



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0025468
(43) 공개일자 2018년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61N 1/05 (2006.01) A61F 2/14 (2006.01)
A61N 1/04 (2006.01) A61N 1/08 (2006.01)
A61N 1/36 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61N 1/0543 (2013.01)
A61F 2/14 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0111594

(22) 출원일자 2016년08월31일

심사청구일자 2016년08월31일

(71) 출원인

가천대학교 산학협력단

경기도 성남시 수정구 성남대로 1342 (복정동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김정석

경기도 용인시 기흥구 용구대로 2242, 인성현대 102-307

김성우

서울특별시 서초구 신반포로 270 143동 1602호 (반포동, 반포자이아파트)

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 15 항

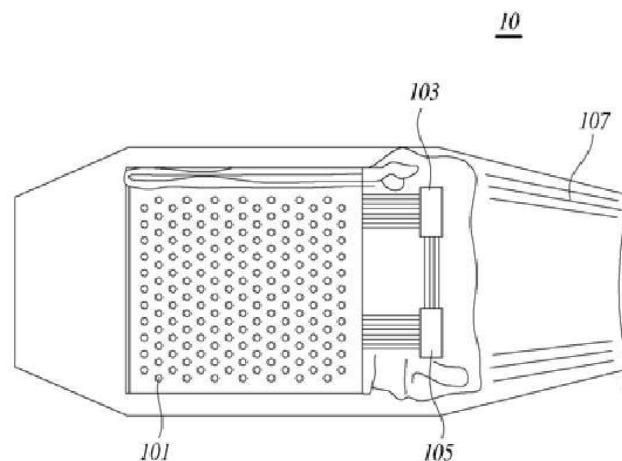
(54) 발명의 명칭 광센서 어레이 기반의 서브형 인공망막 장치 및 인공망막 장치의 구동 방법

(57) 요약

본 발명은, 서브형 인공망막 장치에 있어서 망막 서브(sub)에 마련되는 기관; 상기 기관 상에 접지가 형성되도록 전류를 수용하는 리턴 전극; 상기 기관 상에 구비되며, 망막으로 투사되는 외부의 시각 정보에 응답하여 시신경으로 활동 전위를 발생시키는 복수개의 자극 전극; 및 상기 자극 전극과 상기 리턴 전극 사이의 전기적 흐름을 단속하는 스위치를 포함하여, 상기 스위치는, 상기 복수개의 자극 전극과 상기 리턴 전극 사이에 결선되어 온오프 제어에 따라 상기 자극 전극을 상기 리턴 전극으로 접지시킨다.

본 발명은 자극 전극의 스위치 구조와 스캐닝 어레이의 제어 기법으로, 상 변잡(cross-talk) 현상이 최소화되고, 1000픽셀 이상으로 마련될 수 있는 포토다이오드 및 자극 전극의 어레이에 최적화된 해상도를 제공할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61N 1/0476 (2013.01)

A61N 1/08 (2013.01)

A61N 1/36046 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

서브형 인공망막 장치에 있어서,

망막 서브(sub)에 마련되는 기관;

상기 기관 상에 접지가 형성되도록 전류를 수용하는 리턴 전극;

상기 기관 상에 구비되며, 망막으로 투사되는 외부의 시각 정보에 응답하여 시신경으로 활동 전위를 발생시키는 복수개의 자극 전극; 및

상기 자극 전극과 상기 리턴 전극 사이의 전기적 흐름을 단속하는 스위치를 포함하여,

상기 스위치는,

상기 복수개의 자극 전극과 상기 리턴 전극 사이에 결선되어 온오프 제어에 따라 상기 자극 전극을 상기 리턴 전극으로 접지시키는 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기관은,

상기 복수개의 자극 전극이 배열된 X축의 열 또는 Y축의 열에서 상기 자극 전극이 지그재그로 배열된 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 자극 전극은,

상기 시신경으로 전달되는 전하의 밸런싱을 위해 음극과 양극의 2상을 갖는 바이페이직(bi-phasic) 전류를 출력하는 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 스위치는,

상기 자극 전극의 펄스가 출력되는 출력 라인을 분기하여 상기 리턴 전극과 결선되는 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 스위치는,

복수개이고, 상기 복수개의 자극 전극에 각각 결선되는 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기관은,

활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극과 인접한 자극 전극이 리턴 전극으로 동작되는 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 인접한 자극 전극은,

활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극인 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 인접한 자극 전극은,

활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극의 주변으로 6각 어레이를 형성하는 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 기관에는,

상기 복수개의 자극 전극이 배열된 영역 중 일 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이로 설정하고, 상기 스캐닝 어레이의 자극 전극을 상기 리턴 전극으로 스위칭한 후 다른 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이로 설정하는 제어 모듈이 더 포함된 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어 모듈은,

상기 스캐닝 어레이의 설정 동작을 50Hz 이상의 주파수로 수행하는 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

스캐닝 어레이는,

어느 일 자극 전극의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극으로 설정되어 6각 어레이를 형성하는

것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 제어 모듈은,

상기 스캐닝 어레이의 설정 동작시 동일한 자극 전극이 연속적으로 선택되지 않도록 제어하는 것을 특징으로 하는 서브형 인공망막 장치.

청구항 13

서브형 인공망막 장치의 구동 방법에 있어서,

(a) 망막 서브(sub)에 마련되는 기관 상에 구비되어 망막으로 투사되는 외부의 시각 정보에 응답하여 시신경으로 활동 전위를 발생시키는 복수개의 자극 전극이 배열된 영역 중 일 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이로 설정하는 단계;

(b) 상기 스캐닝 어레이의 자극 전극을 전류를 수용하는 리턴 전극으로 결선시키는 단계;

(c) 상기 복수개의 자극 전극이 배열된 영역 중 다른 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이로 설정하는 단계를 포함하여,

상기 (a)단계 내지 상기 (c)단계가 50Hz 이상의 주파수로 반복 수행되는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치의 구동 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 (a)단계는,

어느 일 자극 전극의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극을 상기 스캐닝 어레이로 설정하고,

상기 스캐닝 어레이는 6각 어레이인 것을 특징으로 하는 인공망막 장치의 구동 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 (c)단계는,

상기 (a)단계에서 선택된 자극 전극이 연속적으로 선택되지 않도록 스캐닝 어레이를 설정하는 것을 특징으로 하는 인공망막 장치의 구동 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 망막의 시세포 층, 특히 망막 하부(sub-retinal)에 시술되어 전기적 자극을 유도함으로써 사용자의 시력을 회복시키는 서브형 인공망막 장치 및 인공망막 장치의 구동 방법에 관한 것이다.

[0001]

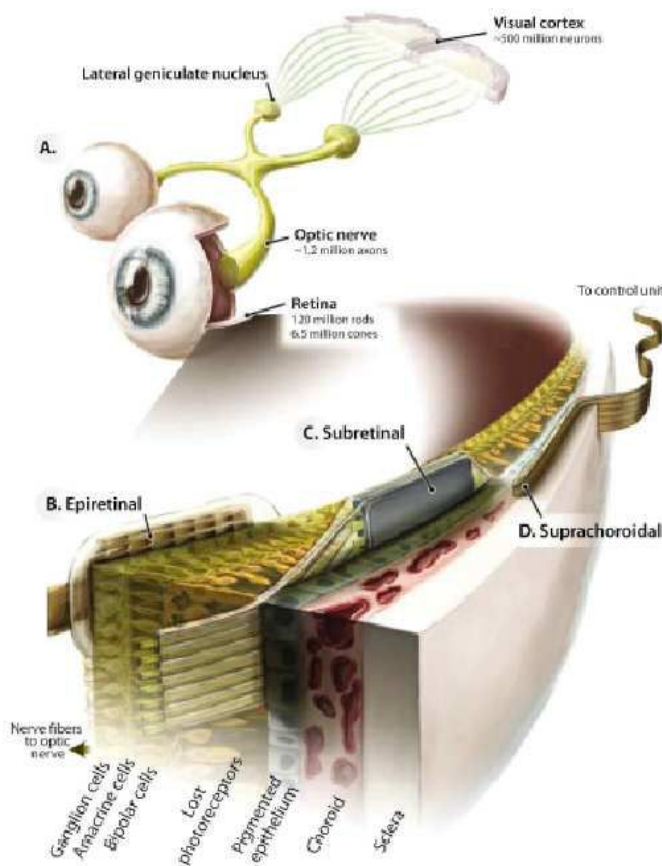
배경 기술

[0003] 망막은 각막, 수정체를 통해서 들어온 외부 영상을 전기적 신호로 변환하여 뇌로 전달하는 중요한 신경조직이다. 망막의 넓이는 약 6.25cm²이며, 망막에는 약 1억개의 시세포가 존재한다. 시세포중 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. 어떤 이유든 망막혈관 또는 맥락막 혈관에 이상이 생기면 망막에 이상이 발생하여 다양한 질환이 발생하게 된다.

[0004] 망막질환으로 망막색소변성증(retinitis pigmentosa, RP)는 망막에 분포하는 광수용체의 기능장애로 인하여 발생하는 진행성 망막변성질환으로, 망막의 광수용체와 망막색소상피가 주된 병소이며 양쪽 눈에 모두 나타나는 것이 특징이다. RP의 유병율은 세계적으로 5000명 중 1명으로 보고되고 있다. 다른 망막질환으로 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 환자들은 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] [그림 1]



[0007]

[0008] 상기 [그림 1]을 참조하면, 인공망막은 설치되는 위치에 따라 에피형(Epi-retinal)과 서브형(Sub-retinal)으로 구분될 수 있다. 에피형의 경우, 망막 앞에 위치하며, [그림 1]에서 B로 표시되었다. 서브형의 경우 망막 뒤 시세포 층에 위치하여 [그림 1]에서 C로 표시되었다. 에피형의 인공망막은 망막세포 중 Ganglion 세포층을 자극하

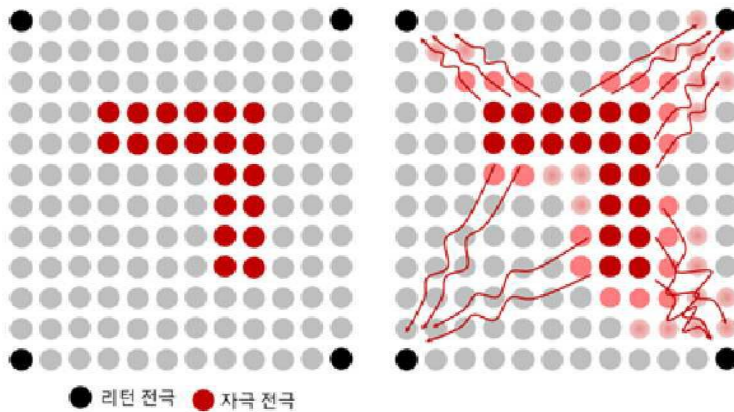
고, 서브형의 인공망막은 후방의 bipolar 세포층을 자극한다. 에피형의 인공망막은 망막 전방에 신경 세포 자극기가 위치되므로 망막 내층의 신경 세포들의 중간 신호처리 과정이 진행되지 않는다. 따라서, 에피형 인공망막은 외부의 카메라가 별도로 구비된다. 외부의 카메라는 안경에 장착되어 제공되며, 카메라로부터 얻어진 영상 정보는 유도 코일을 통해 무선으로 안구 내 미세 전극 어레이에 도달하게 되고, 망막 내층의 신경 세포들의 중간 신호처리 과정 없이 직접적으로 망막신경절세포(retinal ganglion)를 자극하게 된다. 한편, 환자에 따라 전기 자극에 반응하는 역치가 다르며, 망막세포 손상 부위에 따라 인가해줘야 할 전기 자극의 크기 또한 제각각 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. 종래 기술로서, 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, 에피형 인공망막의 경우, 망막이 매우 얇고 연약하므로 전극 고정이나 어려운 단점이 있다. 또한, 망막 내측에 위치하여 유리체강으로 노출될 수 있고 섬유조직으로 둘러싸여 전기 자극이 전달되지 못할 가능성이 있다. 또한, 망막의 뒷면에서 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 신호 전달부가 요구되는 단점이 있다.

[0009] 서브형 인공망막의 경우는 [그림 1]에서와 같이 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 바이페이즈 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.

[0010] 종래 기술로서, 독일 Retina Implant사에서 상용화에 성공한 Alpha IMS 모델은 1500개의 포토다이오드 어레이와 이와 매칭되는 바이페이즈 전류생성 어레이를 가졌지만, 임상 실험에 의하면 실제 해상도가 63채널 에피형 인공망막의 해상도보다 못한 것으로 보고된다. 에피형 인공망막이 자극하는 경우를 보면, 카메라에서 캡처된 사진이 이미지 프로세싱을 통해서 디지털 신호로 변환되고 이것이 인코딩을 통해 직렬 디지털 신호로 바뀌어 인공망막으로 전달된다. 인공망막에 있는 디코더는 외부로부터 들어오는 디지털 신호의 패킷을 분석하여 각각의 자극기에 명령신호들을 순차적으로 보내게 된다. 이 때, 명령을 받은 자극기는 바이페이즈 전류를 생성하고 명령을 기다리는 다른 자극기들은 출력단이 리턴전극과 쇼트되어 잔여 전하들이 넓게 퍼지는 것을 막는다.

[0011] 반면, 서브형 인공망막에서 포토다이오드 어레이를 살펴보면, 빛이 동시에 들어오고, 동시에 바이페이즈 전류들을 생성한다. 한편, 서브형 인공망막은 접지 역할을 하게 되는 리턴 전극이 칩의 말단 또는 전극 어레이로부터 멀리 떨어진 곳에 위치하고 있다. 일반적으로는 4각형 칩의 구석에서 접지 역할을 할 수 있도록 리턴 전극이 위치된다. 이러한 상황에서, 동시적으로 일정 영역의 복수개 자극 전극이 자극되면, 전류들이 리턴 전극으로 흘러 들어가면서 자극되지 말아야 할 망막 양극 세포(bipolar)들을 자극하게 되어 상이 번지는 cross-talk 현상이 발생된다. 하기의 [그림 2]는 이러한 현상을 설명하기 위한 포토다이오드 어레이를 나타낸다.

[0012] [그림 2]



[0013]

[0014] [그림 2]에서, 사용자가 인지하고자 하는 형상은 ‘ㄱ’이라고 가정한다. 즉 ‘ㄱ’ 형상은 망막의 중간세포층을 지나 후방의 서브형 인공망막에 도달하며, 다수의 픽셀(예로서, 1000픽셀)로 배열된 포토다이오드 어레이에 ‘ㄱ’ 형상으로 동시적인 자극이 입력된다. 자극 전극은 ‘ㄱ’ 형상으로 바이페이직 전류를 출력하게 된다. 이때, 기관 상에 어딘가에는 반드시 마련되어야 하는 리턴 전극(접지 전극)으로 전류들이 흘러가면서 의도치 않은 양극 세포들을 자극하게 되고, 사용자는 ‘ㄱ’ 형상이 번지게 된 모습을 인식하게 된다. 이러한 이유로, 1000픽셀인 서브형 인공망막이 64픽셀의 에피형 인공망막과 해상도가 비슷하게 느껴지는 문제점이 지적되었다.

[0015] 이에, 본 출원인은 서브형 인공망막에서 전술한 상 번짐 문제를 해결할 수 있는 회로 구조와 제어 방법을 고안하게 되었다. 서브형 인공망막에서 상기의 문제점을 해결할 수 있는 어레이 구조나 전극 구조 등이 제시된 선행 특허는 검색되지 않았으며, 관련특허로는 한국등록특허 제10-1246336호가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0017] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1246336호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 본 발명은 서브형 인공망막에 있어서, 리턴 전극으로 유입되는 전류가 의도치 않은 양극 세포를 자극하지 않아, 상 번짐(cross-talk) 현상이 최소화된 인공망막 장치를 제공하고자 한다. 이에 따라, 본 발명은 1000픽셀 이상으로 마련될 수 있는 포토다이오드 및 자극 전극의 어레이에 최적화된 해상도를 제공할 수 있는 인공망막 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 서브형 인공망막 장치에 있어서,

[0021] 망막 서브(sub)에 마련되는 기관; 상기 기관 상에 접지가 형성되도록 전류를 수용하는 리턴 전극; 상기 기관 상에 구비되며, 망막으로 투사되는 외부의 시각 정보에 응답하여 시신경으로 활동 전위를 발생시키는 복수개의 자극 전극; 및 상기 자극 전극과 상기 리턴 전극 사이의 전기적 흐름을 단속하는 스위치를 포함하여, 상기 스위치는, 상기 복수개의 자극 전극과 상기 리턴 전극 사이에 결선되어 온오프 제어에 따라 상기 자극 전극을 상기 리턴 전극으로 접지시키는 것을 특징으로 한다.

[0022] 바람직하게, 상기 기관은 상기 복수개의 자극 전극이 배열된 X축의 열 또는 Y축의 열에서 상기 자극 전극이 지

그재그로 배열될 수 있다.

- [0023] 바람직하게, 상기 자극 전극은 상기 시신경으로 전달되는 전하의 밸런싱을 위해 음극과 양극의 2상을 갖는 바이페이직(bi-phasic) 전류를 출력할 수 있다.
- [0024] 바람직하게, 상기 스위치는 상기 자극 전극의 펄스가 출력되는 출력 라인을 분기하여 상기 리턴 전극과 결선될 수 있다.
- [0025] 바람직하게, 상기 스위치는 복수개이고, 상기 복수개의 자극 전극에 각각 결선될 수 있다.
- [0026] 바람직하게, 상기 기관은 활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극과 인접한 자극 전극이 리턴 전극으로 동작될 수 있다.
- [0027] 바람직하게, 상기 인접한 자극 전극은 활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극일 수 있다.
- [0028] 바람직하게, 상기 인접한 자극 전극은 활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극의 주변으로 6각 어레이를 형성할 수 있다.
- [0029] 바람직하게, 상기 기관에는 상기 복수개의 자극 전극이 배열된 영역 중 일 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이로 설정하고, 상기 스캐닝 어레이의 자극 전극을 상기 리턴 전극으로 스위칭한 후 다른 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이로 설정하는 제어 모듈이 더 포함될 수 있다.
- [0030] 바람직하게, 상기 제어 모듈은 상기 스캐닝 어레이의 설정 동작을 50Hz 이상의 주파수로 수행할 수 있다.
- [0031] 바람직하게, 스캐닝 어레이는 어느 일 자극 전극의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극으로 설정되어 6각 어레이를 형성할 수 있다.
- [0032] 바람직하게, 상기 제어 모듈은 상기 스캐닝 어레이의 설정 동작시 동일한 자극 전극이 연속적으로 선택되지 않도록 제어할 수 있다.
- [0033] 또한, 본 발명은 서브형 인공망막 장치의 구동 방법에 있어서, 망막 서브(sub)에 마련되는 기관 상에 구비되어 망막으로 투사되는 외부의 시각 정보에 응답하여 시신경으로 활동 전위를 발생시키는 복수개의 자극 전극이 배열된 영역 중 일 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이로 설정하는 (a)단계; 상기 스캐닝 어레이의 자극 전극을 전류를 수용하는 리턴 전극으로 결선시키는 (b)단계; 상기 복수개의 자극 전극이 배열된 영역 중 다른 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이로 설정하는 (c)단계를 포함하여, 상기 (a)단계 내지 상기 (c)단계가 50Hz 이상의 주파수로 반복 수행되는 것을 다른 특징으로 한다.
- [0034] 바람직하게, 상기 (a)단계는 어느 일 자극 전극의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극을 상기 스캐닝 어레이로 설정하고, 상기 스캐닝 어레이는 6각 어레이일 수 있다.
- [0035] 바람직하게, 상기 (c)단계는 상기 (a)단계에서 선택된 자극 전극이 연속적으로 선택되지 않도록 스캐닝 어레이를 설정할 수 있다.

발명의 효과

- [0037] 본 발명에 따르면, 복수개의 자극 전극에 각각 스위치가 결선되어 자극 전극이 리턴 전극으로 동작될 수 있는 구조로 어레이가 형성된다. 특히, 이 경우 스캐닝 어레이로 설정된 6각의 자극 전극들이 리턴 전극으로 동작하며, 이러한 스캐닝 어레이가 사용자가 인지되기 어려운 50Hz의 주파수로 이동된다. 즉, 본 발명에 따르면 리턴 전극이 고정적이지 않고, 유동적으로 스캐닝된다. 이 경우, 스캐닝 어레이의 중앙에 위치한 자극 전극이 외부의 광을 인식하면, 바이페이직 전류를 출력하여도 스캐닝 어레이 내의 인접한 리턴 전극으로 전류가 흘러가게 되며 자극 전극 주변의 양극 세포를 불필요하게 자극하지 않는다. 이처럼, 본 발명은 자극 전극의 스위치 구조와 스캐닝 어레이의 제어 기법으로, 상 번짐(cross-talk) 현상이 최소화되고, 1000픽셀 이상으로 마련될 수 있는 포토다이오드 및 자극 전극의 어레이에 최적화된 해상도를 제공할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치가 시술된 안구의 모습을 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치를 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치의 자극 전극 회로도를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치의 스캐닝 어레이를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치의 스캐닝 어레이의 구동 모습을 예시한 모습이다.
- 도 6은 도 5의 예시에서 사용자가 인식하게 되는 자극 전극과 리턴 전극의 배치 모습을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 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.
- [0041] 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.
- [0042] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치(10)가 시술된 안구의 모습을 나타낸다. 안구는 망막(5), 신경 조직(7), 맥락막, 공막, 각막(1), 동공(3), 홍채 및 모양체를 포함하는 구조로 되어 있다. 전술한 바와 같이 서브형 인공망막 장치(10)는 망막(5)의 후방에 위치된다. 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. 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)는 로드콘(55) 층을 자극하도록 위치될 수 있다. 망막신경세포(51)와 양극세포(53) 및 로드콘(55)은 모두 투명한 세포층이므로 망막(5)에 입사된 광은 투사되어 인공망막 장치(10)에 도달한다. 인공망막 장치(10)는 망막 내층의 신경 세포들의 중간 신호처리 과정을 그대로 사용할 수 있다. 이 과정에서, 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)는 외부의 시각 정보에 반응하는 자극 전극이 불필요한 양극 세포(55)를 자극하지 않도록 하여 사용자에게 높은 해상도의 시각 정보를 제공하는 것을 특징으로 한다. 이하, 본 장치의 구성을 살펴보면 다음과 같다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치(10)를 나타낸다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 인공망막 장치(10)는 기관, 자극 전극(101), 리턴 전극(103), 제어 모듈(105) 및 스위치(103, 도 3)를 포함할 수 있다.
- [0045] 기관은 망막 서브(sub)에 마련된다. 기관에는 광센서인 포토다이오드, 자극 전극, 리턴 전극, 제어 모듈, 파워 코일(107) 등이 마련될 수 있다. 기관은 가요성을 가질 수 있다. 기관에는 복수의 포토다이오드와 이에 대응되는 자극 전극이 배치되며, 기관의 크기는 실장되는 자극 전극의 개수를 고려하여 설계될 수 있다. 일반적으로, 충분한 해상도를 확보할 수 있도록 기관은 1000개 이상의 자극 전극을 수용하도록 제공됨이 바람직하다.
- [0046] 기관은 복수개의 자극 전극(101)이 배열된 X축의 열 또는 Y축의 열에서 자극 전극(101)이 지그재그로 배열될 수 있다. 포토다이오드는 외부로부터 입사된 광에 반응하며, 자극 전극은 포토다이오드의 신호로 전류를 출력한다. 이하 본 명세서에서는, 포토다이오드와 자극 전극이 모듈로서 설치되는 사정을 고려하여, 용어를 구분하여 사용하지 않았으며, 자극 전극(101)의 배열이 곧 포토다이오드의 배열을 의미할 수 있다.
- [0047] 본 실시예의 일 특징으로 도 2를 참조하면, 기관에는 자극 전극(101)이 X축 또는 Y축 중 적어도 어느 한 축에서 지그재그로 배열된다. 자극 전극(101)의 상기 배열은 6각 구조로 스캐닝 어레이(11)를 형성하기 위함이며, 외부의 시각 정보에 대응하여 반응되는 자극 전극(101)에 리턴 전극(103)을 최대한 근접하여 형성시키기 적합한 구조이다. 기관은 활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극(101)과 인접한 자극 전극(101)이 리턴 전극(103)으로 동작되는 것을 특징으로 하며, 리턴 전극(103)이 고정적으로 형성되지 않고 자극 전극(101)을 제어에 따라 리턴 전극(103)으로 동작시키는 특징이 있다. 이와 관련 후술하게 될 도 5 및 6에서 상세히 설명한다.
- [0048] 리턴 전극(103)은 기관 상에 접지가 형성되도록 전류를 수용한다. 본 실시예로 리턴 전극(103)은 용량이 큰 커패시터로 제공될 수 있다. 리턴 전극(103)은 기관의 일 영역에 형성되며, 자극 전극(101)의 어레이와 이격된 위

치에 마련되어도 무방하다.

- [0049] 자극 전극(101)은 기관 상에 구비되며, 망막으로 투사되는 외부의 시각 정보에 응답하여 시신경(7)으로 활동 전위를 발생시킨다. 자극 전극(101)은 복수개로 어레이를 형성한다. 전술한 바와 같이 자극 전극(101)은 X축 또는 Y축 중 적어도 어느 한 축에서 지그재그로 배열된다. 자극 전극(101)의 수는 외부의 시각 정보를 인지하는 해상도를 나타내는 지표와 같고, 외부의 시각 정보는 배열된 복수의 자극 전극(101)에 대응되는 형상으로 동시적인 자극을 가한다.
- [0050] 자극 전극(101)은 CMOS 이미지 센서 또는 포토다이오드와 연계되어 모듈로 구축될 수 있고, 포토다이오드가 광자를 인식하여 암전류를 출력하면, 자극 전극(101) 내 변환회로(1011)를 통해 암전류가 활성 전위에 적합한 전류 신호로 변환하여 출력된다.
- [0051] 자극 전극(101)은 신경으로 전달되는 전하의 밸런싱을 위해 음극과 양극의 2상을 갖는 바이페이직(bi-phasic) 전류를 출력할 수 있다. 본 실시예로 자극 전극(101)은 음전하와 양전하가 상쇄되어 어느 일 극성의 전하가 시신경(7)에 축적되지 않도록 밸런싱된 바이페이직 전류를 출력함이 바람직하다. 활성 전위를 바이페이직 전류로 출력하는 자극 전극(101)의 변환회로(1011)는 종래의 회로 구조로 사용될 수 있다.
- [0052] 스위치(102)는 자극 전극(101)과 리턴 전극(103) 사이의 전기적 흐름을 단속할 수 있다. 스위치(102)는 복수개의 자극 전극(101)과 리턴 전극(103) 사이에 결선되어 온오프 제어에 따라 자극 전극(101)을 리턴 전극(103)으로 접지시킬 수 있다.
- [0053] 도 3은 스위치(102)가 연결된 자극 전극(101) 회로도도를 나타낸다. 도 3에서 포토다이오드로부터 출력된 전류의 변환 회로, 바이페이직 생성 회로(converter stimulator)는 종래의 회로 구성으로 대체되어도 무방하며 본 발명의 요지가 아닌바 블랙 박스로 도시되었다. 도 3을 참조하면, 종래의 자극 전극(101) 회로도에서 출력단에 스위치(102)가 병렬로 연결된 모습을 확인할 수 있다.
- [0054] 스위치(102)는 자극 전극(101)의 펄스가 출력되는 출력 라인을 분기하여 리턴 전극(103)과 결선된다. 도 3에서 리턴 전극(103)은 접지(ground)로 표현되었다. 스위치(102)는 복수개이고, 복수개의 자극 전극(101)에 각각 결선될 수 있다. 즉, 스위치(102)는 적어도 구비되는 자극 전극(101)의 개수 이상 포함된다. 도 2에서와 같이 스위치(102)는 어레이된 자극 전극(101) 각각과 단일 리턴 전극(103)을 결선한다. 스위치(102)는 온오프 상태에 따라 자극 전극(101)을 리턴 전극(103)으로 구동시킨다. 이에 따라, 본 실시예의 인공망막 장치(10)는 리턴 전극(103)이 고정되지 않고 활성화된 자극 전극(101)에 인접하게 배치될 수 있도록 한다.
- [0055] 다르게 표현하면, 어느 일 자극 전극(101)과 인접한 자극 전극(101)은 리턴 전극(103)으로 동작된다. 본 명세서에서 지칭하는 인접한 자극 전극은 활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극(101)의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극을 의미한다. 즉, 자극 전극(101)의 어레이는 외부에서 입사된 시각 정보에 대응하여 일 영역은 활성 전위를 출력시키고, 일 영역은 비활성 상태로 기능한다. 여기서, 활성 전위를 출력시키는 자극 전극(101)과 인접한 자극 전극(101)을 리턴 전극(103)으로 변환 시킨다면 활성화된 자극 전극(101)으로부터 흐르는 전류가 의도치 않은 주변의 양극 세포를 자극하지 않을 것이다. 따라서, 본 실시예의 자극 전극(101)은 제어에 따라 리턴 전극(103)으로 변환될 수 있도록 스위치(102)가 결선된 특징을 갖게 됨에 주목한다. 그렇다면, 활성화된 자극 전극(101)의 주변을 리턴 전극(103)으로 변환시킬 수 있는 제어 방법이 요구된다. 이러한 요구에서 본 실시예에 따른 인공망막 장치(10)는 어느 일 자극 전극(101)의 주변으로 인접한 자극 전극을 스캐닝 어레이(11)를 형성하게 되는 것이다. 이 때, 스캐닝 어레이(11)의 자극 전극(101) 들은 중앙의 자극 전극(101)과 동일한 거리로 이격됨이 바람직하다. 즉, 중앙의 자극 전극(101)이 활성화 될 경우, 이격된 거리가 동일한 주변의 자극 전극이 리턴 전극(103)으로 변환되면, 리턴 전극(103)으로 흐르는 전류 역시 동일하기에 시스템이 안정될 수 있다. 따라서, 인접한 자극 전극은 활성 전위를 발생시키는 어느 일 자극 전극의 주변으로 6각 어레이를 형성할 수 있다. 이상에서의 설명에서 통상의 기술자라면 중앙의 자극 전극의 둘레로 6각 어레이를 형성하도록 자극 전극이 배열되는 것이 갖는 이점을 이해할 수 있을 것이다. 이러한 이유에서 자극 전극(101)은 6각 어레이가 가능하도록 X축 또는 Y축 중 적어도 하나의 축에서 지그재그로 배치된다.
- [0056] 제어 모듈(105)은 복수개의 자극 전극(101)이 배열된 영역 중 일 영역의 자극 전극을 스캐닝 어레이(11)로 설정하고, 스캐닝 어레이(11)의 자극 전극을 리턴 전극(103)으로 스위칭한 후 다른 영역의 자극 전극(101)을 스캐닝 어레이(11)로 설정할 수 있다.
- [0057] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치(10)의 스캐닝 어레이를 나타낸다. 스캐닝 어레이(11)는 어느 일 자극 전극(101)의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극(101)으로 설정되어 6각 어레이를

형성할 수 있다. 도 4를 참조하면 중앙의 자극 전극(101(a))이 활성화된 자극 전극이라 가정한다. 이러한 자극 전극(101(a))의 주변으로 6개의 자극 전극(101(b))이 형성하는 6각 어레이를 스캐닝 어레이(11)라 칭하였다. 도 4에서 각각의 자극 전극(101)에 결선된 스위치(102)의 제어 상태를 참조하여 스캐닝 어레이(11)를 설명한다. 스캐닝 어레이(11)에 해당하는 자극 전극(101(b))은 제어 모듈(105)에 의해서 스위치(102)가 온 상태로 조작되고, 리턴 전극(103)과 결선된다. 따라서, 스캐닝 어레이(11)에 해당하는 자극 전극(101(b))은 모두 리턴 전극(103)으로 동작된다. 스위치(102)의 온오프 상태는 결선 형태에 따라 반전될 수 있다. 중앙의 자극 전극(101(a))은 Stimulator의 변환회로(1011)에 의해서 바이페이즈 전류를 출력하고 이는 활성 전위로서 해당 위치의 로드콘 세포-양극 세포를 자극한다. 이 경우, 자극 전극(101(a))의 전류는 인접한 스캐닝 어레이(11)의 리턴 전극(101(b))으로 유입되어 의도치 않은 주변의 세포를 자극하지 않으며 해상도 번짐 현상을 차단할 수 있다.

[0058] 제어 모듈(105)은 스캐닝 어레이(11)를 고정적으로 형성시키지 않는다. 즉, 스캐닝 어레이(11)는 전체의 자극 전극(101) 배열 영역에서 이동되는 또는 스캔되는 하나의 전극 영역으로 이해될 수 있다. 제어 모듈(105)은 자극 전극(101)을 리턴 전극(103)으로 온오프 시키면서 스캐닝 어레이(11)를 점차적으로 이동시킨다.

[0059] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 서브형 인공망막 장치의 스캐닝 어레이(11)의 구동 모습을 예시한 모습이다.

[0060] 도 5를 참조하면, 일 예시로서, 제어 모듈(105)은 스캐닝 어레이(11)를 기관에서 X축 방향으로 오른쪽으로 이동시켜 1행의 자극 전극(101)을 모두 스캐닝한 후 2행부터 재차 X축 방향으로 오른쪽으로 이동시킬 수 있다. 또는 1행의 스캐닝 후 Y축 방향으로 스캐닝을 수행할 수도 있다. 제어 모듈(105)에서 수행하는 스캐닝 패턴은 배열된 복수개의 자극 전극(101)의 영역을 고르게 온오프 할 수 있으면 족하며 특정 패턴으로 한정되지 않는다.

[0061] 다만, 이 경우 제어 모듈(105)은 스캐닝 어레이(11)의 설정 동작을 50Hz 이상의 주파수로 수행함에 주목한다. 도 5를 참조하면, 스캐닝 어레이(11)가 이동되는 속도는 50Hz 이상으로 설정된다. 이 경우, 인공망막 장치(10)를 착용한 사용자는 스캐닝 어레이(11)의 온오프 변환 과정을 인지할 수 없다. 보다 바람직하게 제어 모듈(105)은 50Hz~60Hz의 주파수로 스캐닝 어레이(11)를 이동시킬 수 있다. 도 5에서 사용자는 Freeker-Free 주파수인 50Hz~60Hz의 속도로 이동되는 리턴 전극(103)의 움직임을 인지하지 못하고, 오직 ‘ㄱ’에 해당되는 상만을 인지할 수 있을 것이다.

[0062] 도 6은 도 5의 예시에서 사용자가 인식하게 되는 자극 전극(101)과 리턴 전극(103)의 배치 모습을 나타낸다. 결국, 리턴 전극(103)이 스캐닝 어레이(11) 형태로 전체 영역을 스캔하게 되며, 사용자가 인지하게 되는 전극의 활성 상태는 도 6과 같을 것이다. 도 6의 전극 배치를 참조하면, 자극 전극(101)의 주변으로 리턴 전극(103)이 배치된다. 결국, 활성화된 자극 전극(101)의 전류는 인접한 리턴 전극(103)으로 유입되며 ‘ㄱ’ 형상을 왜곡할 수 있는 다른 영역의 자극 전극(101)을 불필요하게 자극하지 않는다.

[0063] 6각의 스캐닝 어레이(11)를 이용한 리턴 전극(103) 스캐닝 방식의 예상 결과는 도 7과 같다. 도 7의 (a)는 리턴 전극(103)이 고정적으로 형성된 종래의 서브형 인공망막 장치의 광센서 어레이를 나타낸다. 도 7의 (a)에서와 같이 ‘ㄱ’의 상을 인지해야 함에도 리턴 전극(103) 방향으로 상이 왜곡되는 것을 예상할 수 있다. 반면, 도 7의 (b)와 같이 6각의 스캐닝 어레이(11) 구조로 리턴 전극(103)을 가변적으로 스캐닝하는 본 발명의 인공망막 장치(10)는 ‘ㄱ’ 상의 커다란 왜곡 없이 높은 해상도로 시신경(7)의 자극이 가능하다.

[0064] 제어 모듈(105)은 스캐닝 어레이(11)의 설정 동작시 동일한 자극 전극(101)이 연속적으로 선택되지 않도록 제어할 수 있다. 스캐닝 어레이(11)의 자극 전극(101)은 리턴 전극(103)으로 온오프 과정에서 소자의 수명이 급격히 단축됨을 방지하는 것이며, 전극에 온오프가 빠르게 연속적으로 가해지면 경우에 따라 반응하지 못하고 오작동이 발생될 수 있기 때문이다.

[0065] 본 발명의 다른 실시예로서, 전술한 서브형 인공망막 장치(10)의 구동 방법은 스캐닝 어레이(11)를 설정하는 (a)단계, 리턴 전극으로 스위칭하는 (b)단계 및 스캐닝 어레이(11)를 이동시키는 (c)단계를 포함할 수 있다.

[0066] (a)단계는 망막 서브(sub)에 마련되는 기관 상에 구비되어 망막으로 투사되는 외부의 시각 정보에 응답하여 시신경(7)으로 활동 전위를 발생시키는 복수개의 자극 전극(101)이 배열된 영역 중 일 영역의 자극 전극(101, 103)을 스캐닝 어레이(11)로 설정하는 단계를 의미한다.

[0067] (a)단계는 어느 일 자극 전극(101)의 주변부에 동일한 거리로 이격된 복수개의 자극 전극(101, 103)을 스캐닝 어레이(11)로 설정하고, 스캐닝 어레이(11)는 6각 어레이일 수 있다. (b)단계는 스캐닝 어레이(11)의 자극 전극(11)을 전류를 수송하는 리턴 전극(103)으로 결선시키는 단계를 의미한다. (c)단계는 복수개의 자극 전극(101)이 배열된 영역 중 다른 영역의 자극 전극(101)을 스캐닝 어레이(11)로 설정하는 단계를 의미한다. (c)단계는 (a)단계에서 선택된 자극 전극(101)이 연속적으로 선택되지 않도록 스캐닝 어레이(11)를 설정할 수 있다. (a)단

계 내지 (c)단계는 50Hz 이상의 주파수로 반복 수행된다. (a)단계 내지 (c)단계의 구동 방법은 전술한 제어 모듈(105)에서 수행되는 단계를 의미한다.

[0068]

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.

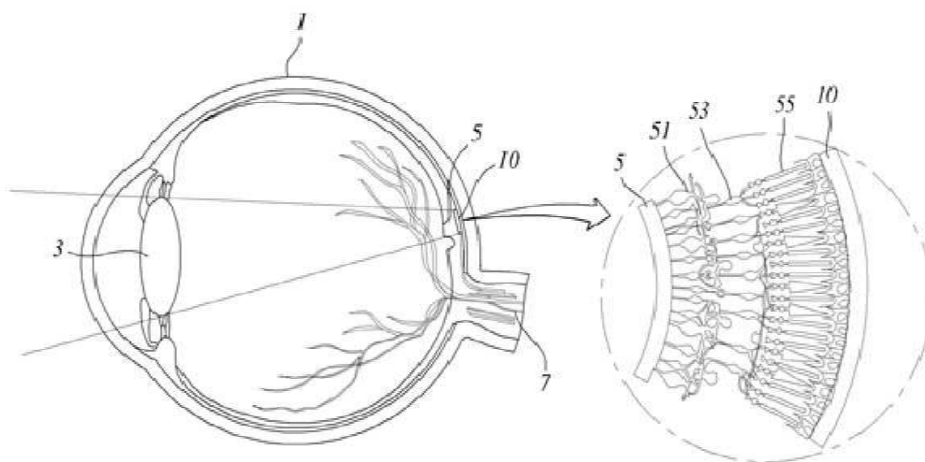
부호의 설명

[0070]

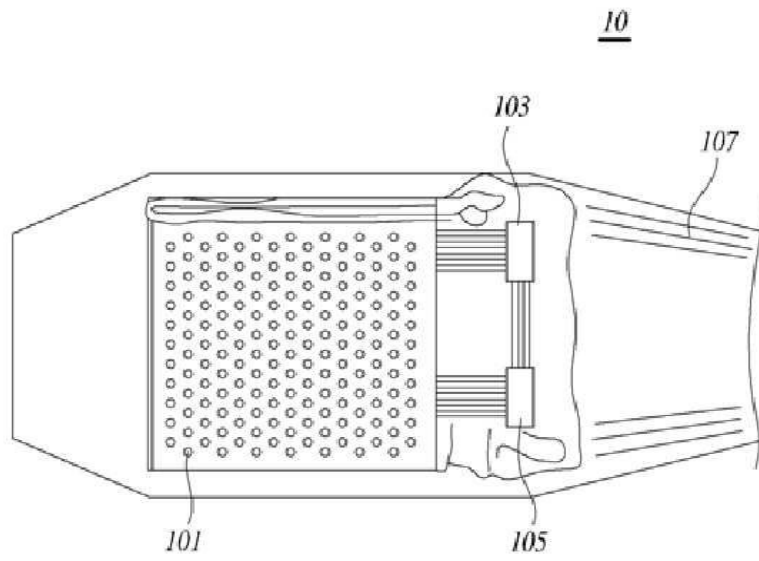
- 1: 각막
- 3: 동공
- 5: 망막
- 7: 시신경
- 10: 인공망막 장치
- 51: 망막신경세포
- 53: 양극세포
- 55: 로드콘
- 101: 자극 전극
- 1011: 변환회로
- 102: 스위치
- 103: 리턴 전극
- 107: 파워 코일

도면

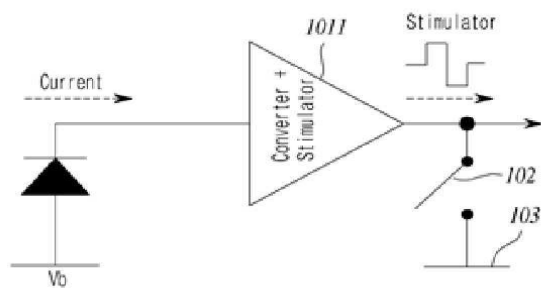
도면1



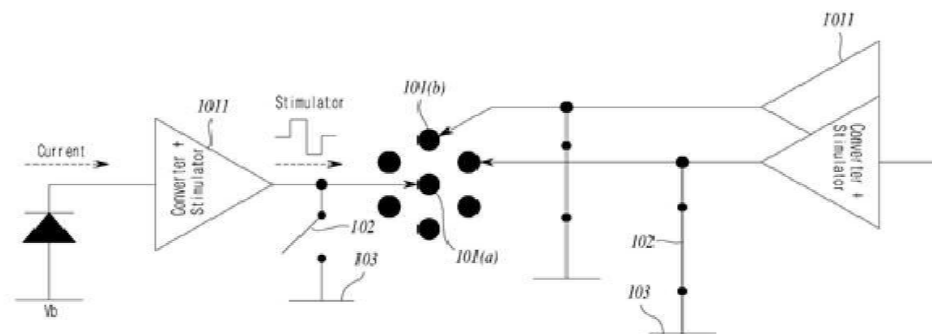
도면2



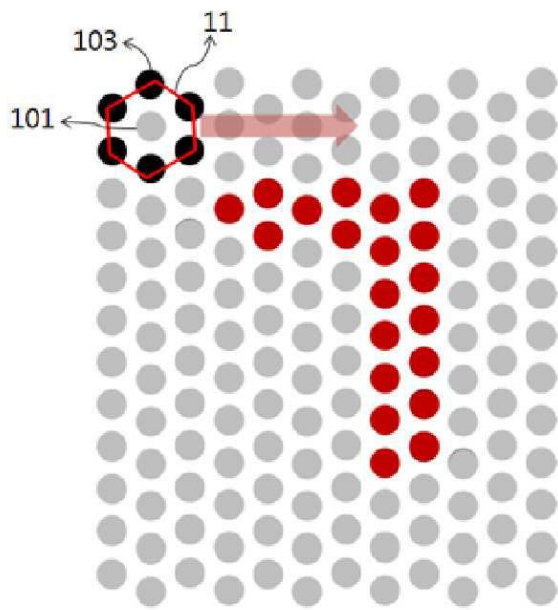
도면3



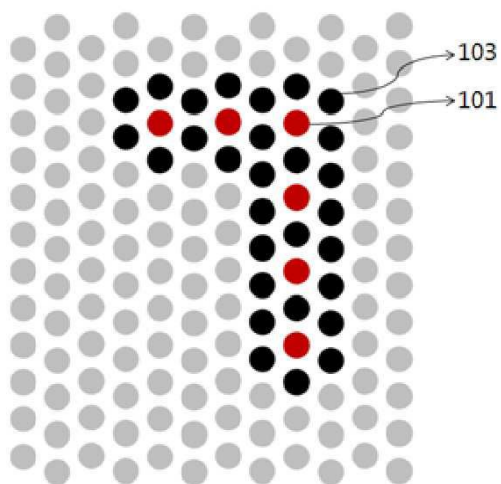
도면4



도면5



도면6



도면7

