(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0121127
(43) 공개일자 2018년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 1/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 1/36057 (2013.01)
A61N 1/0543 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0055441
(22) 출원일자 2017년04월28일
심사청구일자 2017년04월28일

(71) 출원인
가천대학교 산학협력단
경기도 성남시 수정구 성남대로 1342 (복정동)
(의료)길의료재단
인천광역시 남동구 남동대로774번길 21 (구월동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김정석
경기도 용인시 기흥구 용구대로 2242, 102-307
김성우
서울특별시 서초구 반포1동 반포자이아파트 123동 401호
남동흔
서울특별시 강남구 일원본동 한솔아파트 303-305
(74) 대리인
이원희

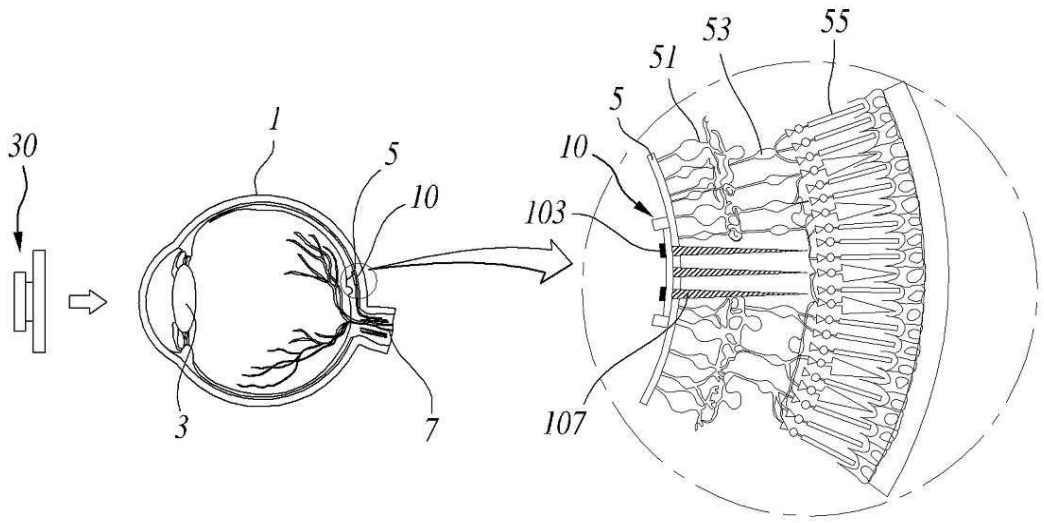
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **망막 세포의 생리적 기전을 모사한 에피형 인공망막 장치 및 시스템**

(57) 요 약

본 발명은, 외부 카메라가 캡쳐한 사물의 시각 정보에 대응하여 시신경을 자극하는 에피형 인공망막 장치에 있어서, 망막의 에피층(epiretinal)에 마련되는 기판; 상기 기판의 전면에 위치하며 상기 외부 카메라에서 방출되어 수정체를 투과한 광을 수신하는 광수신기; 및 상기 기판의 후면에 위치하며 망막의 세포층에 삽입됨에 따라 상기 기판을 고정하고, 상기 광수신기가 수신한 광 신호에 응답하여 양극세포를 자극시키는 복수개의 바늘 전극을 포함하며, 상기 바늘 전극은, 단부가 첨예하고 소정의 길이를 갖는 원추 형상으로, 단부가 망막의 양극세포층까지 도달하여 양극세포를 직접 자극할 수 있는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
A61N 1/36046 (2013.01)
A61N 1/36103 (2013.01)
A61N 1/36128 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

외부 카메라가 캡쳐한 사물의 시각 정보에 대응하여 시신경을 자극하는 에피형 인공망막 장치에 있어서,

망막의 에피층(epiretinal)에 마련되는 기판;

상기 기판의 전면에 위치하며 상기 외부 카메라에서 방출되어 수정체를 투과한 광을 수신하는 광수신기; 및

상기 기판의 후면에 위치하며 망막의 세포층에 삽입됨에 따라 상기 기판을 고정하고, 상기 광수신기가 수신한 광 신호에 응답하여 양극세포를 자극시키는 복수개의 바늘 전극을 포함하며,

상기 바늘 전극은,

단부가 첨예하고 소정의 길이를 갖는 원추 형상으로, 단부가 망막의 양극세포층까지 도달하여 양극세포를 직접 자극할 수 있는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판의 후면에 위치하며, 상기 광수신기가 수신한 상기 외부 카메라의 데이터를 복원하고 복원된 정보를 어레이 된 복수개의 상기 바늘 전극에 분배하는 복조기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 기판의 전면에 위치한 상기 광수신기와 상기 기판의 후면에 위치한 상기 복조기를 전기적으로 연결하는 케이블을 더 포함하되,

상기 케이블은,

상기 기판을 관통하지 않고 상기 기판의 표면을 따라 상기 광수신기와 상기 복조기를 연결하는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 기판의 외측 둘레를 경유하는 상기 케이블을 보호하기 위해 상기 기판의 측면을 감싸도록 결합되는 패키지 가드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 기판의 외측 둘레에 감겨져서 교류 전력을 발생시키는 전력 코일; 및

상기 기판의 전면에 위치하며, 상기 전력 코일에서 발생된 교류 전력을 직류로 변환하는 정류기를 포함하는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 기판의 후면에 위치하며, 상기 정류기에서 출력된 전력을 어레이 된 복수개의 상기 바늘 전극의 각 단에 분배하는 전압 조정기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 바늘 전극은,

160㎛ 내지 240㎛의 길이로 형성되어 시세포층 이전의 양극세포층까지 삽입되는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 광수신기는,

외부의 시각 정보를 적외선 광으로 수신하는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치.

청구항 9

에피형 인공망막 시스템에 있어서,

사용자 전방의 시각 정보를 캡처하여 시각 정보에 대응되는 광 신호를 출력하는 카메라 모듈; 및

망막의 에피층(epiretinal)에 마련되는 기판과,

상기 기판의 전면에 위치하며 상기 카메라 모듈에서 방출되어 수정체를 투과한 광을 수신하는 광수신기와,

상기 기판의 후면에 위치하며 망막의 세포층에 삽입됨에 따라 상기 기판을 고정하고, 상기 광수신기가 수신한 광 신호에 응답하여 양극세포를 자극시키는 복수개의 바늘 전극을 구비한 인공망막 장치를 포함하며,

상기 바늘 전극은,

단부가 첨예하고 소정의 길이를 갖는 원추 형상으로, 단부가 망막의 양극세포층까지 도달하여 양극세포를 직접 자극할 수 있는 것을 특징으로 하는 인공망막 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 카메라 모듈은,

캡처한 시각 정보를 디지털 신호 처리하여 사물의 엣지를 강화하며, 신호 처리된 시각 정보를 적외선 광으로 출력하여 사용자의 수정체로 입사시키는 것을 특징으로 하는 인공망막 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 인공망막 장치는,

상기 바늘 전극의 길이가 160㎛ 내지 240㎛로 형성되어 시세포층 이전의 양극세포층까지 삽입되는 것을 특징으로 하는 인공망막 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 망막의 에피(epiretinal) 층에 시술되어 전기적 자극을 유도함으로써 사용자의 시력을 회복시키는 인공망막 장치 및 시스템에 관한 것으로서, 특히 망막의 에피 층에 시술됨에도 망막 세포의 생리적 기전을 모사할 수 있는 인공망막 장치 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 망막은 각막, 수정체를 통해서 들어온 외부 영상을 전기적 신호로 변환하여 뇌로 전달하는 중요한 신경조직이다. 망막의 넓이는 약 6.25㎠이며, 망막에는 약 1억개의 시세포가 존재한다. 시세포 중 대다수의 비중을 차지하는 막대 세포들은 영상을 전기 신호로 바꾸고, 이러한 신호들이 시신경으로 들어가 시속 약 480km의 속도로 뇌에 전해지게 된다. 뇌는 미세한 전기신호를 해석하여 영상을 파악하며, 사물을 판단하게 된다. 망막은 단위면적당 혈액 공급이 가장 많은 조직 중 하나로, 많은 에너지원이 필요하고 화학작용의 부산물로 생기는 노폐물이 원활히 제거되어야 한다. 어떠한 이유든 망막혈관 또는 맥락막 혈관에 이상이 생기면 망막에 이상이 발생하여 다양한 질환이 발생하게 된다.

[0004] 망막질환 중 하나로 망막색소변성증(retinitis pigmentosa, RP)은 망막에 분포하는 광수용체의 기능장애로 인하여 발생되는 진행성 망막변성질환으로, 망막의 광수용체와 망막색소상피가 주된 병소이며 양쪽 눈에 모두 나타나는 것이 특징이다. RP의 유병율은 세계적으로 5000명 중 1명으로 보고되고 있다. 다른 망막질환 중 하나로 노인황반변성(age-related macular degeneration, AMD)은 3대 실명질환 중 하나로, 최근 인구의 급속한 노령화로 인하여 유병률이 크게 증가하는 추세이다. AMD 환자들은 RP 질환으로 인한 저 시력 환자들과는 다르게 비교적 단기간에 시력이 악화되는 경우가 많고, AMD 환자들에서 눈으로 인한 실제 생활 장애 정도와 심리적 위축은 다른 질환에 비해 큰 것으로 보고되고 있다.

[0005] 실명이 된 환자들을 치료하기 위하여 최근 유전자 치료, 줄기세포, 약물 치료 등 다양한 치료법들이 시도되고 있다. 그러나 대부분의 실명 환자들은 이미 망막 시세포 층이 손상되어 유전자 치료나 약물 치료 가능 시기가 지난 경우가 대부분이다. 하지만 RP와 AMD 같은 노인성 질환의 경우 망막의 바깥 층인 시세포 층만 손상이 되었기 때문에, 시세포 층의 기능을 대체해 준다면 시력 회복 가능성이 존재한다. 따라서, 실명된 환자에게 망막의 시세포 층에 전기적 자극을 유도하여 시력을 회복시키는 인공망막이 새로운 치료법으로 유망한 실정이다.

[0006] 도 1은 에피형 인공망막 장치와 서브형 인공망막 장치가 기술되는 위치를 설명하기 위한 망막의 해부학적 구성도를 나타낸 것이다. 도 1을 참조하면, 인공망막은 설치되는 위치에 따라 에피형(Epi-retinal)과 서브형(Sub-retinal)으로 구분될 수 있다. 에피형 인공망막은 망막 앞에 위치하며 서브형 인공망막은 망막 뒤 시세포 층에 위치한다. 도 1에서 에피형 인공망막의 위치는 B로 표지되었고, 서브형 인공망막의 위치는 C로 표지되었다.

[0007] 에피형의 인공망막은 망막세포 중 신경절(Ganglion) 세포층을 자극하고, 서브형의 인공망막은 후방의 양극(bipolar) 세포층을 자극한다. 에피형의 인공망막은 망막 전방에 신경 세포 자극기가 위치되므로 망막 내층의 신경 세포들의 중간 신호처리 과정이 진행되지 않는다. 따라서, 에피형 인공망막은 외부의 카메라가 별도로 구비된다. 외부의 카메라는 안경에 장착되어 제공되며, 카메라로부터 얻어진 영상 정보는 유도 코일을 통해 무선으로 안구 내 미세 전극 어레이에 도달하게 되고, 망막 내층의 신경 세포들의 중간 신호처리 과정 없이 직접적으로 망막신경절세포(retinal ganglion)를 자극하게 된다.

[0008] 한편, 환자에 따라 전기 자극에 반응하는 역치가 다르며, 망막세포 손상 부위에 따라 인가해주어야 할 전기 자극의 크기 또한 상이하다. 에피형의 인공망막은 외부에 있는 이미지 프로세서에서 각각 전극을 독립적으로 제어하는 방식이다. 따라서, 전기적 펄스의 크기를 환자에 따라 혹은 손상 부위에 따라 자유롭게 바꿀 수 있는 장점이 있다.

[0009] 에피형 인공망막의 종래기술로서, 미국에서 판매되고 있는 Second sight의 Argus Ⅱ 제품의 경우 64개의 전극을

독립적으로 제어할 수 있으며, 각각 전극에서 발생하는 전기 자극의 크기 또한 제어가 가능하다. 다만, 종래의 에피형 인공망막의 경우, 망막이 매우 얇고 연약하므로 전극 고정이 어려운 단점이 있다. 또한, 망막 내측에 위치하여 유리체강으로 노출될 수 있고 섬유조직으로 둘러싸여 전기 자극이 전달되지 못할 가능성이 있다. 또한, 망막의 윗면에서 전기 자극을 줄 경우 망막신경섬유층이 자극되어 신호가 퍼지거나 망막 여러 층의 세포가 한꺼번에 자극되어 공간 해상도를 높이는 개량이 어려운 단점이 있다. 에피형 인공망막은 망막 내 신호처리과정을 활용하지 못하므로 자극하는 전극 격자의 모양과 실제로 환자가 느끼는 모양이 다를 수 있기 때문에 환자 개개인에 따른 맞춤형 화상처리가 필요하다. 따라서, 서브형 인공망막보다 다양한 부품과 이들을 연결해주는 신호전달부가 요구되는 단점이 있다.

[0010] 한편, 서브형 인공망막은 포토다이오드 어레이가 망막세포 층 하부인 광수용 세포층에 위치한다. 서브형 인공망막은 단순히 광수용체의 기능을 대체하는 것을 목표로 고안되었으며 양극 세포를 1차적인 전기 자극 대상으로 삼는다. 이를 위하여 서브형 인공망막은 빛을 감지하는 포토다이오드와 자극용 전극을 일체화하고, 포토다이오드에서 나오는 전류가 바로 전극으로 흘러서 망막신경세포를 자극할 수 있도록 설계된다. 포토다이오드 어레이는 CMOS 이미지 센서와 비슷한 기능을 수행한다. 빛의 강도에 따라 각각의 포토다이오드 셀에서 생성되는 암전류의 크기가 다르고, 이 전류가 변환 회로를 거치면서 활성 전위 역할을 하게 되는 바이페이직 전류 펄스로 변화된다. 서브형 인공망막의 장점은 양극 세포와 망막 내층의 정보처리를 통한 기존의 시각 전달 경로를 이용함으로써 물체를 인지함에 있어서 자연적인 느낌이 들도록 한다는 것이다. 게다가, 미세전극 어레이가 안구 내에 삽입됨으로써 자연적인 안구 운동이 가능한데, 이는 소형 카메라를 안경에 장착한 시스템의 경우에 물체를 보고 인지하기 위해서 물체가 있는 방향으로 눈이 아닌 고개를 돌려야 한다는 점과 비교하면 생리적이고 자연스럽다는 면에서 장점을 가진다고 할 수 있다. 또한, 망막 밑 자극 방법에 의해 만들어지는 화소(pixel)의 수가 지금까지 만들어진 인공망막들 중에서 가장 많기 때문에 높은 해상도를 구현할 수 있는 가능성이 시사되고 있다.

[0011] 서브형 인공망막의 종래 기술로서, 독일 Retina Implant사에서 상용화에 성공한 Alpha IMS 모델은 1500개의 포토다이오드 어레이와 이와 매칭되는 바이페이직 전류생성 어레이를 가졌지만, 임상 실험에 의하면 실제 해상도가 63채널 에피형 인공망막의 해상도보다 못한 것으로 보고된다.

[0012] 한편, 에피형 인공망막은 신경절 세포를 자극하는 방식이므로 자극하는 전기 신호가 양극 세포까지 전달된 후에, 활동전위 전압으로 바뀌어 신경절 세포로 돌아와 시신경(optic nerve)을 통해 뇌로 전달되는 과정이 수반된다. 따라서, 신경절을 자극하는 종래의 에피형 인공망막은 전극에 높은 전류를 인가해야 한다. 이 경우, 고집적 전극 어레이에서 전극의 임피던스가 증가하기 때문에 높은 전류가 전극을 통과하면 고 전압이 전극에서 발생되어 자극 전류 펄스의 생성을 방해하게 되는 단점이 있다. 상기의 한계를 극복하기 위해서 서브형 인공망막이 개발되었다. 서브형 인공망막은 빛의 신호를 포토다이오드로 검출하고 이를 전기 신호로 전환하여 양극 세포를 자극하기 때문에 시세포가 자극되는 생리적인 기전과 비슷한 장점이 있다. 하지만, 서브형 인공망막은 수술이 어렵다는 단점이 있고, 무선 전력 및 데이터 전송을 위해서 긴 케이블을 귀 뒤쪽까지 연결하여 위치시켜야 한다. 또한, 포토다이오드로는 대비 감도를 정확하게 제어하기 어렵다. 즉, 사물의 엣지 검출 능력이 카메라를 사용하는 에피형 인공망막에 비해 줄어들게 되는 단점이 있다.

[0013] 이에 본 출원인은 수술이 간편하고, 자극 방식이 자연 생리적 기전과 유사하며, 대비감도를 향상시킬 수 있는 새로운 구조의 에피형 인공망막을 고안하게 되었다. 망막이 매우 얇고 연약하므로 수술시 전극 고정이 어려운 에피형 인공망막의 단점과, 자연 생리적 기전과 유사한 자극 방식을 제안한 선행특허는 검색되지 않았으며, 관련특허로는 한국등록특허 제10-1275215호가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1275215호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 양극 세포를 1차적인 전기 자극 대상으로 하여 서브형 인공망막과 유사한 자극 기전을 갖는 에피형 인공망막으로서, 자연 생리적 기전을 모사한 자극 방식이 이루어질 수 있는 에피형 인공망막 장치 및 시스템을 제공하고자 한다.

[0017] 또한, 본 발명은 망막이 매우 얇고 연약하므로 전극 고정이 어렵고 수술이 어려운 에피형 인공망막의 단점을 개량하며, 수술이 용이하고 안정적인 전극 고정으로 공간 해상도가 안정적으로 확보될 수 있는 에피형 인공망막 장치 및 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 외부 카메라가 캡쳐한 사물의 시각 정보에 대응하여 시신경을 자극하는 에피형 인공망막 장치에 있어서, 망막의 에피층(epiretinal)에 마련되는 기판; 상기 기판의 전면에 위치하며 상기 외부 카메라에서 방출되어 수정체를 투과한 광을 수신하는 광수신기; 및 상기 기판의 후면에 위치하며 망막의 세포층에 삽입됨에 따라 상기 기판을 고정하고, 상기 광수신기가 수신한 광 신호에 응답하여 양극세포를 자극시키는 복수개의 바늘 전극을 포함하며, 상기 바늘 전극은, 단부가 첨예하고 소정의 길이를 갖는 원추 형상으로, 단부가 망막의 양극세포층까지 도달하여 양극세포를 직접 자극할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0020] 바람직하게, 본 발명에 따른 인공 망막 장치는 상기 기판의 후면에 위치하며, 상기 광수신기가 수신한 상기 외부 카메라의 데이터를 복원하고 복원된 정보를 어레이 된 복수개의 상기 바늘 전극에 분배하는 복조기를 더 포함할 수 있다.

[0021] 바람직하게, 본 발명에 따른 인공 망막 장치는 상기 기판의 전면에 위치한 상기 광수신기와 상기 기판의 후면에 위치한 상기 복조기를 전기적으로 연결하는 케이블을 더 포함하되, 상기 케이블은 상기 기판을 관통하지 않고 상기 기판의 표면을 따라 상기 광수신기와 상기 복조기를 연결할 수 있다.

[0022] 바람직하게, 본 발명에 따른 인공 망막 장치는 상기 기판의 외측 둘레를 경유하는 상기 케이블을 보호하기 위해 상기 기판의 측면을 감싸도록 결합되는 패키지 가드를 더 포함할 수 있다.

[0023] 바람직하게, 본 발명에 따른 인공 망막 장치는 상기 기판의 외측 둘레에 감겨져서 교류 전력을 발생시키는 전력 코일; 및 상기 기판의 전면에 위치하며, 상기 전력 코일에서 발생된 교류 전력을 직류로 변환하는 정류기를 더 포함할 수 있다.

[0024] 바람직하게, 본 발명에 따른 인공 망막 장치는 상기 기판의 후면에 위치하며, 상기 정류기에서 출력된 전력을 어레이 된 복수개의 상기 바늘 전극의 각 단에 분배하는 전압 조정기를 더 포함할 수 있다.

[0025] 바람직하게, 상기 바늘 전극은 160㎛ 내지 240㎛의 길이로 형성되어 시세포층 이전의 양극세포층까지 삽입될 수 있다.

[0026] 바람직하게, 상기 광수신기는 외부의 시각 정보를 적외선 광으로 수신할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명은 에피형 인공망막 시스템에 있어서, 사용자 전방의 시각 정보를 캡쳐하여 시각 정보에 대응되는 광 신호를 출력하는 카메라 모듈; 및 망막의 에피층(epiretinal)에 마련되는 기판과, 상기 기판의 전면에 위치하며 상기 카메라 모듈에서 방출되어 수정체를 투과한 광을 수신하는 광수신기와, 상기 기판의 후면에 위치하며 망막의 세포층에 삽입됨에 따라 상기 기판을 고정하고, 상기 광수신기가 수신한 광 신호에 응답하여 양극세포를 자극시키는 복수개의 바늘 전극을 구비한 인공망막 장치를 포함하며, 상기 바늘 전극은, 단부가 첨예하고 소정의 길이를 갖는 원추 형상으로, 단부가 망막의 양극세포층까지 도달하여 양극세포를 직접 자극할 수 있는 것을 다른 특징으로 한다.

[0028] 바람직하게, 상기 카메라 모듈은 캡쳐한 시각 정보를 디지털 신호 처리하여 사물의 엣지를 강화하며, 신호 처리된 시각 정보를 적외선 광으로 출력하여 사용자의 수정체로 입사시킬 수 있다.

발명의 효과

[0030] 종래의 에피형 인공망막은 전극을 망막(fovea) 주변에 부착하기 위해서 바이오 글루 및 압정을 사용하여 고정하는 시술이 요구되었다. 이는 외부 충격으로 전극이 분리될 확률이 높은 단점이 있다.

[0031] 한편, 본 발명은 기판의 전면에 광수신기가 배치되는 구조로서, 기판의 후면에 광수신기와 전극이 배치되는 종래의 에피형 인공 망막의 구조와 대비된다. 본 발명은 양극 세포의 시냅스가 1차적인 전기 자극 대상이 되도록 약 200㎛의 길이를 갖는 바늘 전극 구조가 기판의 후면에 형성된다. 이러한 바늘 전극 구조는 연약한 망막의 세포층에 침습되어 바이오 글루나 압정 없이도 기판을 안정적으로 고정시킬 뿐만 아니라, 수술을 극히 용이하게 하며, 바늘의 단부가 양극 세포의 시냅스 층에 직접적인 전기 자극을 가할 수 있도록 한다.

[0032] 종래의 에피형 인공 망막은 신경절 세포(retinal ganglion)에서 양극 세포(bipolar)를 통해 시세포 층의 로드콘(rods&cone) 세포가 활동 전위를 발생시키고, 활동 전위가 다시 양극 세포를 통해 시신경(optic nerve)으로 전달되는 자극 경로를 갖는다. 따라서, 신경절 세포를 자극하기 때문에 불가피하게 높은 전류가 요구되어 전극 끝단에 높은 전압이 발생되어 자극기의 동작을 저해하는 것이 종래의 에피형 인공망막 장치의 기술이슈 중 하나였다.

[0033] 하지만, 본원 발명은 시세포층에 삽입되어 양극 세포를 활동 전위로서 직접적으로 자극하는 서브형 인공 망막과 유사한 자극 경로를 갖는다. 이처럼, 본원 발명은 에피형 인공 망막 장치임에도 자연 생리적 기전을 모사할 수 있고, 양극 세포를 직접적으로 자극하기에 고전압의 전력 발생이 요구되지 않아 종래 고가의 CMOS 반도체로 구현되어야 하는 에피형 인공 망막 장치에 비해 제조 단가를 현저히 절감시키면서도 자극기의 신뢰성을 보장할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 에피형 인공망막 장치와 서브형 인공망막 장치가 기술되는 위치를 설명하기 위한 망막의 해부학적 구성도를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인공망막 시스템을 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 인공망막 장치를 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 카메라 모듈을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.

[0037] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0038] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인공망막 시스템을 나타낸 것이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 인공망막 장치(10)를 나타낸 것이다.

[0039] 도 2와 도 3을 참조하면, 인공망막 시스템은 사용자가 착용하게 되는 카메라 모듈(30)과 망막에 이식되는 인공망막 장치(10)로 구성될 수 있다.

[0040] 안구는 망막(5), 신경 조직(7), 맥락막, 공막, 각막(1), 동공(3), 홍체 및 모양체를 포함하는 구조로 되어 있다. 전술한 바와 같이, 에피형 인공망막 장치는 망막(5)의 전방에 위치하며, 서브형 인공망막 장치는 망막(5)의 후방에 위치한다. 망막(5)은 망막신경세포(ganglion cell), 아마크린 세포(amacrine cell), 양극 세포(bipolar cell), 수평 세포, 로드콘(rod cone) 및 색소상피(pigment epithelium)의 다층 구조로 이루어진다. 설명의 편의를 위하여 도 1에서는 망막(5)을 크게 망막신경세포층(51)과 양극세포층(53) 및 로드콘(55)층으로 구분하였다.

[0041] 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)는 시술되는 위치가 망막의 에피층(epiretinal)이므로, 에피형 인공망막으로 구분될 수 있으나, 자극 경로의 특이성으로 인하여 일반적인 에피형 인공망막과는 상이한 기판 구조를 갖는다. 종래의 에피형 인공망막의 경우, 망막신경세포층(51)을 자극하기 위해 광수신기와 전극부가 모두 기판의 후면에 배치된다. 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)는 광수신기(103)와 전극(107)이 각각 기판의 전면과 후면

으로 분리되어 구성되며 망막신경세포가 아닌 양극세포층(53)에 1차적인 자극을 인가하기 위한 전극(107)의 구조를 갖는다. 이하 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)의 각 구성을 상세히 설명한다.

[0042] 인공망막 장치(10)는 기판(101), 광수신기(103), 정류기(105), 바늘 전극(107), 케이블(108), 패키지 가드(109), 전력 코일(110), 복조기(111) 및 전압 조정기(113)를 포함할 수 있다.

[0043] 기판(101)은 망막의 에피층에 마련되는 인공망막 장치의 메인보드로 이해될 수 있다. 기판(101)에는 광수신기(103), 정류기(105), 바늘 전극(107), 케이블(108), 패키지 가드(109), 전력 코일(110), 복조기(111) 및 전압 조정기(113)의 구성들이 집적될 수 있다. 기판(101)은 소정의 가요성을 갖는 소재로 제공될 수 있다. 본 실시예로, 기판(101)은 반도체 공정을 통해 실리콘 칩으로 제작될 수 있다. 기판(101)의 크기는 망막의 영역을 고려하여 약 5㎜ x 5㎜로 제작될 수 있다.

[0044] 기판(101)은 외부의 카메라(30)로부터 시각 정보를 수신하며, 기판(101)의 외측에 감겨진 전력 코일(110)을 통해 구동 전력을 인가받는다. 기판(101)은 전면에 광수신기(103)가 배치되고 후면에 자극을 위한 바늘 전극(107)이 배치되므로 전면에서 발생되는 광수신기(103)의 출력 신호가 후면의 바늘 전극(107)으로 전달될 수 있어야 한다. 다만, 기판(101)은 특성상 크기가 작고 실리콘 칩으로 제작됨에 따라 홀을 뚫어 양 구성을 연결시킬 경우 파손의 위험과 제조단가가 급격히 상승될 수 있다. 본 실시예에 따른 기판(101)은 이러한 이유로 케이블(108)이 기판(101)의 외측을 경유하여 광수신기(103)와 바늘 전극(107)을 연결하게 되며, 상기의 케이블(108) 배치로 기판(101)의 외측에는 패키지 가드(109)의 구성이 요구된다.

[0045] 광수신기(103)는 기판(101)의 전면에 위치하며 외부 카메라(30)에서 방출되어 수정체(3)를 투과한 광을 수신할 수 있다. 광수신기(103)는 복수개의 포토다이오드가 어레이의 형태로 구비될 수 있으며 외부 카메라(30)로부터 디지털 신호 처리된 압축된 신호를 전송받을 수 있다.

[0046] 본 실시예로, 광수신기(103)는 외부의 시각 정보를 적외선 광으로 수신할 수 있다. 광수신기(103)는 가시광을 수신하여도 무방하나, 외부 카메라(30)와의 송수신이 가시광으로 이루어질 경우 지속적으로 점등되는 빛으로 인하여 사용자 또는 제3자에게 미관상 좋지 못한 단점이 있다. 따라서, 외부 카메라(30) 또한 적외선 영역으로 광신호를 송신하고, 광수신기(103) 역시 적외선 센서를 포함한 IR 광수신기로 구비되어 자연스러운 미관을 연출시킬 수 있도록 구현되는 것이 바람직하다.

[0047] 바늘 전극(107)은 기판(101)의 후면에 위치하며, 망막의 세포층에 삽입됨에 따라 기판(101)을 고정하고, 광수신기(103)가 수신한 광 신호에 응답하여 양극세포(53)를 자극시킬 수 있다. 바늘 전극(107)은 단부가 첨예하고 소정의 길이를 갖는 원추 형상으로, 단부가 망막의 양극세포층(53)까지 도달하여 양극세포를 직접 자극함에 주목한다. 바늘 전극(107)은 기판의 후면에 복수개가 정렬되어 어레이 된 자극기 영역을 형성할 수 있다.

[0048] 본 실시에에 따른 전극 구조는 에피형 인공망막에 있어서 수술의 용이성과 제조 단가를 저감시키는 데에 특히 효과적이다. 종래의 에피형 인공망막은 망막신경세포층(51)을 자극하기 때문에 높은 전류가 요구됨은 전술하였다. 보다 상세하게, 종래의 에피형 인공망막은 자극기의 출력단에 높은 전압이 인가되며, 높은 컴플라이언스 전압에 견딜 수 있도록 고전압용 트랜지스터를 사용해야 한다. 이는 제작 비용이 비쌀 뿐만 아니라 미스매치(mismatch)가 높아 성능을 저하시키는 단점이 있다. 본 실시예에 따른 바늘 전극(107)은 망막신경세포층(51)을 지나 양극세포층(53)까지 도달할 수 있도록 얇고 길게 형성되어 바늘 전극(107)이 양극세포를 직접 자극하기에 높은 전류가 요구되지 않으며 자극기 어레이의 출력에 높은 컴플라이언스 전압이 발생되지 않는다. 따라서, 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)에는 일반 공정 트랜지스터가 사용되어도 무방하다.

[0049] 바늘 전극(107)은 시세포층(55) 이전의 양극세포층(53)의 시냅스가 위치한 지점까지 삽입되는 것이 바람직하다. 통상적으로, 망막신경세포층(51)에서 양극세포층(53)의 단부 까지는 약 200㎛~250㎛의 길이를 갖는다. 따라서, 본 실시예에 따른 바늘 전극(107)은 160㎛ 내지 240㎛의 길이로 형성되어 로드콘(55) 셀 층에는 침습되지 않고 양극세포층(53)의 시냅스를 자극할 수 있을 정도의 길이를 갖는 것이 바람직하다.

[0050] 도 3의 (a)는 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)의 전면 사시도를 나타내고, 도 3의 (b)는 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)의 후면 사시도를 나타낸다. 도 3의 (b)에서 기판(101)의 후면 배치를 이해하기 위해 바늘 전극(107)의 신장된 형상은 생략하였다. 도 3에 도시된 바와 같이 바늘 전극(107)은 기판(101)의 후면에 복수개로 어레이가 구성되며 복조기(111)를 통해 광수신기(103)의 신호를 인가받고, 전압 조정기(113)를 통해 구동을 위한 전력을 분배받는다.

[0051] 복조기(111)는 기판(101)의 후면에 위치하며, 광수신기(103)가 수신한 외부 카메라(30)의 데이터를 복원하고, 복원된 정보를 어레이 된 복수개의 바늘 전극(107)에 분배할 수 있다. 복조기(111)는 복원된 신호를 기반으로

전류를 생성할 수 있는 회로가 포함될 수 있다. 복조기(111)는 신경으로 전달될 전하의 밸런싱을 위해 음극과 양극의 2상을 갖는 바이페이직(bi-phasic) 전류를 생성할 수 있다. 바늘 전극(107)의 단부에서 방출될 바이페이직 전류는 음전하와 양전하가 상쇄되어 어느 일 극성의 전하가 시신경(7)에 축적되지 않도록 밸런싱될 수 있다. 활성 전위를 바이페이직 전류의 형태로 출력하는 복조기(111)의 변환회로는 종래의 회로 구조로 사용되어도 무방하다.

[0052] 정류기(105)는 기판(101)의 전면에 위치하며, 전력 코일(110)에서 발생된 교류 전력을 직류로 변환할 수 있다. 정류기(105)는 쇼키다이오드와 커패시터 등 직류변환 소자를 포함할 수 있고, 반도체 공정으로 온칩화하기 어려운 점을 고려하여 discrete 소자를 사용하여 구현됨이 바람직하다. 정류기(105)는 망막의 세포층으로 삽입되지 않는 기판(101)의 전면에 위치하여 안정적인 신호처리를 수행한다. 정류기(105)에서 출력되는 전력은 기판(101)의 후면으로 케이블(108)을 통해 전달될 수 있다.

[0053] 전력 코일(110)은 기판(101)의 외측 둘레에 감겨져서 교류 전력을 발생시킬 수 있다. 감겨지는 위치는 안구 내측에서 기판(101) 상에 감겨져도 무방하나, 수술의 편의성을 고려하여 안구의 외측으로 감겨지도록 시술되어도 무방하다. 전력 코일(110)은 RF 코일일 수 있다. 전력 코일(110)은 외부에서 유입되는 외부 무선 전력을 수신할 수 있다. 전력 코일(110)은 직경이 넓을수록 많은 양의 선속(flux)을 받을 수 있기 때문에 효율이 향상되며 인공망막 장치(10)의 전력 공급 수단으로 특히 적합하다.

[0054] 전압 조정기(113)는 기판(101)의 후면에 위치하며, 정류기(105)에서 출력된 전력을 어레이된 복수개의 바늘 전극(107)의 각 단에 분배할 수 있다. 본 실시예에서, 전압 조정기(113)의 분배 전압은 종래의 컴플라이언스 전압보다 현저히 낮아도 무방하며, 그 이유는 양극세포층(53)을 직접적으로 자극하는 바늘 전극(107) 구조에 따른 것임은 전술한 바와 같다.

[0055] 케이블(108)은 기판(101)의 정면에 위치한 광수신기(103)와 기판(101)의 후면에 위치한 복조기(111)를 전기적으로 연결할 수 있다. 케이블(108)은 기판(101)을 관통하지 않고, 기판(101)의 표면을 따라 광수신기(103)와 복조기(111)를 연결할 수 있다.

[0056] 또한, 케이블(108)은 기판(101)의 정면에 위치한 정류기(105)와 기판(101)의 후면에 위치한 전압 조정기(113)를 전기적으로 연결할 수 있다. 케이블(108)은 이 경우 또한 기판(101)을 관통하지 않고, 기판(101)의 표면을 따라 정류기(105)와 전압 조정기(113)를 연결할 수 있다.

[0057] 설명의 편의를 위해 광수신기(103)와 복조기(111)를 연결하는 케이블(108)을 제1 케이블(108(a))이라 하고, 정류기(105)와 전압 조정기(113)를 연결하는 케이블(108)을 제2 케이블(108(b))이라 명명한다.

[0058] 도 3의 (a)와 (b)에 도시된 바와 같이 제1, 2 케이블(108)은 모두 기판(101)을 반바퀴 감는 방식으로 후면의 복조기(111) 및 전압 조정기(113)와 결선된다. 이는 전술한 천공이 어려운 기판(101)의 제조 단가를 고려한 것으로 이해될 수 있다. 즉, 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)는 깊게 삽입되는 전극 구조의 특성을 고려하여 기판(101)의 전면과 후면으로 필수 구성 소자가 분리 구성되게 되며, 이러한 구조 설계에서 제조 단가를 고려하면 케이블(108)이 기판(101)을 관통하지 않고 기판(101)의 측면을 에둘러 전면과 후면의 구성을 연결하는 것이 바람직하다. 또한, 이러한 케이블(108)의 배치로 인하여 기판(101)의 측면에 노출된 케이블이 고정됨과 동시에 패키지 될 필요성이 있으며, 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)는 패키지 가드(109)라는 측면 브라켓 구성이 상기의 기능을 수행한다.

[0059] 패키지 가드(109)는 기판(101)의 외측 둘레를 경유하는 케이블(108)을 보호하기 위해 기판(101)의 측면을 감싸도록 결합될 수 있다. 패키지 가드(109)는 기판(101)과 동일한 실리콘 소재로 제공될 수 있고, 기판(101)을 보다 안정적으로 절연하면서 케이블(108)을 고정 및 보호한다.

[0060] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 카메라 모듈(30)을 나타낸 것이다.

[0061] 도 4를 참조하면, 카메라 모듈(30)은 사용자 전방의 시각 정보를 캡쳐하여 시각 정보에 대응되는 광 신호를 출력할 수 있다. 카메라 모듈(30)은 영상을 촬영하는 카메라(301)와 신호처리부(303) 및 광송신기(305)를 포함할 수 있다.

[0062] 카메라(301)는 외부 영상 신호를 촬영하는 것으로 CCD 카메라 또는 CMOS 카메라 등이 사용될 수 있다. 카메라(301)는 안경 등 사용자가 착용하기 용이한 기구 상에 모듈화되어 구축될 수 있다.

[0063] 신호처리부(303)는 카메라(301)에서 캡쳐된 시각 정보를 디지털 신호 처리하여 사물의 엣지를 강화하며, 신호처리된 시각 정보를 광송신기(305)로 전송할 수 있다. 신호처리부(303)는 카메라(301)에서 캡쳐한 영상 정보를

이미지 정보로 변환할 수 있다. 신호처리부(303)는 변환한 이미지 정보의 추가적인 신호처리 과정을 수행할 수 있으며 그 일 예시로 이미지에서 사물의 엣지를 강조할 수 있다.

[0064] 광송신기(305)는 신호처리부(303)로부터 전달된 이미지 정보의 해당 픽셀에 대응하는 세기로 광을 송신할 수 있다. 광송신기(305)에서 출력된 광은 사용자의 수정체(3)를 투과하여 인공망막 장치(10)의 광수신기(103)에 입사될 수 있다.

[0065] 본 실시예로, 광송신기(305)는 신호처리부(303)에서 수신된 시각 정보를 적외선 광으로 출력하여 사용자의 수정체(3)로 입사시킬 수 있다. 광수신기(103)의 실시예에서 설명한 바와 같이 광송신기(305)가 방출하는 광이 가시광일 경우, 사용자 또는 제3자가 사용자가 착용한 안경의 카메라 모듈(30)에서 지속적으로 점등하는 빛을 인지하게 된다. 이는 미관상 좋지 못한 단점이 있으므로, 광송신기(305)는 적외선 영역으로 광 신호를 송신하고, 광수신기(103) 또한 적외선 센서를 포함한 IR 광수신기로 구비되어 자연스러운 미관을 연출시킬 수 있도록 구현되는 것이 바람직하다.

[0066] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

[0068] 1: 각막

3: 동공

5: 망막

7: 시신경

10: 에피형 인공 망막 장치

101: 기판

103: 광수신기

105: 정류기

107: 바늘 전극

108: 케이블

109: 패키지 가드

110: 전력 코일

111: 복조기

113: 전압 조정기

30: 카메라 모듈

301: 카메라

303: 신호처리부

305: 광송신기

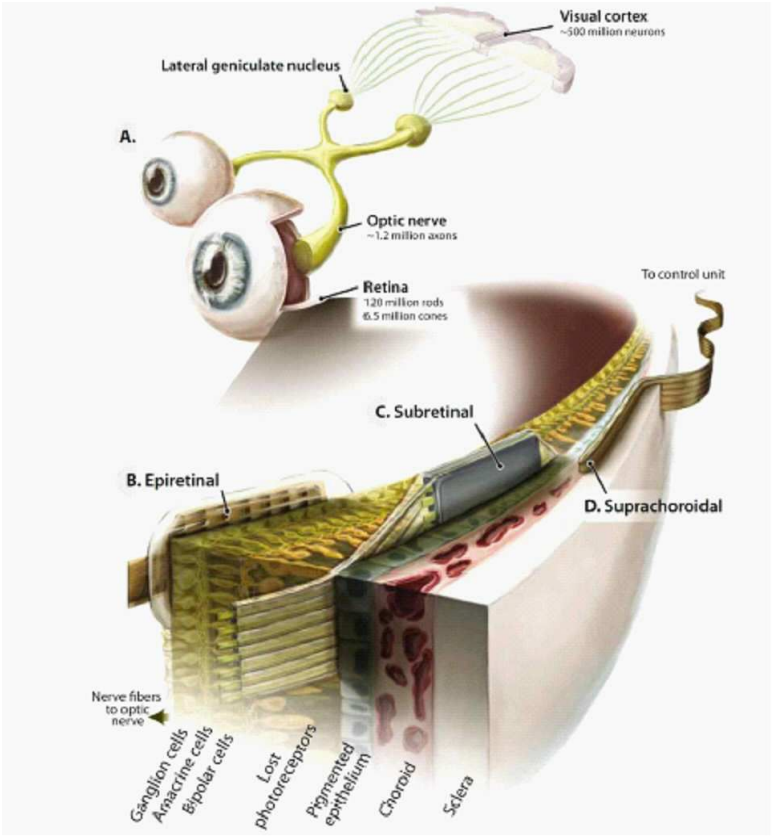
51: 망막신경세포

53: 양극세포

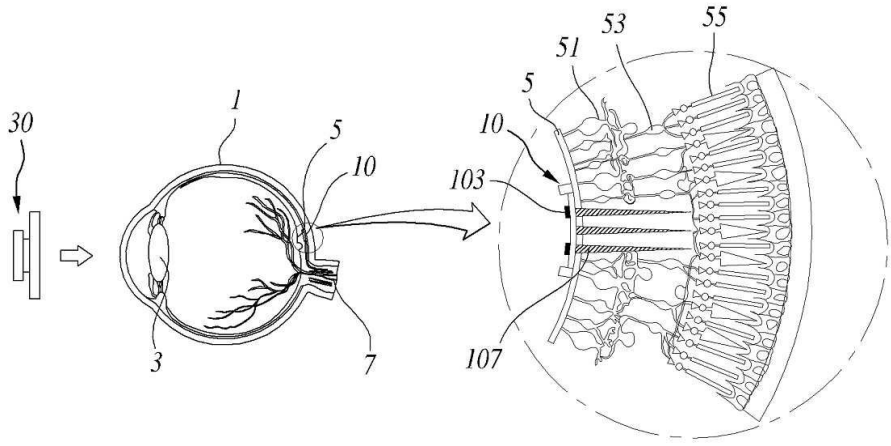
55: 로드콘

도면

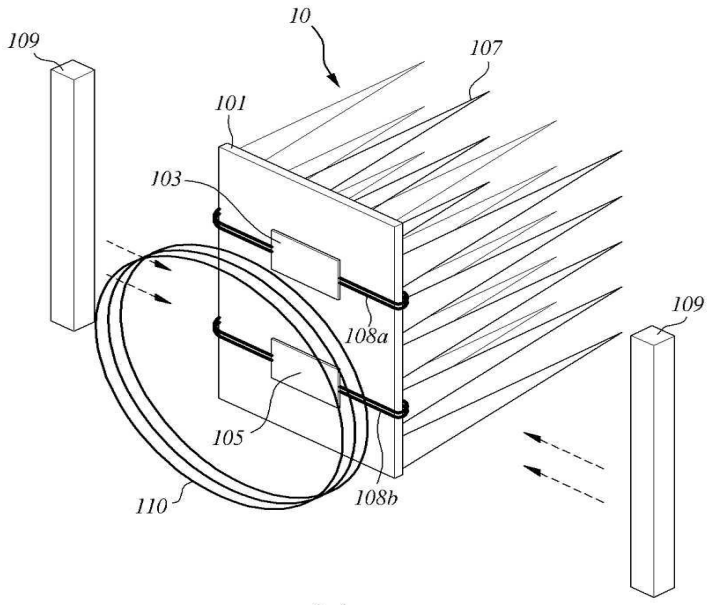
도면1


Visual cortex
~500 million neurons
Lateral geniculate nucleus
A.
Optic nerve
~1.2 million axons
Retina
120 million rods
6.5 million cones
To control unit
C. Subretinal
B. Epiretinal
D. Suprachoroidal
Nerve fibers to optic nerve
Ganglion cells
Amacrine cells
Bipolar cells
Lost photoreceptors
Pigmented epithelium
Choroid
Sclera

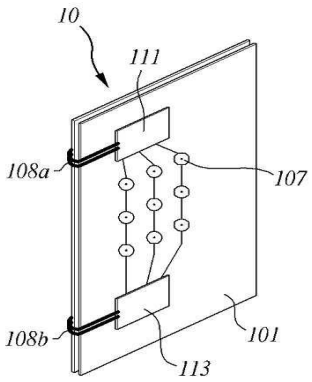
도면2


30
1
5
10
3
7
53
55
51
5
10
103
107

도면3

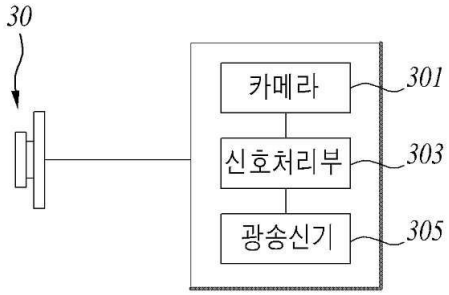

10
109
107
101
103
109
108a
105
110
108b

(a)


10
111
108a
107
108b
101
113

(b)

도면4


30
카메라
301
신호처리부
303
광송신기
305