(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0022243
(43) 공개일자 2024년02월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 1/05 (2006.01) *A61M 31/00* (2006.01)
A61N 1/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 1/0541 (2013.01)
A61M 31/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0100691
(22) 출원일자 2022년08월11일
심사청구일자 2022년08월11일

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
아주대학교산학협력단
경기도 수원시 영통구 월드컵로 206 (원천동)
(72) 발명자
장종문
경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 9 (가음동, 창원 가음 한화 꿈에그린)
문경활
대구광역시 달성군 화원읍 비슬로539길 35, 103동 401호(대곡역 래미안)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이룸리온

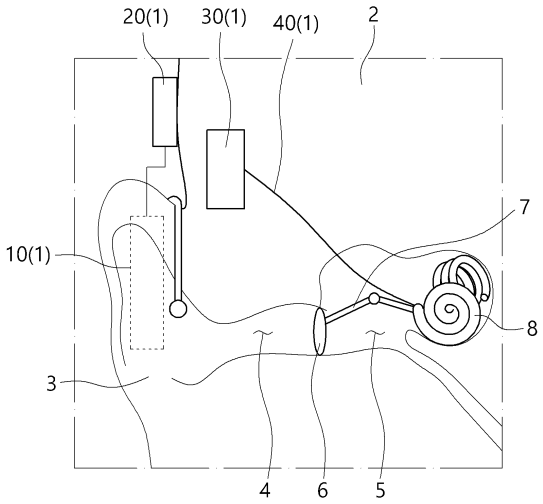
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **전극 모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

청력 보조 장치 및 이의 제조 방법이 제공된다. 본 발명의 일 측면에 따른 청력 보조 장치는 청력을 보조하기 위한 청력 보조 장치로서, 소리를 소정의 신호로 변환하는 음향처리기; 신체 외부에 구비되어 상기 신호를 외부로 전송하는 송신기; 신체 내부에 구비되어 상기 송신기가 전송하는 상기 신호를 수신하는 수신기; 및 서로 볼 조인트 방식으로 연결되어 달팽이관에 삽입되는 복수의 전극 모듈을 포함하여, 상기 수신기가 수신하는 상기 신호에 대응하는 전류를 방출하는 전극 어레이를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61N 1/36038 (2017.08)
A61M 2205/054 (2013.01)
A61M 2210/0662 (2013.01)
(72) 발명자
최종진
부산광역시 해운대구 마린시티3로 51, 101동 3001호(우동)
장정훈
경기도 수원시 영통구 월드컵로 164 (원천동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711161970
과제번호 2020R1F1A1074222
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 청각복원을 위한 유리질 탄소 기반의 압저항 인공기저막 개발 및 차세대 인공 와우로의 응용
기 여 율 20/100
과제수행기관명 한국기계연구원부설 재료연구소
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711139113
과제번호 KMDF_PR_20210527_0007
부처명 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 부건복지부, 식품의약품안전처
과제관리(전문)기관명 (재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 인공와우 청력재활을 위한 AI 기반의 맞춤형 맵핑 알고리즘 및 3D 프린팅 기반의 약물전달용 전극 결합 마이크로 구조체 개발
기 여 율 80/100
과제수행기관명 아주대학교산학협력단
연구기간 2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

청력을 보조하기 위하여 달팽이관에 삽입되는 전극 모듈로서,

외부와 연통되어 복수의 전선이 지나가는 연통홀이 내부에 형성되되, 일측에는 외측으로 연장되는 결합핀 및 상기 결합핀의 단부에 형성되는 결합구가 구비되고, 타측에는 이웃하는 다른 전극 모듈의 결합구가 결합되는 결합홈이 형성되는 모듈 몸체; 및

상기 모듈 몸체에 구비되고 상기 복수의 전선 중 어느 하나와 전기적으로 연결되어 전류를 외부로 방출하는 전극을 포함하여,

상기 이웃하는 다른 전극 모듈과 볼 조인트 방식으로 연결되는, 전극 모듈.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 연통홀에는 상기 복수의 전선 중 적어도 일부를 상기 연통홀의 내벽에 고정하는 고정부가 구비되는, 전극 모듈.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 모듈 몸체에는 생분해성 고분자 및 상기 생분해성 고분자를 전달체로 이용할 수 있는 치료용 물질을 포함하여, 소정 시간동안 상기 치료용 물질을 지속적으로 방출하는 약물 수용부가 구비되는, 전극 모듈.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 약물 수용부는 격자형 패턴으로 상기 모듈 몸체의 외면을 따라 복수개가 형성되는, 전극 모듈.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 연통홀의 일단부는 상기 결합구에 형성되고, 타단부는 상기 결합홈의 내벽에 형성되는, 전극 모듈.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 모듈 몸체의 상기 타측에는 상기 결합홈과 연결되되, 외측으로 갈수록 직경이 증가하는 결합홀이 형성되고,

상기 이웃하는 다른 전극 모듈의 결합핀의 적어도 일부는 상기 결합홀에 위치되는, 전극 모듈.

청구항 7

청력을 보조하기 위한 청력 보조 장치로서,

소리를 소정의 신호로 변환하는 음향처리기;

신체 외부에 구비되어 상기 신호를 외부로 전송하는 송신기;

신체 내부에 구비되어 상기 송신기가 전송하는 상기 신호를 수신하는 수신기; 및

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 따른 전극 모듈이 복수개로 구비되고, 상기 수신기가 수신하는 상기 신호

에 대응하는 전류를 방출하는 전극 어레이를 포함하는, 청력 보조 장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 모듈 몸체는 이웃하는 다른 전극 모듈의 모듈 몸체와 직렬 연결되고,

직렬 연결된 상기 복수의 전극 모듈 중 최단부에 위치하는 전극 모듈의 모듈 몸체는 외측으로 볼록하게 형성되는 볼록부를 구비하는, 청력 보조 장치.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 복수의 전극 모듈 각각은 상기 복수의 전극 모듈이 삽입되는 상기 달팽이관의 일부분의 형상에 대응하도록 형성되는, 청력 보조 장치.

청구항 10

제 7항에 있어서,

상기 전극은 상기 복수의 전극 모듈의 모듈 몸체 중 선택된 적어도 일부의 모듈 몸체에만 구비되는, 청력 보조 장치.

청구항 11

제 7항에 있어서,

상기 모듈 몸체에는 시간이 경과함에 따라 외부로 치료용 조성물을 방출하는 약물 수용부가 구비되되,

상기 복수의 전극 모듈은 제 1 및 제 2 전극 모듈을 포함하고,

상기 제 1 전극 모듈의 약물 수용부에서 방출되는 치료용 조성물은 제 1 물질을 포함하고,

상기 제 2 전극 모듈의 약물 수용부에서 방출되는 치료용 조성물은 상기 제 1 물질과 다른 제 2 물질을 포함하는, 청력 보조 장치.

청구항 12

청력을 보조하기 위한 청력 보조 장치의 제조 방법으로서,

달팽이관의 구조를 스캐닝하는 단계;

스캐닝된 상기 달팽이관의 구조를 분석하는 단계;

분석된 상기 달팽이관의 구조를 기초로 상기 달팽이관에 삽입되는 전극 모듈의 형상을 결정하는 단계;

상기 결정된 형상을 기초로 상기 달팽이관에 삽입되는 복수의 전극 모듈을 형성하는 단계;

상기 복수의 전극 모듈을 볼 조인트 방식으로 연결하여 전극 어레이를 형성하는 단계; 및

상기 전극 어레이, 소리를 소정의 신호로 변환하는 음향처리기, 신체 외부에 구비되어 상기 신호를 외부로 전송하는 송신기 및 신체 내부에 구비되어 상기 송신기가 전송하는 상기 신호를 수신하는 수신기를 결합하는 단계를 포함하는, 청력 보조 장치의 제조 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 복수의 전극 모듈을 형성하는 단계는 3D 프린팅 공정에 의하여 수행되는, 청력 보조 장치의 제조 방법.

청구항 14

제 12항에 있어서,

상기 달팽이관의 상태를 분석하는 단계; 및

분석된 상기 달팽이관의 상태를 기초로 상기 달팽이관의 각 부분 중 전류를 방출하기 위한 전극이 위치되는 부분을 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 복수의 전극 모듈을 형성하는 단계는 상기 전극 위치를 결정하는 단계에서 결정된 부분에 삽입되는 전극 모듈에는 상기 전극을 형성하는 단계를 포함하는, 청력 보조 장치의 제조 방법.

청구항 15

제 12항에 있어서,

상기 달팽이관의 상태를 분석하는 단계;

분석된 상기 달팽이관의 상태를 기초로 상기 달팽이관의 각 부분 중 치료용 조성물이 도포될 필요가 있는 부분 및 상기 치료용 조성물의 종류를 결정하는 단계;

상기 전극 모듈의 일측에 약물 수용홈을 형성하는 단계; 및

상기 치료용 조성물 결정 단계에서 결정된 상기 치료용 조성물이 도포될 필요가 있는 부분에 삽입되는 전극 모듈의 약물 수용홈에 상기 치료용 조성물 결정 단계에서 결정된 치료용 조성물을 탑재하는 단계를 더 포함하는, 청력 보조 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 청력 보조 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 달팽이관의 신경 세포를 자극할 수 있는 소정의 전류를 방출하여 청력을 보조하는 전극 모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 사람의 귀는 외이, 중이, 내이로 구성되며, 그 중 내이의 주요 기관은 달팽이관이다. 달팽이관 내부에 위치하는 유모세포(hair cell)는 기계적 자극을 전기신호로 변환하는 기능을 수행한다.

[0003] 유모세포가 선천적 또는 후천적인 원인으로 손상되면, 감각신경성 난청(Sensorineural hearing loss; SHL)이 발생될 수 있으며, 유모세포가 손상된 환자들은 청력을 복원하기 위하여 청력 보조 장치를 사용한다.

[0004] 청력 보조 장치로서, 외부의 음향 신호를 감지하여 전기적으로 청신경을 자극하는 인공와우 이식(Cochlear implant; CI)이 이용될 수 있다. 인공와우 이식의 주요 과정 중 하나는 전기 자극을 위한 전극 어레이(Cochlear electrode array; CEA)를 달팽이관 내부로 삽입하는 것이다.

[0005] 이때, 전극 어레이가 삽입되는 과정에서 달팽이관 내부가 전극 어레이에 의하여 손상되어, 남아있던 잔존 청력(Residual Hearing)이 소실되는 전극삽입 트라우마(Electrode insertion trauma; EIT)가 발생할 수 있었다.

[0006] 종래의 청력 보조 장치는 달팽이관에 물리적인 자극을 최소화하기 위하여 폴리머 등과 같은 유연한 소재를 사용하여 전극 어레이를 구성하여 왔으나, 여전히 물리적인 자극에 의하여 달팽이관 내부가 손상되는 문제점이 있었다.

[0007] 또한, 종래의 청력 보조 장치는 이식과정에서 발생되는 전극삽입 트라우마를 치료하기 위하여, 인공와우와 함께 약물 주입을 위한 펌프 및 저장장치 등을 이식하거나, 전극 어레이를 약물로 코팅하여 달팽이관에 삽입하였다. 그러나, 추가적인 구성요소를 함께 이식해야 하는 부담과 지속적인 약물 전달이 어려운 문제점이 있었다.

[0008] 이에 따라, 전극삽입 트라우마와 같은 부작용을 최소화하고 치료할 수 있는 전극모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법의 개발이 절실히 요구되어 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출한 것으로, 본 발명의 목적은 달팽이관에 물리적인 자극을 최소화할 수 있는 전극 모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 달팽이관 내부에 치료용 약물(또는, 치료용 조성물)을 지속적으로 투여할 수 있는 전극 모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 측면에 따르면, 청력을 보조하기 위하여 달팽이관에 삽입되는 전극 모듈로서, 외부와 연통되어 복수의 전선이 지나가는 연통홀이 내부에 형성되되, 일측에는 외측으로 연장되는 결합핀 및 상기 결합핀의 단부에 형성되는 결합구가 구비되고, 타측에는 이웃하는 다른 전극 모듈의 결합구가 결합되는 결합홈이 형성되는 모듈 몸체; 및 상기 모듈 몸체에 구비되고 상기 복수의 전선 중 어느 하나와 전기적으로 연결되어 전류를 외부로 방출하는 전극을 포함하여, 상기 이웃하는 다른 전극 모듈과 볼 조인트 방식으로 연결되는, 전극 모듈이 제공된다.

[0013] 이때, 상기 연통홀에는 상기 복수의 전선 중 적어도 일부를 상기 연통홀의 내벽에 고정하는 고정부가 구비될 수 있다.

[0014] 이때, 상기 모듈 몸체에는 시간이 경과함에 따라 외부로 치료용 조성물을 방출하는 약물 수용부가 구비될 수 있다.

[0015] 이때, 상기 약물 수용부는 격자형 패턴으로 상기 모듈 몸체의 외면을 따라 복수개가 형성될 수 있다.

[0016] 이때, 상기 치료용 조성물은 생분해성 고분자 및 상기 생분해성 고분자를 전달체로 이용할 수 있는 치료용 물질을 포함하여, 상기 치료용 조성물이 소정 시간동안 지속적으로 방출되도록 형성될 수 있다.

[0017] 이때, 상기 연통홀의 일단부는 상기 결합구에 형성되고, 타단부는 상기 결합홈의 내벽에 형성될 수 있다.

[0018] 이때, 상기 모듈 몸체의 상기 타측에는 상기 결합홈과 연결되되, 외측으로 갈수록 직경이 증가하는 결합홀이 형성되고, 상기 이웃하는 다른 전극 모듈의 결합핀의 적어도 일부는 상기 결합홀에 위치될 수 있다.

[0019] 이때, 상기 모듈 몸체의 상기 일측은 외측으로 볼록하게 형성되는 곡면부를 포함할 수 있다.

[0020] 이때, 상기 결합홀은 상기 이웃하는 다른 전극 모듈의 결합핀의 적어도 일부가 위치되는 제 1 결합홀 및 상기 이웃하는 다른 전극 모듈의 곡면부의 적어도 일부가 위치되는 제 2 결합홀을 포함할 수 있다.

[0021] 이때, 상기 제 2 결합홀의 내측면은 상기 곡면부의 외측면에 대응하는 형상을 가질 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 청력을 보조하기 위한 청력 보조 장치로서, 소리를 소정의 신호로 변환하는 음향처리기; 신체 외부에 구비되어 상기 신호를 외부로 전송하는 송신기; 신체 내부에 구비되어 상기 송신기가 전송하는 상기 신호를 수신하는 수신기; 및 전술한 전극 모듈이 복수개로 구비되고, 상기 수신기가 수신하는 상기 신호에 대응하는 전류를 방출하는 전극 어레이를 포함하는, 청력 보조 장치가 제공된다.

[0023] 이때, 상기 복수의 전선은 상기 복수의 전극 모듈의 전극 개수에 대응하여 복수개로 구비될 수 있다.

[0024] 이때, 상기 모듈 몸체는 이웃하는 다른 전극 모듈의 모듈 몸체와 직렬 연결될 수 있다.

[0025] 이때, 직렬 연결된 상기 복수의 전극 모듈 중 최단부에 위치하는 전극 모듈의 모듈 몸체는 외측으로 볼록하게 형성되는 볼록부를 구비할 수 있다.

[0026] 이때, 상기 복수의 전극 모듈 각각은 상기 복수의 전극 모듈이 삽입되는 상기 달팽이관의 일부분의 형상에 대응하도록 형성될 수 있다.

[0027] 이때, 상기 전극은 상기 복수의 전극 모듈의 모듈 몸체 중 선택된 적어도 일부의 모듈 몸체에만 구비될 수 있다.

[0028] 이때, 상기 모듈 몸체에는 시간이 경과함에 따라 외부로 치료용 조성물을 방출하는 약물 수용부가 구비되되, 상

기 복수의 전극 모듈은 제 1 및 제 2 전극 모듈을 포함하고, 상기 제 1 전극 모듈의 약물 수용부에서 방출되는 치료용 조성물은 제 1 물질을 포함하고, 상기 제 2 전극 모듈의 약물 수용부에서 방출되는 치료용 조성물은 상기 제 1 물질과 다른 제 2 물질을 포함할 수 있다.

[0029] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 청력을 보조하기 위한 청력 보조 장치의 제조 방법으로서, 달팽이관의 구조를 스캐닝하는 단계; 스캐닝된 상기 달팽이관의 구조를 분석하는 단계; 분석된 상기 달팽이관의 구조를 기초로 상기 달팽이관에 삽입되는 전극 모듈의 형상을 결정하는 단계; 상기 결정된 형상을 기초로 상기 달팽이관에 삽입되는 복수의 전극 모듈을 형성하는 단계; 상기 복수의 전극 모듈을 볼 조인트 방식으로 연결하여 전극 어레이를 형성하는 단계; 및 상기 전극 어레이, 소리를 소정의 신호로 변환하는 음향처리기, 신체 외부에 구비되어 상기 신호를 외부로 전송하는 송신기 및 신체 내부에 구비되어 상기 송신기가 전송하는 상기 신호를 수신하는 수신기를 결합하는 단계를 포함하는, 청력 보조 장치의 제조 방법이 제공된다.

[0030] 이때, 상기 복수의 전극 모듈을 형성하는 단계는 3D 프린팅 공정에 의하여 수행될 수 있다.

[0031] 이때, 상기 달팽이관의 상태를 분석하는 단계; 및 분석된 상기 달팽이관의 상태를 기초로 상기 달팽이관의 각 부분 중 전류를 방출하기 위한 전극이 위치되는 부분을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 복수의 전극 모듈을 형성하는 단계는 상기 전극 위치를 결정하는 단계에서 결정된 부분에 삽입되는 전극 모듈에는 상기 전극을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 이때, 상기 복수의 전극 모듈의 형상을 결정하는 단계는 상기 복수의 전극 모듈 각각의 형상을 상기 전극 모듈이 삽입되는 상기 달팽이관의 일부분의 형상에 대응하도록 개별적으로 결정할 수 있다.

[0033] 이때, 상기 복수의 전극 모듈을 형성하는 단계에서 형성되는 상기 전극 모듈은 일측에 약물 수용홈이 형성되고, 상기 약물 수용홈에 치료용 조성물을 탑재하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0034] 이때, 상기 달팽이관의 상태를 분석하는 단계; 및 분석된 상기 달팽이관의 상태를 기초로 상기 달팽이관의 각 부분 중 치료용 조성물이 도포될 필요가 있는 부분 및 상기 치료용 조성물의 종류를 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 치료용 조성물을 탑재하는 단계는 상기 치료용 조성물 결정 단계에서 결정된 상기 치료용 조성물이 도포될 필요가 있는 부분에 삽입되는 전극 모듈의 약물 수용홈에 상기 치료용 조성물 결정 단계에서 결정된 치료용 조성물을 탑재할 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명의 실시예에 따른 전극 모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 달팽이관 내부에 삽입되는 복수의 전극 모듈이 서로 볼 조인트 방식으로 연결되어, 전방향으로 회전 자유도를 부여하므로, 달팽이관의 나선 구조에 대응하여 배열될 수 있어 달팽이관에 인가되는 물리적인 자극을 최소화할 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 전극 모듈을 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 복수의 전극 모듈 각각이 전극 모듈이 삽입되는 달팽이관의 일부분의 형상에 대응하도록 형성되므로, 달팽이관에 인가되는 물리적인 자극을 최소화할 수 있다.

[0037] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 전극 모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 전극 모듈이 시간이 경과함에 따라 지속적으로 약물을 방출하는 약물 수용부를 구비하여, 달팽이관 내부에 치료용 약물(또는, 치료용 조성물)을 지속적으로 투여할 수 있다.

[0038] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 전극 모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 전극 모듈의 모듈 몸체가 생분해성 고분자, 생체적합성 광개시제 및 치료용 조성물을 포함하는 혼합물을 이용하는 3D 프린팅 공정으로 제조하여, 달팽이관 내부에 치료용 약물(또는, 치료용 조성물)을 지속적으로 투여할 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 전극 모듈, 이를 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 전극 모듈 내부를 지나가는 전선을 고정하는 고정부가 구비되어, 전극 모듈이 회전하여도 전선의 꼬임이나 비틀림을 방지할 수 있다.

[0040] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 전극 모듈을 포함하는 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 복수의 전극 모듈 중 선택된 적어도 일부의 전극 모듈에만 전극 및/또는 약물 수용부가 구비되어, 제조 비용을 절감할 수 있고, 부작용을 방지할 수 있으며, 청력 보조 및 치료를 효율적으로 수행할 수 있다.

[0041] 본 발명의 효과가 상술한 효과들로 한정되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면

으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치가 신체에 장착된 상태를 간략하게 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 청력 보조 장치의 배선부 및 달팽이관에 삽입된 전극 어레이를 나타낸 도면이다. 이때, 달팽이관의 일부는 내부가 보이도록 단면이 도시되었다.

도 3 내지 도 5는 도 1에 도시된 청력 보조 장치의 전극 어레이가 달팽이관에 삽입된 상태를 간략하게 나타낸 도면이다. 이때, 달팽이관에 의하여 투시되는 구성은 실선으로 표시되었으며, 달팽이관에 삽입된 전극 모듈은 일부만 도시되었다.

도 6 및 도 7은 도 1에 도시된 청력 보조 장치의 전극 어레이의 일부분을 서로 다른 각도에서 바라본 사시도이다.

도 8은 도 1에 도시된 청력 보조 장치의 전극 어레이의 일부분의 단면도이다.

도 9는 도 8의 A-A를 따라 절개한 단면도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 어레이의 약물 수용부의 치료용 조성물의 조성에 따라 치료용 물질이 방출되는 양과 시간 사이의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 11 및 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치의 전극 어레이의 변형예들의 일부를 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치의 제조 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 도면에서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.

[0044] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 단어와 용어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정 해석되지 않고, 자신의 발명을 최선의 방법으로 설명하기 위해 발명자가 용어와 개념을 정의할 수 있는 원칙에 따라 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.

[0045] 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 설명하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0046] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "전방", "후방", "상부" 또는 "하부"에 있다는 것은 특별한 사정이 없는 한 다른 구성 요소와 바로 접하여 "전방", "후방", "상부" 또는 "하부"에 배치되는 것뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 구성 요소가 배치되는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소와 "연결"되어 있다는 것은 특별한 사정이 없는 한 서로 직접 연결되는 것뿐만 아니라 간접적으로 서로 연결되는 경우도 포함한다.

[0047] 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 달팽이관 내부에 삽입되어 신경세포에 전기적인 자극을 인가하기 위해 전류를 방출하는 전극 어레이가 볼 조인트 방식으로 연결되는 복수의 전극 모듈로 이루어져, 복수의 전극 모듈이 상대적으로 회전하여 삽입 및 배치되므로, 복잡한 3차원 구조를 가지는 달팽이관의 형상에 맞추어 이식될 수 있다.

[0048] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 전극 어레이가 달팽이관에 이식되는 과정 및 이식된 후 청력을 보조하는 기능을 수행하는 과정에서 달팽이관 내부에 가해지는 물리적인 자극을 최소화하고 달팽이관의 손상을 방지할 수 있다.

[0049] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치 및 이의 제조방법은 달팽이관에 삽입되는 전극 모듈이 시간이 경과함에 따라 치료용 조성물을 방출하는 약물 수용부를 구비하여, 다른 구성요소의 추가적인 이식 없이도

치료용 조성물을 달팽이관 내부에 지속적으로 투여할 수 있다.

[0050] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치가 신체에 장착된 상태를 간략하게 나타낸 도면이다. 도 2는 도 1에 도시된 청력 보조 장치의 배선부 및 달팽이관에 삽입된 전극 어레이를 나타낸 도면이다. 이때, 달팽이관의 일부는 내부가 보이도록 단면이 도시되었다. 도 3 내지 도 5는 도 1에 도시된 청력 보조 장치의 전극 어레이가 달팽이관에 삽입된 상태를 간략하게 나타낸 도면이다. 이때, 달팽이관에 의하여 투시되는 구성은 실선으로 표시되었으며, 달팽이관에 삽입된 전극 모듈은 일부만 도시되었다.

[0051] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치(1)는 신체, 예를 들어 머리(2)에 구비되어 청력 보조하기 위한 장치로서, 음향처리기(10), 송신기(20), 수신기(30), 배선부(40) 및 전극 어레이(50)를 포함할 수 있다.

[0052] 음향처리기(10)는 신체 외부에 구비되어, 외부로부터 소리를 입력받고 필요한 소리를 분석한 후, 전기적 신호로 변환하는 기능을 수행한다. 음향처리기(10)는 마이크 등으로 이루어질 수 있으며, 착용의 편의성을 위하여 머리(2) 측부 또는 귀(3)에 걸릴 수 있는 장착부를 포함할 수 있다.

[0053] 송신기(20)는 신체 외부에 구비되어, 음향처리기(10)가 변환한 전기적 신호를 소정의 신호, 예를 들어 전자기파로 이루어진 신호로 변환하여 송신기(20) 외부로 전송하는 기능을 수행한다. 이를 위해, 송신기(20)는 음향처리기(10)와 전기적으로 연결되거나 무선 통신 방식으로 신호를 교환하도록 구비된다. 물론, 송신기(20)는 음향처리기(10)가 변환한 전기적 신호를 다른 신호로 변환하지 않고, 그대로 외부로 전송하도록 구성될 수도 있다.

[0054] 수신기(30)는 외과적 수술 또는 시술을 통하여 신체 내부에 이식될 수 있다. 수신기(30)는 송신기(20)가 외부로 전송한 신호를 수신하는 기능을 수행한다. 예를 들어, 수신기(30)는 송신기(20)에서 외부로 방출되어 머리(2)의 피부로 전달되는 신호를 수신하도록 구비될 수 있다.

[0055] 배선부(40)는 수신기(30)와 후술하는 전극 어레이(50)를 전기적으로 연결하는 복수의 전선(42)으로 이루어질 수 있다. 즉, 수신기(30)는 송신기(20)로부터 수신한 신호를 전기적 신호로 변환한 후, 배선부(40)를 통하여 전극 어레이(50)로 전달한다.

[0056] 달팽이관(8)에는 전극 어레이(50)가 삽입 및 배치된다. 전극 어레이(50)는 외부로 전류를 방출함으로써, 손상된 유모세포를 대신하여 달팽이관(8)의 신경세포에 전기 자극을 인가하는 기능을 수행한다. 이를 통해, 본 실시예에 따른 청력 보조 장치(1)는 사용자의 청력을 보조할 수 있다.

[0057] 도 2를 참조하면, 본 실시예에서 전극 어레이(50)는 서로 직렬 연결되는 복수의 전극 모듈(51)을 포함한다. 복수의 전극 모듈(51)은 달팽이관(8)을 따라 삽입되어 나선형으로 배치될 수 있다.

[0058] 도 2 내지 도 5에는 복수의 전극 모듈(51)이 달팽이관(8)의 외측부(8a), 중간부(8b) 및 내측부(8c) 전체에 걸쳐 삽입 및 배치되는 것으로 도시되었으나, 복수의 전극 모듈(51)은 달팽이관(8)의 소정 부분에 부분적으로 배치될 수 있다. 이때, 소정 부분은 유모세포가 손상되어 신경세포가 전극 어레이(50)에 의하여 전기 자극을 받을 필요성이 있는 부분으로 이루어질 수 있다.

[0059] 예를 들어, 전극 어레이(50)의 길이가 달팽이관(8)의 전체 길이보다 짧도록 형성되어, 달팽이관(8)의 외측부(8a) 및 중간부(8b)에는 전극 모듈(51)이 삽입되되, 내측부(8c)에는 전극 모듈(51)이 삽입되지 않을 수 있다.

[0060] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 모듈(51)은 이웃하는 다른 전극 모듈(51)과 볼 조인트 방식으로 연결된다. 이러한 볼 조인트 방식의 연결은 전극 모듈(51)에게 이웃하는 다른 전극 모듈(51)에 대하여 모든 방향으로 상대적인 회전이 가능하도록 하는 자유도를 부여할 수 있다.

[0061] 보다 구체적으로, 도 3을 참조하면 볼 조인트 연결 방식은 전극 모듈(51)과 이웃한 다른 전극 모듈(51)에게 전극 모듈(51)의 상하면에 수직한 축 및 측면에 수직한 축을 중심으로 소정 각도만큼 상대 회전할 수 있는 자유도를 부여할 수 있고, 전극 모듈(51)의 배열 방향과 나란한 축을 중심으로 완전하게(즉, 360도) 상대 회전할 수 있는 자유도를 부여할 수 있다.

[0062] 다시 도 3 내지 도 5를 참조하면, 달팽이관(8)은 3차원적인 나선 구조를 가진다. 외측부(8a)에서 내측부(8c)로 갈수록 달팽이관(8)의 반경(R)은 작아진다(즉, 곡률이 증가한다). 또한, 외측부(8a)에서 내측부(8c)로 갈수록 달팽이관(8)의 높이(H)는 증가한다. 즉, 달팽이관(8)은 나선(S)을 따라 형성되는 3차원의 관형 구조를 가지며, 이러한 구조는 개인마다 상이하다.

[0063] 본 실시예에 따르면, 복수의 전극 모듈(51)은 서로 상대 회전의 자유도가 전방향으로 부여되어 있으므로, 전극

어레이(50)가 달팽이관(8)에 삽입될 때, 복수의 전극 모듈(51)이 달팽이관(8)의 형상에 맞추어 적절하게 상대 회전하며 나선(S)을 따라 삽입될 수 있다.

[0064] 즉, 전극 모듈(51) 각각의 형상 변형 없이 복수의 전극 모듈(51) 사이의 상대적인 회전만으로 달팽이관(8) 내부로 삽입될 수 있으므로, 전극 어레이(50)가 달팽이관(8)에 삽입되는 과정에서 달팽이관(8)의 내벽에는 전극 모듈(51)의 상대 회전을 위한 힘이 인가될 뿐이고, 전극 모듈(51) 차체의 형상 변형에 의한 힘은 인가되지 않는다.

[0065] 또한, 전극 어레이(50)가 달팽이관(8)에 삽입(또는, 이식)이 완료된 후에도, 복수의 전극 모듈(51)은 외력 없이(즉, 외력에 따른 형상 변형 없이), 상대적인 회전에 의하여 달팽이관(8)의 나선(S)에 대응되는 배열을 유지할 수 있다. 따라서, 달팽이관(8)의 내벽에는 전극 어레이(50)에 의한 지속적인 압력이 인가되지 않는다.

[0066] 이와 같이, 본 실시예에 따른 청력 보조 장치(1)에 의하면, 전극 어레이(50)가 삽입되는 과정 및 삽입(또는, 이식)이 완료된 후에 달팽이관(8)에 물리적인 자극이 가해지는 것을 최소화하고 손상을 방지할 수 있다.

[0067] 볼 조인트 연결 방식에 대해서는 도 8과 함께 구체적으로 후술하도록 한다.

[0068] 도 6 및 도 7은 도 1에 도시된 청력 보조 장치의 전극 어레이의 일부분을 서로 다른 각도에서 바라본 사시도이다. 도 8은 도 1에 도시된 청력 보조 장치의 전극 어레이의 일부분의 단면도이다. 도 9는 도 8의 A-A를 따라 절개한 단면도이다. 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 어레이의 약물 수용부의 치료용 조성물의 조성에 따라 치료용 물질이 방출되는 양과 시간 사이의 관계를 나타낸 그래프이다.

[0069] 도 6 내지 도 8을 참조하면, 본 실시예에 다른 전극 모듈(51)은 모듈 몸체(52), 신경세포를 전기적으로 자극하는 전류를 방출하기 위한 전극(54) 및 시간이 경과함에 따라 치료용 조성물(55b)을 방출하는 약물 수용부(55)를 포함할 수 있다.

[0070] 모듈 몸체(52)는 육면체 형상을 가지는 구조체로서, 전극(54) 및 약물 수용부(55)가 형성되는 베이스를 제공할 수 있다. 모듈 몸체(52)의 형상은 특별하게 제한되지 않으며, 다양한 형상을 가질 수 있다. 이때, 모듈 몸체(52)는 달팽이관(8)의 내벽에 인가되는 물리적인 자극을 줄이기 위하여 모서리부가 라운드지게 형성될 수 있다.

[0071] 한편, 복수의 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52)가 반드시 모두 동일한 형상을 가져야 하는 것은 아니다. 도 6 및 도 7을 참조하면, 본 실시예에서 직렬로 연결되는 복수의 전극 모듈(51) 중 최외측에 위치되는 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52)는 일측부에 외측으로 볼록하게 형성되는 볼록부가 형성된다. 볼록부는 단면이 반원 또는 반타원 형상을 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0072] 이에 따라, 본 실시예에 의하면 전극 어레이(50)가 달팽이관(8)에 삽입될 때, 복수의 전극 모듈(51) 중 최외측에 위치되는 전극 모듈(51)이 달팽이관(8) 내측으로 진입함에 따라 발생할 수 있는 물리적인 자극을 최소화할 수 있다.

[0073] 전극(54)은 얇은 두께를 가지는 판형의 전도성 물체로서, 모듈 몸체(52)의 일측, 예를 들어 도 7을 기준으로 하측에 구비될 수 있다. 도 7에서 전극(54)은 외부에 표면이 드러나도록 도시되었으나, 모듈 몸체(52) 내부에 실장되도록 구비될 수도 있다. 전극(54)에서는 수신기(30)에서 발생되는 전기적 신호에 대응하여 전류가 방출된다. 방출된 전류는 달팽이관 내부의 신경세포에 전기 자극을 인가한다.

[0074] 전극(54)은 백금(Pt), 금(Au), 질화타이타늄(TiN) 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 생체에 적합한 성질을 가지는 다양한 전도성 물질로 이루어질 수 있다.

[0075] 도 8을 참조하면, 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52)에는 이웃하는 다른 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52)와 볼 조인트 방식으로 연결되기 위하여 돌출부(56,58) 및 삽입부(57,59)가 형성될 수 있다.

[0076] 보다 구체적으로, 모듈 몸체(52)의 일측, 예를 들어 우측에는 외부로 돌출되는 돌출부(56,58)가 형성되고, 모듈 몸체(52)의 타측, 예를 들어 좌측에는 이웃하는 다른 모듈 몸체(52)의 돌출부(56,58)가 삽입될 수 있는 삽입부(57,59)가 형성된다.

[0077] 본 실시예에서, 돌출부(56,58)와 삽입부(57,59)는 모듈 몸체(52)를 중심으로 나란하도록 대향 배치되나, 이에 한정되는 것은 아니며, 전극 어레이(50)가 달팽이관(8)의 내부로 용이하게 삽입될 수 있다면 돌출부(56,58)와 삽입부(57,59)는 소정의 각도를 이루며 어긋나게 배치될 수 있다.

[0078] 돌출부(56,58)는 결합핀(56) 및 결합구(58)로 이루어질 수 있다. 결합핀(56)은 모듈 몸체(52)의 일측으로부터

외측 방향으로 연장된다. 이때, 결합핀(56)은 외측 방향으로 갈수록 직경이 감소하는 테이퍼드 형상을 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 결합핀(56)의 외측 단부에는 결합구(58)가 구비된다.

[0079] 삽입부(57,59)는 결합홀(57) 및 결합홈(59)으로 이루어질 수 있다. 결합홈(59)은 결합구(58)의 형상에 대응하는 형상으로 형성된다. 결합홀(57)은 일단부가 결합홈(59)과 연결되고, 타단부가 외부와 연결되되, 외측 방향으로 갈수록 직경이 증가하는 형상을 가진다.

[0080] 결합홈(59)에는 이웃하는 다른 전극 모듈(51)의 결합구(58)가 결합되고, 결합홀(57)에는 이웃하는 다른 전극 모듈(51)의 결합핀(56)의 적어도 일부가 위치된다.

[0081] 이웃하는 다른 전극 모듈(51)의 결합구(58)가 결합홈(59)에 결합된 상태에서 소정 방향으로 회전하면, 이웃하는 다른 전극 모듈(51)의 결합핀(56)은 결합홀(57) 내부에서 회동하고, 이웃하는 다른 전극 모듈(51)은 상대적으로 회전한다.

[0082] 이때, 결합핀(56)이 결합홀(57) 내부에서 자유로이 회동할 수 있도록, 결합핀(56)의 외측면와 결합홀(57)의 내주면은 전체적으로 유사한 형상을 가지되, 결합홀(57)의 내경(즉, 결합홀(57)의 단면의 직경)은 대응하는 위치의 결합핀(56)의 외경(즉, 결합핀(56)의 단면의 직경)보다 크게 형성된다.

[0083] 도 1 및 도 8을 함께 참조하면, 결합구(58)에는 제 1 개구(58a)가 형성되고, 결합홈(59)의 내벽에는 제 2 개구(59a)가 형성되며, 모듈 몸체(52)의 내부에는 제 1 개구(58a)와 제 2 개구(59a)를 연결하는 연통홀(53)이 형성된다. 즉, 연통홀(53)은 제 1 및 제 2 개구(58a,59a)를 통하여 외부와 연통된다.

[0084] 연통홀(53), 제 1 및 제 2 개구(58a,59a)에는 복수의 전선(42)이 지나간다. 이때, 연통홀(53)은 전극(54)에 인접하게 위치되는 제 1 연통홀(53a) 및 돌출부(56,58)의 내부에 길이 방향을 따라 형성되는 제 2 연통홀(53b)로 이루어질 수 있다. 이때, 제 1 및 제 2 연통홀(53a,53b)은 서로 연결된다.

[0085] 전선(42)은 복수의 전극 모듈(51)의 전극(54) 개수에 대응하여 복수개로 구비된다. 각각의 전선(42)은 복수의 전극 모듈(51) 중 어느 하나의 전극(54)과 수신기(30)를 전기적으로 연결한다.

[0086] 전극 모듈(51)의 연통홀(53)을 지나가는 복수의 전선(42) 중 당해 전극 모듈(51)의 전극(54)과 연결되는 전선(42)은 복수의 전선(42)으로부터 분기된다. 분기된 전선(42a,42b)은 당해 전극 모듈(51)의 전극(54) 측으로 연장되어 전극(54)과 수신기(30)를 전기적으로 연결한다.

[0087] 본 실시예에 따르면, 연통홀(53)의 양단부(즉, 제 1 및 제 2 개구(58a,59a))가 각각 결합구(58)와 결합홈(59)의 내벽에 위치되어, 연통홀(53)은 이웃하는 다른 전극 모듈(51)의 연통홀(53)과 곧바로 연결될 수 있다. 따라서, 복수의 연통홀(53)은 전체적으로 복수의 전극 모듈(51)의 배열 방향과 나란한 경로를 이룰 수 있다.

[0088] 이에 따라, 전선(42)은 과도한 변형 없이 복수의 전극 모듈(51)의 배열 방향을 따라 휘어질 수 있으며, 수신기(30)로부터 발생된 전기적 신호를 안정적으로 전극(54)으로 전달할 수 있다.

[0089] 한편, 도 8 및 9를 참조하면, 연통홀(53)의 내벽에는 연통홀(53)을 지나가는 복수의 전선(42)을 고정하는 고정부(44)가 구비될 수 있다. 이에 의해, 전극 모듈(51)이 이웃하는 다른 전극 모듈(51)과 상대적으로 회전하여도, 전극 모듈(51)의 내부를 지나는 전선(42)의 꼬임 및 비틀림이 방지될 수 있다.

[0090] 이때, 본 실시예에서, 고정부(44)는 제 2 연통홀(53b)의 내벽에 구비된다. 이와 같이, 고정부(44)는 제 1 연통홀(53a)보다 전극(54)으로부터 멀리 배치되는 제 2 연통홀(53b)에 위치됨으로써, 전극(54)과 연결되기 위하여 분기되는 전선(42a,42b)의 배선을 방해하지 않으면서도, 나머지 전선(42)들을 연통홀(53)의 내벽에 안정적으로 고정할 수 있다.

[0091] 도 6 및 도 8을 참조하면, 모듈 몸체(52)의 상측부에는 약물 수용부(55)가 구비된다. 약물 수용부(55)는 모듈 몸체(52)의 내측 방향으로 형성되는 약물 수용홈(55a) 및 약물 수용홈(55a)에 수용되는 치료용 조성물(55b)을 포함한다. 치료용 조성물(55b)은 복수의 물질이 혼합된 조성물을 의미한다.

[0092] 이때, 약물 수용부(55)는 시간이 경과함에 따라 모듈 몸체(52)의 외부로 치료용 조성물(55b)을 소정의 시간동안 지속적으로 방출하도록 형성된다. 이를 위해, 상기 복수의 물질은 생체적합성 물질, 생분해성 물질 및 생체적합성 물질 및/또는 생분해성 물질을 전달체로 이용하는 치료용 물질 중 적어도 하나를 포함한다. 이때, 생분해성 물질(및/또는, 생체적합성 물질)과 치료용 물질 사이의 비율은 특별히 한정되지 않는다.

[0093] 생체적합성 물질은 실질적으로 인체에 독성이 없고 화학적으로 불활성이며 면역원성이 없는 물질을 의미하고,

생분해성 물질은 생체 내에서 체액 또는 미생물 등에 의해서 분해될 수 있는 물질을 의미한다.

[0094] 치료용 물질은 달팽이관(8)의 조직이나 신경세포의 치료를 위하여 투여되는 물질로서, 덱사메사손(Dexamethasone; DEX) 등과 같은 스테로이드계 약물, 네오마이신(Neomycin) 등과 같은 아미노글리코사이드계 항생제, 뇌 유래 신경영양인자(brain-derived neurotrophic factor) 등과 같은 신경치료용 약물 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0095] 생분해성 고분자는 Poly lactic acid(PLA), Poly lactic-co-glycolic acid(PLGA), Polyethylene glycol(PEG), Poly ethylene glycol diacrylate(PEGDA), Poly pyrrole(PPY) 및 Pentaerythritol diacrylate(PETA) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0096] 생분해성 고분자를 전달체로 이용하는 치료용 물질로서, 전술한 덱사메사손, 네오마이신 및 뇌 유래 신경영양인자 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0097] 이때, 본 실시예에서 모듈 몸체(52)는 생체적합성 폴리머 및 생체적합성 광개시제(photoinitiator)를 혼합한 혼합물을 포토레지스트(photoresist)로 하여 3D 프린팅 공법을 이용하여 제조될 수 있다. 이때, 생체적합성 폴리머와 생체적합성 광개시제 사이의 비율은 특별히 한정되지 않는다.

[0098] 생체적합성 폴리머는 실리콘 엘라스토머(silicone elastomer) 등을 포함할 수 있고, 생체적합성 광개시제는 irgacure 369, irgacure 2959 및 1,4-bis(4-(N,N-bis(6-(N,N,N-trimethylammonium)hexyl)amino)-styryl)-2,5 dimethoxybenzene tetraiodide(WSPI)중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0099] 이때, 치료용 조성물 구조체는 상기 포토레지스트에 특정 파장의 레이저를 조사하여 화학적 반응을 발생시킴으로써, 구조체를 형성하는 Direct Laser Writing(DLW) 방식이 적용된 3D 프린팅 공정으로 제조될 수 있다. DLW 방식의 3D 프린팅 공정은 미세한 구조체를 형성하는데 적합하므로, 본 실시예에 따른 치료용 조성물 구조체를 제조하는데 이용될 수 있다.

[0100] 보다 구체적으로, 본 실시예에서 치료용 조성물 구조체는 DLW 방식의 3D 프린팅 공정으로서, 이광자 중합반응(Two-Photon Polymerization; 2PP)을 발생시키는 방식으로 제조될 수 있다.

[0101] 한편, 모듈 몸체(52)를 3D 프린팅 공법으로 제조하기 위하여 이용되는 혼합물(또는, 포토레지스트)은 치료용 물질을 더 포함할 수 있다. 이에 따라, 치료용 물질이 소정의 시간동안 모듈 몸체(52)로부터 지속적으로 방출되도록 구성될 수 있다.

[0102] 또한, 모듈 몸체(52)를 3D 프린팅 공법으로 제조하기 위하여 이용되는 혼합물(또는, 포토레지스트)은 치료용 물질 외에 생분해성 고분자를 더 포함할 수 있다. 이에 따라, 모듈 몸체(52)가 생분해됨에 따라, 치료용 물질이 모듈 몸체(52)로부터 소정 시간동안 지속적으로 방출되도록 형성될 수도 있을 것이다.

[0103] 한편, 약물 수용홈(55a)에는 치료용 조성물(55b)이 잉크젯 프린팅 방식으로 탑재될 수 있다.

[0104] 도 10은 생체적합성 광개시제, 생분해성 고분자 및 치료용 물질로서 덱사메사손을 혼합하여 포토레지스트를 제조하고, 제조된 포토레지스트를 3D 프린팅 공정을 이용하여 실험예를 형성하고, 시간이 경과함에 따라 실험예로부터 방출되는 덱사메사손의 누적량을 그래프로 나타낸 것이다. 이때, 분해성 고분자로서 PEGDA와 PETA를 약 7:3의 부피비로 혼합한 혼합물이 이용되었다.

[0105] 도 10을 참조하면, (1)은 덱사메사손을 포토레지스트에 대하여 0.3wt%로 혼합하고 큐브(cube) 형상으로 실험예 1을 제조한 후, 시간이 경과함에 따라 실험예 1로부터 방출되는 덱사메사손의 누적량을 표시한 것이다.

[0106] (2)는 덱사메사손을 포토레지스트에 대하여 1.0wt%로 혼합하고 큐브(cube) 형상으로 실험예 2를 제조한 후, 시간이 경과함에 따라 실험예 2로부터 방출되는 덱사메사손의 누적량을 표시한 것이다.

[0107] (3)은 덱사메사손을 포토레지스트에 대하여 0.3wt%로 혼합하고 스캐폴더(scaffolder) 형상으로 실험예 3을 제조한 후, 시간이 경과함에 따라 실험예 3으로부터 방출되는 덱사메사손의 누적량을 표시한 것이다.

[0108] (4)는 덱사메사손을 포토레지스트에 대하여 1.0wt%로 혼합하고 스캐폴더(scaffolder) 형상으로 실험예 4를 제조한 후, 시간이 경과함에 따라 실험예 4로부터 방출되는 덱사메사손의 누적량을 표시한 것이다.

[0109] (1) 및 (2)를 비교할 때, 포토레지스트에 혼합되는 덱사메사손의 중량이 증가하면, 방출되는 덱사메사손의 중량이 증가하였다. 유사한 방식으로 (3) 및 (4)를 비교할 때, 포토레지스트에 혼합되는 덱사메사손의 중량이 증가하면, 방출되는 덱사메사손의 중량이 증가하였다.

[0110] 이러한 결과는 포토레지스트에 혼합되는 치료용 물질의 양을 제어함으로써, 단위시간당 방출되는 치료용 물질의 양을 제어할 수 있음을 보여준다. 예를 들어, 단위시간당 방출되는 치료용 물질의 양을 증대하기 위하여, 포토레지스트에 혼합되는 치료용 물질의 양을 증대시킬 수 있다.

[0111] 한편, (1) 및 (2)와 (3) 및 (4)를 비교하면, 스캐폴더 형상으로 제조된 실험예 3 및 4에서는 방출된 덱사메사손의 중량이 지속적으로 증가하였으나, 큐브 형상으로 제조된 실험예 1 및 2에서는 소정의 시간동안은 방출된 덱사메사손의 중량이 증가하였으나, 소정의 시간 후에는 더 이상 덱사메사손이 방출되지 않았다.

[0112] 이러한 결과는 3D 프린팅 공법으로 제조되는 구조체의 형상을 제어함으로써, 치료용 물질이 지속적으로 방출되는 시간을 제어할 수 있음을 보여준다. 예를 들어, 소정의 시간동인 지속적으로 치료용 약물이 방출된 후, 더 이상 치료용 약무이 방출되지 않는 경향을 나타내도록 하기 위하여, 제조되는 치료용 조성물 구조체의 형상을 큐브 형상을 기반으로 제조하되, 부분적으로 스캐폴더 형상을 도입할 수 있다.

[0113] 이에 따라, 본 실시예에 의하면, 펌프 및 저장장치와 같은 추가적인 구성요소 없이도, 달팽이관(8)에 약물(또는, 치료용 조성물(55b))을 지속적으로 투여할 수 있어, 효율적인 치료를 수행할 수 있다.

[0114] 다시 도 3 내지 도 5를 함께 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치(1)에서, 복수의 전극 모듈(51) 각각은 달팽이관(8)의 형상 중 각각의 전극 모듈(51)이 삽입되는 부분의 형상에 대응하는 형상을 가질 수 있다.

[0115] 달팽이관(8)은 외측부(8a)에서 내측부(8c)로 갈수록 내경이 감소한다. 이에 대응하여, 내측부(8c)에 위치되는 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52)의 폭 및/또는 높이는 외측부(8a)에 위치되는 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52)의 폭 및/또는 높이보다 작도록 형성된다. 즉, 복수의 전극 모듈(51)은 달팽이관(8)의 외측부(8a)에서 내측부(8c)로 갈수록 모듈 몸체(52)의 폭 및/또는 높이가 작아지도록 형성될 수 있다.

[0116] 한편, 달팽이관(8)은 외측부(8a)에서 내측부(8c)로 갈수록 곡률이 증가한다. 이에 대응하여, 내측부(8c)에 위치되는 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52)의 길이는 외측부(8a)에 위치되는 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52)의 길이보다 짧도록 형성된다. 즉, 복수의 전극 모듈(51)은 달팽이관(8)의 외측부(8a)에서 내측부(8c)로 갈수록 모듈 몸체(52)의 길이가 짧아지도록 형성될 수 있다.

[0117] 물론, 곡률 변화에 대응하여 이웃하는 전극 모듈(51)의 결합핀(56)이 결합홀(57) 내부에서 회동할 수 있는 범위가 증가하도록, 결합홀(57)의 내경과 대응하는 위치의 결합핀(56)의 외경의 차이는 달팽이관(8)의 외측부(8a)에서 내측부(8c)로 갈수록 커지도록 형성될 수도 있다.

[0118] 이와 같이, 본 실시예에 의하면, 복수의 전극 모듈(51) 각각의 형상을 전극 모듈(51)이 삽입되는 달팽이관(8)의 일부분에 대응되도록 형성함으로써, 달팽이관(8)에 인가되는 물리적인 자극을 최소화할 수 있다.

[0119] 다시 도 3 내지 도 5를 함께 참조하면, 본 실시예에서, 전극(54)은 복수의 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52) 중 선택된 적어도 일부의 모듈 몸체(52)에만 구비될 수 있다.

[0120] 달팽이관(8)의 유모세포는 선천적 또는 후천적 원인에 의하여, 달팽이관(8)의 일부분에서만 손상되고, 다른 부분에서는 본래의 기능을 유지하는 경우가 있다. 이 경우, 전극 어레이(50)에 의한 전기 자극은 유모세포가 손상된 부분에만 인가될 필요가 있다.

[0121] 이때, 전극(54)은 복수의 전극 모듈(51) 중 전기 자극이 인가될 필요성이 있는 부분에 위치되는 모듈 몸체(52)에만 선택적으로 구비될 수 있다. 예를 들어, 달팽이관(8)의 내측부(8c)와 외측부(8a)의 유모세포만 손상되고 중간부(8b)의 유모세포는 본래의 기능을 유지하고 있으면, 복수의 전극 모듈(51) 중 내측부(8c)와 외측부(8a)에 위치되는 전극 모듈(51a,51c)의 모듈 몸체(52)에만 전극(54)이 구비되고, 중간부(8b)에 위치되는 전극 모듈(51b)의 모듈 몸체(52)에는 전극(54)이 구비되지 않을 수 있다.

[0122] 이에 따라, 본 실시예에 의하면, 사용자의 청력을 효율적으로 보조할 수 있고, 청력 보조 장치의 제조 비용을 절감할 수 있으며, 불필요한 부분에 전기 자극이 인가됨에 따른 부작용을 방지할 수 있다.

[0123] 마찬가지로, 본 실시예에서 약물 수용부(55)는 복수의 전극 모듈(51)의 모듈 몸체(52) 중 선택된 적어도 일부의 모듈 몸체(52)에만 구비될 수 있다.

[0124] 달팽이관(8)의 형상은 개인마다 편차가 있으며, 정형성이 없다. 예를 들어, 달팽이관(8)은 곡률이 급격하게 증가하거나 직경이 감소하는 제 1 부분과 곡률이 완만하거나 직경이 주변보다 큰 제 2 부분을 포함할 수 있다.

[0125] 이 경우, 제 1 부분에는 많은 양의 치료용 조성물(55b)의 투여가 요구되고, 제 2 부분에는 치료용 조성물(55b)의 투여가 요구되지 않는다.

[0126] 이때, 약물 수용부(55)는 치료용 조성물(55b)의 투여가 요구되는 부분에 위치되는 모듈 몸체(52)에만 선택적으로 구비될 수 있다. 유사한 방식으로 복수의 전극 모듈(51)의 약물 수용부(55)에 서로 다른 양의 치료용 조성물(55b)을 탑재할 수도 있을 것이다.

[0127] 이에 따라, 본 실시예에 의하면, 청력 보조 장치의 제조 비용을 절감할 수 있고, 불필요한 부분에 치료용 조성물(55b)이 투여되어 발생하는 부작용을 방지할 수 있으며, 효율적이고 집중적인 치료를 수행할 수 있다.

[0128] 한편, 본 실시예에서, 복수의 전극 모듈(51)은 제 1 및 제 2 전극 모듈(51)을 포함하되, 제 1 전극 모듈(51)의 약물 수용부(55)에 탑재되는 치료용 조성물(55b)과 제 2 전극 모듈(51)의 약물 수용부(55)에 탑재되는 치료용 조성물(55b)은 서로 다른 물질을 포함할 수 있다.

[0129] 예를 들어, 달팽이관(8)의 외측부(8a)는 유모세포가 손상되지 않았으나 전극 어레이(50)에 의한 물리적인 자극이 있어 항생제가 투여될 필요가 있고, 달팽이관(8)의 내측부(8c)는 유모세포가 손상되었으나 전극 어레이(50)에 의한 물리적인 자극이 적어 항생제가 투여될 필요가 없는 경우에는, 외측부(8a)에 위치되는 전극 모듈(51)의 약물 수용부(55)에는 네오마이신 등 항생제를 포함하는 치료용 조성물(55b)이 탑재되고, 내측부(8c)에는 뇌 유래 신경영양인자 등 신경 치유를 위한 물질을 포함하는 치료용 조성물(55b)이 탑재될 수 있다.

[0130] 이와 같이, 본 실시예에 의하면, 청력 보조 장치의 제조 비용을 절감할 수 있고, 치료가 필요한 부분에 다른 종류의 치료용 조성물(55b)이 투여되어 발생하는 부작용을 방지할 수 있으며, 효율적이고 집중적인 치료를 수행할 수 있다.

[0131] 이하에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 청각 보조 장치의 전극 어레이의 변형예에 대하여 설명하도록 한다.

[0132] 도 11 및 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치의 전극 어레이의 변형예들의 일부를 도시한 도면이다.

[0133] 여기서, 앞서 도시된 도면에서와 동일한 참조부호는 동일한 기능을 하는 동일한 부재를 가리킨다. 이하에서, 본 발명의 변형예를 설명함에 있어서, 앞서 설명한 구성과 동일하게 이루어질 수 있는 구성은 그 설명을 생략하도록 한다.

[0134] 도 11을 참조하면, 본 변형예에서, 약물 수용부(155)는 복수개로 형성되며, 복수의 약물 수용부(155)는 모듈 몸체(152)의 외면을 따라 격자형 패턴으로 배치된다.

[0135] 본 변형예에 따르면, 약물 수용부(155)는 더 높은 표면적을 통하여 달팽이관과 직간접적으로 접할 수 있어, 치료용 조성물이 약물 수용부(155)로부터 달팽이관으로 효율적으로 투여될 수 있다.

[0136] 물론, 복수의 약물 수용부(155)는 전극 어레이(150)의 각 부분마다 다른 밀도로 형성될 수 있다. 예를 들어, 달팽이관 중 치료용 조성물의 투여가 더 요구되는 부분에 위치되는 전극 모듈(151)에는 다른 전극 모듈(151)에 비하여 복수의 약물 수용부(155)가 더 높은 밀도를 가지며 촘촘하게 형성될 수 있다.

[0137] 도 12를 참조하면, 본 변형예에 따른 전극 어레이(250)에서, 전극 모듈(251)의 모듈 몸체(252)의 일측부, 도 11을 기준으로 우측부에는 외측으로 볼록한 곡면부가 형성된다. 곡면부에는 결합핀(56) 및 결합구(58)로 이루어지는 돌출부(56,58)가 형성된다.

[0138] 모듈 몸체(252)의 타측부, 도 11을 기준으로 좌측부에는 돌출부(56,58)가 삽입되어 볼 조인트 방식의 연결이 이루어지는 삽입부(257,259)가 형성된다. 이때, 삽입부(257,259)는 결합홈(259) 및 결합홀(257)을 포함한다.

[0139] 결합홈(259)은 결합구(58)가 결합되어 자유롭게 회전할 수 있도록, 결합구(58)에 대응하는 곡면으로 이루어진다. 결합홀(257)은 일단부가 결합홈(259)과 연결되고, 타단부가 외부와 연결된다. 결합홀(257)은 외측으로 갈수록 내경이 증가하는 형상을 가진다.

[0140] 이때, 결합홀(257)은 제 1 결합홀(257a) 및 제 1 결합홀(257a)보다 모듈 몸체(252)의 외측에 위치하는 제 2 결합홀(257b)로 이루어진다. 제 1 결합홀(257a)에는 이웃하는 다른 전극 모듈(251)의 결합핀(56)의 적어도 일부가 위치되고, 제 2 결합홀(257b)에는 이웃하는 다른 전극 모듈(251)의 곡면부의 적어도 일부가 위치된다.

[0141] 이웃하는 다른 전극 모듈(251)의 결합구(58)가 결합홈(259)에 결합된 상태에서 소정 방향으로 회전하면, 이웃하는 다른 전극 모듈(251)의 결합핀(56) 및 곡면부가 결합홀(257) 내부에서 회동하고, 이웃하는 다른 전극 모듈

(251)이 회전한다.

[0142] 이때, 결합핀(56)이 제 1 결합홀(257a) 내부에서 자유로이 회동할 수 있도록, 결합핀(56)의 외측면와 제 1 결합홀(257a)의 내주면은 전체적으로 유사한 형상을 가지되, 제 1 결합홀(257a)의 내경은 대응하는 위치의 결합핀(56)의 외경보다 크게 형성될 수 있다.

[0143] 마찬가지로, 곡면부가 제 2 결합홀(257b) 내부에서 자유로이 회동할 수 있도록, 곡면부의 외측면와 제 2 결합홀(257b)의 내주면은 전체적으로 유사한 형상을 가지되, 제 2 결합홀(257b)의 내경은 대응하는 위치의 곡면부의 외경보다 크게 형성될 수 있다.

[0144] 본 변형예에 따르면, 전극 모듈(251)의 모듈 몸체(252)가 곡면부를 가지므로, 전극 어레이가 달팽이관에 삽입되는 과정 및 삽입된 후에 전극 모듈(251)에 의하여 달팽이관에 인가되는 물리적인 자극을 최소화할 수 있다.

[0145] 또한, 본 변형예에서 곡면부의 적어도 일부는 이웃하는 다른 전극 모듈(251)의 결합홀(257)에 삽입되어 회동하므로, 복수의 전극 모듈(251)이 콤팩트하게 연결될 수 있으며, 복수의 전극 모듈(251)이 상대적으로 회전하는 과정에서 전극 모듈(251) 사이 공간에 달팽이관의 조직이 개재되어 끼는 등 물리적인 손상을 방지할 수 있다.

[0146] 이하에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치의 제조방법을 설명하도록 한다. 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치와 관련하여 이미 설명한 내용은 그 자세한 설명을 생략하도록 한다.

[0147] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치의 제조방법의 흐름도이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치의 제조방법은 앞서 설명한 청력 보조 장치를 제조하는데 이용될 수 있다.

[0148] 도 13을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 보조 장치의 제조방법에서는 달팽이관의 구조를 스캐닝하고(S100), 스캐닝된 달팽이관의 구조의 상태를 분석한다(S200).

[0149] 이때, 달팽이관의 구조를 분석하는 단계(S200)에서는 달팽이관의 곡률, 높이, 내경 등을 분석할 수 있으며, 달팽이관의 상태를 분석하는 단계(S200)에서는 유모세포가 손상된 부분을 분석할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0150] 다시 도 13을 참조하면, 본 실시예에 따른 제조방법에서는 분석된 달팽이관의 구조 및 상태를 기초로 달팽이관에 삽입되는 전극 모듈의 개별적인 형상을 결정한다(S300). 이때, 복수의 전극 모듈 각각의 형상은 전극 모듈이 삽입되는 달팽이관의 일부분의 형상에 대응하도록 개별적으로 결정될 수 있다.

[0151] 본 실시예에 의하면, 복수의 전극 모듈 각각의 형상을 전극 모듈(51)이 삽입되는 달팽이관의 일부분에 대응되도록 형성함으로써, 달팽이관에 인가되는 물리적인 자극을 최소화할 수 있다.

[0152] 또한, 본 실시예에 따른 제조방법에서는 분석된 달팽이관의 구조 및 상태를 기초로 달팽이관의 각 부분 중 전류를 방출하기 위한 전극이 위치되는 부분을 결정한다(S300).

[0153] 이때, 전극이 위치되는 부분은 유모세포가 손상되어 신경세포에 전기 자극을 인가할 필요성이 있는 부분으로 결정될 수 있다. 이를 통해, 복수의 전극 모듈 중 전극이 구비되는 적어도 하나의 전극 모듈이 선택될 수 있다.

[0154] 또한, 본 실시예에 따른 제조방법에서는 분석된 달팽이관의 구조 및 상태를 기초로 달팽이관의 각 부분 중 치료용 조성물이 투여될 필요가 있는 부분과 투여되는 치료용 조성물의 종류를 결정하는 단계가 더 수행될 수 있다.

[0155] 이를 통해, 복수의 전극 모듈 중 약물 수용부가 구비되는 적어도 하나의 전극 모듈이 선택될 수 있다. 또한, 약물 수용부에 수용되는 치료용 조성물 및 치료용 조성물이 포함하는 치료용 물질이 선택될 수 있다.

[0156] 다시 도 13을 참조하면, 본 실시예에 따른 제조방법에서는 결정된 전극 모듈의 형상, 전극의 위치, 약물 수용부의 위치 및 치료용 조성물의 종류를 토대로 3D 프린팅 공정을 이용하여 복수의 전극 모듈을 형성한다(S400).

[0157] 전극 모듈의 제조에 이용되는 3D 프린팅 공정은 이광자 중합반응을 이용하는 DLW 방식의 3D 프린팅 공정으로 이루어질 수 있다. 이에 따라, 미소한 크기의 달팽이관에 삽입되는 전극 모듈의 미세 구조를 용이하게 형성할 수 있다.

[0158] 전극 모듈을 제조하는 3D프린팅 공정에는 생체적합성 폴리머(예를 들어, 실리콘 엘라스토머) 및 생체적합성 광개시제가 소정의 비율로 혼합된 혼합물(또는, 포토레지스트)이 이용될 수 있다. 이때, 혼합물(또는, 포토레지스트)은 치료용 조성물(또는, 치료용 물질)을 더 포함할 수 있다. 물론, 혼합물(또는, 포토레지스트)은 생분해성 고분자도 함께 포함할 수 있을 것이다.

[0159] 이에 따라, 시간이 경과하며 전극 모듈에서 치료용 조성물(또는, 치료용 물질)이 지속적으로 방출될 수 있으므로, 별도의 추가적인 구성요소 없이 달팽이관에 약물(또는, 치료용 물질)을 지속적으로 투여할 수 있다.

[0160] 이때, 전극이 위치되어야 할 부분에 삽입되는 전극 모듈(즉, 전극을 구비하도록 선택된 전극 모듈)에는 전극이 실장되고, 치료용 조성물이 투여되어야 할 부분에 삽입되는 전극 모듈(즉, 약물 수용부를 구비하도록 선택된 전극 모듈)에는 약물 수용홈이 형성된다.

[0161] 이와 같이, 본 실시예에 따르면, 사용자의 청력을 효율적으로 보조할 수 있고, 청력 보조 장치의 제조 비용을 절감할 수 있으며, 불필요한 부분에 전기 자극이 인가됨에 따른 부작용을 방지할 수 있다.

[0162] 다시 도 13을 참조하면, 본 실시예에 따른 제조방법에서는 전극 모듈 형성 단계(S400)에서 형성된 약물 수용홈에 약물(또는, 치료용 조성물)을 탑재한다(S500). 이때, 약물(또는, 치료용 조성물)은 잉크젯 방식으로 탑재될 수 있다.

[0163] 치료용 조성물은 생분해성 고분자 및 치료용 물질을 포함할 수 있다. 이에 따라, 약물 수용부로부터 치료용 조성물이 소정 시간동안 지속적으로 방출될 수 있다.

[0164] 한편, 형성된 약물 수용홈에는 앞서 결정된 특정한 종류의 약물(또는, 치료용 조성물)이 탑재된다. 이에 의해, 청력 보조 장치의 제조 비용을 절감할 수 있고, 치료가 필요한 부분에 다른 치료용 조성물이 투여되어 발생하는 부작용을 방지할 수 있으며, 효율적이고 집중적인 치료를 수행할 수 있다.

[0165] 다시 도 13을 참조하면, 본 실시예에 따른 제조방법에서는 전극 모듈 형성 단계(S400)에서 형성되고, 약물 탑재 단계(S500)에서 치료용 조성물이 탑재된 복수의 전극 모듈을 전극 모듈의 위치를 결정한 단계(S300)에서 결정된 배열에 따라 연결하여 전극 어레이를 형성하고(S600), 음향처리기, 송신기, 수신기 및 배선부를 결합한다(S700).

[0166] 이때, 복수의 전극 모듈은 볼 조인트 방식으로 연결된다. 이에 따라, 본 실시예에 의하면, 복수의 전극 모듈은 서로 상대 회전의 자유도가 전방향으로 부여되므로, 전극 어레이가 달팽이관에 삽입될 때 및 삽입된 후에, 달팽이관에 인가되는 물리적인 자극을 최소화할 수 있다.

[0167] 이상에서 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

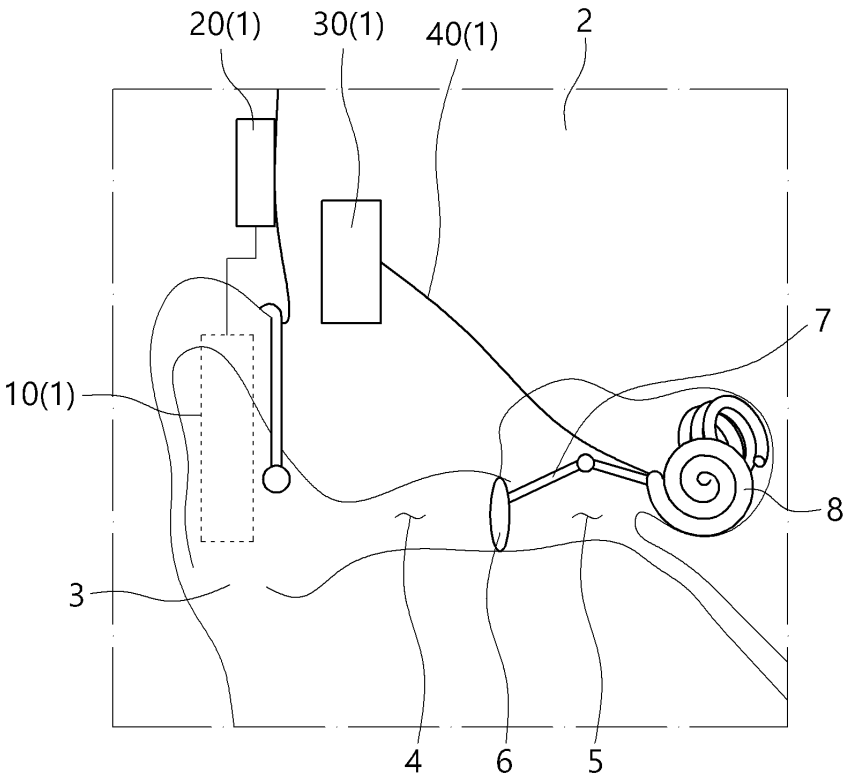
부호의 설명

[0168]

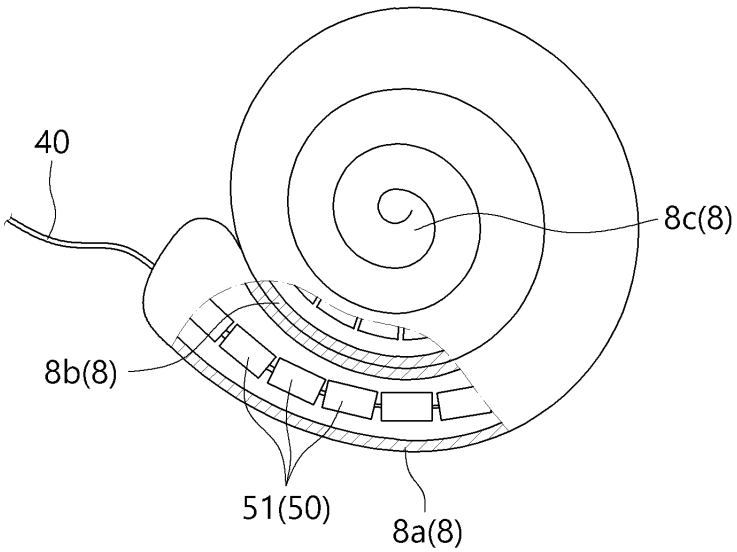
1: 청력 보조 장치	2: 머리
3: 귀	4: 외이도
5: 중이강	6: 고막
7: 청소골	8: 달팽이관
10: 음향처리기	20: 송신기
30: 수신기	40: 배선부
50 150 250: 전극 어레이	

도면

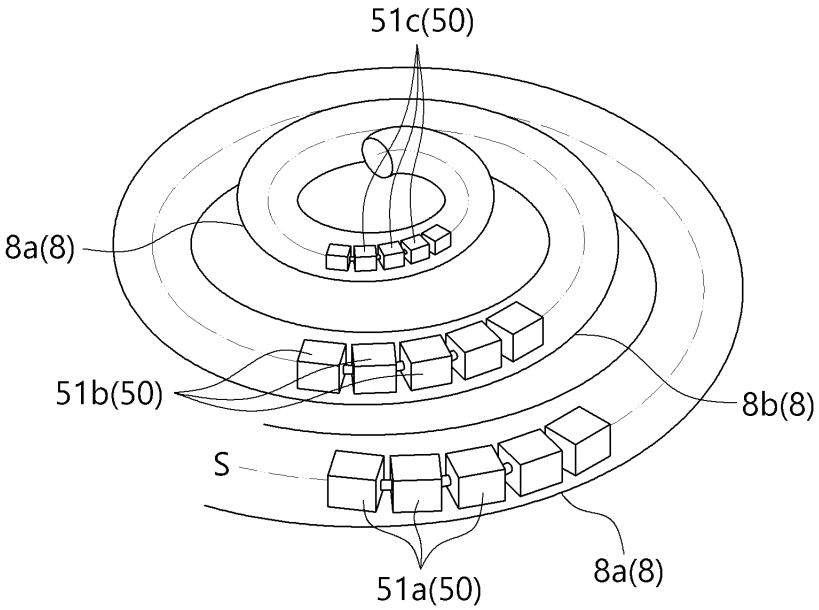
도면1



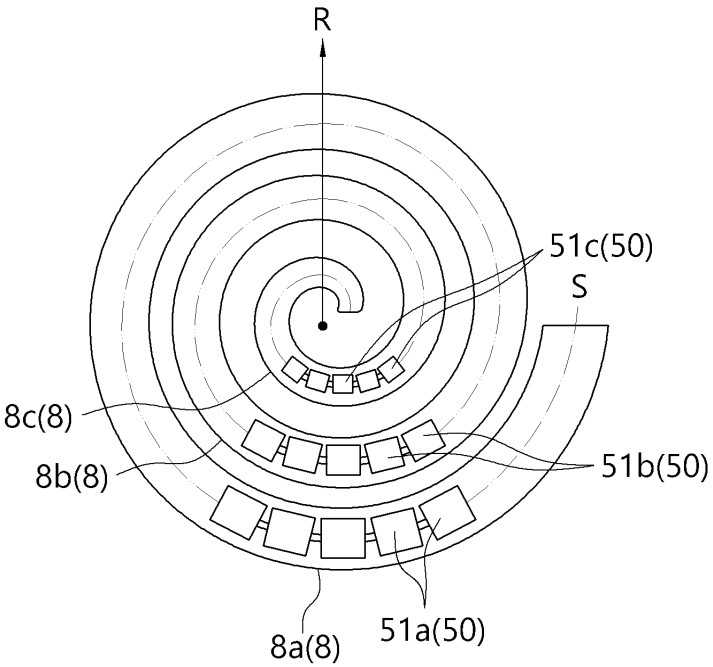
도면2



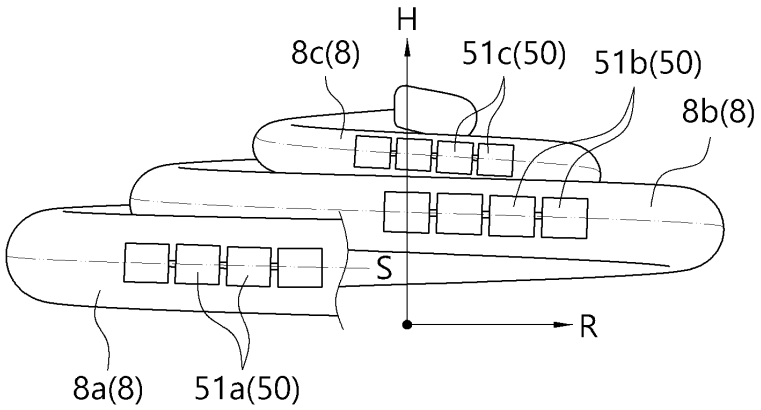
도면3


51c(50)
8a(8)
51b(50)
8b(8)
S
51a(50)
8a(8)

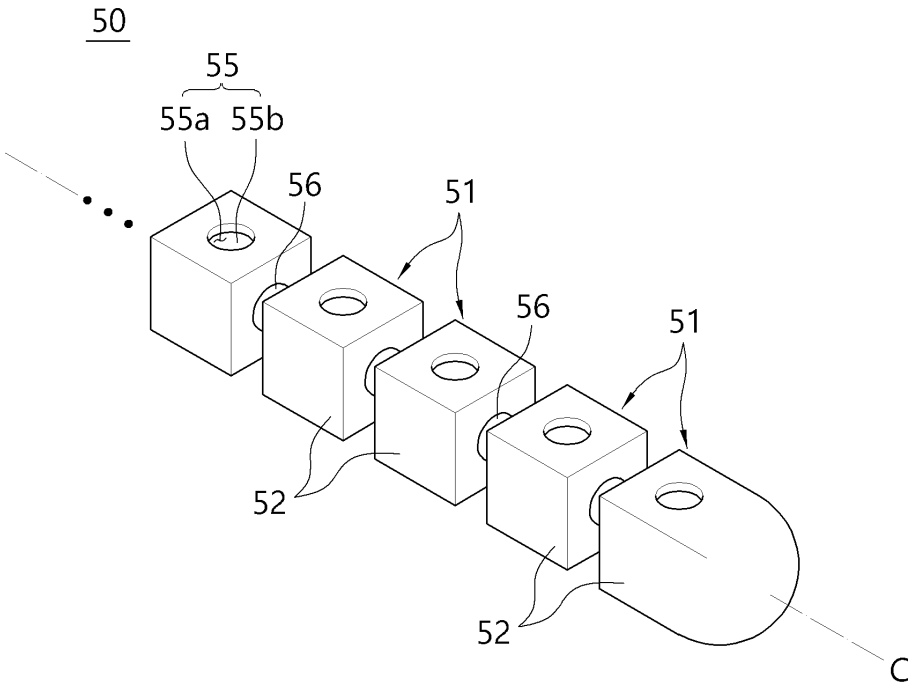
도면4


R
51c(50)
S
8c(8)
8b(8)
51b(50)
8a(8)
51a(50)

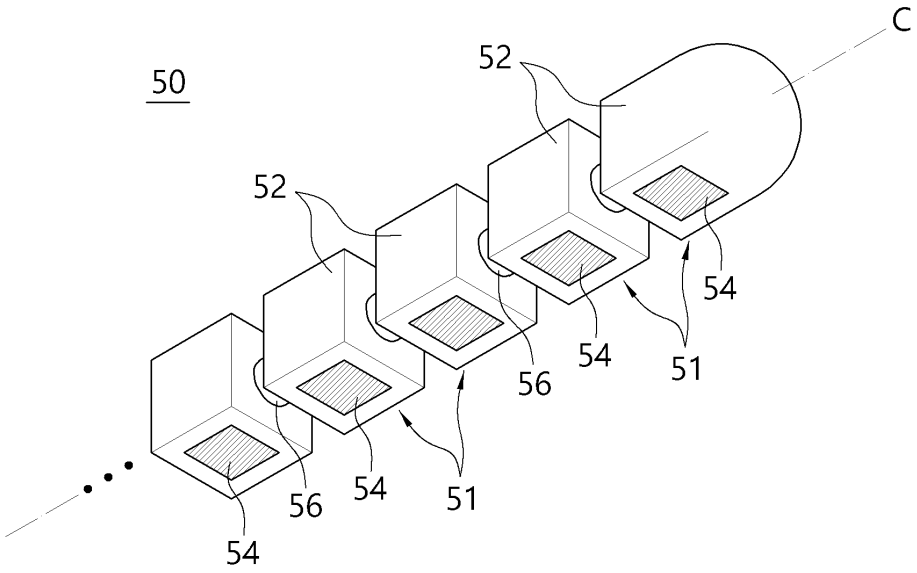
도면5


H
8c(8)
51c(50)
51b(50)
8b(8)
S
R
8a(8)
51a(50)

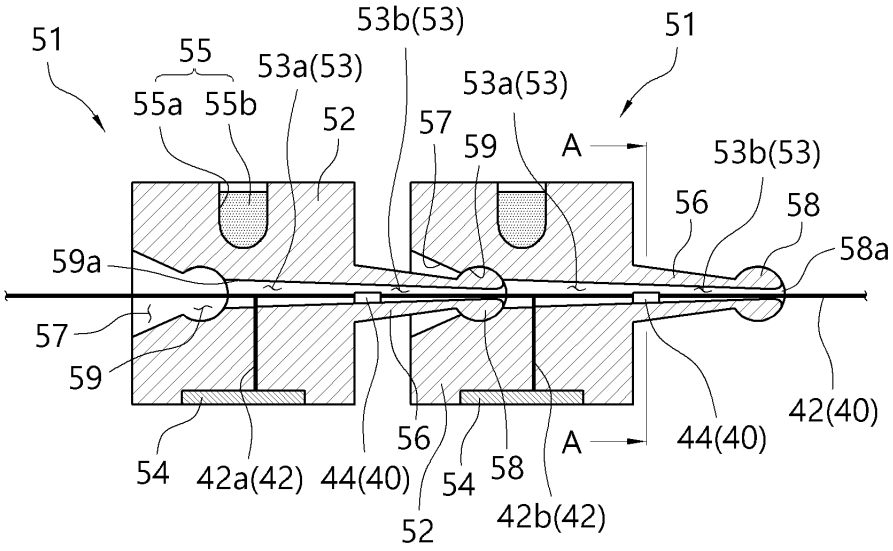
도면6


50
55
55a
55b
56
51
56
51
52
52
C

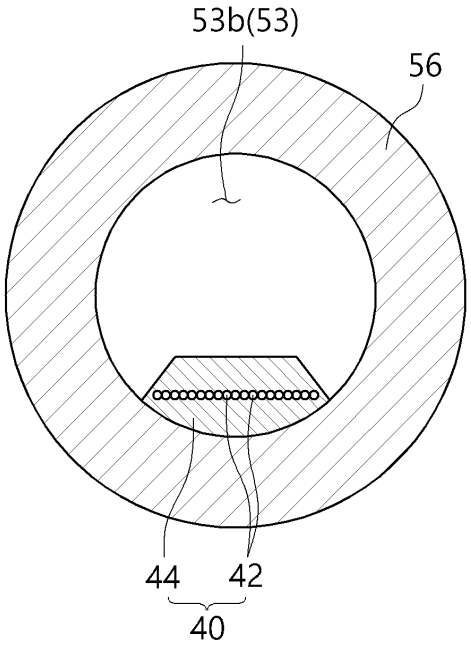
도면7


C
50
52
52
54
56
54
51
56
54
51
54

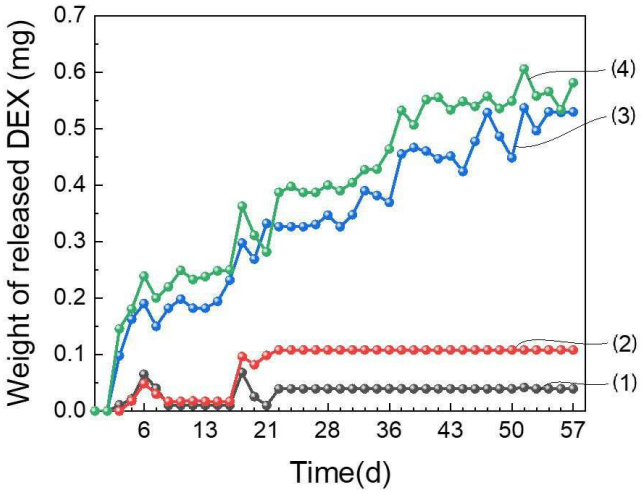
도면8


51
55
55a
55b
53a(53)
52
53b(53)
57
59
53a(53)
51
A
53b(53)
56
58
58a
59a
57
59
54
42a(42)
44(40)
56
52
54
58
42b(42)
A
44(40)
42(40)

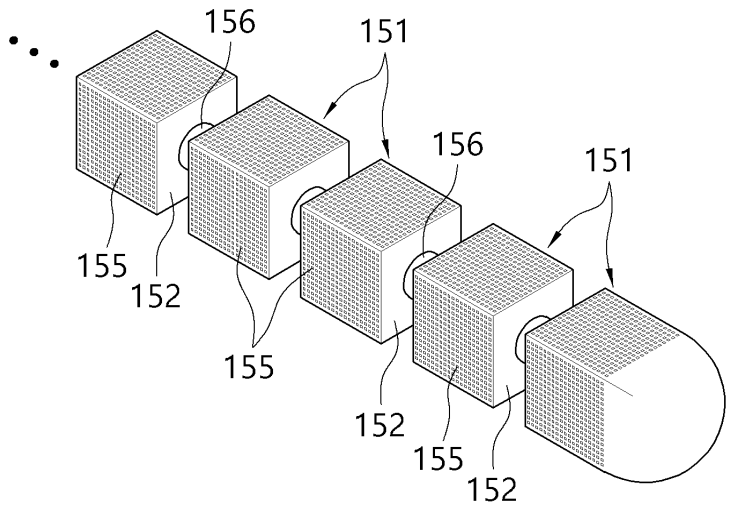
도면9


53b(53)
56
44
42
40

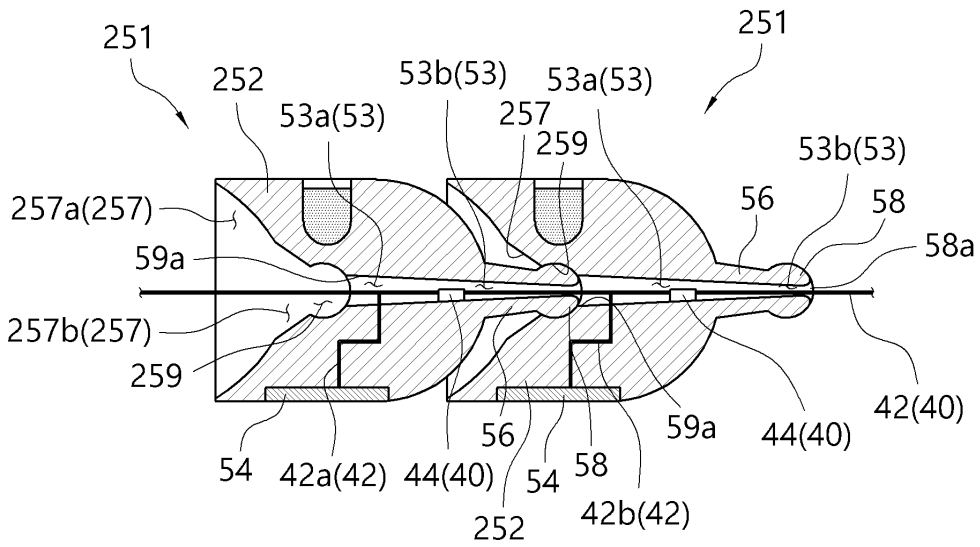
도면10


Weight of released DEX (mg)
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
6
13
21
28
36
43
50
57
Time(d)
(4)
(3)
(2)
(1)

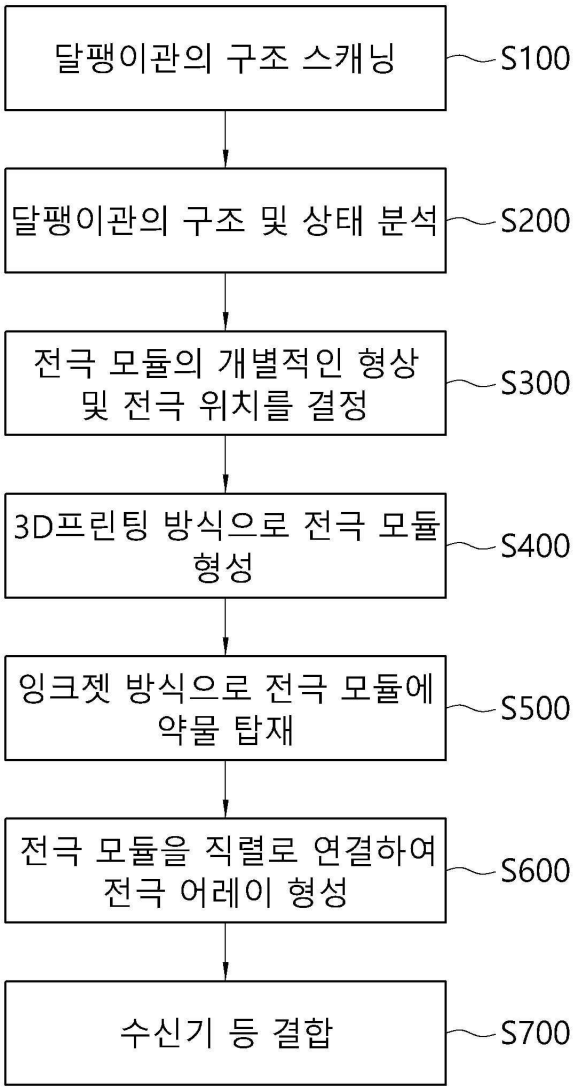
도면11


150
156
151
156
151
155
152
155
152
155
152

도면12


250
251
252
53a(53)
53b(53)
257
259
53a(53)
251
53b(53)
56
58
58a
257a(257)
59a
257b(257)
259
54
42a(42)
44(40)
56
252
54
58
42b(42)
59a
44(40)
42(40)

도면13


달팽이관의 구조 스캐닝
S100
달팽이관의 구조 및 상태 분석
S200
전극 모듈의 개별적인 형상 및 전극 위치를 결정
S300
3D프린팅 방식으로 전극 모듈 형성
S400
잉크젯 방식으로 전극 모듈에 약물 탑재
S500
전극 모듈을 직렬로 연결하여 전극 어레이 형성
S600
수신기 등 결합
S700