



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0135780
(43) 공개일자 2022년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/27 (2016.01) H01F 38/14 (2006.01)
H01Q 9/28 (2018.01) H01Q 9/40 (2006.01)
H02J 50/80 (2016.01) H04B 5/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H02J 50/27 (2016.02)
H01F 38/14 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0041908
(22) 출원일자 2021년03월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자
이재천
서울특별시 서초구 효령로 391, 103동 606호 (서초동, 서초그랑자이)

배치성
경기도 성남시 수정구 고등로 34, 219동 1303호 (고등동, 호반써밋 판교밸리)

김상준
경기도 화성시 동탄문화센터로 38, 411동 702호 (반송동, 동탄솔빛마을 서해그랑블아파트)

(74) 대리인
특허법인 무한

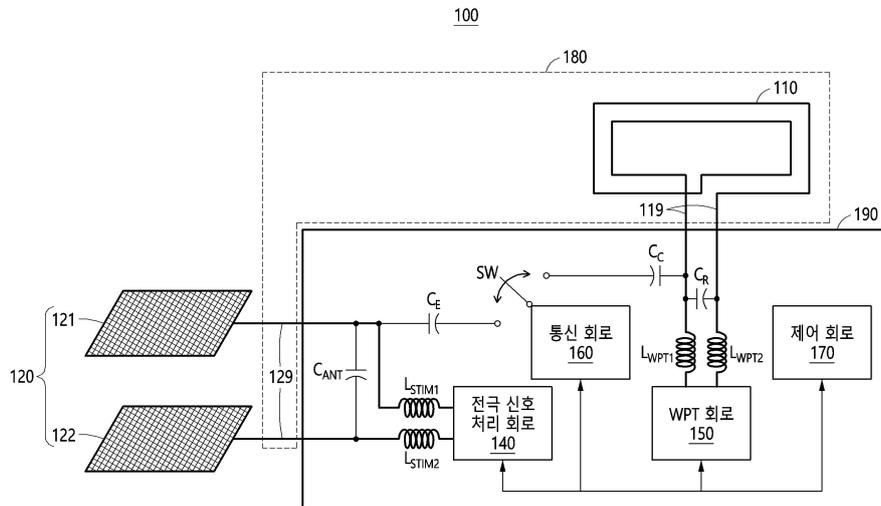
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 무선 전력 수신, 무선 통신, 및 전기 자극을 수행하는 장치 및 방법

(57) 요약

전극 동작, 무선 전력 수신, 및 무선 통신을 수행하는 방법 및 장치가 개시된다. 일 실시예에 따른 전자 장치는 제1 주파수 대역에서 외부 전극을 동작시키고, 제2 주파수 대역에서 외부 코일을 통해 무선 전력을 수신하며, 제3 주파수 대역에서 외부 전극 및 외부 코일 중 적어도 하나를 안테나로서 동작시켜 무선 통신을 수행할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01Q 9/285 (2013.01)

H01Q 9/40 (2013.01)

H02J 50/80 (2016.02)

H04B 5/0037 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전자 장치에 있어서,

하우징의 외부에 배치되는 제1 코일 파트(first coil part) 및 제2 코일 파트(second coil part)를 포함하고, 한 쌍(single pair)의 피드쓰루를 통해 상기 하우징 내의 통신 회로, 무선 전력 전송 회로, 및 전극 신호 처리 회로와 연결되는 외부 코일;

상기 하우징의 외부에 배치되고, 상기 제1 코일 파트 및 상기 제2 코일 파트 사이에 연결되는 외부 커패시터;

상기 외부 커패시터의 일단에서 상기 제1 코일 파트와 연결되는 제1 전극; 및

상기 외부 커패시터의 타단에서 상기 제2 코일 파트와 연결되는 제2 전극;

을 포함하는 전자 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 코일 파트는,

상기 외부 커패시터의 상기 일단과 상기 한 쌍의 피드쓰루 중 제1 피드쓰루 사이에 직렬로 연결되고,

상기 제2 코일 파트는,

상기 외부 커패시터의 상기 타단과 상기 한 쌍의 피드쓰루 중 제2 피드쓰루 사이에 직렬로 연결되며,

상기 제1 코일 파트 및 상기 제2 코일 파트의 임피던스는 서로 동등한(equivalent) 임피던스를 갖는,

전자 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전극 신호 처리 회로는,

상기 제1 코일 파트와 인덕터를 통해 연결되고, 상기 제2 코일 파트와 다른 인덕터를 통해 연결되며, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극으로의 전극 신호의 인가 및 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극으로부터 전극 신호의 센싱 중 적어도 하나를 수행하는,

전자 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 전극 신호 처리 회로에 연결된 상기 인덕터 및 상기 다른 인덕터는,

상기 외부 코일 및 상기 전극 신호 처리 회로 사이에서 제1 주파수 대역의 전극 신호를 통과시키고, 상기 제1 주파수 대역보다 높은 나머지 주파수 대역의 전극 신호를 차단하는,

전자 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 무선 전력 전송 회로는,

서로 직렬로 연결된 인덕터 및 커패시터를 통해 상기 제1 코일 파트와 연결되고, 서로 직렬로 연결된 다른 인덕터 및 다른 커패시터를 통해 상기 제2 코일 파트와 연결되며, 상기 외부 코일을 통해 외부로부터 무선 전력을 수신하는,

전자 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 서로 직렬로 연결된 인덕터 및 커패시터의 조합과 상기 서로 직렬로 연결된 다른 인덕터 및 상기 다른 커패시터의 조합은,

상기 외부 코일 및 상기 무선 전력 전송 회로 사이에서 제1 주파수 대역 및 제3 주파수 대역 사이의 제2 주파수 대역의 전력을 수신하고, 상기 제1 주파수 대역의 전극 신호 및 상기 제3 주파수 대역의 통신 신호를 차단하는,

전자 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 통신 회로는,

상기 제1 코일 파트와 커패시터를 통해 연결되고, 상기 제2 코일 파트와 다른 커패시터를 통해 연결되며,

상기 외부 코일, 상기 제1 전극, 및 상기 제2 전극 중 적어도 하나를 이용하여 외부 장치와 통신을 수행하는,

전자 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 통신 회로에 연결된 상기 커패시터 및 상기 다른 커패시터는,

상기 외부 코일 및 상기 통신 회로 사이에서 제1 주파수 대역의 전극 신호 및 상기 제1 주파수 대역보다 높은 제2 주파수 대역의 전력을 차단하고, 상기 제2 주파수 대역보다 높은 제3 주파수 대역의 통신 신호를 통과시키는,

전자 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은,

상기 하우징의 외부에 배치된 상기 외부 커패시터를 기준으로 서로 반대편에 배치되는,
전자 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 2 cm 이상 이격되는,
전자 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,
상기 외부 코일이 배치된 평면에서 상기 외부 코일이 차지하는 평면 영역과 상기 하우징이 차지하는 영역 간에 중첩되는 면적이 임계 면적 이하인,
전자 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,
상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은,
상기 하우징을 기준으로 같은 측에 배치되고, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 위치한 베타 세포(beta cell)에 전극 신호를 제공하는,
전자 장치.

청구항 13

전자 장치에 있어서,
하우징의 외부에 배치되는 외부 코일 및 외부 전극 중 적어도 하나의 외부 소자;
상기 적어도 하나의 외부 소자와 커패시터를 통해 직렬로 연결되고, 통신 주파수 대역에서 상기 적어도 하나의 외부 소자를 모노폴 안테나 및 다이폴 안테나 중 하나로서 동작시키는 통신 회로; 및
상기 적어도 하나의 외부 소자와 인덕터를 통해 직렬로 연결되는 추가 회로
를 포함하는 전자 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,
상기 추가 회로는,
상기 외부 코일과 인덕터를 통해 직렬로 연결되는 무선 전력 전송 회로
를 포함하고,
상기 전자 장치는,

상기 외부 코일의 양단 사이에 연결된 제1 내부 커패시터를 더 포함하는 전자 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,
상기 외부 전극은,
제1 전극 및 제2 전극의 쌍을 포함하고,
상기 추가 회로는,
상기 제1 전극과 인덕터를 통해 직렬로 연결되고, 상기 제2 전극과 다른 인덕터를 통해 직렬로 연결되는 전극 신호 처리 회로를 포함하는 전자 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,
상기 전자 장치는,
상기 제1 전극 및 제2 전극 사이에 연결된 제2 내부 커패시터를 더 포함하는 전자 장치.

청구항 17

제15항에 있어서,
상기 제1 전극은,
커패시터를 통해 상기 통신 회로와 직렬로 연결되고,
상기 제2 전극은,
다른 커패시터를 통해 상기 통신 회로와 직렬로 연결되는,
전자 장치.

청구항 18

제15항에 있어서,
상기 제1 전극은,
커패시터를 통해 상기 통신 회로와 직렬로 연결되고, 인덕터를 통해 상기 전극 신호 처리 회로와 연결되며,
상기 제2 전극은,
다른 커패시터를 통해 접지와 연결되고, 상기 전극 신호 처리 회로와 연결되는,
전자 장치.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 적어도 하나의 외부 소자는,

상기 외부 코일 및 상기 외부 전극을 둘 다 포함하고,

상기 통신 회로는,

상기 외부 코일 및 상기 외부 전극 둘 다와 연결되고, 상기 외부 코일을 이용한 통신 성능 및 상기 외부 전극을 이용한 통신 성능 중 높은 통신 성능을 나타내는 외부 소자를 선택하여 통신을 수행하는,

전자 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 적어도 하나의 외부 소자는,

상기 통신 회로와 연결되는 외부 안테나를 더 포함하고,

상기 통신 회로는,

상기 외부 코일, 상기 외부 전극, 및 상기 외부 안테나와 연결되며, 상기 외부 코일을 이용한 통신 성능, 상기 외부 전극을 이용한 통신 성능, 및 상기 외부 안테나를 이용한 통신 성능 중 가장 높은 통신 성능을 나타내는 외부 소자를 선택하여 통신을 수행하는,

전자 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래 실시예들은 무선 전력 수신, 무선 통신, 및 전기 자극을 수행하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인체 삽입형 디바이스는 인체에 삽입되어 생체 정보를 센싱하거나 치료를 위해 사용된다. 인체 삽입형 디바이스는 인체에 삽입되어야 하기 때문에 작은 부피를 요구한다. 인체 삽입형 디바이스는 탈부착이 어렵기 때문에 배터리를 교체하지 않고 체외에서 무선으로 전력이 공급된다. 인체에 삽입되어 무선으로 전력을 공급받는 동시에 인체에 자극 신호를 인가하기 위하여, 무선 전력 수신 장치에는 전기자극용 전극과 전력을 무선으로 수신하기 위한 코일이 요구된다.

[0003] 전술한 배경기술은 발명자가 본원의 개시 내용을 도출하는 과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 출원 전에 일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 일 실시예에 따른 전자 장치는, 하우징의 외부에 배치되는 제1 코일 파트(first coil part) 및 제2 코일 파트(second coil part)를 포함하고, 한 쌍(single pair)의 피드쓰루를 통해 상기 하우징 내의 통신 회로, 무선 전력 전송 회로, 및 전극 신호 처리 회로와 연결되는 외부 코일; 상기 하우징의 외부에 배치되고, 상기 제1 코일 파트 및 상기 제2 코일 파트 사이에 연결되는 외부 커패시터; 상기 외부 커패시터의 일단에서 상기 제1 코일 파트와 연결되는 제1 전극; 및 상기 외부 커패시터의 타단에서 상기 제2 코일 파트와 연결되는 제2 전극을 포함할 수 있다.

- [0005] 상기 제1 코일 파트는, 상기 외부 커패시터의 상기 일단과 상기 한 쌍의 피드쓰루 중 제1 피드쓰루 사이에 직렬로 연결되고, 상기 제2 코일 파트는, 상기 외부 커패시터의 상기 타단과 상기 한 쌍의 피드쓰루 중 제2 피드쓰루 사이에 직렬로 연결되며, 상기 제1 코일 파트 및 상기 제2 코일 파트의 임피던스는 서로 동등한(equivalent) 임피던스를 가질 수 있다.
- [0006] 상기 전극 신호 처리 회로는, 상기 제1 코일 파트와 인덕터를 통해 연결되고, 상기 제2 코일 파트와 다른 인덕터를 통해 연결되며, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극으로의 전극 신호의 인가 및 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극으로부터 전극 신호의 센싱 중 적어도 하나를 수행할 수 있다.
- [0007] 상기 전극 신호 처리 회로에 연결된 상기 인덕터 및 상기 다른 인덕터는, 상기 외부 코일 및 상기 전극 신호 처리 회로 사이에서 제1 주파수 대역의 전극 신호를 통과시키고, 상기 제1 주파수 대역보다 높은 나머지 주파수 대역의 전극 신호를 차단할 수 있다.
- [0008] 상기 무선 전력 전송 회로는, 서로 직렬로 연결된 인덕터 및 커패시터를 통해 상기 제1 코일 파트와 연결되고, 서로 직렬로 연결된 다른 인덕터 및 다른 커패시터를 통해 상기 제2 코일 파트와 연결되며, 상기 외부 코일을 통해 외부로부터 무선 전력을 수신할 수 있다.
- [0009] 상기 서로 직렬로 연결된 인덕터 및 커패시터의 조합과 상기 서로 직렬로 연결된 다른 인덕터 및 상기 다른 커패시터의 조합은, 상기 외부 코일 및 상기 무선 전력 전송 회로 사이에서 제1 주파수 대역 및 제3 주파수 대역 사이의 제2 주파수 대역의 전력을 수신하고, 상기 제1 주파수 대역의 전극 신호 및 상기 제3 주파수 대역의 통신 신호를 차단할 수 있다.
- [0010] 상기 통신 회로는, 상기 제1 코일 파트와 커패시터를 통해 연결되고, 상기 제2 코일 파트와 다른 커패시터를 통해 연결되며, 상기 외부 코일, 상기 제1 전극, 및 상기 제2 전극 중 적어도 하나를 이용하여 외부 장치와 통신을 수행할 수 있다.
- [0011] 상기 통신 회로에 연결된 상기 커패시터 및 상기 다른 커패시터는, 상기 외부 코일 및 상기 통신 회로 사이에서 제1 주파수 대역의 전극 신호 및 상기 제1 주파수 대역보다 높은 제2 주파수 대역의 전력을 차단하고, 상기 제2 주파수 대역보다 높은 제3 주파수 대역의 통신 신호를 통과시킬 수 있다.
- [0012] 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은, 상기 하우징의 외부에 배치된 상기 외부 커패시터를 기준으로 서로 반대편에 배치될 수 있다.
- [0013] 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 2 cm 이상 이격될 수 있다.
- [0014] 상기 외부 코일이 배치된 평면에서 상기 외부 코일이 차지하는 평면 영역과 상기 하우징이 차지하는 영역 간에 중첩되는 면적이 임계 면적 이하일 수 있다.
- [0015] 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은, 상기 하우징을 기준으로 같은 측에 배치되고, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 위치한 베타 세포(beta cell)에 전극 신호를 제공할 수 있다.
- [0016] 다른 일 실시예에 따른 전자 장치는, 하우징의 외부에 배치되는 외부 코일 및 외부 전극 중 적어도 하나의 외부 소자; 상기 적어도 하나의 외부 소자와 커패시터를 통해 직렬로 연결되고, 통신 주파수 대역에서 상기 적어도 하나의 외부 소자를 모노폴 안테나 및 다이폴 안테나 중 하나로서 동작시키는 통신 회로; 및 상기 적어도 하나의 외부 소자와 인덕터를 통해 직렬로 연결되는 추가 회로를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 추가 회로는, 상기 외부 코일과 인덕터를 통해 직렬로 연결되는 무선 전력 전송 회로를 포함하고, 상기 전자 장치는, 상기 외부 코일의 양단 사이에 연결된 제1 내부 커패시터를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 외부 전극은, 제1 전극 및 제2 전극의 쌍을 포함하고, 상기 추가 회로는, 상기 제1 전극과 인덕터를 통해 직렬로 연결되고, 상기 제2 전극과 다른 인덕터를 통해 직렬로 연결되는 전극 신호 처리 회로를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 전자 장치는, 상기 제1 전극 및 제2 전극 사이에 연결된 제2 내부 커패시터를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 제1 전극은, 커패시터를 통해 상기 통신 회로와 직렬로 연결되고, 상기 제2 전극은, 다른 커패시터를 통해 상기 통신 회로와 직렬로 연결될 수 있다.
- [0021] 상기 제1 전극은, 커패시터를 통해 상기 통신 회로와 직렬로 연결되고, 인덕터를 통해 상기 전극 신호 처리 회로와 연결되며, 상기 제2 전극은, 다른 커패시터를 통해 접지와 연결되고, 상기 전극 신호 처리 회로와 연결될

수 있다.

[0022] 상기 적어도 하나의 외부 소자는, 상기 외부 코일 및 상기 외부 전극을 둘 다 포함하고, 상기 통신 회로는, 상기 외부 코일 및 상기 외부 전극 둘 다와 연결되고, 상기 외부 코일을 이용한 통신 성능 및 상기 외부 전극을 이용한 통신 성능 중 높은 통신 성능을 나타내는 외부 소자를 선택하여 통신을 수행할 수 있다.

[0023] 상기 적어도 하나의 외부 소자는, 상기 통신 회로와 연결되는 외부 안테나를 더 포함하고, 상기 통신 회로는, 상기 외부 코일, 상기 외부 전극, 및 상기 외부 안테나와 연결되며, 상기 외부 코일을 이용한 통신 성능, 상기 외부 전극을 이용한 통신 성능, 및 상기 외부 안테나를 이용한 통신 성능 중 가장 높은 통신 성능을 나타내는 외부 소자를 선택하여 통신을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 2 내지 도 5는 일 실시예에 따른 코일을 이용하여 무선 전력 전송 및 무선 통신을 수행하는 전자 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.

도 6내지 도 8은 일 실시예에 따른 전극을 이용하여 전기 자극 및 무선 통신을 수행하는 전자 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.

도 9 내지 도 11은 일 실시예에 따라 전기 자극 및 다이폴 구조로 무선 통신을 수행하는 전자 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.

도 12 내지 도 14는 일 실시예에 따라 전기 자극 및 모노폴 구조로 무선 통신을 수행하는 전자 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.

도 15 및 도 16은 일 실시예에 따라 코일, 전극, 및 안테나를 포함하는 전자 장치를 설명하는 도면이다.

도 17 내지 도 20은 일 실시예에 따라 코일 및 전극이 통합된 구조를 갖는 전자 장치를 설명하는 도면이다.

도 21 및 도 22는 일 실시예에 따른 뇌 자극기 장치를 설명하는 도면이다.

도 23 내지 도 26은 일 실시예에 따른 생체 전자약 장치를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0026] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0028] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로써 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0030] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한

다.

- [0031] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 장치의 구성을 도시한 도면이다.
- [0032] 일 실시예에 따른 전자 장치(100)는 전기 자극(electric stimulation), 무선 전력 수신(wireless power reception), 및 무선 통신(wireless communication)을 수행할 수 있다. 전자 장치(100)는 외부 소자, 통신 회로(160), 및 추가 회로를 포함할 수 있다. 외부 소자는 하우징(190)의 외부에 배치되는 소자로서, 외부 코일(110) 및 외부 전극 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 외부 전극은 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)을 포함하는 전극 쌍(120)일 수 있다. 추가 회로는 무선 통신 외의 다른 기능(예: 전기 자극 및 무선 전력 수신)을 위한 회로로서, 예를 들어, 전극 신호 처리 회로(140) 및 무선 전력 전송 회로(WPT circuit, wireless power transfer circuit)(150)를 포함할 수 있다. 전자 장치(100)는 제어 회로(170)도 포함할 수 있다.
- [0033] 통신 회로(160)는 전술한 적어도 하나의 외부 소자와 커패시터를 통해 직렬로 연결될 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(100)가 복수의 외부 소자들을 포함할 수 있고, 외부 코일(110)은 제1 단에서 커패시터(C_c)를 통해 통신 회로(160)와 직렬로 연결되며, 전극 쌍(120)은 커패시터(C_e)를 통해 통신 회로(160)와 직렬로 연결될 수 있다. 통신 회로(160)는 스위치(SW)에 의해 복수의 외부 소자들 중 하나에 선택적으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 통신 회로(160)는 스위치(SW)에 의해 전극 쌍(120)에 연결되거나, 외부 코일(110)에 연결될 수 있다.
- [0034] 또한, 통신 회로(160)는 통신 주파수 대역에서 적어도 하나의 외부 소자를 모노폴 안테나 및 다이폴 안테나 중 하나로서 동작시킬 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(100)가 복수의 외부 소자들을 포함하는 경우, 복수의 외부 소자들 중 통신 회로(160)와 연결된 소자가 모노폴 안테나 및 다이폴 안테나 중 하나로서 동작할 수 있다.
- [0035] 추가 회로는 전술한 적어도 하나의 외부 소자와 인덕터를 통해 직렬로 연결될 수 있다. 예를 들어, 전극 신호 처리 회로(140)는 인덕터들(L_{STIM1}, L_{STIM2})을 통해 전극 쌍(120)과 직렬로 연결될 수 있다. 제1 전극(121)이 인덕터(L_{STIM1})를 통해 전극 신호 처리 회로(140)와 직렬로 연결되고, 제2 전극(122)이 인덕터(L_{STIM2})를 통해 전극 신호 처리 회로(140)와 직렬로 연결될 수 있다. 다른 예를 들어, 무선 전력 전송 회로(150)는 인덕터들(L_{WPT1}, L_{WPT2})을 통해 외부 코일(110)과 직렬로 연결될 수 있다. 외부 코일(110)의 제1 단이 인덕터(L_{WPT1})를 통해 무선 전력 전송 회로(150)와 직렬로 연결되고, 외부 코일(110)의 제2 단이 인덕터(L_{WPT2})를 통해 무선 전력 전송 회로(150)와 직렬로 연결될 수 있다.
- [0036] 제어 회로(170)는 전술한 전극 신호 처리 회로(140), 무선 전력 전송 회로(150), 및 통신 회로(160)의 동작을 제어할 수 있다. 또한, 제어 회로(170)는 스위치(SW)를 통해 통신 회로(160)를 외부 코일(110) 또는 전극 쌍(120)에 연결할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로(170)는 무선 전력 전송 회로(150)로부터 수신된 전력의 분배 및 배터리의 충전을 관리할 수 있다. 제어 회로(170)는 무선 통신 회로(160)를 통하여 생체 센싱 정보의 송신 및 자극 파라미터의 수신을 수행할 수 있다. 제어 회로(170)는 전극 신호 처리 회로(140)를 자극 파라미터에 따라 동작시켜 전극에 자극 파라미터에 따른 전압 및/또는 전류를 인가할 수 있다. 제어 회로(170)는 전극 신호 처리 회로(140)를 통해 전극에 인가되는 전압 및 전류를 센싱할 수 있다.
- [0037] 전극 신호 처리 회로(140)는 외부 소자 중 외부 전극을 이용하여 객체(예를 들어, 인체, 체내 조직 및/또는 체내 물질)에 전기 자극을 적용하거나, 객체로부터 생체 정보를 센싱할 수 있다. 전극 신호 처리 회로(140)는 제1 주파수 대역의 전기 신호를 인가하거나, 제1 주파수 대역의 전기 신호를 센싱할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(100)는 제1 주파수 대역(예: 전기 자극 주파수 대역)에서 전극 쌍(120)을 통해 전기 자극 및/또는 생체 센싱을 수행할 수 있다. 후술하겠으나, 제1 주파수 대역에서 제2 내부 커패시터(C_{ANT})가 개방되고, 전자 장치(100)는 전극 쌍(120)의 제1 전극(121) 및 제2 전극(122) 사이에 전기장(E-field, electric field)을 형성함으로써 제1 전극(121) 및 제2 전극(122) 사이의 공간에 위치되는 객체(object)에 전기 자극을 가할 수 있다. 전기 자극의 대상이 되는 객체는 신체 조직, 뇌, 및 베타 세포(beta cell) 등일 수 있다. 전자 장치(100)는 전극 쌍(120)을 통해 생체 신호를 감지할 수도 있다. 전극 쌍(120)에 의한 전기 자극 및 생체 정보 센싱은 하기 도 7에서 설명한다. 참고로, 전극 신호 처리 회로(140)는 전극 쌍(120)을 통해 전기 자극 및 생체 신호 센싱 중 하나를 수행할 수 있다. 전기 자극 및 생체 신호 센싱 둘 다를 수행하기 위한 전극 신호 처리 회로(140)는 전기 자극 및 생체 신호 센싱 중 하나를 위한 전극 쌍(120)에 연결되고, 전기 자극 및 생체 신호 센싱 중 다른 하나를 위한 추가 전극 쌍(미도시됨)에 더 연결될 수도 있다. 예시적으로 전기 자극은 위한 전극은 자극 전극(stimulation electrode), 생체 센싱을 위한 전극은 센싱 전극(sensing electrode)으로 지칭될 수 있다.

- [0038] 무선 전력 전송 회로(150)는 외부 소자 중 외부 코일(110)을 이용하여 외부 장치로부터 무선 전력을 수신할 수 있다. 무선 전력 전송 회로(150)는 제2 주파수 대역으로 전송된 무선 전력을 수신할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(100)는 제2 주파수 대역(예: 무선 전력 전송 주파수 대역)에서 외부 코일(110)을 통해 외부 장치로부터 무선 전력을 수신할 수 있다. 외부 코일(110)에 의한 무선 전력 수신은 하기 도 3에서 설명한다. 참고로, 본 명세서에서는 무선 전력 전송 회로(150)가 주로 외부 장치(예를 들어, 스마트폰 등)로부터 무선 전력을 수신하는 동작을 수행하는 것으로 설명된다. 다만, 무선 전력 전송 회로(150)의 동작을 이로 한정하는 것은 아니고, 설계에 따라 외부로 무선 전력을 송신할 수도 있다.
- [0039] 통신 회로(160)는 외부 소자를 이용하여 외부 장치와 제3 주파수 대역에서 무선 통신을 수립할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(100)는 제3 주파수 대역(예: 통신 주파수 대역)에서 외부 코일(110) 및/또는 외부 전극을 안테나로서 동작시켜 외부 장치와 무선 통신 연결을 수립할 수 있다. 전자 장치(100)는 외부 코일(110) 및 전극 쌍(120) 중 스위치(SW)에 의해 통신 회로(160)에 연결된 외부 소자를 안테나로서 동작시킬 수 있다. 후술하겠으나, 제1 내부 커패시터(C_R) 및 제2 내부 커패시터(C_{ANT})가 제3 주파수 대역에서 단락(short)됨으로써 외부 코일(110) 및 전극 쌍(120)이 안테나로서 동작할 수 있다. 여기서, 전자 장치(100)가 외부 코일 및 외부 전극을 둘 다 포함하고 통신 회로(160)는 외부 코일 및 외부 전극 둘 다와 연결되며, 외부 코일을 이용한 통신 성능(communication performance) 및 외부 전극을 이용한 통신 성능 중 높은 통신 성능을 나타내는 외부 소자를 제어 회로(170)에 의해 선택하여 통신을 수행할 수도 있다. 참고로, 통신 성능은 선택된 외부 소자를 이용한 통신 수행 능력을 나타내는 척도(measure)로서, 예시적으로 수신 신호 세기, SNR(signal-to-noise ratio)와 같은 지표일 수 있다. 다만, 이로 한정하는 것은 아니고, 전자 장치(100)는 스위치(SW) 없이 외부 코일(110) 및 전극 쌍(120) 모두를 동시에 안테나로서 동작시킬 수도 있다.
- [0040] 다시 말해, 전자 장치(100)는 주파수 대역 별로 외부 코일(110)을 이용하여 무선 전력 수신 및 무선 통신을 수행할 수 있고, 전극 쌍(120)을 이용하여 전기 자극 및 무선 통신을 수행할 수 있다. 예시적으로 제1 주파수 대역은 0Hz 이상 1kHz 이하의 주파수 대역을 포함할 수 있고, 제2 주파수 대역은 0.1MHz 이상 20MHz 이하의 주파수 대역을 포함할 수 있으며, 제3 주파수 대역은 400 MHz 이상 10GHz 이하의 주파수 대역을 포함할 수 있다.
- [0041] 하우징(190)은 전극 신호 처리 회로(140), 무선 전력 전송 회로(150), 통신 회로(160), 및 제어 회로(170)를 수용할 수 있다. 하우징(190)은 예시적으로 티타늄과 같은 금속(metal) 재질로 구현될 수 있다. 전자 장치(100)는 하우징(190)에서 피드쓰루를 밀봉(seal)하는 몰딩(molding)(180)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 몰딩(180)은 외부 코일(110), 하우징(190)의 피드쓰루를 통과하는 외부 코일(110)의 도선부(119), 및 하우징(190)의 피드쓰루를 통과하는 전극 쌍(120)의 도선부(129)를 수용할 수 있다. 몰딩(180)은 외부 코일(110) 및 도선부들(119, 129)에 대한 액체(예를 들어, 체액)의 유입 및/또는 접촉을 차단할 수 있다. 또한, 전극 쌍(120)의 제1 전극(121)의 일면 및 제2 전극(122)의 일면은 액체 유입 및/또는 접촉에 노출될 수 있는 반면, 제1 전극(121)의 타면 및 제2 전극(122)의 타면이 몰딩(180)에 의해 커버될 수도 있다. 다만, 이로 한정하는 것은 아니고, 전극 쌍(120)의 각 전극의 양면이 모두 노출될 수도 있다.
- [0042] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(100)는 소형 하우징에 수용되어, 인체에 삽입될 수 있다. 전자 장치(100)는 객체에 대한 전기 자극을 통해 치료 동작을 수행할 수 있다. 전자 장치(100)는 외부 전극으로부터 생체 정보를 센싱할 수도 있다. 예를 들어, 외부 전극에서 외부 액체(예를 들어, 체액)와 접촉하는 면에 혈당과 반응하는 효소가 도포될 수 있고, 외부 전극에서 인체 내 혈당과 효소 간의 반응에 따른 전기 신호가 발생할 수 있다. 전자 장치(100)는 전송한 전기 신호를 생체 정보로서 센싱할 수 있다. 다만, 생체 정보를 이로 한정하는 것은 아니고, 전극을 통해 센싱될 수 있는 생체와 관련된 모든 정보로서, 예를 들어, 뇌파 신호, 생체 전기 신호, 심전도 신호, 생체 조직의 임피던스, 센싱 전극에 인가된 전압 및 전류 등을 포함할 수 있다. 전자 장치(100)는 인체 외부의 장치(예를 들어, 스마트폰 및 태블릿 등과 같은 스마트 기기)와 무선 통신을 수립하여, 센싱된 생체 정보를 전달하거나, 외부 장치로부터 생체 자극을 위한 파라미터(예를 들어, 전압 세기, 전류 세기, 및 전기 자극의 주파수 등)를 수신할 수도 있다. 또한, 전자 장치(100)는 외부 장치로부터 무선 전력을 외부 코일(110)을 통해 수신할 수도 있다.
- [0043] 별도 안테나 소자 없이도, 외부 코일(110) 또는 외부 전극이 2가지 기능을 위해 사용될 수 있으므로, 무선 통신을 위한 전자 장치(100)의 폼 팩터가 최소화될 수 있다. 또한, 외부 장치와의 통신을 위해 전파를 방사하는 외부 소자가 하우징(190)의 외부에 배치되므로, 전자 장치(100)는 최소화된 폼 팩터에서도 개선된 방사 성능을 가질 수 있다. 방사 성능의 증가로 인해 전력 소모도 감소될 수 있다. 전자 장치(100)는 제3 주파수 대역에서 통신을 수행하므로 1m 이상의 송수신 거리를 가질 수 있다. 전자 장치(100)는 스위치(SW)를 제어함으로써, 최

적 수신성능을 나타내는 외부 소자를 선택하여 안테나로서 동작시킬 수도 있다.

- [0044] 아래 도 2 내지 도 4에서는 통신 회로(160) 및 외부 코일(110)이 연결된 예시를 설명한다. 아래 도 6 내지 도 8에서는 통신 회로(160) 및 전극 쌍(120)이 연결된 예시를 설명한다. 다만, 전자 장치(100)의 회로를 도 1에 도시된 바로 한정하는 것은 아니다. 전자 장치(100)는 스위치(SW) 없이 외부 소자로서 외부 코일(110)만 가지는 회로 또는 전극 쌍(120)만 가지는 회로로 구현될 수도 있다. 외부 코일(110)만 가지는 회로는 도 2 내지 도 4에 도시된 회로에 대응하고, 외부 전극만 가지는 회로는 도 6 내지 도 8에 도시된 회로에 대응할 수 있다.
- [0045] 도 2 내지 도 5는 일 실시예에 따른 코일을 이용하여 무선 전력 수신 및 무선 통신을 수행하는 전자 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.
- [0046] 도 2는 통신 회로(260)에 외부 코일(210)이 연결된 예시적인 구조를 설명한다. 전자 장치는 추가 회로로서 무선 전력 전송 회로(250)를 포함할 수 있다. 무선 전력 전송 회로(250)는 외부 코일(210)과 외부 코일(210)의 양단에서 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})을 통해 직렬로 연결될 수 있다. 전자 장치는 외부 코일(210)의 양단 사이에 연결된 제1 내부 커패시터(C_R)를 포함할 수 있다. 다시 말해, 외부 코일(210)의 양단은 제1 내부 커패시터(C_R)에 의해 병렬로 연결될 수 있다. 제1 내부 커패시터(C_R)의 커패시턴스 및 외부 코일(210)의 인덕턴스에 의해 공진 주파수가 결정될 수 있다. 공진 주파수는 제2 주파수 대역 내에 속할 수 있다. 외부 코일(210)의 일단은 커패시터(C_c)를 통해 통신 회로(260)와 직렬로 연결될 수 있다. 제어 회로(270)는 무선 전력 전송 회로(250) 및 통신 회로(260)를 제어할 수 있다.
- [0047] 도 3은 제2 주파수 대역에서 도 2에 도시된 회로의 동작을 설명한다. 제2 주파수 대역은 예를 들어 0.1MHz 이상 20MHz 이하의 대역일 수 있다.
- [0048] 커패시터(C_c)는, 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 해당 커패시터(C_c)의 양단이 개방(open)되고 제3 주파수 대역에서 해당 커패시터(C_c)의 양단이 단락(short)되는, 제1 커패시턴스 범위 내 커패시턴스를 가질 수 있다. 커패시터(C_c)의 커패시턴스는 예시적으로 10pF 이상 100pF이하의 값일 수 있다. 예를 들어, 커패시터(C_c)는 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 양단의 전기적 연결을 분리(disconnect)할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 커패시터(C_c)는 외부 코일(310)로부터 통신 회로(360)를 분리할 수 있다.
- [0049] 또한, 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})은, 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})의 각각의 양단이 단락되고 제3 주파수 대역에서 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})의 양단이 개방되는, 제1 인덕턴스 범위 내 인덕턴스를 가질 수 있다. 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})의 인덕턴스는 예를 들어 10nH 이상 100nH 이하의 값일 수 있다. 예를 들어, 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})은 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 양단을 전기적으로 연결하고, 도 3에 도시된 바와 같이, 외부 코일(310) 및 무선 전력 전송 회로(350)를 연결할 수 있다.
- [0050] 무선 전력 전송 회로(350)는 외부 코일(310)의 인덕턴스 및 제1 내부 커패시터(C_R)의 커패시턴스에 기초하여 결정된 공진 주파수로 무선 전력 수신을 수행할 수 있다. 무선 전력 전송 회로(350)는 제어 회로(370)의 제어에 따라 외부 코일(310)을 통해 무선 전력을 수신할 수 있다. 외부 코일(310)은 외부 코일(310)의 평면에 수직하는 방향의 자기장(magnetic field)(H_{WPT})에 따른 무선 전력을 수신할 수 있다. 무선 전력 수신은 자기유도 방식, 자기공명 방식, 및/또는 전자기파 방식에 의해 수행될 수 있다.
- [0051] 도 4는 제3 주파수 대역에서 도 2에 도시된 회로의 동작을 설명한다. 제3 주파수 대역은 예를 들어 400MHz 이상 10GHz 사이의 대역일 수 있다. 제1 내부 커패시터(C_R)은, 제1 주파수 대역에서 제1 내부 커패시터(C_R)의 양단이 개방되고 제3 주파수 대역에서 제1 내부 커패시터(C_R)의 양단이 단락되는, 제2 커패시턴스 범위 내 커패시턴스를 가질 수 있다. 제1 내부 커패시터(C_R)의 커패시턴스는 예시적으로 0.1nF 이상 10nF 이하의 값일 수 있다. 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 내부 커패시터(C_R)는 제3 주파수 대역에서 양단을 전기적으로 단락시켜, 외부 코일(410)의 양단을 연결할 수 있다. 따라서, 외부 코일(410)은 일체형 금속으로 된 안테나(예를 들어, 모노폴(monopole) 안테나)로서 동작할 수 있다.
- [0052] 또한, 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})은 전술한 바와 같이 제3 주파수 대역에서 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})의 양단이 개방될 수

있다. 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2})은 외부 코일(410) 및 무선 전력 전송 회로(450) 간의 전기적 연결을 분리할 수 있다.

[0053] 통신 회로(460)는 외부 코일(410)을 통해 무선 통신을 위한 전파를 방사하거나, 외부 장치로부터 전파를 수신할 수 있다. 외부 코일(410)로부터 금속으로 된 하우징을 향하는 전기장(E_{RF})이 발생할 수 있다. 무선 전력 전송 회로(450)는 외부 코일(410)로부터 분리되었으므로 무선 통신 동작으로부터 배제될 수 있다. 제어 회로(470)는 제3 주파수 대역에서 통신 회로(460)를 작동시키고, 무선 전력 전송 회로(450)의 작동을 중지시킬 수 있다.

[0054] 도 5는 도 2 내지 도 4에서 전술한 회로들이 하우징(590) 및 몰딩(580) 내에 수용된 예시적인 형상을 도시한다. 예시적으로 전자 장치의 너비 $X=18.4\text{mm}$, 길이 $Y=23.2\text{mm}$, 높이 $H=4\text{mm}$ 의 폼 팩터로 구현될 수 있고, 외부 코일(510)은 $22\text{mm} \times 17\text{mm} \times 3\text{mm}$ 의 크기를 가질 수 있다. 송신 전력 0dBm 으로 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 의 매질(예를 들어, 생체) 내에 3cm 깊이로 삽입된 전자 장치로 신호를 방사한다고 가정할 시, 전자 장치에서 수신되는 신호의 평균 이득은 -35dB 로 나타날 수 있다. 수신전력 = 송신전력 + 안테나 이득 - 공간방사손실은, $-75\text{ dBm} = 0\text{ dBm} - 35\text{ dB} - 40\text{ dB}$ 로 나타날 수 있다. 다시 말해, 전술한 인덕터들(L_{WPT1} , L_{WPT2}), 제1 내부 커패시터(C_R), 및 커패시터(C_C)에 의한 전력 소모는 수신 전력의 1% 이하일 수 있다. 따라서 전자 장치는 수신 전력 감소가 최소화되면서도 소형화된 폼 팩터로 구현될 수 있다. 아울러, 전술한 외부 코일(510)이 모노폴 안테나로서 동작할 시, 전자 장치는 제3 주파수 대역 중 예시적으로 2.45GHz 에서 1m 이상의 송수신 거리를 나타낼 수 있다. 또한, 도 5에 도시된 바와 같이, 외부 코일(510)은 1쌍의 피드쓰루(예를 들어, 제1 피드쓰루 포트(501) 및 제2 피드쓰루 포트(502))를 통해 하우징(590) 내 회로들과 연결될 수 있다.

[0055] 참고로 전술한 예시는 인체 삽입을 위한 폼 팩터를 설명한 것으로, 작은 동물을 위해서는 $12\text{mm} \times 12\text{mm} \times 4\text{mm}$ 의 크기로 전자 장치가 구현될 수 있다. 이 경우에도, 성능 저하가 최소화되면서 소형화될 수 있다.

[0056] 도 6내지 도 8은 일 실시예에 따른 전극을 이용하여 전기 자극 및 무선 통신을 수행하는 전자 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.

[0057] 도 6은 전극 신호 처리 회로(640)에 외부 전극이 연결된 예시적인 구조를 설명한다. 외부 전극은, 제1 전극(621) 및 제2 전극(622)의 전극 쌍(620)을 포함하고, 전자 장치는 추가 회로로서 제1 전극(621)과 인덕터(L_{STIM1})를 통해 직렬로 연결되고, 제2 전극(622)과 다른 인덕터(L_{STIM2})를 통해 직렬로 연결되는 전극 신호 처리 회로(640)를 포함할 수 있다. 전자 장치는, 제1 전극(621) 및 제2 전극(622) 사이에 연결된 제2 내부 커패시터(C_{ANT})를 더 포함할 수 있다. 다시 말해 제2 내부 커패시터(C_{ANT})는 제1 전극(621) 및 제2 전극(622)에 대해 병렬로 연결될 수 있다. 제1 코일(621)은 커패시터(C_E)를 통해 통신 회로(660)와 직렬로 연결될 수 있다. 제어 회로(670)는 전극 신호 처리 회로(640) 및 통신 회로(660)를 제어할 수 있다.

[0058] 도 7은 제1 주파수 대역에서 도 6에 도시된 회로의 동작을 설명한다. 제1 주파수 대역은 0Hz 이상 1kHz 이하의 대역일 수 있다.

[0059] 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})는, 제1 주파수 대역에서 양단이 단락되고 제2 주파수 대역 및 제3 주파수 대역에서 양단이 개방되는, 제2 인덕턴스 범위 내 인덕턴스를 가질 수 있다. 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})의 인덕턴스는 예시적으로 $0.1\mu\text{H}$ 이상 $10\mu\text{H}$ 이하의 값으로서, $1\mu\text{H}$ 일 수 있다.

[0060] 또한, 제2 내부 커패시터(C_{ANT})는 제1 주파수 대역에서 양단이 개방되고 제3 주파수 대역에서 양단이 단락되는, 제2 커패시턴스 범위 내 커패시턴스를 가질 수 있다. 제2 내부 커패시터(C_{ANT})의 커패시턴스는 예시적으로 0.1nF 이상 10nF 이하의 값일 수 있다. 커패시터(C_E)는 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 양단이 개방(open)되고 제3 주파수 대역에서 양단이 단락(short)되는, 제1 커패시턴스 범위 내 커패시턴스를 가질 수 있다. 커패시터(C_E)의 커패시턴스는 예시적으로 10pF 이상 100pF 이하의 값일 수 있다.

[0061] 도 7에 도시된 바와 같이, 제1 주파수 대역에서 커패시터(C_E)의 양단이 개방되므로, 통신 회로(760)는 제1 전극(721) 및 제2 전극(722)을 포함하는 전극 쌍(720)으로부터 분리될 수 있다. 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})의 양단이 제1 주파수 대역에서 단락되므로, 전극 쌍(720)의 각각이 전극 신호 처리 회로(740)와 연결될 수 있다. 또한, 제2 내부 커패시터(C_{ANT})의 양단도 제1 주파수 대역에서 개방되므로, 제1 전극(721) 및 제2 전

극(722)이 서로 분리되어 개별적으로 전극 신호 처리 회로(740)와 연결될 수 있다.

- [0062] 전극 신호 처리 회로(740)는 제어 회로(770)의 제어에 따라 제1 전극(721) 및 제2 전극(722) 사이의 공간에 전기장(E_{STIM})을 인가할 수 있다. 다만, 이로 한정하는 것은 아니고, 전극 신호 처리 회로(740)는 외부 전극(예를 들어, 전극 쌍(720) 중 적어도 하나)으로부터 생체 정보를 센싱할 수도 있다.
- [0063] 도 8은 제3 주파수 대역에서 도 6에 도시된 회로의 동작을 설명한다. 제3 주파수 대역에서 제2 내부 커패시터(C_{ANT}) 및 커패시터(C_E)의 양단이 단락될 수 있다. 따라서 제1 전극(821) 및 제2 전극(822)을 포함하는 전극 쌍(820)은 일체형 금속으로 된 안테나(예를 들어, 모노폴 안테나)로서 동작할 수 있다.
- [0064] 또한, 전술한 바와 같이 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})의 양단이 개방되므로, 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})는 전극 쌍(820) 및 전극 신호 처리 회로(840) 간의 연결을 분리할 수 있다.
- [0065] 통신 회로(860)는 외부 전극을 통해 무선 통신을 위한 전파를 방사하거나 외부 장치로부터 전파를 수신할 수 있다. 전극 쌍(820)으로부터 금속으로 된 하우징을 향하는 전기장(E_{RF})이 발생할 수 있다. 전극 신호 처리 회로(840)는 외부 전극으로부터 분리되었으므로, 무선 통신 동작으로부터 배제될 수 있다. 제어 회로(870)는 제3 주파수 대역에서 통신 회로(860)를 작동시키고, 전극 신호 처리 회로(840)의 작동을 중지시킬 수 있다.
- [0066] 따라서 일 실시예에 따른 전자 장치는 인체 내에 삽입되거나 또는 체외에 부착되어 인체에 대해 전기 자극을 가하거나, 인체로부터 생체 정보를 센싱하고, 외부 장치와 전기 자극 및/또는 생체 정보 센싱과 관련된 정보를 교환할 수 있다.
- [0067] 도 9 내지 도 11은 일 실시예에 따라 전기 자극 및 다이폴 구조로 무선 통신을 수행하는 전자 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.
- [0068] 일 실시예에 따르면 전극 쌍(920) 중 제1 전극(921)은, 커패시터(C_{E1})를 통해 통신 회로(960)와 직렬로 연결될 수 있다. 제2 전극(922)은, 다른 커패시터(C_{E2})를 통해 통신 회로(960)와 직렬로 연결될 수 있다. 커패시터(C_{E1}) 및 커패시터(C_{E2})는, 전술한 커패시터(C_E)와 유사하게, 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 양단이 개방(open)되고 제3 주파수 대역에서 양단이 단락(short)되는, 제1 커패시턴스 범위 내 커패시턴스를 가질 수 있다. 전극 신호 처리 회로(940)는 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})를 통해 직렬로 전극 쌍(920)과 연결될 수 있다. 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})는, 전술한 바와 같이, 제1 주파수 대역에서 양단이 단락되고 제2 주파수 대역 및 제3 주파수 대역에서 양단이 개방되는, 제2 인덕턴스 범위 내 인덕턴스를 가질 수 있다. 제어 회로(970)는 전극 신호 처리 회로(940) 및 통신 회로(960)를 제어할 수 있다.
- [0069] 도 10은 제1 주파수 대역에서 도 9에 도시된 회로의 동작을 설명한다. 제1 주파수 대역에서 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})의 양단이 단락되므로, 전극 쌍(1020)의 제1 전극(1021) 및 제2 전극(1022)은 개별적으로 전극 신호 처리 회로(1040)와 연결될 수 있다. 전극 신호 처리 회로(1040)는 제어 회로(1070)의 제어에 따라 전기 자극을 수행하거나 생체 정보 센싱을 수행할 수 있다.
- [0070] 제1 주파수 대역에서 커패시터(C_{E1}) 및 커패시터(C_{E2})의 양단이 개방되므로 통신 회로(1060)는 전기 자극 동작으로부터 배제될 수 있다.
- [0071] 도 11은 제3 주파수 대역에서 도 9에 도시된 회로의 동작을 설명한다.
- [0072] 제3 주파수 대역에서 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})의 양단이 개방되므로, 전극 쌍(1120)의 제1 전극(1121) 및 제2 전극(1122)은 전극 신호 처리 회로(1140)로부터 분리될 수 있다.
- [0073] 제3 주파수 대역에서 커패시터(C_{E1}) 및 커패시터(C_{E2})의 양단이 단락되므로, 전극 쌍(1120)이 통신 회로(1160)에 연결될 수 있다. 여기서, 제1 전극(1121) 및 제2 전극(1122)이 전기적으로 분리되어 개별적으로 통신 회로(1160)와 연결될 수 있다. 따라서 통신 회로(1160)는 제어 회로(1170)의 제어에 따라 제1 전극(1121) 및 제2 전극(1122)에 차동 신호(differential signal)를 인가함으로써 다이폴 안테나로서 동작시킬 수 있다.
- [0074] 도 12 내지 도 14는 일 실시예에 따라 전기 자극 및 모노폴 구조로 무선 통신을 수행하는 전자 장치의 하드웨어 구현의 예를 도시한 도면이다.

- [0075] 일 실시예에 따르면 전극 쌍(1220) 중 제1 전극(1221)은, 커패시터(C_{E1})를 통해 통신 회로(1260)와 직렬로 연결되고, 인덕터(L_{STIM1})를 통해 전극 신호 처리 회로(1240)와 연결될 수 있다. 제2 전극(1222)은, 다른 커패시터(C_{E2})를 통해 접지와 연결되고, 전극 신호 처리 회로(1240)와 연결될 수 있다. 커패시터(C_{E1}) 및 커패시터(C_{E2})는, 전술한 커패시터(C_E)와 유사하게, 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 양단이 개방(open)되고 제3 주파수 대역에서 양단이 단락(short)되는, 제1 커패시턴스 범위 내 커패시턴스를 가질 수 있다. 인덕터(L_{STIM1})는, 전술한 바와 같이, 제1 주파수 대역에서 양단이 단락되고 제2 주파수 대역 및 제3 주파수 대역에서 양단이 개방되는, 제2 인덕턴스 범위 내 인덕턴스를 가질 수 있다. 제어 회로(1270)는 전극 신호 처리 회로(1240) 및 통신 회로(1260)를 제어할 수 있다.
- [0076] 도 13은 제1 주파수 대역에서 도 12에 도시된 회로의 동작을 설명한다. 제1 주파수 대역에서 인덕터(L_{STIM1})의 양단이 단락되므로, 전극 쌍(1320)의 제1 전극(1321) 및 제2 전극(1322)은 개별적으로 전극 신호 처리 회로(1340)와 연결될 수 있다. 전극 신호 처리 회로(1340)는 제어 회로(1370)의 제어에 따라 전기 자극을 수행하거나 생체 정보 센싱을 수행할 수 있다.
- [0077] 제1 주파수 대역에서 커패시터(C_{E1}) 및 커패시터(C_{E2})의 양단이 개방되므로 통신 회로(1360)는 전기 자극 동작으로부터 배제되고, 제2 전극(1322) 및 접지 간의 연결도 분리될 수 있다.
- [0078] 도 14은 제3 주파수 대역에서 도 12에 도시된 회로의 동작을 설명한다.
- [0079] 제3 주파수 대역에서 인덕터(L_{STIM1})의 양단이 개방되고 커패시터(C_{E2})의 양단이 단락되므로, 전극 쌍(1420)의 제1 전극(1421) 및 제2 전극(1422)은 전극 신호 처리 회로(1440)로부터 분리될 수 있다.
- [0080] 제3 주파수 대역에서 커패시터(C_{E1})의 양단이 단락되므로, 제1 전극(1421)이 통신 회로(1460)에 연결될 수 있다. 여기서, 제2 전극(1422)이 배제되고 제1 전극(1421)이 통신 회로(1460)와 연결될 수 있다. 따라서 통신 회로(1460)는 제어 회로(1470)의 제어에 따라 제1 전극(1421)에 싱글 신호(single signal)를 인가함으로써 모노폴 안테나로서 동작시킬 수 있다.
- [0081] 참고로, 도 6 내지 도 8에서는 메시형 전극, 도 9 내지 도 15에서는 평판형 전극으로 도시되었으나, 전극의 형상을 이로 한정하는 것은 아니다. 본 명세서에서 전극의 형상은 순전히 예시적인 것으로, 임의의 형상의 모든 전극이 사용될 수 있다.
- [0082] 도 15 및 도 16은 일 실시예에 따라 코일, 전극, 및 안테나를 포함하는 전자 장치를 설명하는 도면이다.
- [0083] 도 15에 도시된 전자 장치(1500)는 도 1에 도시된 회로에서 통신 회로(1560)와 연결 가능한 외부 안테나(1530)를 더 포함하고, 외부 소자들과 통신 회로(1560)를 선택적으로 연결하는 스위치들(SW_{ANT} , SW_C , SW_E)을 더 포함할 수 있다. 외부 코일(1510), 제1 전극(1521) 및 제2 전극(1522)을 포함하는 전극 쌍(1520), 전극 신호 처리 회로(1540), 무선 전력 전송 회로(1550), 통신 회로(1560), 제어 회로(1570), 및 하우징(1590)은 도 1에서 설명된 바와 동일하거나 유사할 수 있다.
- [0084] 일 실시예에 따른 통신 회로(1560)는, 외부 코일(1510), 외부 전극(예를 들어, 전극 쌍(1520)), 및 외부 안테나(1530)와 스위치들(SW_{ANT} , SW_C , SW_E)을 통해 연결될 수 있다. 통신 회로(1560)는 외부 코일(1510)을 이용한 통신 성능, 외부 전극을 이용한 통신 성능, 및 외부 안테나(1530)를 이용한 통신 성능 중 가장 높은 통신 성능을 나타내는 외부 소자를 선택하여 제3 주파수 대역에서의 통신을 수행할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1500)의 제어 회로(1570)는 외부 소자들을 순차적으로 선택하여 각각 통신 성능을 측정하고, 측정된 통신 성능에 기초하여 최고의 수신 성능을 나타내는 하나 이상의 외부 소자를 선택하여 통신 회로(1560)에 연결할 수 있다. 제어 회로(1570)는 외부 코일(1510), 외부 전극, 및 외부 안테나(1530) 중 하나 또는 둘 이상의 조합을 통신 회로(1560)에 연결하여 무선 통신을 수행할 수도 있다.
- [0085] 도 16은 도 15에 도시된 전자 장치(1500)의 구현 예시를 설명한다.
- [0086] 외부 코일(1610)은 20mm X 20mm의 크기로, 외부 전극(1620)은 17mm X 14.5mm의 크기로, 외부 안테나(1630)는 5mm X 5mm의 크기로 구현될 수 있다. 외부 코일(1610), 외부 전극(1620), 및 외부 안테나(1630)의 각각에서 동작 주파수 대역 별 스위칭을 위한 소자들(예를 들어, 커패시터들 및 인덕터들)에 의한 전력 소모가 작고, 안테나 이득 손실이 최소화될 수 있다. 또한, 외부 코일(1610)의 방사 패턴, 외부 전극(1620)의 방사 패턴, 및 외부

안테나(1630)의 방사 패턴은 서로에 대해 보완 가능할 수 있다.

- [0087] 또한, 전자 장치는 모노폴 또는 다이폴 방식에 기초한 전기장을 이용하여 무선 통신을 수행하고, 자기장을 이용하여 전력을 수신하므로, 무선 통신과 무선 전력 수신 간의 상호 간섭이 최소화될 수 있다.
- [0088] 도 17 내지 도 20은 일 실시예에 따라 코일 및 전극이 통합된 구조를 갖는 전자 장치를 설명하는 도면이다.
- [0089] 도 17은 외부 전극 및 외부 코일이 통합된 외부 안테나 어셈블리를 포함하는 전자 장치를 설명한다.
- [0090] 전자 장치는 외부 코일, 외부 커패시터(C_{OUT}), 외부 전극, 전극 신호 처리 회로(1740), 무선 전력 전송 회로(1750), 통신 회로(1760), 제어 회로(1770), 및 하우징(1790)을 포함할 수 있다. 전극 신호 처리 회로(1740), 무선 전력 전송 회로(1750), 통신 회로(1760), 제어 회로(1770), 및 하우징(1790)은 도 1에서 전술한 바와 동일할 수 있다.
- [0091] 외부 코일은 하우징의 외부에 배치되는 제1 코일 파트(first coil part)(1711) 및 제2 코일 파트(second coil part)(1712)를 포함할 수 있다. 외부 코일은 한 쌍(single pair)의 피드쓰루를 통해 하우징(1790) 내의 통신 회로(1760), 무선 전력 전송 회로(1750), 및 전극 신호 처리 회로(1740)와 연결될 수 있다. 제1 코일 파트(1711)는, 외부 커패시터(C_{OUT})의 일단과 한 쌍의 피드쓰루 중 제1 피드쓰루(예를 들어, 제1 포트) 사이에 직렬로 연결될 수 있다. 제2 코일 파트(1712)는, 외부 커패시터(C_{OUT})의 타단과 한 쌍의 피드쓰루 중 제2 피드쓰루(예를 들어, 제2 포트) 사이에 직렬로 연결될 수 있다. 제1 코일 파트(1711) 및 제2 코일 파트(1712)의 임피던스는 서로 동등한(equivalent) 임피던스를 가질 수 있다. 예를 들어, 제1 코일 파트(1711) 및 제2 코일 파트(1712) 간의 임피던스 차이는 임계 임피던스 미만일 수 있다. 따라서 피드쓰루를 통해 피딩되는 전력은 제1 전극(1721) 및 제1 코일 파트(1711)에 대응하는 부분 및 제2 전극(1722) 및 제2 코일 파트(1712)에 대응하는 부분에 고르게 분배될 수 있다.
- [0092] 외부 커패시터(C_{OUT})는 하우징(1790)의 외부에 배치되고, 제1 코일 파트(1711) 및 제2 코일 파트(1712) 사이에 연결될 수 있다. 제1 코일 파트의 일단 및 제2 코일 파트의 일단은 외부 커패시터(C_{OUT})와 연결되고, 제1 코일 파트의 타단 및 제2 코일 파트의 타단은 각각 피드쓰루 포트에 연결될 수 있다. 참고로, 피드쓰루 포트 및 외부 코일은 도 1에서 설명된 바와 유사하게, 액체 접촉이 차단되도록 밀봉 및 몰딩될 수 있다.
- [0093] 외부 전극은 제1 전극(1721) 및 제2 전극(1722)을 포함할 수 있다. 제1 전극(1721)은 외부 커패시터(C_{OUT})의 일단에서 제1 코일 파트(1711)와 연결될 수 있다. 제2 전극(1722)은 외부 커패시터(C_{OUT})의 타단에서 제2 코일 파트(1712)와 연결될 수 있다. 참고로, 도 17에서 외부 전극은 메시 전극의 형상으로 도시되었으나, 이로 한정하는 것은 아니다. 외부 전극은 평면 스파이럴 형상, 평면 스파이럴 메시 형상, 평면 다각형 형상, 평면 원형 형상, 및 평면 타원형 형상 등과 같은 다양한 평면 형상으로 구현될 수 있으며, 도 21에 도시되는 바와 같이 외부 코일과 연결된 도선 형태로 구현될 수도 있다.
- [0094] 일 실시예에 따르면 전극 신호 처리 회로(1740)는 인덕터 쌍을 통해 외부 코일의 양단과 직렬로 연결될 수 있다. 전극 신호 처리 회로(1740)는, 제1 코일 파트(1711)와 인덕터(L_{STIM1})를 통해 연결되고, 제2 코일 파트(1712)와 다른 인덕터(L_{STIM2})를 통해 연결될 수 있다. 전극 신호 처리 회로(1740)는 제1 전극(1721) 및 제2 전극(1722)으로의 전극 신호의 인가 및 제1 전극(1721) 및 제2 전극(1722)으로부터 전극 신호의 센싱 중 적어도 하나를 수행할 수 있다. 전극 신호 처리 회로(1740)에 연결된 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})는, 외부 코일 및 전극 신호 처리 회로(1740) 사이에서 제1 주파수 대역의 전극 신호를 통과시키고, 제1 주파수 대역보다 높은 나머지 주파수 대역의 전극 신호를 차단할 수 있다. 전극 신호는 전기 자극을 위한 신호 및/또는 생체 정보의 센싱을 위한 전기 신호를 포함할 수 있다.
- [0095] 일 실시예에 따르면 무선 전력 전송 회로(1750)는 인덕터 및 커패시터의 조합의 쌍을 통해 외부 코일과 직렬로 연결될 수 있다. 무선 전력 전송 회로(1750)는, 서로 직렬로 연결된 인덕터(L_{WPT1}) 및 커패시터(C_{WPT1})를 통해 제1 코일 파트(1711)와 연결되고, 서로 직렬로 연결된 다른 인덕터(L_{WPT2}) 및 다른 커패시터(C_{WPT2})를 통해 제2 코일 파트(1712)와 연결될 수 있다. 무선 전력 전송 회로(1750)는 외부 코일의 인덕턴스 및 내부 커패시터(C_{in})의 인덕턴스에 기초하여 결정되는 공진 주파수에 따라 외부 코일을 통해 외부로부터 무선 전력을 수신할 수 있다. 내부 커패시터(C_{in})는 외부 코일의 양단에 병렬로 연결될 수 있다. 다시 말해, 내부 커패시터(C_{in})는 하우징

(1790) 내부에서 한 쌍의 피드쓰루 포트들 사이에 연결될 수 있다. 서로 직렬로 연결된 인덕터(L_{WPT1}) 및 커패시터(C_{WPT1})의 조합과 서로 직렬로 연결된 다른 인덕터(L_{WPT2}) 및 다른 커패시터(C_{WPT2})의 조합은, 외부 코일 및 무선 전력 전송 회로(1750) 사이에서 제1 주파수 대역 및 제3 주파수 대역 사이의 제2 주파수 대역의 전력을 수신하고, 제1 주파수 대역의 전극 신호 및 제3 주파수 대역의 통신 신호를 차단할 수 있다.

[0096] 일 실시예에 따르면 통신 회로(1760)는 커패시터의 쌍을 통해 외부 코일과 직렬로 연결될 수 있다. 통신 회로(1760)는, 제1 코일 파트(1711)와 커패시터(C_{RF1})를 통해 연결되고, 제2 코일 파트(1712)와 다른 커패시터(C_{RF2})를 통해 연결될 수 있다. 통신 회로(1760)는 외부 코일, 제1 전극(1721), 및 제2 전극(1722) 중 적어도 하나를 이용하여 외부 장치와 통신을 수행할 수 있다. 통신 회로(1760)에 연결된 커패시터(C_{RF1}) 및 다른 커패시터(C_{RF2})는, 외부 코일 및 통신 회로(1760) 사이에서 제1 주파수 대역의 전극 신호 및 제1 주파수 대역보다 높은 제2 주파수 대역의 전력을 차단하고, 제2 주파수 대역보다 높은 제3 주파수 대역의 통신 신호를 통과시킬 수 있다.

[0097] 따라서 전자 장치는 1쌍의 피드쓰루(feed through)로 전극 구동, 무선 전력 수신, 및 무선 통신의 3가지 기능을 수행할 수 있다. 전자 장치는 전극 구동을 통해 전기 자극을 가함으로써 치료 기능을 수행하거나, 전극 구동을 통해 생체 정보를 센싱할 수 있다. 전자 장치는 무선 전력을 수신할 수도 있다. 전자 장치는 외부 장치와 무선 통신을 수립할 수도 있다. 아래에서는 도 17에 도시된 전자 장치의 주파수 대역 별 동작을 설명한다. 전술한 바와 같이, 예시적으로 제1 주파수 대역은 0Hz 이상 1kHz 이하의 주파수 대역을 포함할 수 있고, 제2 주파수 대역은 0.1MHz 이상 20MHz 이하의 주파수 대역을 포함할 수 있으며, 제3 주파수 대역은 400 MHz 이상 10GHz 이하의 주파수 대역을 포함할 수 있다.

[0098] 도 18은 제1 주파수 대역에서 도 17에 도시된 회로의 동작을 설명한다.

[0099] 제1 주파수 대역에서 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})의 양단이 단락되고, 커패시터(C_{WPT1}), 커패시터(C_{WPT2}), 커패시터(C_{RF1}), 및 커패시터(C_{RF2})의 양단이 개방될 수 있다. 또한, 내부 커패시터(C_{in}) 및 외부 커패시터(C_{out})의 양단도 개방될 수 있다. 다시 말해, 무선 전력 전송 회로(1850) 및 통신 회로(1860)는 제1 코일 파트(1811), 제2 코일 파트(1812), 제1 전극(1821), 및 제2 전극(1822)로부터 분리되고, 전극 신호 처리 회로(1840)가 제1 코일 파트(1811), 제2 코일 파트(1812), 제1 전극(1821), 및 제2 전극(1822)에 연결될 수 있다. 여기서, 내부 커패시터(C_{in}) 및 외부 커패시터(C_{out})의 양단이 개방되므로, 제1 코일 파트(1811) 및 제2 코일 파트(1812)에 의한 공진이 방지될 수 있다. 제1 코일 파트(1811)는 제1 전극(1821) 및 전극 신호 처리 회로(1840)를 도선으로서 연결하고, 제2 코일 파트(1812)는 제2 전극(1822) 및 전극 신호 처리 회로(1840)를 도선으로서 연결할 수 있다. 전극 신호 처리 회로(1840)는 제어 회로(1870)의 제어에 따라 제1 전극(1821) 및 제2 전극(1822)에 제1 주파수 대역의 전극 신호를 인가하거나, 제1 전극(1821) 및 제2 전극(1822)으로부터 제1 주파수 대역의 전극 신호를 센싱할 수 있다.

[0100] 도 19는 제2 주파수 대역에서 도 17에 도시된 회로의 동작을 설명한다.

[0101] 제2 주파수 대역에서 인덕터(L_{STIM1}) 및 다른 인덕터(L_{STIM2})의 양단이 개방되고, 커패시터(C_{RF1}) 및 커패시터(C_{RF2})의 양단이 개방될 수 있다. 반면, 서로 직렬로 연결된 인덕터(L_{WPT1}), 커패시터(C_{WPT1}), 인덕터(L_{WPT2}), 및 커패시터(C_{WPT2})의 양단은 각각 단락될 수 있다. 외부 커패시터(C_{out})의 양단도 단락될 수 있다. 또한, 제1 코일 파트(1911) 및 제2 코일 파트(1912)를 포함하는 외부 코일의 인덕턴스 및 내부 커패시터(C_{in})의 커패시턴스에 의해 공진 주파수가 형성될 수 있다. 공진 주파수는 예시적으로 제2 주파수 대역에 속할 수 있다.

[0102] 다시 말해, 전극 신호 처리 회로(1940) 및 통신 회로(1960)는 제1 코일 파트(1911), 제2 코일 파트(1912), 제1 전극(1921), 및 제2 전극(1922)로부터 분리되고, 무선 전력 전송 회로(1950)가 제1 코일 파트(1911), 제2 코일 파트(1912), 제1 전극(1921), 및 제2 전극(1922)에 연결될 수 있다. 여기서, 내부 커패시터(C_{in})이 커패시턴스 및 외부 코일의 인덕턴스에 의해 공진 주파수가 형성되므로, 외부 코일이 무선 전력을 수신할 수 있다. 제1 전극(1921) 및 제2 전극(1922)은 무선 전력 수신 동작에 관여하지 않거나 영향이 최소화될 수 있다. 무선 전력 전송 회로(1950)는 제어 회로(1970)의 제어에 따라 외부 코일을 통해 제2 주파수 대역의 무선 전력을 수신할 수 있다.

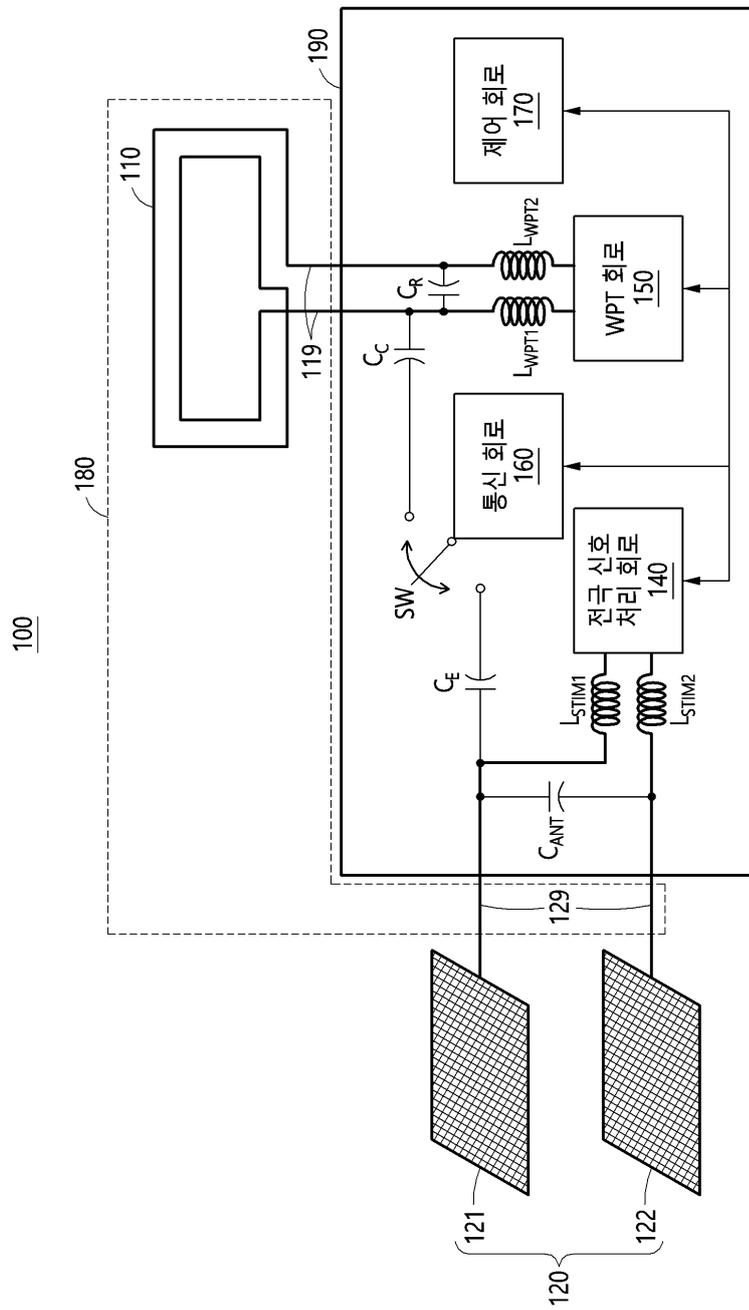
[0103] 도 20은 제3 주파수 대역에서 도 17에 도시된 회로의 동작을 설명한다.

- [0104] 제3 주파수 대역에서 인덕터(L_{STIM1}) 및 인덕터(L_{STIM2})의 양단이 개방되고, 인덕터(L_{WPT1}) 및 인덕터(L_{WPT2})의 양단이 개방될 수 있다. 반면, 커패시터(C_{RF1}) 및 커패시터(C_{RF2})의 양단이 단락되고, 외부 커패시터(C_{out}) 및 내부 커패시터(C_{in})의 양단도 단락될 수 있다.
- [0105] 다시 말해, 전극 신호 처리 회로(2040) 및 무선 전력 전송 회로(2050)는 제1 코일 파트(2011), 제2 코일 파트(2012), 제1 전극(2021), 및 제2 전극(2022)로부터 분리되고, 통신 회로(2060)가 제1 코일 파트(2011), 제2 코일 파트(2012), 제1 전극(2021), 및 제2 전극(2022)에 연결될 수 있다. 여기서, 내부 커패시터(C_{in}) 및 외부 커패시터(C_{out})의 양단이 단락되므로, 제1 코일 파트(2011), 제2 코일 파트(2012), 제1 전극(2021), 및 제2 전극(2022)는 일체로 된 금속 도체로 동작할 수 있다. 통신 회로(2060)는 제어 회로(2070)의 제어에 따라 일체로 연결된 제1 코일 파트(2011), 제2 코일 파트(2012), 제1 전극(2021), 및 제2 전극(2022)을 안테나(예를 들어, 모노폴 안테나)로서 동작시킴으로써 제3 주파수 대역에서 무선 통신을 수행할 수 있다.
- [0106] 참고로, 도 17에서 외부 코일의 제1 코일 파트(1711), 제2 코일 파트(1712), 제1 전극(1721), 및 제2 전극(1722)이 모두 통신 회로(1760)에 연결되는 것으로 도시하였으나, 이로 한정하는 것은 아니다. 외부 코일의 제1 코일 파트(1711), 제2 코일 파트(1712), 제1 전극(1721), 및 제2 전극(1722) 중 하나 또는 둘 이상의 조합이 통신 회로(1760)에 연결될 수 있고, 통신 회로(1760)는 연결된 소자 및/또는 부분을 모노폴 안테나로서 동작시킬 수 있다.
- [0107] 일 실시예에 따른 전자 장치는 전기 자극, 무선 전력 수신, 및 무선 통신을 모두 수행할 수 있는 회로 구조를 가지면서도, 개별 기능을 단독으로만 수행할 수 있는 회로 대비 전력 손실이 크지 않을 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 한 쌍의 피드스루만으로 3가지 기능을 수행할 수 있으며, 무선 통신 거리가 1m에서도 가능하다. 전자 장치는 같은 전력을 소모할 시, 전기 자극 전용 회로 대비 출력 전력의 감소가 2%에 불과하다. 전자 장치는 같은 송신 전력에 대해 전력 수신 전용 회로 대비 수신 전력의 감소가 0.5%에 불과하다.
- [0108] 도 21 및 도 22는 일 실시예에 따른 뇌 자극기 장치를 설명하는 도면이다.
- [0109] 전극 신호 처리 회로(2140), 무선 전력 전송 회로(2150), 및 통신 회로(2160)는 도 17 내지 도 20에서 전술한 바와 같이 외부 코일(2110) 및 외부 전극(2120)과 연결되고, 하우징(2190) 내에 수용될 수 있다. 도 21에 도시된 바와 같이, 무선 전력 수신 동작 동안 외부 코일(2110)에 의한 자기장(H)의 방향 및 전기 자극 동작 동안 외부 전극(2120)에 의한 전기장(E)의 방향은 서로 수직할 수 있다. 다시 말해, 외부 코일(2110)에 의한 자기장(H) 및 외부 전극(2120)에 의한 전기장(E)은 서로 간섭하지 않을 수 있다.
- [0110] 도 22는 도 21에 도시된 전자 장치의 적용 예시를 설명한다. 도 22에 도시된 전자 장치를 뇌 자극기 장치라고도 나타낼 수 있다. 도 22에 도시된 뇌 자극기 장치는 사용자의 체내, 예를 들어, 머리의 두개골 내에 뇌에 인접하여 삽입될 수 있다. 다만, 뇌 자극기 장치가 이식되는 부위를 이로 한정하는 것은 아니다.
- [0111] 뇌 자극기 장치의 소자 및/또는 회로는 도 17 내지 도 21에서 전술한 바와 같이 구성될 수 있다. 외부 코일(2110) 및 외부 커패시터(C_{out})는 몰딩될 수 있다. 외부 코일(2110)은 예시적으로 도 22에 도시된 바와 같이, 하우징(2290)의 양 측면에 형성되는 1쌍의 피드스루(2201)를 통해 하우징(2290) 내 회로들과 연결될 수 있다. 뇌 자극기 장치는 외부 장치(2299)와 무선 통신을 수립하거나, 무선 전력을 수신할 수 있다. 일 실시예에 따르면 외부 코일(2110)이 배치된 평면에서 외부 코일(2110)이 차지하는 평면 영역과 하우징(2190)이 차지하는 영역 간에 중첩되는 면적이 제1 임계 면적 이하일 수 있다. 외부 코일(2110)이 배치된 평면에서 외부 코일(2110)이 차지하는 영역 중 하우징(2290)이 차지하는 영역을 제외한 나머지 영역(2219)은 제2 임계 면적 이상일 수 있다. 하우징(2290)이 금속인 경우 하우징(2290)이 차지하는 영역에서 자기장 유도가 제한되는 바, 뇌 자극기 장치는 나머지 영역(2219)의 면적에 비례한 전력량을 수신할 수 있다.
- [0112] 뇌 자극기 장치의 제1 전극(2221) 및 제2 전극(2222)은, 하우징(2290)의 외부에 배치된 외부 커패시터(C_{out})를 기준으로 서로 반대편에 배치될 수 있다. 제1 전극(2221) 및 제2 전극(2222)의 양면이 노출될 수 있으나, 이로 한정하는 것은 아니고, 제1 전극(2221) 및 제2 전극(2222)에서 객체(예를 들어, 뇌)를 향하는 일면이 노출되고 타면은 몰딩될 수도 있다. 예시적으로 제1 전극(2221) 및 제2 전극(2222) 간의 거리 D는 임계 거리 이상일 수 있다. 제1 전극(2221) 및 제2 전극(2222)은 2 cm 이상 이격될 수 있다. 제1 전극(2221) 및 제2 전극(2222)의 형상은 도 22에서 도선으로 도시되었으나, 이로 제한하는 것은 아니다.
- [0113] 도 23 내지 도 26은 일 실시예에 따른 생체 전자약 장치를 설명하는 도면이다.

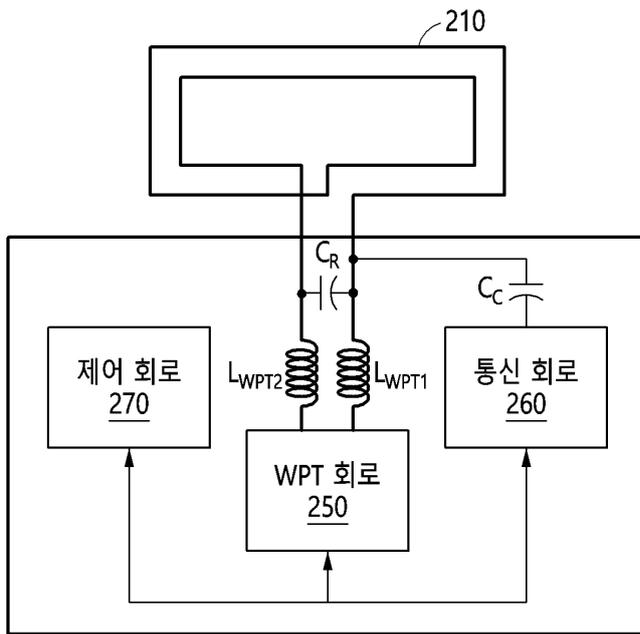
- [0114] 전극 신호 처리 회로(2340), 무선 전력 전송 회로(2350), 및 통신 회로(2360)는 도 17 내지 도 20에서 기술한 바와 같이 외부 코일(2310) 및 외부 전극(2320)과 연결되고, 하우징(2390) 내에 수용될 수 있다. 도 23에 도시된 바와 같이, 외부 코일(2310)에 의한 자기장(H) 및 외부 전극(2320)에 의한 전기장(E)은 서로 같은 방향으로 형성될 수 있는데, 자기장(H)의 생성 타이밍 및 전기장(E)의 생성 타이밍이 중첩되지 않거나 중첩이 최소화될 수 있다.
- [0115] 도 24은 도 23에 도시된 전자 장치의 적용 예시를 설명한다. 도 24에 도시된 전자 장치를 생체 전자약 장치라고도 나타낼 수 있다. 생체 전자약 장치는 일종의 인공 장기로서 동작할 수 있다. 도 24에 도시된 생체 전자약 장치는 사용자의 체내, 예를 들어, 복부 피하지방에 삽입될 수 있다. 다만, 생체 전자약 장치가 이식되는 부위를 이로 한정하는 것은 아니다.
- [0116] 생체 전자약 장치의 소자 및/또는 회로는 도 17 내지 도 20 및 도 23에서 기술한 바와 같이 구성될 수 있다. 외부 코일(2410) 및 외부 커패시터(C_{OUT})는 몰딩될 수 있다. 생체 전자약 장치는 외부 장치(2499)와 무선 통신을 수립하거나, 무선 전력을 수신할 수 있다. 도 24에서 외부 코일(2410)이 배치된 평면 및 외부 전극(2420)이 배치되는 평면은 서로 평행하며, xy 평면으로 도시되었다. 여기서, x축은 하우징(2490)의 길이 축, y축은 하우징(2490)의 너비 축, z축은 하우징(2490)의 높이 축에 대응할 수 있다. 다만, 도 24는 폼 팩터의 최소화를 위한 배치로서, 외부 코일(2410) 및 외부 전극(2420)의 배치를 이로 한정하는 것은 아니다. 외부 코일(2410)이 차지하는 면적이 하우징(2490)과 중첩되지 않으므로, 외부 코일(2410)에 의한 무선 전력 수신 효율이 극대화될 수 있다.
- [0117] 도 25 및 도 26은 생체 전자약 장치가 멤브레인을 더 포함하는 예시를 설명한다. 도 25는 생체 전자약 장치의 사시도, 도 26은 생체 전자약 장치의 단면도를 도시한다.
- [0118] 생체 전자약 장치는 하우징(2590, 2690)의 일측에 노출된 외부 전극을 수용하는 멤브레인(2580, 2680)을 더 포함할 수 있다. 도 25에서는 멤브레인(2580, 2680)이 외부 코일까지 수용하는 것으로 도시되었으나, 이로 한정하는 것은 아니다. 외부 코일은 별개로 몰딩되고, 외부 코일 내에 정의되는 공간에 멤브레인(2580, 2680)이 배치될 수도 있다.
- [0119] 멤브레인(2580, 2680)은 외부 전극과 함께 베타 세포(2509)를 수용하고 베타 세포를 보호하며 베타 세포(2509)를 유지할 수 있다. 멤브레인(2580, 2680)은 다공성 막으로 구현될 수 있다. 다공성 막은 면적 세포보다 작고 영양분 보다 큰 직경을 가지는 복수의 구멍을 포함하고, 복수의 구멍을 통해 면적 세포의 유입을 막고 영양분의 유입을 허용할 수 있다.
- [0120] 일 실시예에 따르면 외부 전극이 포함하는 제1 전극 및 제2 전극은, 하우징(2590, 2690)을 기준으로 같은 측에 배치되고, 제1 전극 및 제2 전극 사이에 위치한 베타 세포(2509)(beta cell)에 전극 신호를 제공할 수 있다. 생체 전자약 장치는 전극 신호(예를 들어, 전기장(E-field))를 인가함으로써, 베타 세포(2509)의 인슐린 분비를 촉진할 수 있다. 다만, 전극의 동작을 이로 한정하는 것은 아니다. 외부 전극은 인슐린(insulin)의 분비 상태 또는 글루코스(glucose)의 농도를 감지 가능하도록 구성될 수도 있다.
- [0121] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0122] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

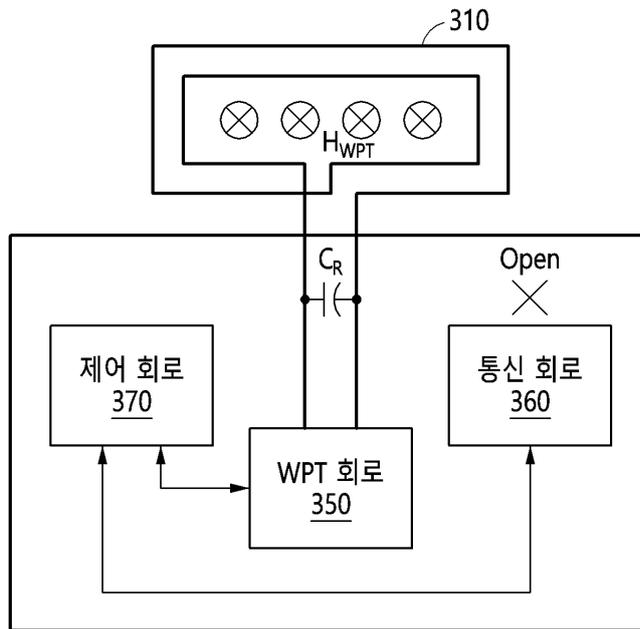
도면1



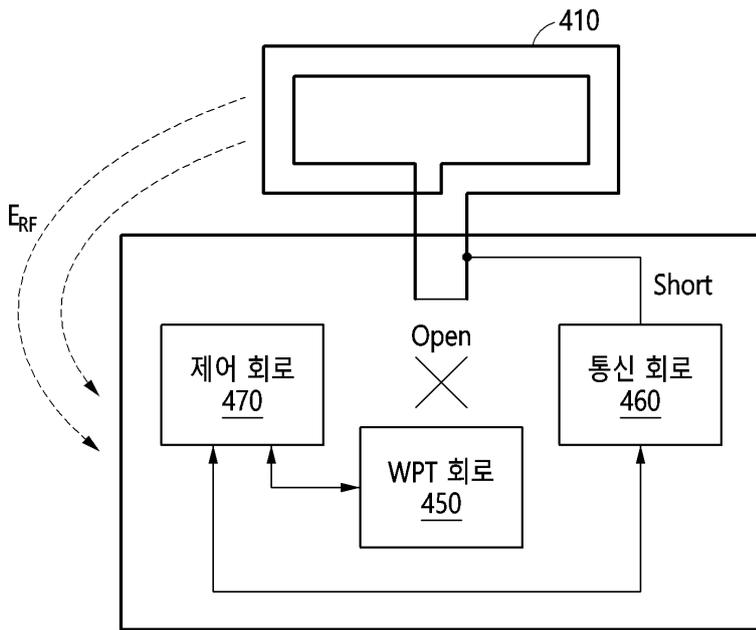
도면2



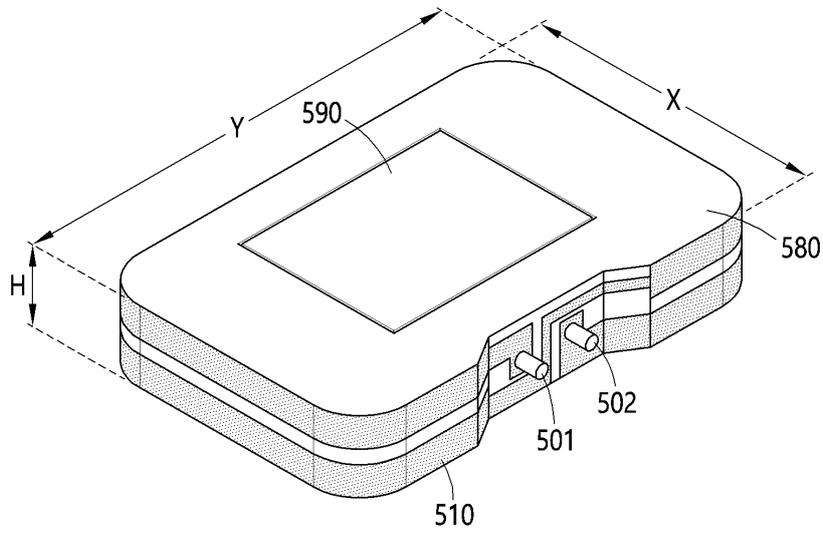
도면3



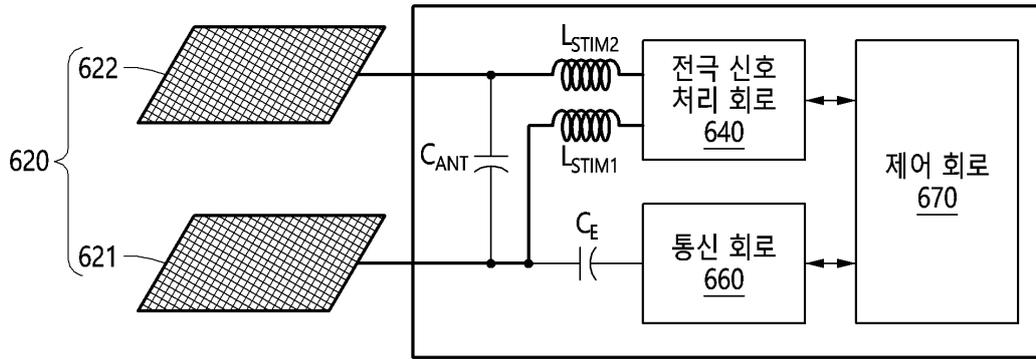
도면4



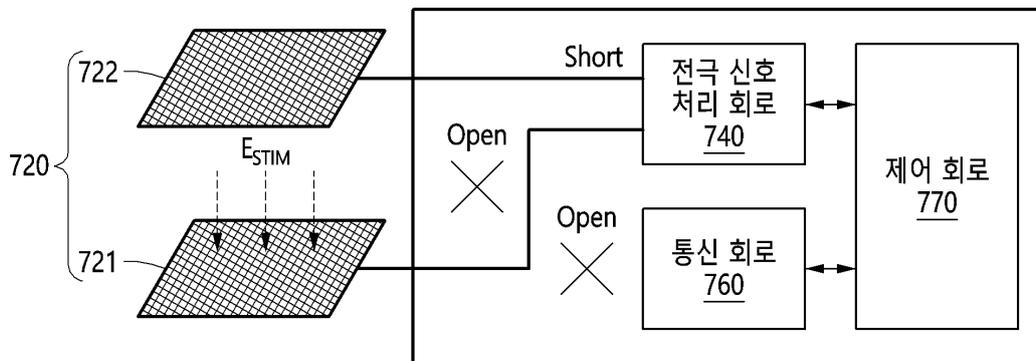
도면5



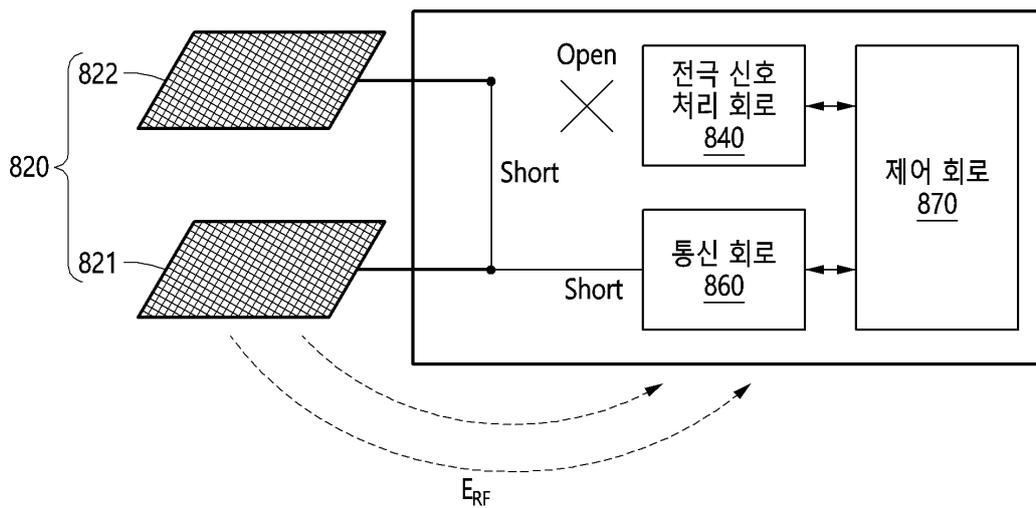
도면6



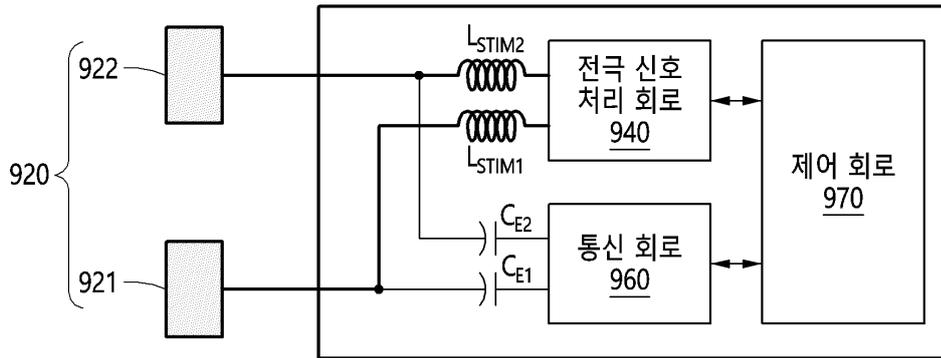
도면7



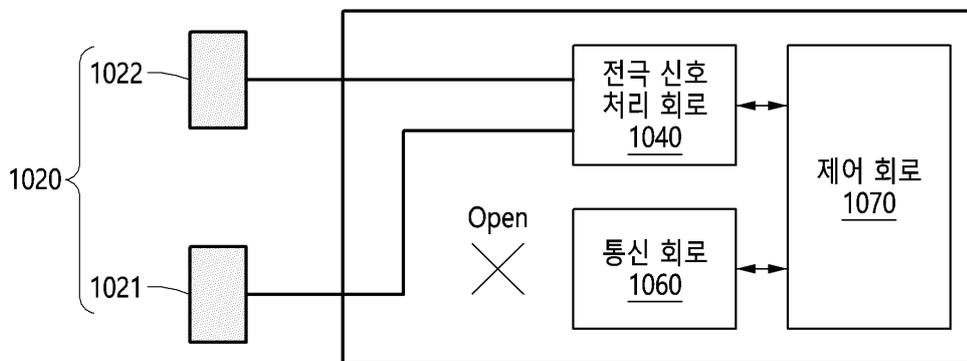
도면8



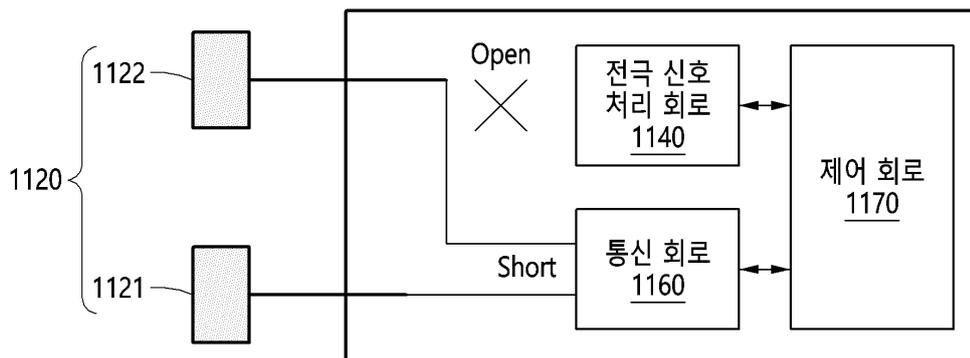
도면9



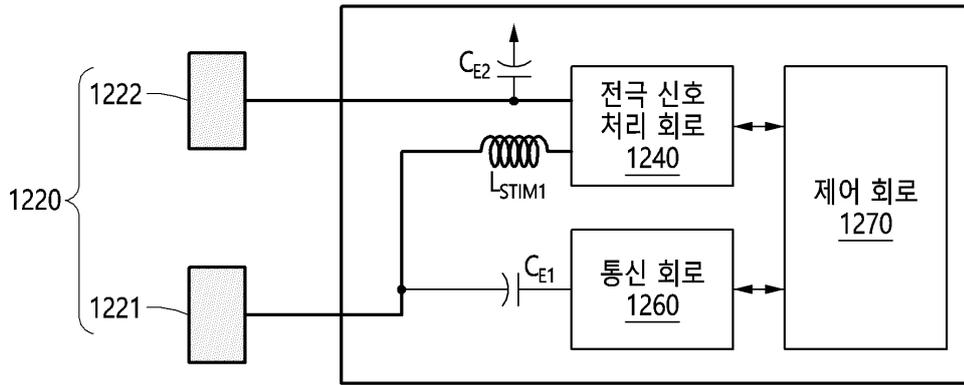
도면10



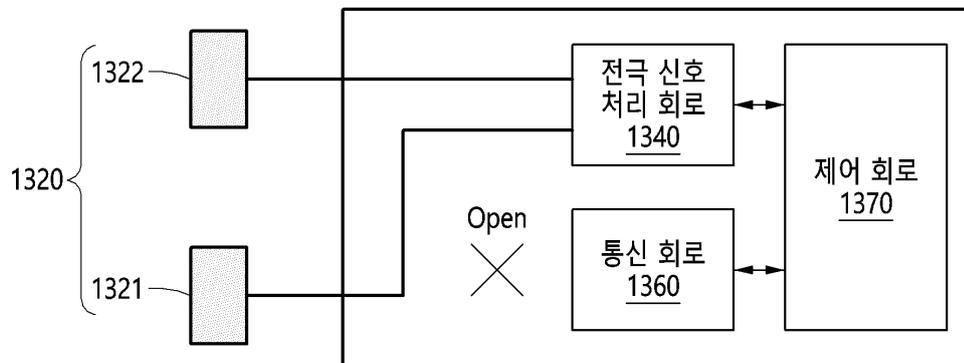
도면11



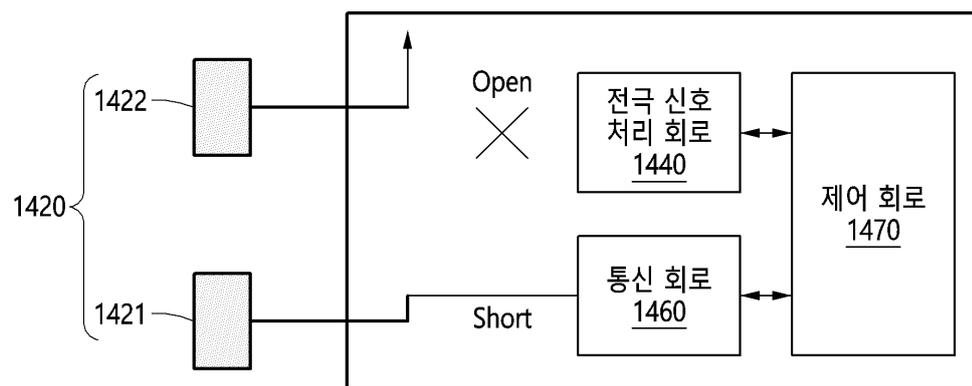
도면12



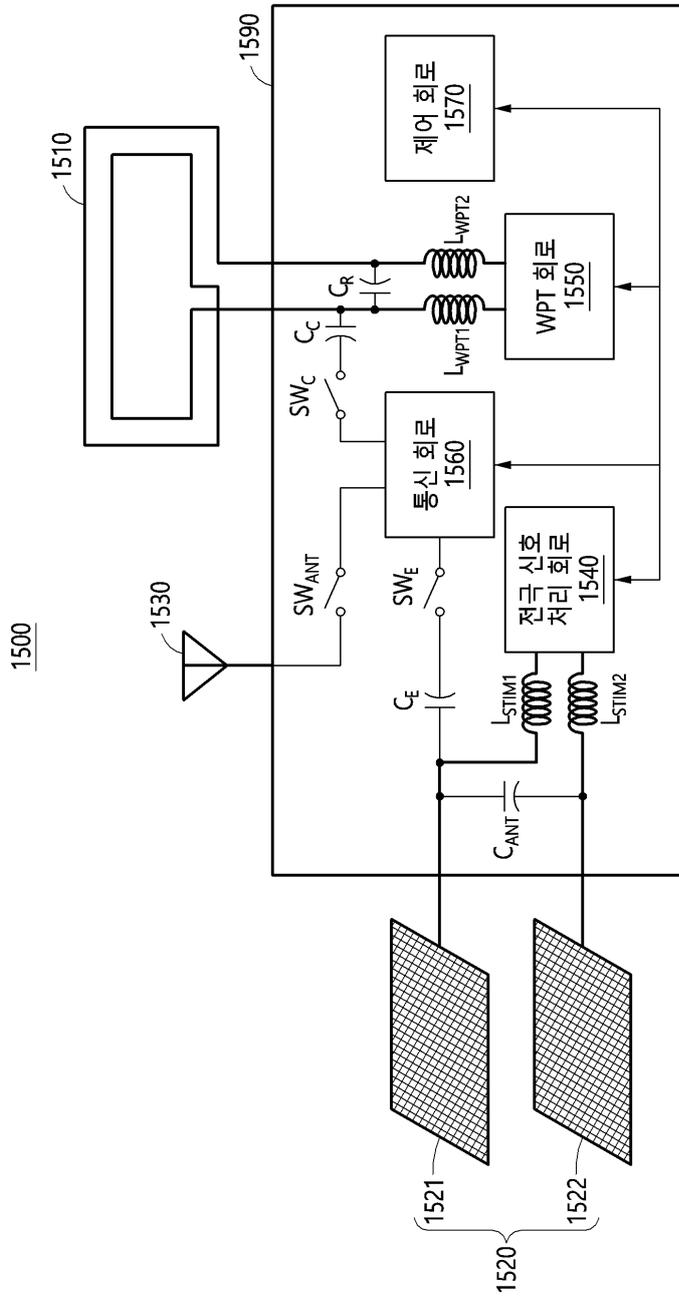
도면13



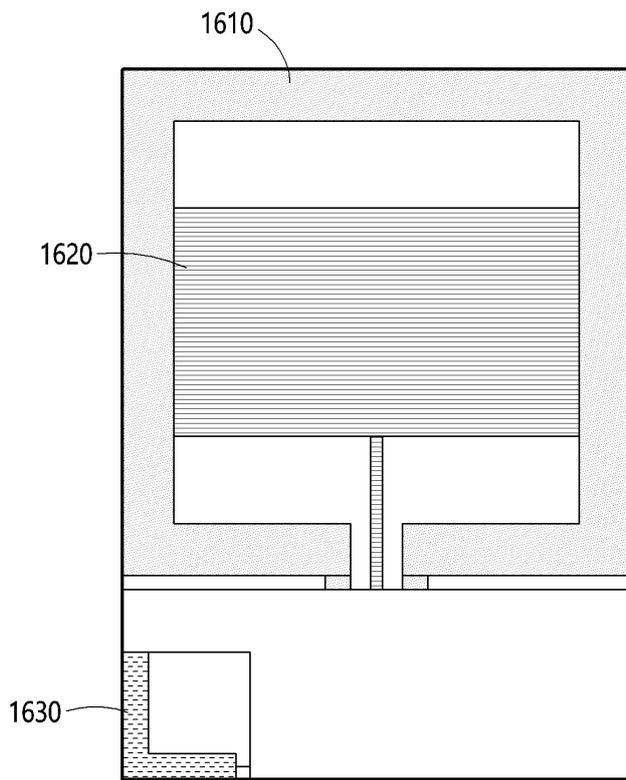
도면14



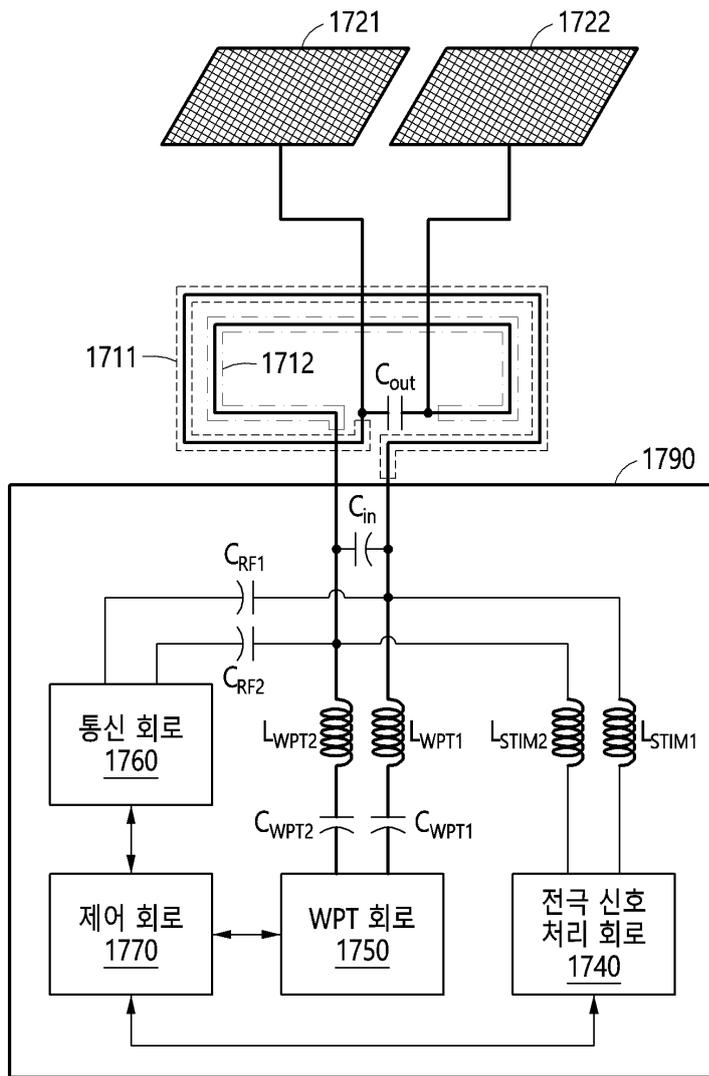
도면15



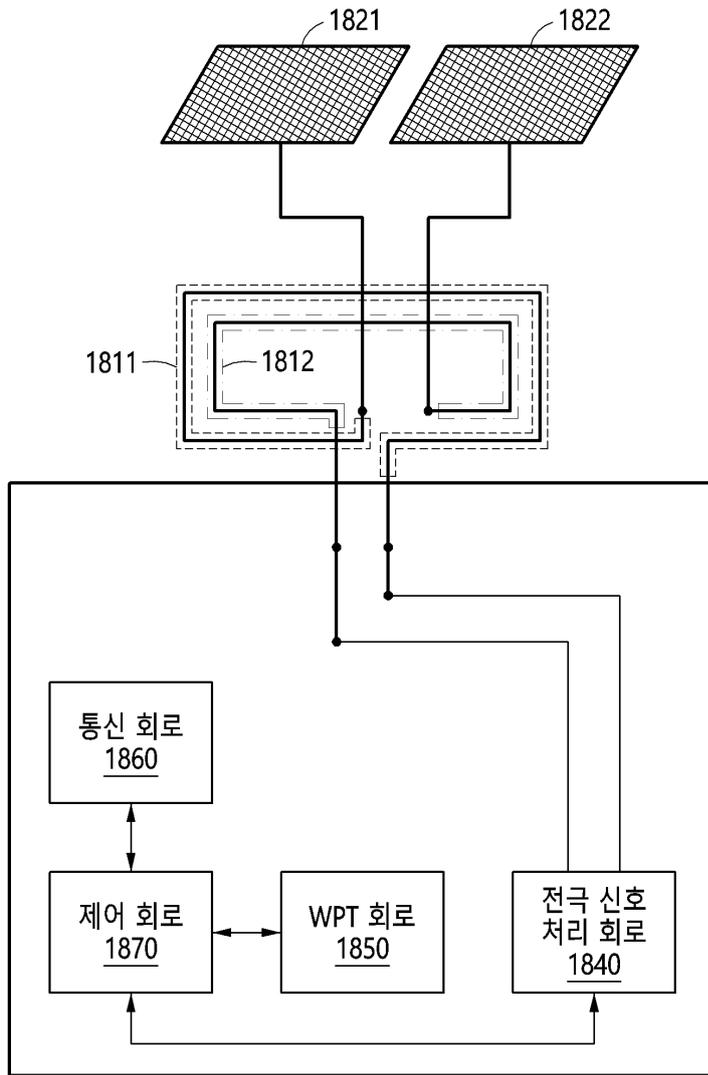
도면16



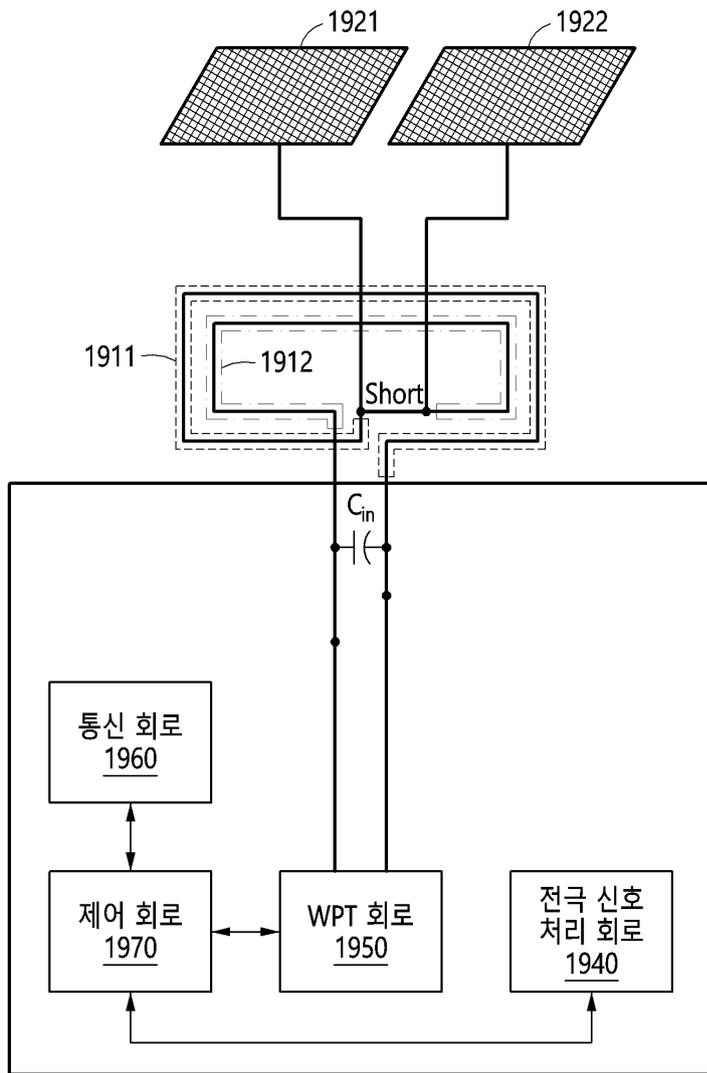
도면17



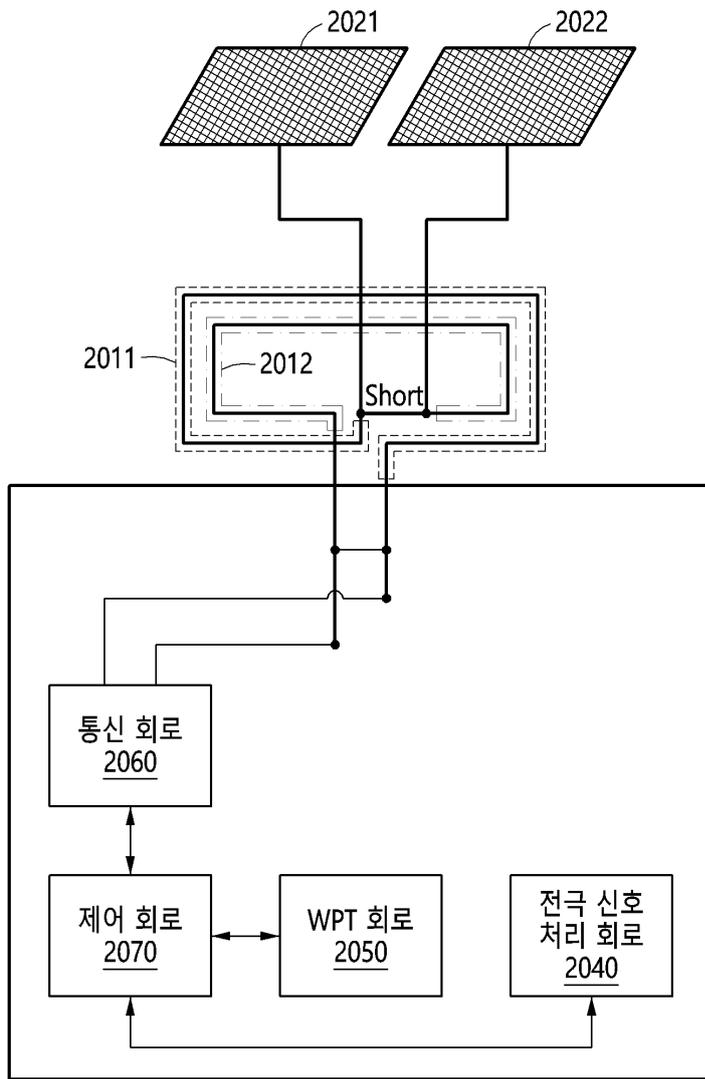
도면18



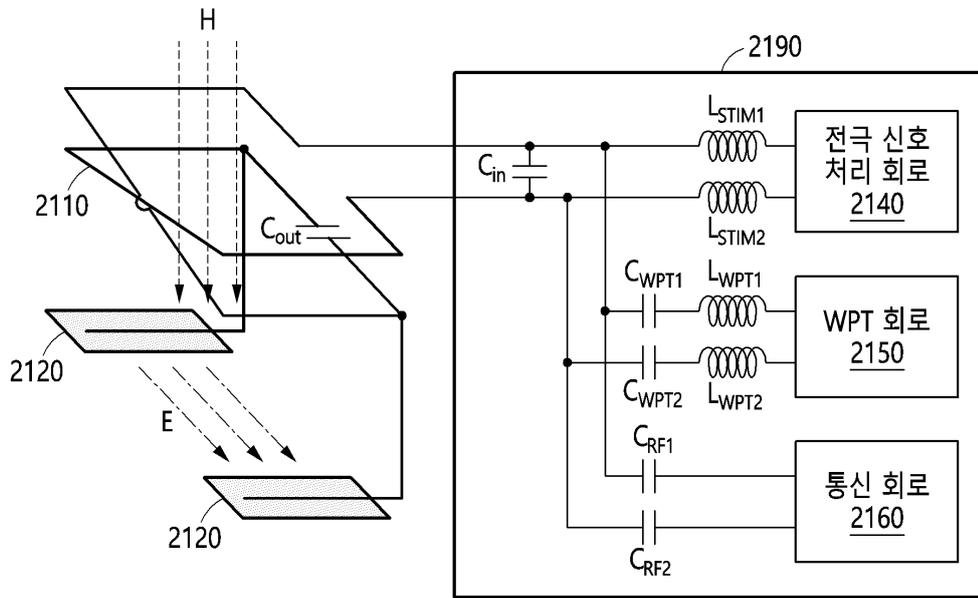
도면19



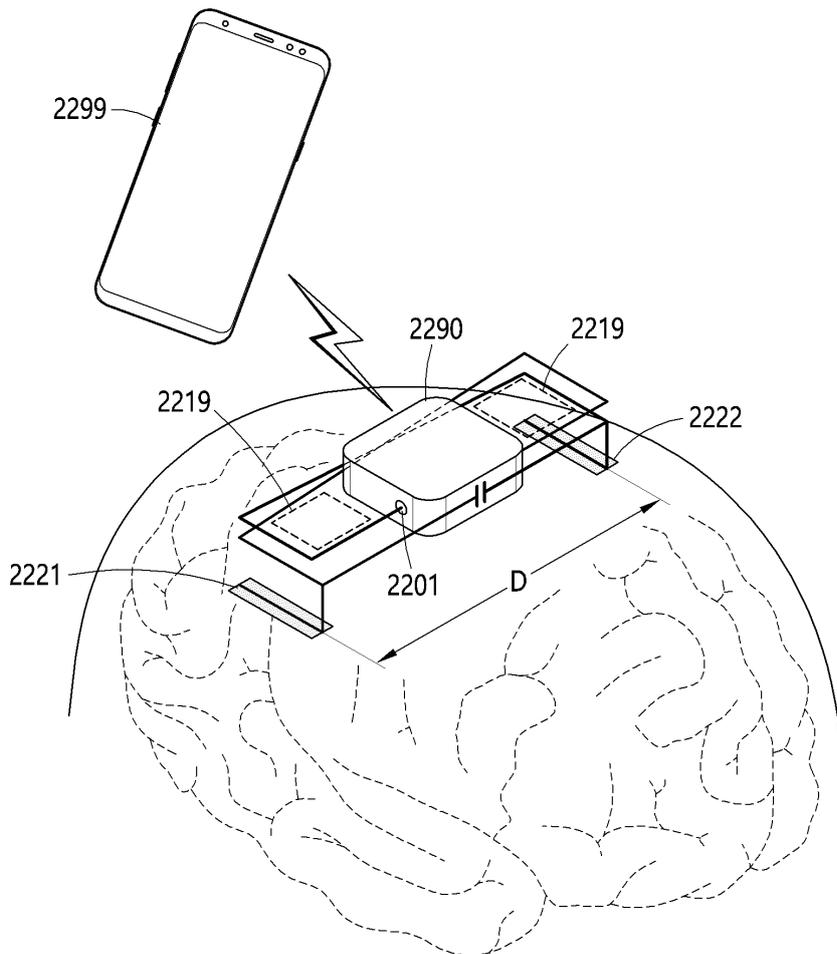
도면20



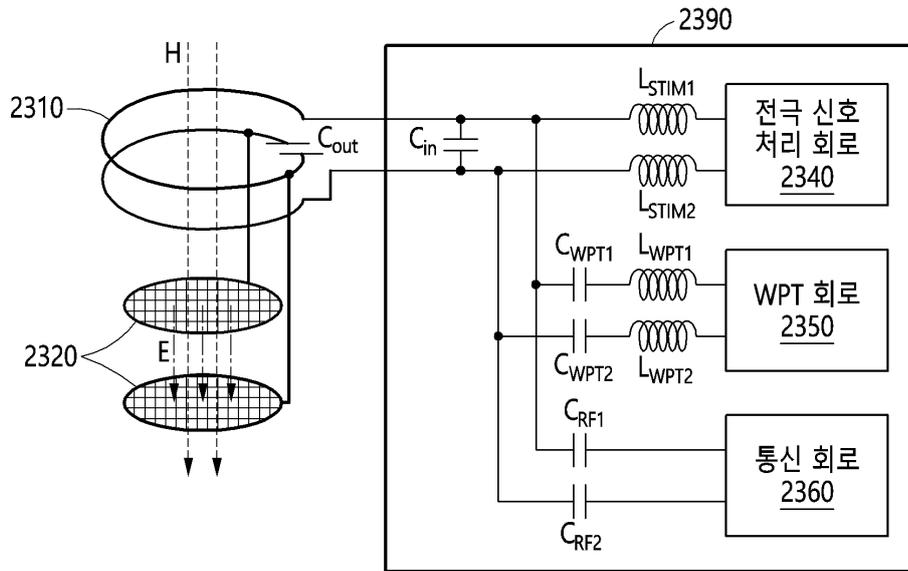
도면21



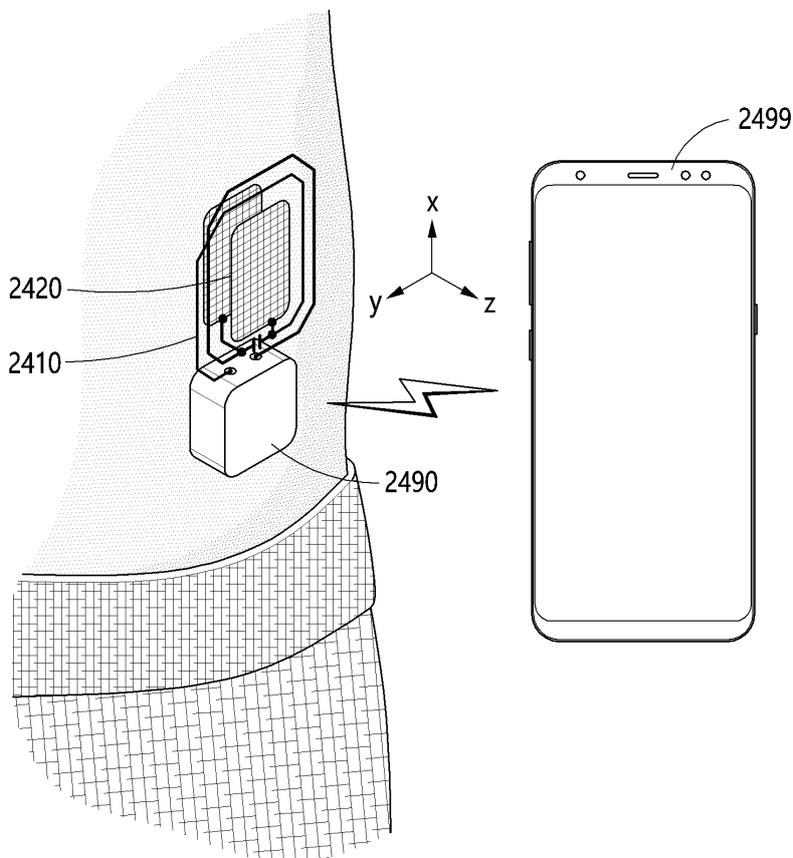
도면22



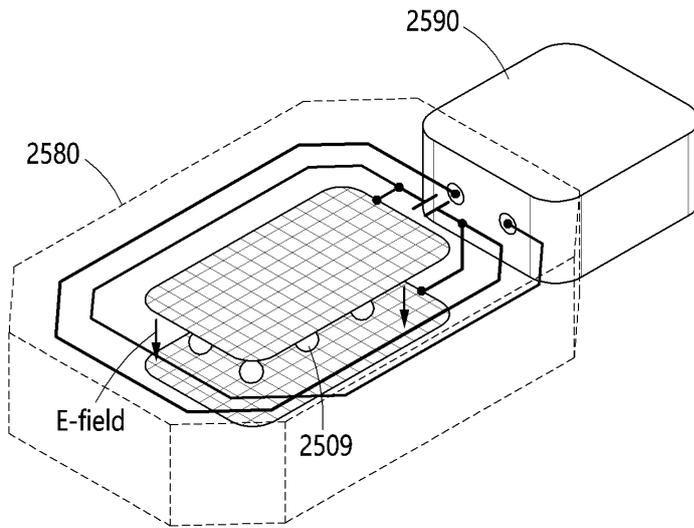
도면23



도면24



도면25



도면26

