



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0149979
(43) 공개일자 2022년11월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61N 1/36 (2006.01) A61N 1/372 (2006.01)
A61N 1/375 (2006.01) A61N 1/378 (2006.01)
A61N 5/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61N 1/36128 (2013.01)
A61N 1/37217 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0057080

(22) 출원일자 2021년05월03일
심사청구일자 2021년05월03일

(71) 출원인

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

정재웅

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)

김정훈

서울특별시 서대문구 연세로 50-1(신촌동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양성보

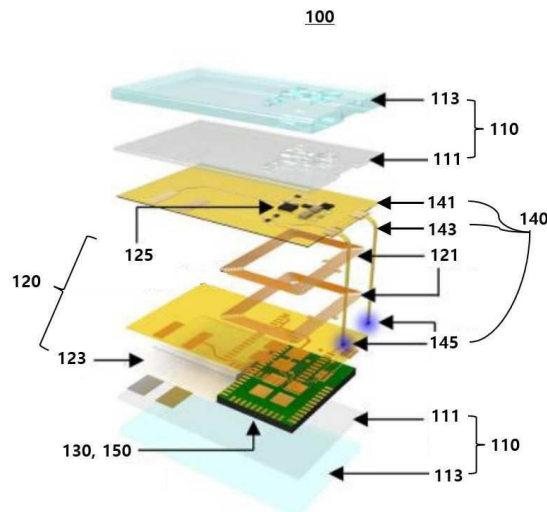
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 무선 충전 및 무선 제어 가능 소프트 뉴럴 임플란트 디바이스

(57) 요약

다양한 실시예들은 무선 충전 및 무선 제어 가능 소프트 뉴럴 임플란트 디바이스를 제공할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 뉴럴 임플란트 디바이스는 적용 대상의 신경 조직에 대해 이식 가능하며, 무선으로 수신되는 전력을 저장하도록 구성되는 무선 충전 모듈, 미리 정해진 위치의 신경 조직으로 인출되어, 자극을 발생시키도록 구성되는 프로브 모듈, 외부 장치와 무선으로 통신하도록 구성되는 무선 통신 모듈, 저장된 전력을 이용하여, 프로브 모듈을 구동시키도록 구성되는 제어 모듈, 및 무선 충전 모듈, 프로브 모듈, 제어 모듈, 및 무선 통신 모듈을 봉지하고, 적용 대상의 미리 정해진 표면에 장착되는 플렉서블 하우징을 포함할 수 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

A61N 1/37229 (2013.01)
A61N 1/37252 (2013.01)
A61N 1/375 (2013.01)
A61N 1/3787 (2013.01)
A61N 5/0601 (2018.08)
A61N 5/0622 (2013.01)
A61N 2005/0612 (2013.01)

(72) 발명자

김충연

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)

김화영

서울특별시 서대문구 연세로 50-1(신촌동)

구민정

서울특별시 서대문구 연세로 50-1(신촌동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|-------------|---------------------------------|
| 과제고유번호 | 1711111975 |
| 과제번호 | 2018R1A4A1025230 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 이공분야기초연구사업 |
| 연구과제명 | 유전자 및 신경회로 조절 기반 중독 행동 제어 기초연구실 |
| 기 여 율 | 6/10 |
| 과제수행기관명 | 연세대학교 |
| 연구기간 | 2020.03.01 ~ 2021.02.28 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호 | 1711125451 |
| 과제번호 | N11200147 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국과학기술원 |
| 연구사업명 | KAIST자체연구사업 |
| 연구과제명 | 분자광유전학을 통한 뇌 기능 재설계 연구 |
| 기 여 율 | 2/10 |
| 과제수행기관명 | 한국과학기술원 |
| 연구기간 | 2020.04.16 ~ 2020.12.31 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|------------------------|---|
| 과제고유번호 | 1711108469 |
| 과제번호 | 2018R1C1B600170613 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 이공분야기초연구사업 |
| 연구과제명 | (통합EZ)완전 이식 가능한 무선 유연성 광유체 뉴럴 임플란트 개발 및 뇌 연구를 위 |
| 한 광유전학/광약물학에의 적용(2020) | |
| 기 여 율 | 2/10 |
| 과제수행기관명 | 한국과학기술원 |
| 연구기간 | 2020.03.01 ~ 2021.02.28 |

명세서

청구범위

청구항 1

적용 대상의 신경 조직에 대해 이식되는 뉴럴 임플란트 디바이스에 있어서,
무선으로 수신되는 전력을 저장하도록 구성되는 무선 충전 모듈;
미리 정해진 위치의 신경 조직으로 인출되어, 자극을 발생시키도록 구성되는 프로브 모듈; 및
상기 무선 충전 모듈 및 상기 프로브 모듈과 연결되고, 상기 저장된 전력을 이용하여, 상기 프로브 모듈을 구동시키도록 구성되는 제어 모듈
을 포함하는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
외부 장치와 무선으로 통신하도록 구성되는 무선 통신 모듈
을 더 포함하는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 제어 모듈은,
상기 무선 통신 모듈을 통해, 상기 프로브 모듈을 제어하기 위한 제어 신호를 수신하도록 구성되는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
상기 무선 충전 모듈은,
무선으로 전력을 수신하도록 구성되는 적어도 하나의 충전 안테나; 및
상기 수신되는 전력이 저장되는 배터리
를 포함하는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제어 모듈은,
상기 배터리 내 전력을 기반으로, 상기 무선 충전 모듈의 구동을 제어하도록 구성되는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 외부 장치는,
무선으로 전력을 송신하도록 구성되는 전력 송신 디바이스를 포함하고,
상기 제어 모듈은,
상기 무선 충전 모듈의 구동이 정지된 동안 상기 배터리 내 전력이 미리 정해진 하한치 이하로 감소되면, 상기 무선 통신 모듈을 통해 상기 외부 장치에 전력 송신의 개시를 요청하고,
상기 무선 충전 모듈의 구동이 진행되는 중에 상기 배터리 내 전력이 미리 정해진 상한치에 도달하면, 상기 무선 통신 모듈을 통해 상기 외부 장치에 전력 송신의 중단을 요청하도록 구성되는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 7

제 2 항에 있어서,
상기 무선 충전 모듈, 상기 프로브 모듈, 상기 제어 모듈, 및 상기 무선 통신 모듈을 봉지하고, 상기 적용 대상의 미리 정해진 표면에 장착되는 플렉서블 하우징
을 더 포함하고,
상기 프로브 모듈의 일부가,
상기 플렉서블 하우징으로부터 인출되는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
상기 플렉서블 하우징은,
상기 무선 충전 모듈, 상기 프로브 모듈, 상기 제어 모듈, 및 상기 무선 통신 모듈을 봉지하며, 방수 소재의 내측 하우징; 및
상기 내측 하우징을 봉지하고, 상기 표면에 장착되면서 상기 표면의 형상에 맞게 변형 가능한 소프트 재질의 외측 하우징
을 포함하는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 프로브 모듈은,
광학적 자극을 발생시키기 위한 적어도 하나의 발광 소자
를 포함하는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

청구항 10

제 2 항에 있어서,
상기 무선 통신 모듈은,
블루투스(Bluetooth)로 상기 외부 장치와 통신하도록 구성되는,
뉴럴 임플란트 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 다양한 실시예들은 무선 충전 및 무선 제어 가능 소프트 뉴럴 임플란트 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 뉴럴 임플란트 디바이스는 다양한 용도들(예: 광유전학용, 전기자극용, 생체신호 측정용 등)로 활용되며, 뇌 연구에서의 신경 회로 제어 또는 신경 활동 감지에 꼭 필요한 툴(tool)이다. 기존의 뉴럴 임플란트 디바이스는 외부 장비(예: 레이저, 신호 발생기 등)와 선으로 연결된 유선 방식으로 구동되었다. 그러나, 뉴럴 임플란트 디바이스가 장착되는 적용 대상의 자유로운 움직임을 물리적으로 제한한다는 문제 때문에, 최근에는 무선 방식이 선호되고 있다.

[0003] 최근에 개발된 무선 뉴럴 임플란트 디바이스는 배터리로부터 전력을 공급받거나 배터리 없이 외부에서 무선으로 전력을 전달받는 방식을 사용하여 유선 방식의 문제점을 극복하였다. 하지만, 배터리를 사용하는 무선 임플란트 디바이스는 주기적인 배터리의 교체가 필요하다는 문제가 있으며, 배터리를 사용하지 않는 무선 임플란트 디바이스는 전력 공급을 위한 외부 장비를 상시 필요로 하고 방향과 거리에 제약이 있어 동작이 안정적이지 못하다는 한계가 있다.

[0004] 한편, 금속, 유리, 플라스틱 등 딱딱한 소재로 제작된 뉴럴 임플란트 디바이스는 생체 조직과의 기계적 간극으로 인해 생체 조직 손상 및 염증을 일으킬 수 있다. 이로 인해, 뉴럴 임플란트 디바이스에 대해, 부드러운 생체 적합성 소재를 사용한 패키징이 필수적인데, 금속, 유리 등을 이용한 기존의 패키징 방식은 딱딱한 임플란트와 부드러운 생체 조직 간의 기계적 간극을 충분히 줄이지 못한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 다양한 실시예들은 무선 충전 및 무선 제어 가능 뉴럴 임플란트 디바이스를 제공한다.

[0006] 다양한 실시예들은 부드러운 생체 적합성 소재를 사용한 소프트 뉴럴 임플란트 디바이스를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 다양한 실시예들은 적용 대상의 신경 조직에 대해 이식되는 뉴럴 임플란트 디바이스를 제공할 수 있다.

[0008] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 뉴럴 임플란트 디바이스는, 무선으로 수신되는 전력을 저장하도록 구성되는 무선 충전 모듈, 미리 정해진 위치의 신경 조직으로 인출되어, 자극을 발생시키도록 구성되는 프로브 모듈, 및 상기 무선 충전 모듈 및 상기 프로브 모듈과 연결되고, 상기 저장된 전력을 이용하여, 상기 프로브 모듈을 구동시키도록 구성되는 제어 모듈을 포함할 수 있다.

[0009] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 뉴럴 임플란트 디바이스는, 외부 장치와 무선으로 통신하도록 구성되는 무선 통신 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0010] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 뉴럴 임플란트 디바이스는, 상기 무선 충전 모듈, 상기 프로브 모듈, 상기 제어 모듈, 및 상기 무선 통신 모듈을 봉지하고, 상기 적용 대상의 미리 정해진 표면에 장착되는 플렉서블 하우징을 더 포함하고, 상기 프로브 모듈의 일부가 상기 플렉서블 하우징으로부터 인출될 수 있다.

발명의 효과

[0011] 다양한 실시예들에 따르면, 뉴럴 임플란트 디바이스는 무선 충전 및 무선 제어가 가능하므로, 적용 대상의 자유로운 움직임을 확보하면서도, 뉴럴 임플란트 디바이스의 안정적인 동작이 달성될 수 있다. 즉, 뉴럴 임플란트 디바이스에 있어서, 배터리 교체 및 실시간 전력 공급에 따른 문제점들이 해소될 수 있다. 구체적으로, 뉴럴 임플란트 디바이스는 자동으로 배터리 내 전력을 일정 범위, 즉 하한치 이상 및 상한치 이하로 유지할 수 있으므로, 뉴럴 임플란트 디바이스의 동작 효율성이 향상될 수 있다. 그리고, 뉴럴 임플란트 디바이스는 외부 장치로부터 무선으로 수신되는 제어 신호를 기반으로 자극을 발생시킬 수 있으므로, 뉴럴 임플란트 디바이스의 동작 효율성이 향상될 수 있다.

[0012] 다양한 실시예들에 따르면, 적용 대상의 신경 조직과 유사한 기계적 성질을 가지는 소프트 패키징 구현으로 인해, 뉴럴 임플란트 디바이스의 생체 적합성을 제공할 수 있다. 즉, 뉴럴 임플란트 디바이스의 적용 대상에 대한 기계적 스트레스가 최소화되고, 뉴럴 임플란트 디바이스의 신경 조직에 대한 염증 반응 및 손상이 최소화될 수 있다. 이로 인해, 적용 대상의 종류 또는 적용 대상에서의 이식 부위에 상관없이, 뉴럴 임플란트 디바이스의 신경 조직에 대한 이식이 용이할 수 있다. 따라서, 뉴럴 임플란트 디바이스는 광유전학용 첨단 신경 제어 기기뿐만 아니라 뇌 심부 자극기, 인공 심박동기, 위 전기자극기 등의 다양한 생체 이식용 기기에 적용이 가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스를 설명하기 위한 개략도이다.
 도 2는 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스의 구조적 특징을 설명하기 위한 예시도들이다.
 도 3은 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스를 도시하는 사시도이다.
 도 4는 도 3의 A-A를 따라 절단된 단면도이다.
 도 5는 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스를 도시하는 분해 사시도이다.
 도 6은 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스와 전력 송신 장비에 대한 등가 회로도이다.
 도 7은 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스를 제어하기 위한 외부 장치를 설명하기 위한 예시도이다.
 도 8은 다양한 실시예에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스를 위한 전력 송신 장비의 일 예를 도시하는 예시도이다.
 도 9는 도 8의 전력 송신 시 발생하는 전자기장을 나타내는 분포도이다.
 도 10은 다양한 실시예에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스를 위한 전력 송신 장비의 다른 예를 도시하는 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 본 문서의 다양한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 설명된다.

[0016] 다양한 실시예들은 적용 대상의 신경 조직에 대해 이식되는 뉴럴 임플란트 디바이스를 제공할 수 있다. 뉴럴 임플란트 디바이스는 무선 충전 및 무선 제어 가능하게 구현될 수 있다. 그리고, 뉴럴 임플란트 디바이스는 부드러운 생체 적합성 소재를 사용하여 소프트하게 구현될 수 있다. 이러한 뉴럴 임플란트 디바이스는 치료 목적뿐만 아니라 연구 목적으로 활용될 수 있다.

- [0018] 도 1은 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)를 설명하기 위한 개략도이다. 도 2는 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 구조적 특징을 설명하기 위한 예시도들이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 적용 대상(S)의 뇌뿐 아니라, 심장, 위 등의 신경 조직(T)에 임플란트될 수 있다. 여기서, 적용 대상(S)은 사람 또는 동물일 수 있다. 이를 위해, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 적용 대상(S)의 미리 정해진 표면에 장착될 수 있다. 그리고, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 적용 대상(S)의 신경 조직(T)에 자극을 전달할 수 있다. 예를 들면, 자극은 광학적 자극, 전기적 자극, 또는 약물을 이용한 화학적 자극 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 적용 대상(S)의 정해진 표면에 장착되면서 정해진 표면의 형상에 맞게 변형 가능하도록 소프트할 수 있다. 예를 들면, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는, 도 2의 (a) 또는 (b)에 도시된 바와 같이, 정해진 표면이 곡면을 포함하는 경우에도, 정해진 표면의 형상에 맞게 변형될 수 있다.
- [0021] 도 3은 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)를 도시하는 사시도이다. 도 4는 도 3의 A-A를 따라 절단된 단면도이다. 도 5는 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)를 도시하는 분해 사시도이다. 도 6은 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)와 전력 송신 장비(200)에 대한 등가 회로도이다. 도 7은 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)를 제어하기 위한 외부 장치(300)를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0022] 도 3, 도 4, 도 5 및 도 6을 참조하면, 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 플렉서블 하우징(110)과 내부 구성 부품(C)들을 포함할 수 있다.
- [0023] 플렉서블 하우징(110)은 내부 구성 부품(C)들을 봉지하고, 적용 대상(S)의 정해진 표면에 장착될 수 있다. 이를 통해, 플렉서블 하우징(110)은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)에 의한 신경 조직(T)의 손상을 최소화할 수 있다. 즉, 플렉서블 하우징(110)은 신경 조직(T)의 생체 내 체액에 의해 내부 구성 부품(C)들의 전기 회로가 손상되는 것을 방지하는 동시에, 내부 구성 부품(C)들의 전기 회로로부터 신경 조직(T)으로 전류가 흐르는 것을 방지할 수 있다. 그리고, 플렉서블 하우징(110)은 내부 구성 부품(C)들로부터 신경 조직(T)으로의 열 방출을 감소시킬 수 있다. 또한, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 적용 대상(S)의 정해진 표면에 장착될 때, 플렉서블 하우징(110)이 정해진 표면의 형상에 맞게 변형될 수 있다. 이를 위해, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 일정 수준, 예컨대 대략 137 kPa의 강성률을 확보하면서도 변형 가능한 재질로 제조될 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 따르면, 플렉서블 하우징(110)은, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 내측 하우징(111) 및 외측 하우징(113)을 포함할 수 있다. 내측 하우징(111)은 내부 구성 부품(C)들을 봉지할 수 있다. 즉, 내측 하우징(111)이 내부 구성 부품(C)들과 접촉할 수 있다. 이 때, 내측 하우징(111)은 방수 소재로 제조될 수 있다. 내측 하우징(111)은, 예컨대 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane; PDMS) 또는 페릴린-C(Parylene-C) 중 적어도 하나로 제조될 수 있다. 예를 들면, 내측 하우징(111)은 대략 0.6 mm의 두께를 가질 수 있다. 외측 하우징(113)은 내부 구성 부품(C)들과 함께 내측 하우징(111)을 봉지할 수 있다. 그리고, 외측 하우징(113)이 실질적으로 적용 대상(S)의 정해진 표면에 접촉할 수 있다. 이 때, 외측 하우징(113)은 생체 적합성 소재로 제조될 수 있다. 그리고, 외측 하우징(113)은 적용 대상(S)의 정해진 표면의 형상에 맞게 변형 가능한 소프트 재질로 제조될 수 있다. 외측 하우징(113)은, 예컨대 에코플렉스 겔과 같은 울트라소프트 실리콘(ultrasoft silicon)으로 제조될 수 있다. 예를 들면, 외측 하우징(113)은 대략 1.4 mm의 두께(t_{top} , t_{bottom})를 가질 수 있다.
- [0025] 내부 구성 부품(C)들은 무선 충전 모듈(120), 무선 통신 모듈(130), 프로브 모듈(140), 또는 제어 모듈(150) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0026] 무선 충전 모듈(120)은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)에서 무선 충전을 위해 제공될 수 있다. 무선 충전 모듈(120)은 외부 장치, 즉 전력 송신 장비(200)로부터 수신되는 전력으로 충전될 수 있다. 즉, 전력 송신 장비(200)는 무선으로 전력을 송신하고, 이로써 무선 충전 모듈(120)이 무선으로 전력을 수신하여, 충전될 수 있다. 일 예로, 전력 송신 장비(200)는 자기 유도 방식으로 전력을 송신하고, 무선 충전 모듈(120)은 자기 유도 방식으로 전력을 수신할 수 있다. 다른 예로, 전력 송신 장비(200)는 자기 공진 방식으로 전력을 송신하고, 무선 충전 모듈(120)은 자기 공진 방식으로 전력을 수신할 수 있다.
- [0027] 일 실시예에 따르면, 무선 충전 모듈(120)은 적어도 하나의 충전 안테나(121), 배터리(123), 및 전력 관리 모듈(125)을 포함할 수 있다. 충전 안테나(121)는 무선으로 전력을 수신할 수 있다. 예를 들면, 충전 안테나(121)는 코일(coil) 형태로 구현될 수 있다. 배터리(123)는 전력을 저장할 수 있다. 일 예로, 배터리(123)는 리튬 폴리

며 배터리를 포함할 수 있다. 전력 관리 모듈(125)은 배터리(123)에 저장되는 전력을 관리할 수 있다. 이 때, 전력 관리 모듈(125)은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 구동을 위해, 적어도 하나의 다른 내부 구성 부품(C)으로 전력을 공급할 수 있다.

[0028] 무선 통신 모듈(130)은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)와 외부 장치 간 통신을 지원할 수 있다. 이 때, 무선 통신 모듈(130)은 근거리 통신 모듈 또는 원거리 통신 모듈 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 근거리 통신 모듈은 외부 장치와 근거리 통신 방식으로 통신할 수 있다. 예를 들면, 근거리 통신 방식은, 블루투스(Bluetooth), 와이파이 다이렉트(WiFi direct), 또는 적외선 통신(IrDA; infrared data association) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 원거리 통신 모듈은 외부 장치와 원거리 통신 방식으로 통신할 수 있다. 여기서, 원거리 통신 모듈은 네트워크를 통해 외부 장치와 통신할 수 있다. 예를 들면, 네트워크는 셀룰러 네트워크, 인터넷, 또는 LAN(local area network)이나 WAN(wide area network)과 같은 컴퓨터 네트워크 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 무선 통신 모듈(130)은 블루투스로 외부 장치와 통신할 수 있다. 여기서, 외부 장치는 전력 송신 장비(200) 또는 사용자 디바이스(300) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 사용자 디바이스(300)는, 스마트폰(smart phone), 휴대폰, 내비게이션, 컴퓨터, 노트북, 디지털 방송용 단말, PDA(personal digital assistants), PMP(portable multimedia player), 태블릿 PC, 게임 콘솔(game console), 웨어러블 디바이스(wearable device), IoT(internet of things) 디바이스, 가전 기기, 의료 기기, 또는 로봇(robot) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0029] 프로브 모듈(140)은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)에서 적용 대상(S)의 신경 조직에 실질적으로 임플란트되어, 적용 대상(S)의 신경 조직에 자극을 발생시킬 수 있다. 프로브 모듈(140)은 프로브 기관(141), 적어도 하나의 인출부(143), 및 적어도 하나의 발광 소자(145)를 포함할 수 있다.

[0030] 프로브 기관(141)은 인출부(143) 및 발광 소자(145)를 지지할 수 있다. 프로브 기관(141)에는, 적어도 하나의 다른 내부 구성 부품(C)이 장착될 수 있다. 인출부(143)는 프로브 기관(141)으로부터 인출되어, 일 단부를 통해 개방될 수 있다. 이를 통해, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)가 적용 대상(S)의 정해진 표면에 장착되면, 인출부(143)의 일부가 플렉서블 하우징(110)의 외부로 인출되어, 적용 대상(S)의 미리 정해진 위치의 신경 조직(T)으로 연장될 수 있다. 여기서, 인출부(143)는 소프트 재질로 제조될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로브 기관(141)과 인출부(143)는 동일한 재질로 제조될 수 있다. 예를 들면, 프로브 기관(141)과 인출부(143)는 3D 프린팅에 의해, 일체로 제조될 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 프로브 기관(141)과 인출부(143)는 상이한 재질들로 제조될 수 있다. 예를 들면, 프로브 기관(141)과 인출부(143)가 각각 제조된 다음, 인출부(143)가 프로브 기관(141)에 접합될 수 있다.

[0031] 발광 소자(145)는 인출부(143)의 개방된 단부에 장착되어, 광학적 자극을 발생시킬 수 있다. 이 때, 발광 소자(145)는 제어 모듈(150)로부터 수신되는 제어 명령에 기반하여, 발광할 수 있다. 예를 들면, 발광 소자(145)는 마이크로 비유기 발광 다이오드(micro inorganic light emitting diode; μ -ILED)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로브 모듈(140)이 복수의 발광 소자(145)들을 포함하는 경우, 발광 소자(145)들은 서로 다른 주파수 대역들의 빛들을 각각 발생할 수 있다.

[0032] 어떤 실시예들에서, 프로브 모듈(140)은 발광 소자(145)를 대신하여, 전기적 자극을 발생시키기 위한 적어도 하나의 전극, 또는 화학적 자극을 발생시키기 위한 적어도 하나의 약물 주입 엘리먼트 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 여기서, 전극 또는 약물 주입 엘리먼트 중 적어도 하나는 발광 소자(145)의 위치에 마련될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 프로브 모듈(140)은 적어도 하나의 전극, 또는 약물 주입 엘리먼트 중 적어도 하나를 추가로 포함할 수 있다. 여기서, 전극 또는 약물 주입 엘리먼트 중 적어도 하나는 발광 소자(145)의 위치에 인접하여 마련될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 프로브 모듈(140)은 적어도 하나의 센서(도시되지 않음)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 센서는 발광 소자(145), 전극 또는 약물 주입 엘리먼트 중 적어도 하나의 위치에 인접하여 마련될 수 있다. 그리고, 센서는 적용 대상(S)의 신경 조직(T)에서 자극에 대한 변화를 감지할 수 있다.

[0033] 제어 모듈(150)은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)에서 적어도 하나의 내부 구성 부품(S)을 제어할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제어 모듈(150)은 메모리 또는 프로세서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 메모리는 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 적어도 하나의 내부 구성 부품(S)에 의해 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들면, 메모리는 휘발성 메모리 또는 비휘발성 메모리 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 데이터는 적어도 하나의 프로그램 및 이와 관련된 입력 데이터 또는 출력 데이터를 포함할 수 있다. 프로세서는 메모리의 프로그램을 실행하여, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 적어도 하나의 구성 요소를 제어할 수 있다. 이를 통해, 프로세서는 데이터 처리 또는 연산을 수행할 수 있다.

- [0034] 다양한 실시예들에 따르면, 제어 모듈(150)은 무선 충전 모듈(120)에 의해 충전되는 전력을 이용하여, 프로브 모듈(140)을 구동시킬 수 있다. 이 때, 제어 모듈(150)은 프로브 모듈(140)을 통해 자극을 발생시키기 위한 제어 명령을 발생시킬 수 있다. 이를 통해, 제어 명령은 프로브 모듈(140)에서 프로브 기관(141)과 인출부(143)를 따라 발광 소자(145)로 전달되고, 이로써 발광 소자(145)가 제어 명령에 기반하여, 발광할 수 있다. 따라서, 광학적 자극이 적용 대상(S)의 정해진 위치의 신경 조직에 발생할 수 있다.
- [0035] 다양한 실시예들에 따르면, 제어 모듈(150)은 무선 통신 모듈(130)을 통해, 외부 장치와 통신할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제어 모듈(150)은 외부 장치로부터 제어 신호를 수신할 수 있다. 이 때, 제어 모듈(150)은 제어 신호에 기반하여, 프로브 모듈(140)을 제어할 수 있다. 즉, 제어 모듈(150)은 외부 장치의 제어 신호에 기반하여, 프로브 모듈(140)을 통해 자극을 발생시키기 위한 제어 명령을 발생시킬 수 있다. 여기서, 제어 모듈(150)은 무선 충전 모듈(120)로부터 프로브 모듈(140)로 전력이 공급되도록 제어할 수 있다. 따라서, 프로브 모듈(140)이 제어 명령을 기반으로 구동하여, 광학적 자극이 적용 대상(S)의 정해진 위치의 신경 조직에 발생할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 제어 모듈(150)은 배터리(123) 내 전력에 대한 값을 외부 장치에 전송할 수 있다. 이를 위해, 제어 모듈(150)은 배터리(123) 내 전력을 지속적으로 또는 주기적으로 모니터링할 수 있다.
- [0036] 예를 들면, 외부 장치는 사용자 디바이스(300)로서, 도 7에 도시된 바와 같이 사용자 인터페이스(user interface; UI)를 제공할 수 있다. 이 때, 외부 장치의 사용자는 적용 대상(S)과 동일할 수 있으며, 적용 대상(S)과 상이할 수도 있다. 여기서, 사용자 디바이스(300)의 사용자는 사용자 인터페이스를 통해, 적용 대상(S)을 선택하고, 선택된 적용 대상(S)의 발광 소자(145)들 중 적어도 하나를 선택하며, 이에 대응하여 사용자 디바이스(300)는 선택된 적용 대상(S)에 대해 선택된 발광 소자(145)를 구동시키기 위한 제어 신호를 전송할 수 있다. 한편, 사용자 디바이스(300)의 사용자는 사용자 인터페이스를 통해, 적용 대상(S)의 배터리(123) 내 전력을 확인하고, 필요 시, 전력 송신 장비(200)를 제어할 수 있다.
- [0037] 어떤 실시예들에서, 프로브 모듈(140)이 센서를 포함하는 경우, 이를 통해, 제어 모듈(150)은 센서로부터, 적용 대상(S)의 신경 조직(T)에서의 자극에 대한 변화를 센싱 데이터로 획득할 수 있다. 그리고 제어 모듈(150)은 외부 장치로 센싱 데이터를 전송할 수 있다. 이를 통해, 외부 장치가 센싱 데이터를 기반으로 사용자 인터페이스를 제공함으로써, 외부 장치의 사용자는 사용자 인터페이스를 통해 적용 대상(S)의 신경 조직(T)에서의 자극에 대한 변화를 확인할 수 있다.
- [0038] 다양한 실시예들에 따르면, 제어 모듈(150)은 배터리(123) 내 전력을 기반으로, 무선 충전 모듈(120)의 구동을 제어할 수 있다. 이를 위해, 제어 모듈(150)은 배터리(123) 내 전력을 지속적으로 또는 주기적으로 모니터링할 수 있다. 그리고, 제어 모듈(150)은 무선 통신 모듈(130)을 통해, 외부 장치, 즉 전력 송신 장비(200)와 통신할 수 있다. 이를 통해, 제어 모듈(150)은 자동으로 전력 송신 장비(200)를 제어하고, 이로써 무선 충전 모듈(120)의 구동을 제어할 수 있다.
- [0039] 일 실시예에 따르면, 무선 충전 모듈(120)의 구동이 진행되는 중에, 즉 무선 충전 모듈(120)이 충전되는 중에, 배터리(123) 내 전력은 증가될 수 있다. 이러한 경우, 배터리(123) 내 전력이 미리 정해진 상한치, 예컨대 100%에 도달하면, 제어 모듈(150)은 무선 통신 모듈(130)을 통해, 전력 송신 장비(200)에 전력 송신의 중단을 요청할 수 있다. 이에 응답하여, 전력 송신 장비(200)가 전력 송신을 중단함에 따라, 무선 충전 모듈(120)의 구동이 정지될 수 있다. 이를 통해, 배터리(123)의 과충전이 방지되며, 이로써 배터리(123)의 수명 감소가 방지되고, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 동작 수명이 최대화될 수 있다.
- [0040] 다른 실시예에 따르면, 무선 충전 모듈(120)의 구동이 정지된 동안, 즉 전력 송신 장비(200)의 전력 송신이 중단된 동안, 배터리(123) 내 전력은 감소될 수 있다. 이러한 경우, 배터리(123) 내 전력이 미리 정해진 하한치, 예컨대 15 % 이하로 감소되면, 제어 모듈(1250)은 무선 통신 모듈(130)을 통해, 전력 송신 장비(200)에 전력 송신의 개시를 요청할 수 있다. 이에 응답하여, 전력 송신 장비(200)가 전력 송신을 개시함에 따라, 무선 충전 모듈(120)의 구동이 진행될 수 있다. 이를 통해, 배터리(123)의 완전 방전이 방지되며, 이로써 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 동작 정지가 방지되고, 완전 방전으로 인한 충전 대기 시간이 불필요할 수 있다.
- [0042] 도 8은 다양한 실시예에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)를 위한 전력 송신 장비(200)의 일 예를 도시하는 예시도이다. 도 9는 도 8의 전력 송신 시 발생하는 전자기장을 나타내는 분포도이다. 여기서, 전력 송신 장비(200)는 쥐 등의 소형 동물을 이용한 실험에 이용될 수 있다.
- [0043] 도 8을 참조하면, 전력 송신 장비(200)는 케이지(cage)(410), 적어도 하나의 전력 송신 안테나(421, 423,

423), 충전 제어 모듈(도시되지 않음), 또는 무선 통신 모듈(도시되지 않음) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0044] 케이지(410)는 적용 대상(S)으로서의 적어도 하나의 소형 동물을 수용할 수 있다. 전력 송신 안테나(421, 423, 425)는 케이지(410)의 바닥, 측면들, 및 천장 중 적어도 하나에 배치될 수 있다. 예를 들면, 전력 송신 안테나(421, 423, 425)는 코일 또는 루프 형태로 구현될 수 있다.

[0045] 충전 제어 모듈은 전력 송신 안테나(421, 423, 425)에 연결되며, 전력 송신 안테나(421, 423, 425)와 전원 사이의 연결을 제어하여, 전력 송신을 제어할 수 있다. 즉, 충전 제어 모듈은 전력 송신 안테나(421, 423, 425)와 전원을 연결하여, 전력 송신을 진행할 수 있다. 구체적으로, 충전 제어 모듈은 전원으로부터 공급되는 전력을 전력 송신 안테나(421, 423, 425)에 전달할 수 있다. 이러한 경우, 케이지(410)에 대해, 전력 송신 안테나(421, 423, 425)에 의해, 도 9에 도시된 바와 같이 전자기장이 균일하게 분포될 수 있다. 이를 통해, 케이지(410) 내의 적용 대상(S)에 장착된 뉴럴 임플란트 디바이스(100)가 전력을 수신할 수 있다. 이에 따라, 소형 동물이 케이지(410) 내에서 자유롭게 움직이는 동안에도, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 무선 충전이 가능하다. 한편, 충전 제어 모듈은 전력 송신 안테나(421, 423, 425)와 전원의 연결을 해제하여, 전력 송신을 중단할 수 있다.

[0046] 무선 통신 모듈은 전력 송신 장비(200)와 뉴럴 임플란트 디바이스(100) 간 통신을 지원할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 무선 통신 모듈은 블루투스로 전력 송신 장비(200)와 통신할 수 있다.

[0047] 충전 제어 모듈은 무선 통신 모듈을 통해, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)와 통신할 수 있다. 이를 통해, 충전 제어 모듈은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 요청에 기반하여, 전력 송신을 제어할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전력 송신이 진행되는 중에, 충전 제어 모듈은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 요청에 기반하여, 전력 송신을 중단할 수 있다. 즉, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)로부터 전력 송신의 중단이 요청되면, 충전 제어 모듈이 전력 송신 안테나(421, 423, 425)와 전원의 연결을 해제하여, 전력 송신을 중단할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 전력 송신이 중단된 동안, 충전 제어 모듈은 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 요청에 기반하여, 전력 송신을 개시할 수 있다. 즉, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)로부터 전력 송신의 개시가 요청되면, 충전 제어 모듈이 전력 송신 안테나(421, 423, 425)와 전원을 연결하여, 전력 송신을 개시할 수 있다.

[0049] 도 10은 다양한 실시예에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)를 위한 전력 송신 장비(200)의 다른 예를 도시하는 예시도이다. 여기서, 전력 송신 장비(200)는 적용 대상(S)으로서 사람을 위해 이용될 수 있다.

[0050] 도 10을 참조하면, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 적용 대상(S), 즉 사람의 신경 조직(T), 즉 뇌에 임플란트될 수 있다. 이러한 경우, 전력 송신 장비(200)는 헬멧(helmet) 형태로 구현될 수 있다. 전력 송신 장비(200)는 적어도 하나의 전력 송신 안테나, 충전 제어 모듈, 또는 무선 통신 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 여기서, 충전 제어 모듈 및 무선 통신 모듈은 도 8을 참조하여 기술된 예시의 대응하는 구성들과 유사하게 동작하므로, 상세한 설명을 생략한다. 일 실시예에 따르면, 적용 대상(S), 즉 뉴럴 임플란트 디바이스(100)가 장착된 사람이 소유한 사용자 디바이스(300)를 이용하여, 직접 뉴럴 임플란트 디바이스(100)를 제어할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 적용 대상(S)이 아닌 다른 사람이 외부 장치를 이용하여, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)를 제어할 수 있다.

[0052] 다양한 실시예들에 따르면, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 무선 충전 및 무선 제어가 가능하므로, 적용 대상(S)의 자유로운 움직임을 확보하면서도, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 안정적인 동작이 달성될 수 있다. 즉, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)에 있어서, 배터리 교체 및 실시간 전력 공급에 따른 문제점들이 해소될 수 있다. 구체적으로, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 자동으로 배터리(123) 내 전력을 일정 범위, 즉 하한치 이상 및 상한치 이하로 유지할 수 있으므로, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 동작 효율성이 향상될 수 있다. 그리고, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 외부 장치로부터 무선으로 수신되는 제어 신호를 기반으로 자극을 발생시킬 수 있으므로, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 동작 효율성이 향상될 수 있다.

[0053] 다양한 실시예들에 따르면, 적용 대상(S)의 신경 조직(T)과 유사한 기계적 성질을 가지는 소프트 패키징 구현으로 인해, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 생체 적합성을 제공할 수 있다. 즉, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 적용 대상(S)에 대한 기계적 스트레스가 최소화되고, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 신경 조직(T)에 대한 염증 반응 및 손상이 최소화될 수 있다. 이로 인해, 적용 대상(S)의 종류 또는 적용 대상(S)에서의 이식 부위에 상관없이, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)의 신경 조직(T)에 대한 이식이 용이할 수 있다. 따라서, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 광유전학용 침단 신경 제어 기기뿐만 아니라 뇌 심부 자극기, 인공 심박동기, 위 전기자극기 등

의 다양한 생체 이식용 기기에 적용이 가능할 것이다.

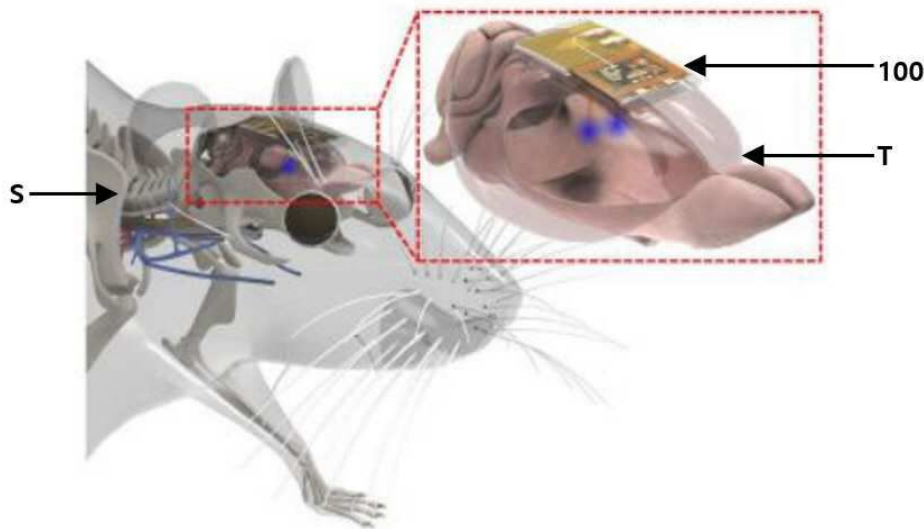
- [0055] 다양한 실시예들에 따른 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 적용 대상(S)의 신경 조직(T)에 대해 이식되며, 무선으로 수신되는 전력을 저장하도록 구성되는 무선 충전 모듈(120), 미리 정해진 위치의 신경 조직(T)으로 인출되어, 자극을 발생시키도록 구성되는 프로브 모듈(140), 및 무선 충전 모듈(120) 및 프로브 모듈(140)과 연결되고, 저장된 전력을 이용하여, 프로브 모듈(140)을 구동시키도록 구성되는 제어 모듈(150)을 포함할 수 있다.
- [0056] 다양한 실시예들에 따르면, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 외부 장치와 무선으로 통신하도록 구성되는 무선 통신 모듈(130)을 더 포함할 수 있다.
- [0057] 다양한 실시예들에 따르면, 제어 모듈(150)은 무선 통신 모듈(130)을 통해, 프로브 모듈(140)을 제어하기 위한 제어 신호를 수신하도록 구성될 수 있다.
- [0058] 다양한 실시예들에 따르면, 무선 충전 모듈(120)은 무선으로 전력을 수신하도록 구성되는 적어도 하나의 충전 안테나(121), 및 수신되는 전력이 저장되는 배터리(123)를 포함할 수 있다.
- [0059] 다양한 실시예들에 따르면, 제어 모듈(150)은 배터리(123) 내 전력을 기반으로, 무선 충전 모듈(120)의 구동을 제어하도록 구성될 수 있다.
- [0060] 다양한 실시예들에 따르면, 외부 장치는 무선으로 전력을 송신하도록 구성되는 전력 송신 장비(200)를 포함할 수 있다.
- [0061] 다양한 실시예들에 따르면, 제어 모듈(150)은, 무선 충전 모듈(120)의 구동이 정지된 동안 배터리(123) 내 전력이 미리 정해진 하한치 이하로 감소되면, 무선 통신 모듈(130)을 통해 외부 장치에 전력 송신의 개시를 요청할 수 있다.
- [0062] 다양한 실시예들에 따르면, 제어 모듈(150)은, 무선 충전 모듈(120)의 구동이 진행되는 중에 배터리(123) 내 전력이 미리 정해진 상한치에 도달하면, 무선 통신 모듈(130)을 통해 외부 장치에 전력 송신의 중단을 요청하도록 구성될 수 있다.
- [0063] 다양한 실시예들에 따르면, 뉴럴 임플란트 디바이스(100)는 무선 충전 모듈(120), 프로브 모듈(140), 제어 모듈(150), 및 무선 통신 모듈(130)을 봉지하고, 적용 대상(S)의 미리 정해진 표면에 장착되는 플렉서블 하우징(110)을 더 포함할 수 있다.
- [0064] 다양한 실시예들에 따르면, 프로브 모듈(140)의 일부가 플렉서블 하우징(110)으로부터 인출될 수 있다.
- [0065] 다양한 실시예들에 따르면, 플렉서블 하우징(110)은 무선 충전 모듈(120), 프로브 모듈(140), 제어 모듈(150), 및 무선 통신 모듈(130)을 봉지하며, 방수 소재의 내측 하우징(111), 및 내측 하우징(111)을 봉지하고, 표면에 장착되면서 표면의 형상에 맞게 변형 가능한 소프트 재질의 외측 하우징(113)을 포함할 수 있다.
- [0066] 다양한 실시예들에 따르면, 프로브 모듈(140)은 광학적 자극을 발생시키기 위한 적어도 하나의 발광 소자(145)를 포함할 수 있다.
- [0067] 다양한 실시예들에 따르면, 무선 통신 모듈(130)은 블루투스로 외부 장치와 통신하도록 구성될 수 있다.
- [0069] 본 문서의 다양한 실시예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성 요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및/또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C" 또는 "A, B 및/또는 C 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1", "제 2", "첫째" 또는 "둘째" 등의 표현들은 해당 구성 요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성 요소를 다른 구성 요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성 요소들을 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성 요소가 다른(예: 제 2) 구성 요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성 요소가 상기 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성 요소(예: 제 3 구성 요소)를 통하여 연결될 수 있다.

[0070] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구성된 유닛을 포함하며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)으로 구성될 수 있다.

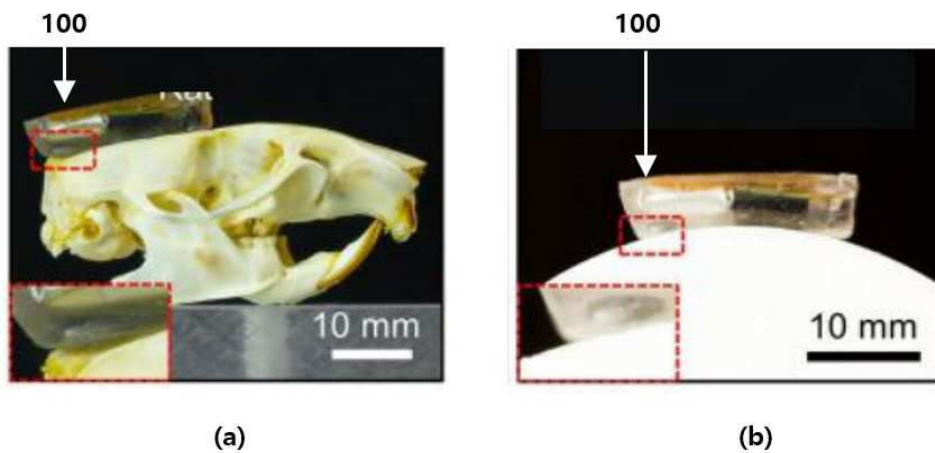
[0071] 다양한 실시예들에 따르면, 기술한 구성 요소들의 각각의 구성 요소는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 전술한 해당 구성 요소들 중 하나 이상의 구성 요소들 또는 단계들이 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 구성 요소들 또는 단계들이 추가될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 복수의 구성 요소들은 하나의 구성 요소로 통합될 수 있다. 이런 경우, 통합된 구성 요소는 복수의 구성 요소들 각각의 구성 요소의 하나 이상의 기능들을 통합 이전에 복수의 구성 요소들 중 해당 구성 요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성 요소에 의해 수행되는 단계들은 순차적으로, 병렬적으로, 반복적으로, 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 단계들 중 하나 이상이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 단계들이 추가될 수 있다.

도면

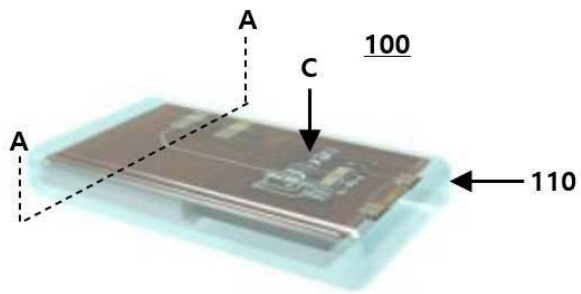
도면1



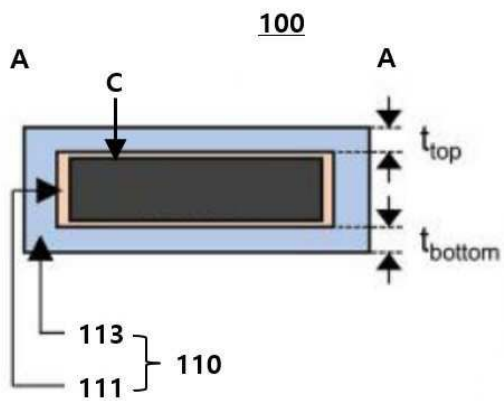
도면2



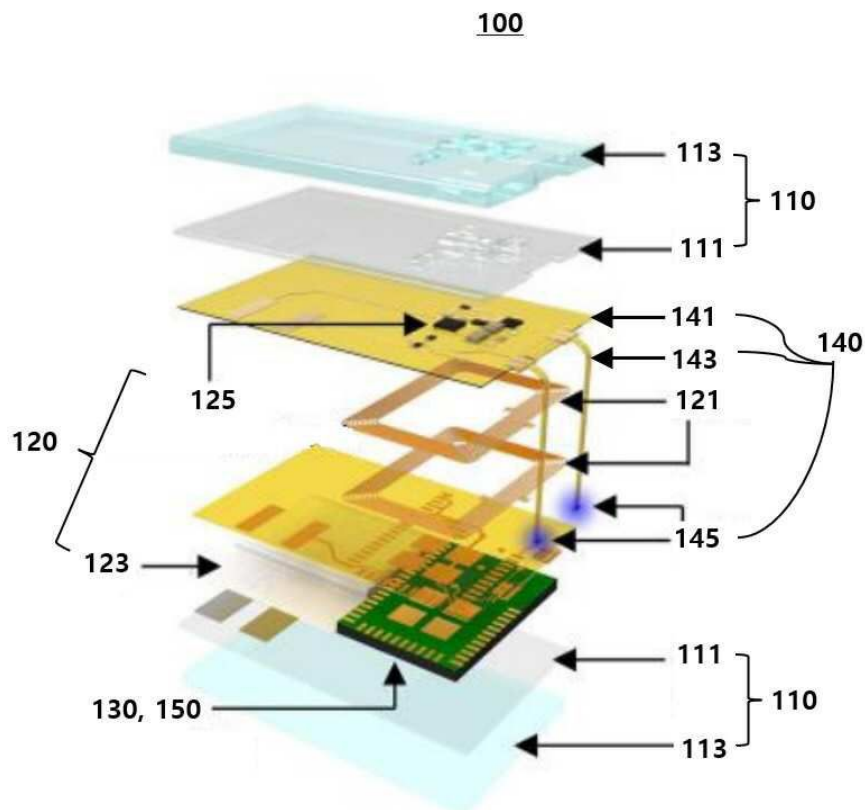
도면3



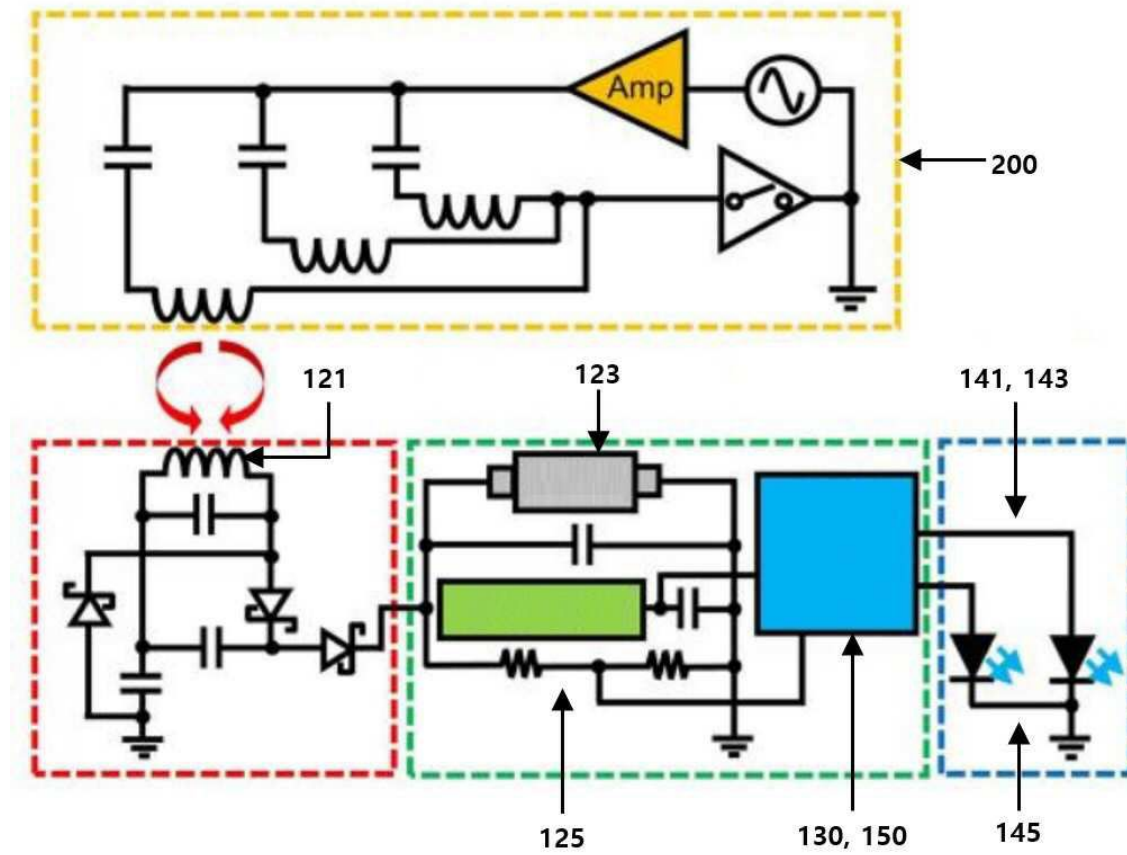
도면4



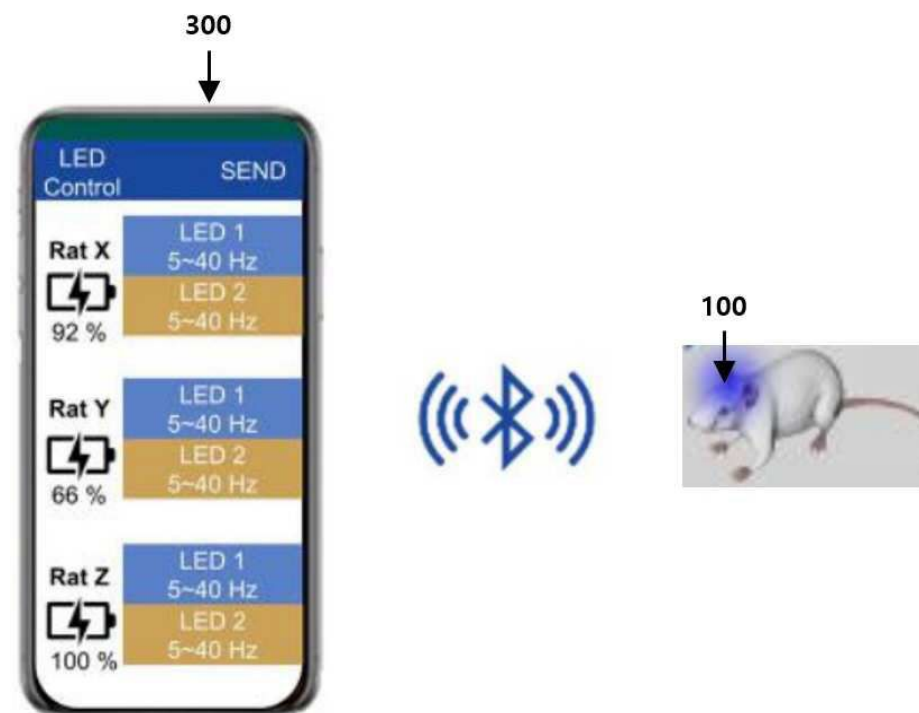
도면5



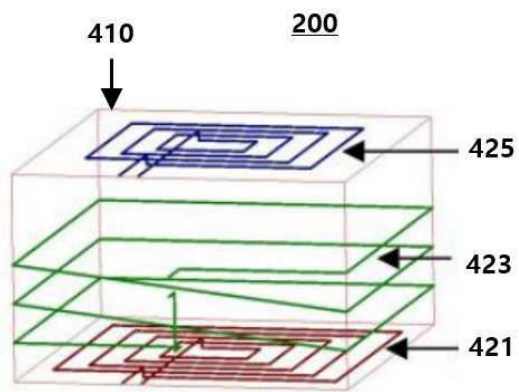
도면6



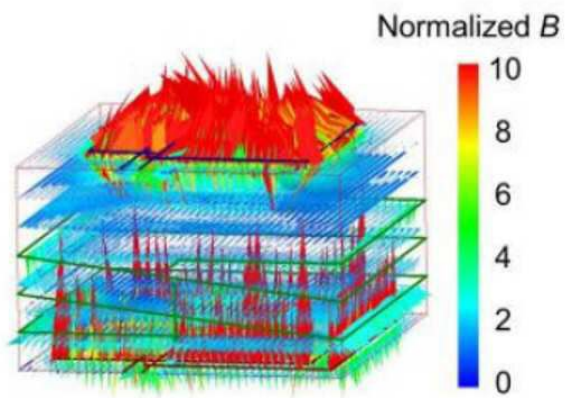
도면7



도면8



도면9



도면10

