 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)가 그 경로를 따라 배열된다는 것을 의미한다. 예를 들어, 광원, 제1 집광 렌즈(122) 및 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 x축 방향을 따라 일렬로 배열될 수 있다. 이와 같은 배치 방식은 광 프로브(1)를 2차원 구조로 제작하기에 적합할 수 있다. 따라서, 일반적으로 3차원 구조를 구현하기 어려운 것으로 알려져 있는 MEMS 공정을 이용하여 2차원 구조의 광 프로브(1)를 제작할 수 있다.

[0043] 일 실시예에서, 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 복수 개일 수 있다. 복수 개의 제2 집광 렌즈(123)들에 의해 최종적으로 집광된 빛은 도파관(124)을 통해 대상체로 전달된다. 여기서, 복수 개의 제2 집광 렌즈(123)들은 서로 분리되어 있을 수 있다. 여기서 "서로 분리되어 있다"는 의미는 복수 개의 제2 집광 렌즈(123)들이 서로 연결, 결합 또는 접속되지 않고 이격되어 있는 상태를 말한다. 이와 같은 구조에 의하면, 복수 개의 제2 집광 렌즈(123)들의 각각에 의해 최종적으로 집광된 빛이 복수 개의 제2 집광 렌즈(123)들의 각각에 대응하는 도파관(124)을 통해 대상체로 전달되므로, 광원으로부터 대상체로 전달되는 빛의 손실이 감소될 수

있다.

[0044] 도파관(124)은 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)에 의해 최종적으로 집광된 빛을 대상체로 전달하도록 구성된다. 도파관(124)은 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)로부터 연장할 수 있다. 도파관(124)은 광원의 빛을 대상체로 전달하는 데 적절한 구조를 가지거나 적절한 물질로 이루어질 수 있다.

[0045] 바람직한 실시예에서, 도파관(124)은 광 섬유를 이용하지 않고 빛을 직접적으로 이용하는 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 도파관(124)은 코어(1241) 및 코어(1241)의 적어도 일부를 둘러싸는 클래딩(1242)을 포함할 수 있다. 바람직한 예에서, 코어(1241)의 3개 방향의 면이 클래딩(1242)에 의해 둘러싸이고, 코어(1241)의 남은 1개 방향의 면이 기판(121)에 의해 둘러싸일 수 있다.

[0046] 일 예에서, 코어(1241)는 에폭시 기반의 포토레지스트인 SU-8을 포함할 수 있다. 일 예에서, 클래딩(1242)은 폴리머를 포함할 수 있다. 또 다른 예에서, 코어(1241) 및 클래딩(1242)은 금속 또는 실리콘 산화물(silicon oxide), 실리콘 질화물(silicon nitride), 실리콘 산화질화물(silicon oxynitride) 등의 세라믹, 또는 이들의 조합으로 만들어질 수도 있다.

[0047] 일 실시예에서, 도파관(124)은 복수 개일 수 있다. 복수 개의 도파관(124)들은 복수 개의 대상체들 - 예를 들어, 신경 세포 - 로 빛을 전달할 수 있다. 이에 따라, 광 프로브(1)는 복수 개의 도파관(124)들을 통해 복수 개의 대상체들을 동시에 자극 또는 억제할 수 있으며, 대상체들로 빛이 전달됨에 따라 대상체들로부터 발생하는 전기적 신호를 다양하게 수집할 수 있다.

[0048] 바람직한 실시예에서, 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 도파관(124)과 일체로 형성될 수 있다. 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)는 도파관(124)이 광원 및 제1 집광 렌즈(122)를 바라보는 도파관(124)의 단부에 일체로 형성될 수 있다.

[0049] 전기적 연결부(125)는 전극(126)에 의해 수용된 전기적 신호를 전원(11)에 전달할 수 있다. 예를 들어, 전기적 연결부(125)는 금속과 같은 전기 전도성 물질을 포함할 수 있다. 전극(126)은 대상체로 전달된 빛에 의해 대상체가 자극 또는 억제될 때 발생하는 전기적 신호를 수용하도록 구성된다. 전극(126)은 기판(121)의 첨단(1213) 위에 형성될 수 있다. 바람직한 예에서, 전극(126)은 낮은 임피던스를 가지는 물질 - 이리듐, 탄소 나노튜브 등 - 을 포함할 수 있다. 전기 리드(127)는 전기적 연결부(125)와 전극(126)을 전기적으로 연결하도록 구성된다. 전기 리드(127)는 기판(121) 위에 설치될 수 있다. 전극(126)은 도파관(124)의 일 측에 위치하는 전기 리드(127)를 통해 전기적 연결부(125)로 이어지고, 전기적 연결부(125)는 (미도시된) 도선을 통해 전원(11)과 연결될 수 있다.

[0050] 도 5는 일 실시예에 따른 광 프로브의 다른 예를 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

[0051] 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따른 광 프로브(2)는 복수 개의 인터페이스 구조체(12)들을 스택(stack) 형태로 구성하여 2차원 형태의 M x N 매트릭스 구조를 구현할 수 있다. 예를 들어, 복수 개의 인터페이스 구조체(12)들은 제1방향(e.g. z축 방향)으로 층층히 쌓일 수 있다.

[0052] 바람직한 예에서, 전원(11)은 단일의 광원을 포함할 수 있다. 단일의 광원을 이용하여 복수 개의 인터페이스 구조체(12)들의 2차원 어레이 형태의 집광 렌즈들(122, 123)에 빛을 전달할 수 있고, 전달된 빛으로 더욱 많은 수의 대상체들의 반응을 자극하거나 억제하고, 이에 따라 발생하는 전기적 신호를 다양하게 수집할 수 있다.

[0053] 도 6은 일 실시예에 따른 광 프로브의 또 다른 예를 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

[0054] 도 6을 참조하면, 일 실시예에 따른 광 프로브(3)는 복수 개의 인터페이스 구조체(12)들을 스택 형태로 구성하되, 단일의 제1 집광 렌즈(322)를 이용할 수 있다.

[0055] 제1 집광 렌즈(322)는 복수 개의 인터페이스 구조체(12)들이 쌓이는 방향을 따라 연장하는 형상을 구비할 수 있다.

[0056] 일 실시예에서, 제1 집광 렌즈(322)는 복수 개의 인터페이스 구조체(12)들이 쌓이는 방향을 따라 일렬로 배열된 복수 개의 볼록부(3221)들을 포함할 수 있다. 복수 개의 블록부(3221)들의 각각은 대응하는 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)에 인접하도록 배치될 수 있다. 도시되지 않은 예에서, 복수 개의 볼록부(3221)들의 각각은 대응하는 적어도 하나 이상의 제2 집광 렌즈(123)에 인접하도록 복수 개의 인터페이스 구조체(12)들에 설치될 수도 있다.

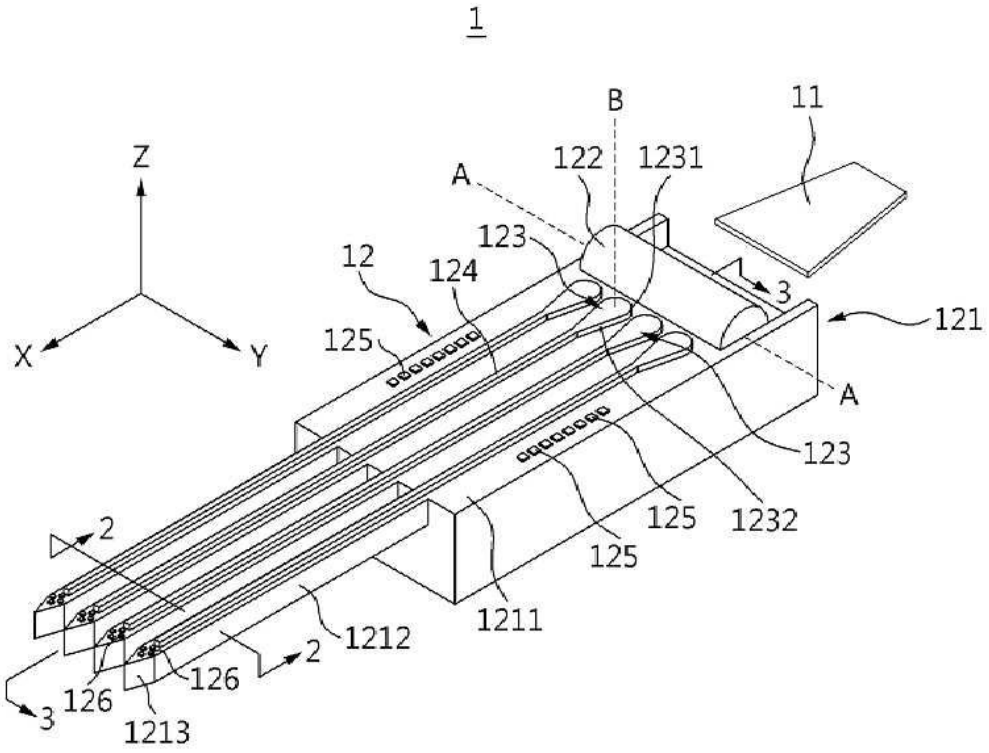
[0057] 도 7은 또 다른 실시예에 따른 광 프로브의 집적된 구성요소들을 개략적으로 나타낸 측단면도이다.

[0058] 도 7을 참조하면, 또 다른 실시예에 따른 광 신호를 전달하는 도파관이 기판에 집적된 구조체가 도시된다. 일 실시예에 따른 구조체(421)에 따르면, 실리콘 산화물(silicon oxide)(e.g. SiO_2)이 중간에 위치한 SOI(Silicon-On-Insulator) 웨이퍼(4211) 위에 응력 보상(stress compensation) 및 전기적 절연을 위해 3중층(4216)이 증착된다. 일 예에서, 3중층(4216)은 실리콘 산화물과, 실리콘 질화물과, 실리콘 산화물이 차례로 적층된 형태를 가질 수 있다. 증착된 3중층(4216) 위에는 전기적 신호를 수용하는 저임피던스의 전극과, 패드 형태의 전기적 연결부와, 이들을 연결하는 전기 리드를 위한 크롬/금(Cr/Au) 물질(4217)이 리프트-오프(lift-off)된다. 증착된 3중층(4216) 및 크롬/금 물질(4217) 위에는 실리콘 산화물 또는 3중층(4215)이 다시 증착되고, 증착된 실리콘 산화물 또는 3중층(4215)의 일부가 에칭과 같은 방식으로 패터닝된다. 에칭과 같은 방식으로 패터닝 된 부분에는 티타늄/이리듐(Ti/Ir) 물질의 기록 전극(426)이 위치된다. 증착된 3중층(4216) 및 크롬/금 물질(4217) 위에 증착된 실리콘 산화물 또는 3중층(4215) 위에는 SU-8 물질의 코어(4241)가 패터닝된다. 도 7에 도시된 바와 같은 구조체(421)는 앞서 설명한 도 1 내지 도 6의 인터페이스 구조체에 적용될 수 있다.

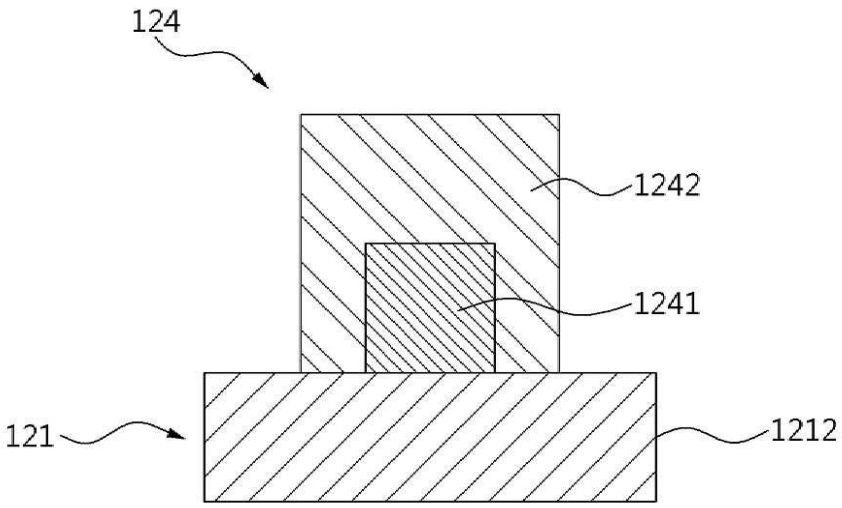
[0059] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

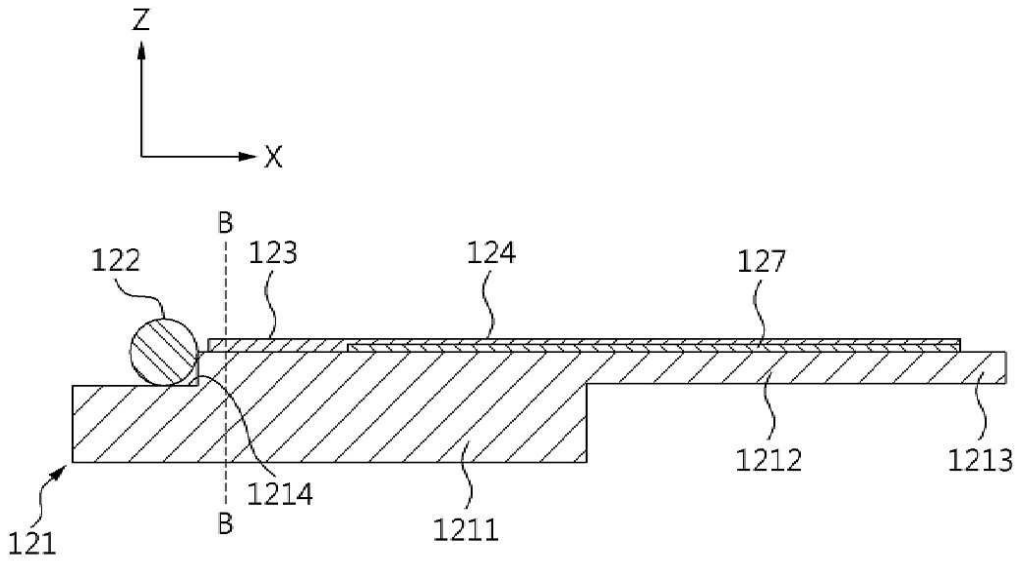
도면1



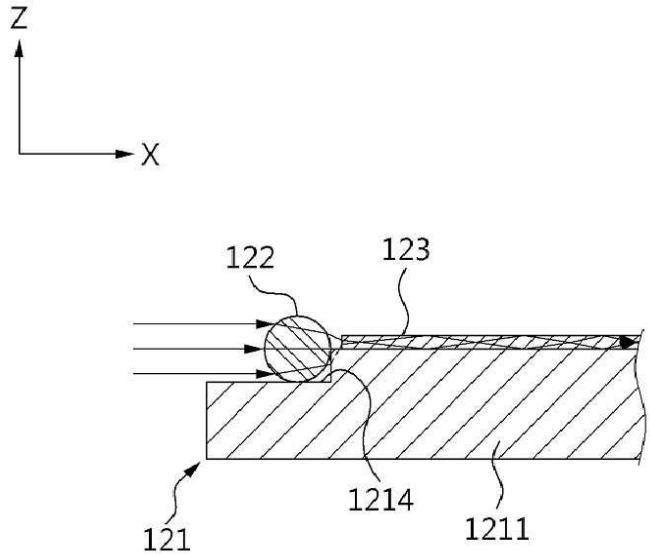
도면2


124
1242
1241
121
1212

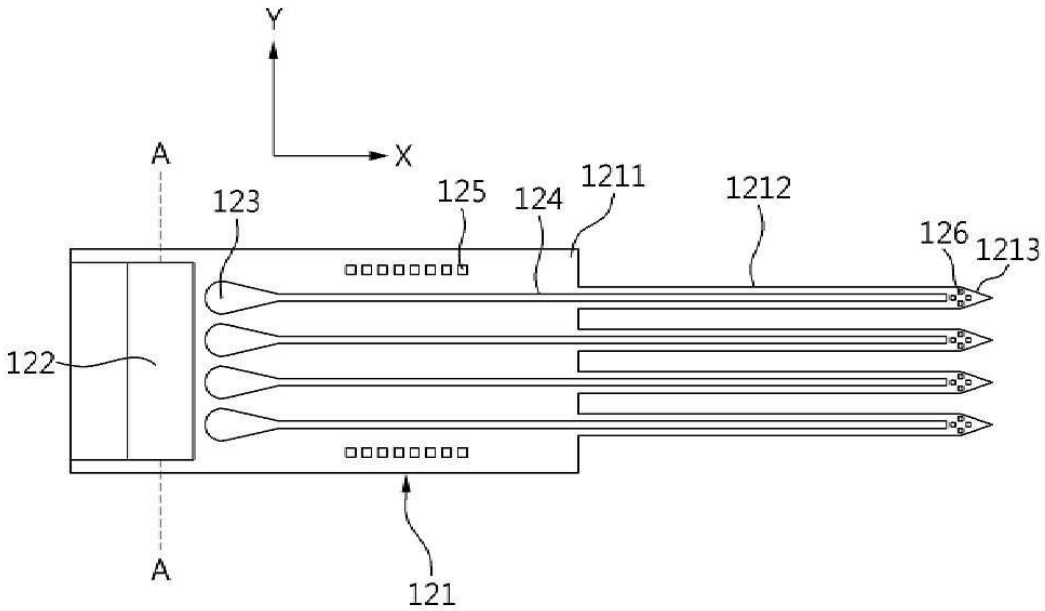
도면3a


Z
X
B
122
123
124
127
1214
1212
1213
121
B
1211

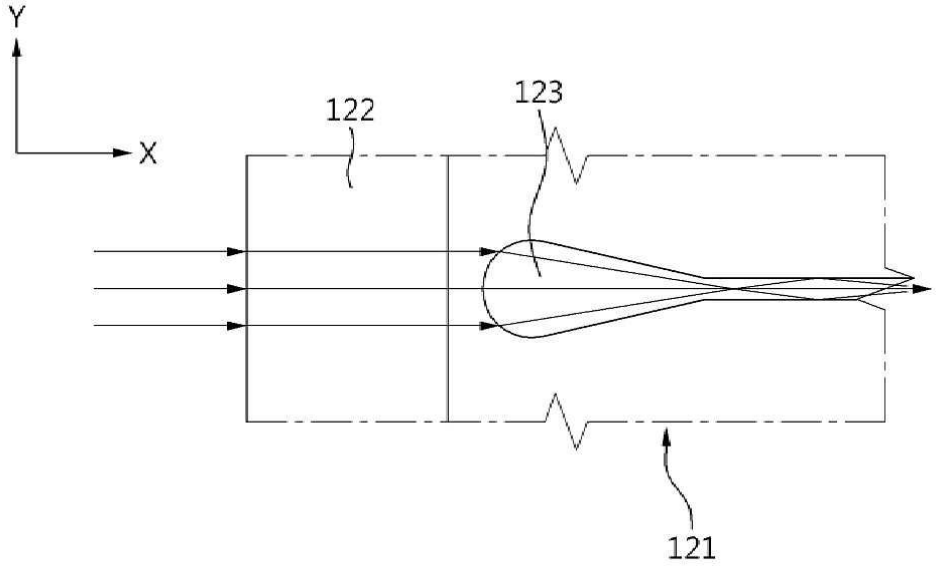
도면3b


Z
X
122
123
1214
1211
121

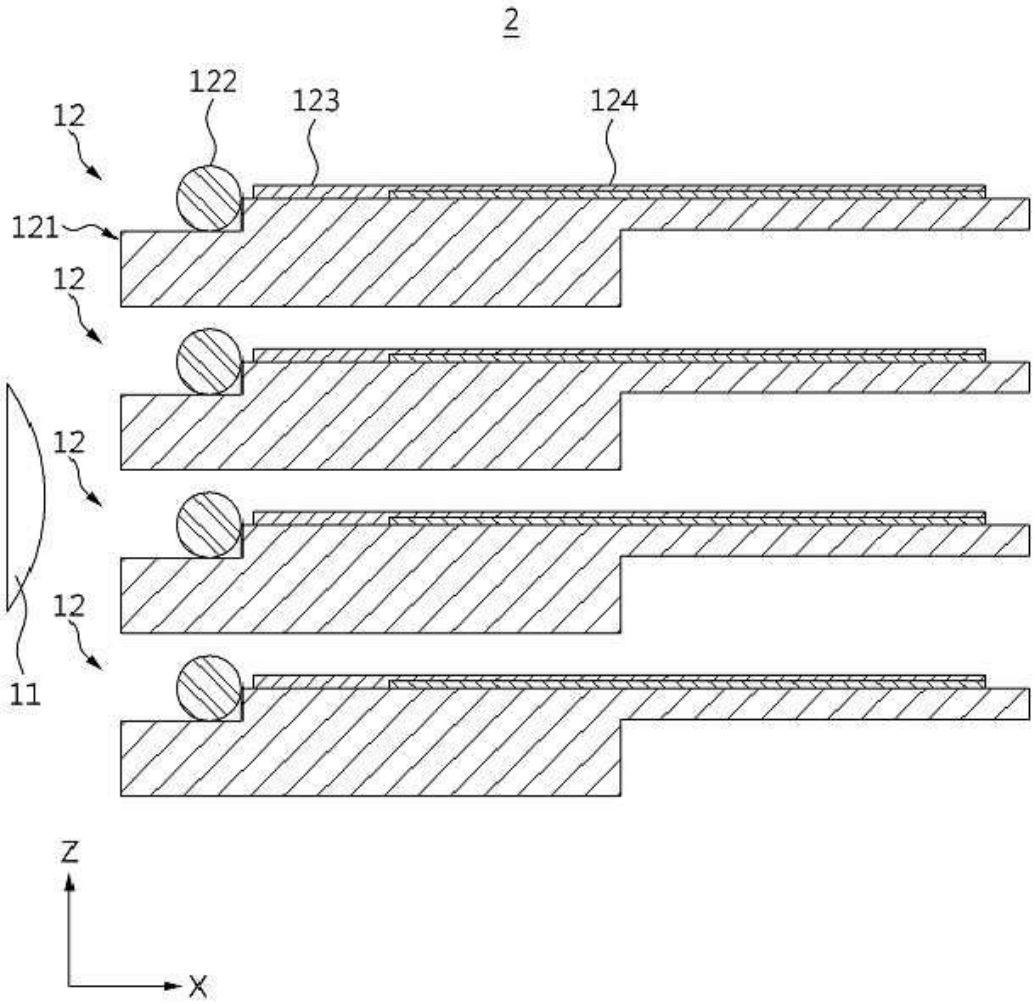
도면4a


Y
X
A
123
125
124
1211
1212
126
1213
122
A
121

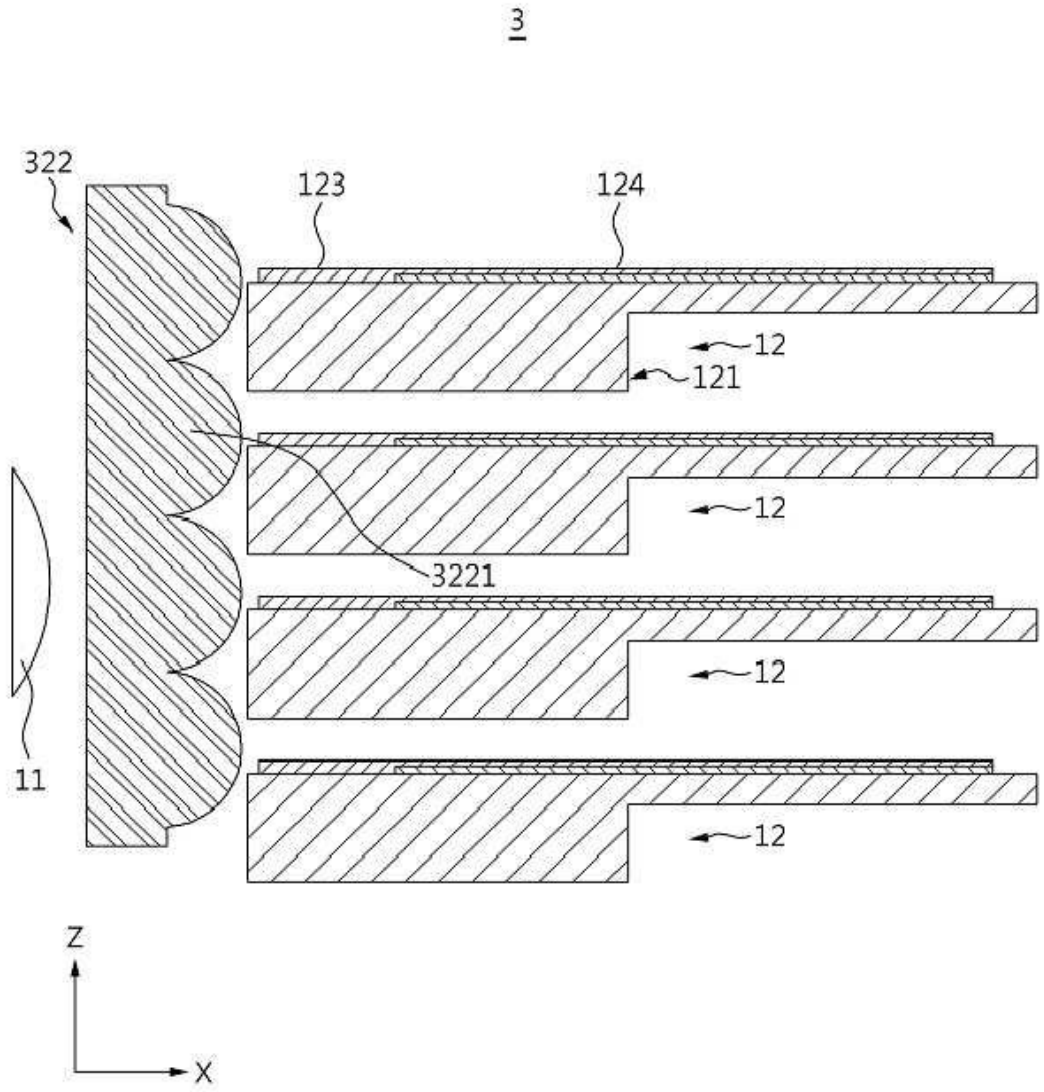
도면4b



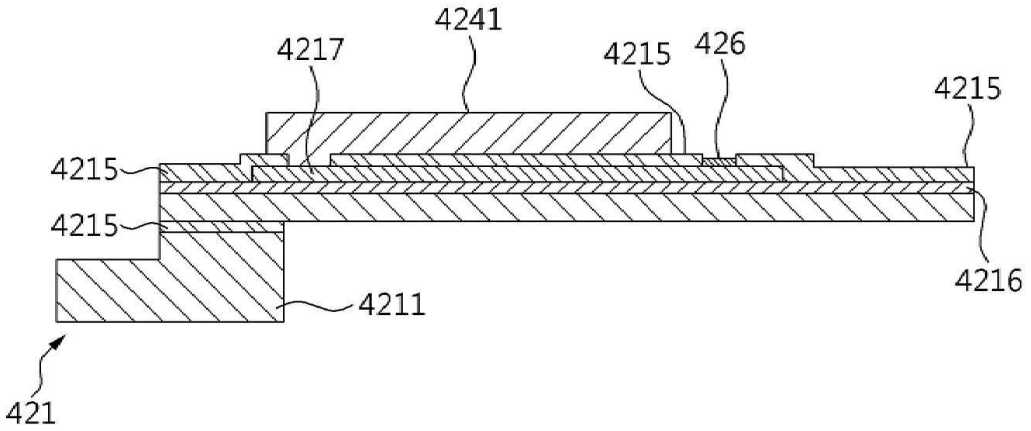
도면5



도면6


3
322
123
124
12
121
3221
12
12
12
11
Z
X

도면7


4241
4217
4215
426
4215
4215
4215
4216
4211
421