(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0038587
(43) 공개일자 2019년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 5/00 (2016.01) *H01F 38/14* (2006.01)
H01Q 1/38 (2015.01) *H01Q 1/42* (2006.01)
H01Q 1/52 (2018.01) *H01Q 7/00* (2018.01)
H01R 12/52 (2011.01) *H01R 12/57* (2011.01)
H01R 12/70 (2011.01) *H02J 50/10* (2016.01)
H02J 50/60 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02J 5/005 (2013.01)
H01F 38/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7005779
(22) 출원일자(국제) 2017년08월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2019년02월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/048708
(87) 국제공개번호 WO 2018/039616
국제공개일자 2018년03월01일
(30) 우선권주장
62/379,940 2016년08월26일 미국(US)

(71) 출원인
누커런트, 인코포레이티드
미국, 일리노이주 60661, 시카고, 641 더블유. 레이크 스트리트, 스위트 304
(72) 발명자
싱, 빈잇
미국, 텍사스주 78704, 오스틴, 카디널 레인 #c 905
쇼스타크, 파벨
미국, 일리노이주 60622, 시카고, W 노스 아베 #3e 1843
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
신관호

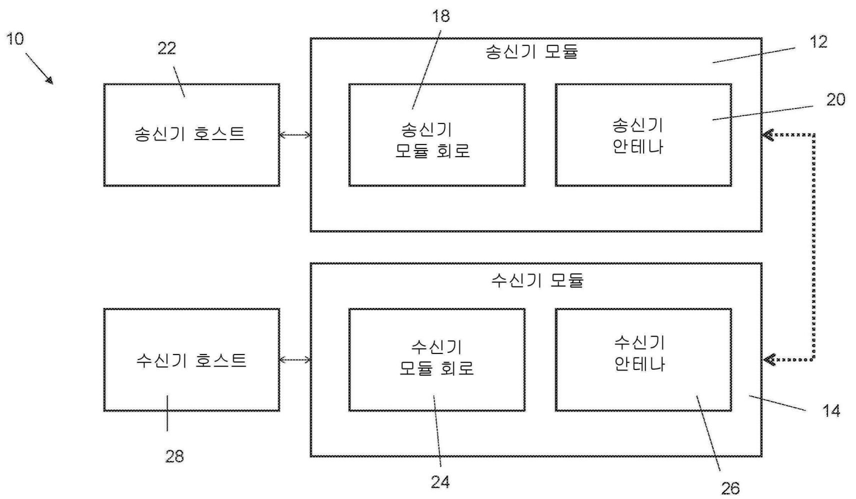
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **무선 커넥터 시스템**

(57) 요 약

무선 커넥터 시스템의 다양한 실시예들이 설명된다. 시스템은 근접장(near field) 자기 커플링을 통해 전기 에너지 및/또는 데이터를 무선으로 전송하도록 구성된 송신기 모듈 및 수신기 모듈을 갖는다. 무선 커넥터 시스템은 더 큰 이격 거리에 걸쳐 무선으로 전송되는 전력의 양을 증가하도록 설계된다. 시스템은, 시스템의 동작을 간섭할 수 있는 바람직하지 않은 대상 및 증가된 온도뿐만 아니라 전력의 전달을 개시하기 위해 수신기 모듈의 존재를 시스템에게 알리는 다양한 감지 회로로 구성된다. 무선 커넥터 시스템은 표면 장착되도록 설계된 비교적 작은 풋 프린트(foot print)이다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

H01Q 1/38 (2018.05)
H01Q 1/42 (2013.01)
H01Q 1/526 (2018.05)
H01Q 7/00 (2018.05)
H01R 12/52 (2013.01)
H01R 12/57 (2013.01)
H01R 12/7082 (2013.01)
H02J 50/10 (2016.02)
H02J 50/60 (2016.02)

(72) 발명자

루신스키, 제이슨
미국, 일리노이주 60608, 시카고, 아파트먼트 240, W 14th 플레이스 1033

리제, 글렌
미국, 일리노이주 60051, 매켄리, 메모리 트레일 5018

기오메티, 로버트
미국, 일리노이주 60089, 버펄로 그로브, 버치우드 레인 2128

로스, 올렉
미국, 일리노이주 60089, 버펄로 그로브, W 폭스 힐 드라이브 186

와드카, 운나티
미국, 일리노이주 60661, 시카고, 스위트 304, W. 레이크 스트리트 641

멜론, 마크
미국, 일리노이주 60661, 시카고, 스위트 304, W. 레이크 스트리트 641

페랄타, 알베르토
미국, 일리노이주 60654, 시카고, 아파트먼트 29h, W 온타리오 스트리트 33

배브콕, 제이콥
미국, 일리노이주 60642, 시카고, W. 이리 스트리트 1416

고틀리프, 마이클
미국, 일리노이주 60661, 시카고, 스위트 304, W 레이크 641

알람, 나즈멀
미국, 일리노이주 60148, 롬바드, 아파트먼트 114, W. 세이트 카를로스 로드 150

명 세 서

청구범위

청구항 1

a) 다음을 포함하는 송신기 모듈,

i) 송신기 안테나를 지지하는 제 1 기판, 상기 송신기 안테나는 무선 신호를 전송하도록 구성된다;

ii) 송신기 모듈 전자 회로를 지지하는 제 2 기판, 상기 송신기 모듈 전자 회로가 상기 송신기 안테나에 전기적으로 연결된다; 및

iii) 상기 송신기 모듈 전자 회로와 상기 송신기 안테나 사이에 위치된 제 1 절연체;

b) 다음을 포함하는 수신기 모듈,

i) 수신기 안테나를 지지하는 제 3 기판, 상기 수신기 안테나는 상기 무선 신호를 수신하도록 구성된다;

ii) 수신기 모듈 전자 회로를 지지하는 제 4 기판, 상기 수신기 모듈 전자 회로는 상기 수신기 안테나에 전기적으로 연결된다; 및

iii) 상기 수신기 모듈 전자 회로와 상기 수신기 안테나 사이에 위치된 제 2 절연체;

를 포함하는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

제 1 차폐 재료는 상기 송신기 안테나와 상기 송신기 전자 회로 사이에 위치되고, 제 2 차폐 재료는 상기 수신기 안테나와 상기 수신기 전자 회로 사이에 위치되며, 상기 제 1 및 제 2 차폐 재료는 페라이트 재료를 포함하는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제 1 또는 제 2 기판은 인쇄 회로 기판, 연성(flex) 회로 기판, 및 이들의 조합을 포함하는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

복수의 이격된 캐스텔레이션(castellation)이 상기 제 1 기판 또는 상기 제 2 기판의 외부 표면 내에 형성되는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 5

제 1항에 있어서,

복수의 이격된 전기 전도성 패드가 제 1 또는 제 2 기판의 외부 표면상에 형성되며, 상기 복수의 전기 전도성 패드 중 적어도 하나는 전자 회로 기판에 전기적으로 접촉가능한, 무선 커넥터 시스템.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 무선 신호는 전압, 전류, 전력, 데이터 신호, 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 7

제 1항에 있어서,

약 100μW 내지 약 10W의 범위의 전력을 전송하도록 추가로 구성되는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 수신기 및 송신기 안테나 중 적어도 하나는 복수의 도전체 및 상기 복수의 도전체 각각 사이에 위치되는 적어도 하나의 절연체를 포함하며, 상기 복수의 도전체는 적어도 하나의 턴을 갖는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 송신기 모듈 전자 회로는:

a) 상기 송신기 안테나에 전기적으로 연결되는 제 1 전기 임피던스 매칭 서브-회로, 상기 제 1 전기 임피던스 매칭 서브-회로는 적어도 하나의 제 1 커패시터 및 전력 인버터 서브-회로를 포함하고, 상기 제 1 전기 임피던스 매칭 서브-회로 및 상기 전력 인버터 서브-회로는 상기 송신기 안테나에 의한 전송을 위한 상기 무선 신호를 준비하도록 구성된다;

b) 마스터 제어 유닛을 포함하는 송신기 모듈 마스터 제어 서브-회로;

c) 상기 송신기 모듈 마스터 제어 서브-회로 및 상기 전력 인버터 서브-회로에 전기적으로 연결되는 구동 서브-회로; 및

d) 상기 송신기 모듈 마스터 제어 서브-회로 및 상기 전력 인버터 서브-회로에 전기적으로 연결되는 제 1 전압 조정기 서브 회로;

를 포함하는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 수신기 전자 회로는:

a) 마스터 제어 유닛을 포함하는 수신기 모듈 마스터 제어 서브-회로;

b) 상기 수신기 안테나에 전기적으로 연결되는 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로, 상기 제 2 전기 임피던스 매칭 서브 회로는 적어도 하나의 제 2 커패시터를 포함하며, 상기 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로는 전자 디바이스에 의해 사용을 위해 수신된 무선 신호를 준비하도록 구성된다; 및

c) 상기 수신기 모듈 마스터 제어 서브-회로에 전기적으로 연결되는 제 2 전압 조정기 서브-회로;

를 포함하는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 11

제 10항에 있어서,

전압 더블러(doubler) 서브-회로를 더 포함하며, 상기 전압 더블러 서브-회로는 상기 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 및 상기 제 2 전압 조정기 서브-회로에 전기적으로 연결되는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 송신기 모듈은 상기 송신기 모듈 전자 회로에 전기적으로 연결되는 수신기 모듈 검출 서브-회로를 더 포함하며, 상기 수신기 모듈로부터 전기 신호를 검출하면, 상기 수신기 모듈 검출 서브-회로는 상기 송신기 모듈 전자 회로의 구성이 상기 수신기 모듈과 통신하는 것을 가능하게 하는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 13

제 9항에 있어서,

커패시터 서브 회로는 상기 제 1 및 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 중 적어도 하나에 전기적으로 연결되며, 상기 스위치 커패시터 서브 회로는 상기 제 1 및 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 중 적어도 하나의 커패시턴스를 동적으로 변경하도록 구성되는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 14

제 9항에 있어서,

션트(shunt) 커패시터는 상기 제 1 및 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 중 적어도 하나에 전기적으로 연결되는, 무선 커넥터 시스템.

청구항 15

제 1항에 있어서,

플렉스 커넥터(flex connector), 보드 대 보드 커넥터, 핀 및 소켓 커넥터, 스프링 접점 커넥터, 포고(pogo) 핀 커넥터, 관통 구멍 핀 솔더 커넥터, 납땜 와이어 연결부 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 전기 커넥터는 상기 송신기 및 수신기 안테나 중 적어도 하나를 각각의 상기 송신기 및 수신기 전자 회로에 전기적으로 연결하는, 무선 커넥터 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2016년 8월 26일자로 출원된 미국 가 출원 제62/379,940호에 대한 우선권을 주장하고, 그 개시 내용은 본 명세서에 참고로 전체적으로 포함된다.

[0002] 본 개시는 일반적으로 전기 에너지 및 데이터의 무선 송신에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 출원은 다중 동작 주파수 및 주파수 대역들에서 무선 전송 전기 에너지를 이용하는 전기 디바이스에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 종래 기술의 전기 커넥터들은 통상적으로 대응하는 수용 포트로 물리적으로 플러그되는 복수의 핀으로 구성된다. 이들 커넥터의 각 절반부는 전형적으로 수놈과, 후속적으로 결합되어 전기적 접촉을 형성하는 암놈 지정으로 할당된다.

[0004] 근본적으로, 전기 커넥터는 다른 도전체들을 전기적으로 그리고 기계적으로 결합하는 데 사용되는 전기 도전체들, 장치의 전기 단자 및 전기 회로를 생성하는 장비를 포함하는 전기기계 디바이스이다. 용어, 전기 커넥터는 일반적으로 연결되도록 설계된 넓은 범위의 디바이스들을 커버한다. 예를 들어, 대형 케이블 및 버스-바(bus-bar)에 관한 통신 회로에 사용되는 소형 도전체를 들 수 있다. 이들은 통상적으로 수동적이며 플러그(수놈)와 잭(암놈)으로 구성된다. 연결은 휴대용 장비 경우에 일시적이거나, 또는, 두 개의 와이어 또는 디바이스간의 영구적 전기 조인트로 역할을 할 수 있다.

[0005] 종래의 커넥터들의 예들은 USB 및 HDMI 플러그들을 포함한다. 이들 커넥터들에 대한 전력 레벨은 수 와트 내지 약 100와트 범위이다(예를 들어, 최근에 발표된 USB-C에 대해). 이들 커넥터들은 또한 10Gbps 이상의 데이터 성능을 제공하도록 구성되고 평가된다. 또한, 범위가 가장 단순한 "와이어 너트(Wire Nut)"로부터 보다 복잡한 USB 커넥터 또는 RF 커넥터에 이르는 다수의 타입의 커넥터가 존재하며, 이는 대부분 알려진, 예를 들어, 이더넷, CAN, IO-링크 및 RS485와 같은 접속 인터페이스 표준을 따른다. 이들 커넥터들에 대한 전력 레벨들은 마이크로 와트(microwatt) 내지 메가와트(megawatt)의 범위일 수 있다.

[0006] 전형적인 커넥터 타입들은 인-라인 접합(splice) 커플러들, T-탭 커넥터들, 터미널 러그들 및 스터드 커넥터들이다. 커플러들은 도전체 단부를 단부에 결합한다. T-탭 커넥터들은 관통하는 도전체를 직각으로 다른 도전체에 결합한다. 터미널 러그들은 장비의 단자들에 고정시키기 위해 드릴링된 텅(tongue)에 도전체를 결합한다. 스터드 커넥터들은 도전체를 장비 스터드들에 결합한다. 스터드 클램프는 일반적으로 스터드와 정합하도록 나삿니가

있거나 또는 평활하다.

[0007] 다른 커넥터 타입들은 일반적으로 컴팩트 구성이며, 꼬아 잇어 테이핑한 와이어들에 대해 널리 사용되는 스플릿-볼트 커넥터들을 포함한다. 스플릿-볼트 커넥터는 폭 및 깊은 길이방향 슬롯을 갖는 볼트 형상 캐스팅을 포함한다. 도전체들은 슬롯에 삽입되고, 너트는 볼트 내부의 도전체를 함께 고정시킨다.

[0008] 또 다른 타입의 커넥터는 연결된 도전체들 사이의 제한된 움직임을 허용하는 확장 또는 가요성(flexible) 커넥터이다. 커넥터의 클램프 부분은 가요성 구리 브레이드의 짧은 길이에 의해 결합되고, 또한, 텔레스코핑(telescoping) 가이드에 의해 정렬되어 유지될 수 있다.

[0009] 다른 타입의 전통적인 커넥터들은 정합 플러그 및 리셉터클로 일반적으로 구성되는 분리형 커넥터를 포함한다. 분리형 커넥터들은 회로 또는 시스템으로부터 도전체 또는 도전체 그룹을 분리하거나 차단하도록 설계된다. 분리형 커넥터는 전기 배선 시스템에 휴대용 디바이스들 및 기기들의 연결을 위해 공통적으로 사용된다.

[0010] 종래의 커넥터들은 또한 플러그가 모양을 띤 개구을 통해 삽입되고 꼬여져 그 것이 단단히 제자리에 고정될 수 있도록 설계된 고정형 커넥터들을 포함한다. 따라서, 연결될 때, 고정형 커넥터들은 일반적으로 연결된 코드를 잡아당기는 것 같은 기계적 압박에 의해 분리되지 않는다.

[0011] 전기 커넥터들은 일반적으로 다양한 파라미터를 포함하는 것을 특징으로 한다. 다양한 파라미터는 전기 연결부(즉, 핀)의 수, 물리적 구조, 크기, 형상, 접촉 저항, 전기 연결부들 사이의 절연, 진동의 견고성, 오염 및 압력에 대한 저항, 신뢰성, 추정된 수명(고장 전에 연결/차단 동작의 수), 및 용이하게 연결 및 차단을 포함하지만, 이에 한정되지 않는다. 종래의 핀과 같은 커넥터들은 통로에 전기 에너지 및 데이터를 제공한다. 또한, 전력 소요량 및 데이터율과 같은 전력 및 데이터의 특성들은 다양한 전기 커넥터들을 특징짓는데 또한 이용된다.

[0012] 이들 종래 기술의 커넥터들의 동작은 전형적으로, 핀 및 각각의 패드, 핀이 수용되는 포트 또는 잭과 같은 2개의 전기 전도성 부품들 사이의 물리적 연결에 의존한다. 물리적 연결은, 핀 및 대응 리셉터클과 같은 전기 전도성 부품들 사이의 비교적 작은 인터페이스 영역에 걸쳐 미세 레벨에서 접속이 발생한다. 또한, 전통적인 커넥터들은 일반적으로, 연결 부재의 적절한 물리적 연결을 보장하도록 상당한 양의 기계적 힘을 필요로 하며, 전기 신호가 안전하게 그곳을 통해 통과할 수 있도록 한다. 이러한 미시적 연결 영역은 거친 환경과 같은 상이한 요인, 진동뿐만 아니라 정상 동작 조건하에서 시간 경과에 따른 마모 및 인열에 의해 영향을 받을 수 있다.

[0013] 이와 같이, 이들 종래 기술의 커넥터들의 성능 및 신뢰성은 그들의 물리적 연결의 무결성에 의해 크게 좌우된다. 또한, 이들 전통적인 기계적 커넥터는 정확하게 기능하도록 정확한 정렬로 물리적 접촉을 필요로 한다.

[0014] 또한, 유선 커넥터들은 일반적으로 수부와 암부 사이의 임의의 상대적 움직임을 허용하지 않는다. 시간이 경과하고, 이 물리적인 접촉으로 인해, 이들 기계적 연결점들은 전형적으로 핀 또는 포트를 약화 및 손상시킬 수 있는 힘을 겪으므로, 적절한 기능성을 막는다. 이러한 종래 기술의 커넥터들은 마모, 가요할 수 있거나, 또는 부식되거나 손상될 수 있다. 그 결과, 핀 및 각각의 포트와 같은 대응하는 수부 및 암부사이의 물리적 연결은 위태로워질 수 있어, 손상 또는 작동되지 않은 커넥터로 인해 그들 사이의 데이터 또는 전기 에너지 전달의 손실을 초래한다. 소비자, 의료, 군용 또는 산업적 환경에서의 오염, 수분 및 액체 유입은 바람직하지 않은 문제를 제기할 수 있다. 위험하고, 안전하지 않거나 위협할 수 있는 상태를 초래할 수 있는 동작을 수행하는 데 대한 완전한 실패를 포함한다. 잘못된 물리적 연결로 인한 부적절한 기능성 이외에, 범용 비동기 수신기 및 송신기 프로토콜(UART), 상호 집적 프로토콜(Inter-Integrated Protocol)(I2C)), 및 직렬 주변 인터페이스 프로토콜(SPI)과 같은 유선 통신 방법은 통신의 다양한 무선 방법에 비해 제한된 대역폭 성능을 가질 수 있다.

[0015] 또한, 자동화 및 로봇의 발전은, 다수의 상이한 산업 장치의 동적 이동 부분 및 어셈블리사이의 전력 신호를 전송하기 위한 요구를 증가시켰다. 종래의 유선 전기 커넥터들을 이용한 이러한 조건들하에서의 전력 전달에 대한 상당한 제기가 있다.

[0016] 상기 주어진 결점에 더하여, 이러한 종래의 커넥터들은 전형적으로 커넥터로부터 연장되는 전기 코드를 포함한다. 이러한 전기 코드들은 일반적으로 이들이 또한 손상될 수 있으므로, 데이터 또는 에너지 전달의 손실을 초래할 수 있기 때문에 일반적으로 원하지 않는다. 또한, 이러한 전기 코드들은 임계 공간을 과도하게 점유할 수 있고, 사용자에게 장애가 될 수 있다. 또한, 노출된 또는 손상된 코드가 살균 환경을 오염시킬 수 있다. 또한, 이러한 노출된 또는 손상된 코드들, 예를 들어, 그들의 전기 절연을 손실한 코드들은 위험하게 되어 인간 및 동물 모두에게 전기적 충격을 잠재적으로 유발시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0017] 따라서, 이들 문제점을 해결하기 위해, 무선 커넥터 시스템이 제공된다. 일실시예에서, 본 출원의 무선 커넥터 시스템은 근접장 자기 커플링(near field magnetic coupling(NFMC))을 이용하여, 이격된 송신기와 수신기 모듈 사이의 전력 및/또는 데이터의 무선 전송을 가능하게 한다. 일 실시예에서, 각각의 송신기 및 수신기 무선 모듈은 절연 및/또는 기밀하게 밀봉된다.

[0018] 커넥터들은 노출된 접촉 핀 및 이들이 인쇄 회로 기판(PCB) 또는 연성 회로 기판(FPC)과 같은 더 큰 전기 회로 상에 전기 부품 표면 실장(SMT) 조립 공정을 이용하여 조립될 수 있게 하는 특징을 가진다.

[0019] 따라서, 배선되는 커넥터들에 대한 필요성을 대체 또는 제거할 수 있는 폼 팩터(form factor)를 갖는 전기 커넥터가 제공된다.

[0020] 본 출원의 무선 커넥터 시스템은, 2개의 구성요소를 함께 물리적으로 결합하는 전기적 커넥터와 같은 물리적 연결의 필요성을 제거하는 하는 무선 전력 링크를 제공한다. 따라서, 물리적 연결을 제거함으로써, 무선 커넥터 또는 전력 링크는 완전히 캡슐화되어, 액체 및 다른 잔해물이 적절한 기능성을 저해하지 못하게 할 수 있다. 물리적 접촉, 기계적 및 환경 응력 및 커넥터의 마모가 제거되고, 전력 및 데이터를 전송하기 위한 보다 신뢰성 있고, 견고한 링크가 달성된다. 또한, 이 해결책은 종래의 커넥터들에 비해 송신기와 수신기 사이의 더 큰 오정렬 및/또는 상대적 움직임을 허용한다. 이는 이들 커넥터들이 그들의 제한들로 인해 유선 커넥터들에 대해 이전에 고려되지 않았던 애플리케이션에서 사용될 수 있게 할 수 있다.

[0021] 본 발명의 하나 이상의 실시예에서, 송신기 안테나를 지지하는 제 1 기판을 구비한 송신기 모듈을 포함하는 무선 커넥터 시스템이 제공되며, 상기 송신기 안테나는 무선 신호를 전송하도록 구성된다. 또한, 무선 커넥터 시스템은 송신기 모듈 전자 회로를 지지하는 제 2 기판을 포함하며, 상기 송신기 모듈 전자 회로는 상기 송신기 안테나에 전기적으로 연결된다. 또한, 송신기 전자 회로 및 송신기 안테나 사이에 제 1 절연체가 위치된다. 무선 커넥터 시스템은 수신 안테나를 지지하는 제 3 기판을 구비한 수신기 모듈을 더 포함하며, 상기 수신 안테나는 상기 무선 신호를 수신하도록 구성된다. 또한, 무선 커넥터 시스템은 수신기 모듈 전자 회로를 지지하는 제 4 기판을 포함하며, 상기 수신기 모듈 전자 회로 기판은 상기 수신기 안테나에 전기적으로 연결된다. 또한, 제 2 절연체는 상기 수신기 모듈 전자 회로 및 상기 수신기 안테나 사이에 위치된다.

[0022] 본 출원의 무선 커넥터 시스템의 송신기 및 수신기 모듈은 송신기와 수신기 모듈 사이의 더 큰 이격 거리를 통해 무선으로 전송되는 전력의 양을 증가시키는 전기 회로로 설계된다. 또한, 무선 커넥터 시스템은 전기 에너지 전달 모듈의 존재, 열, 또는 바람직하지 않은 이물질을 검출하는 다양한 센서들을 갖도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 송신기 및/또는 수신기 모듈의 동작은, 모듈 내에 포함되거나 포함되지 않을 수 있는 다양한 센서들로부터 획득된 정보에 의존할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은, 본 출원의 무선 커넥터 시스템의 일 실시예의 블록도를 도시한다.

도 2는, 본 출원의 무선 커넥터 시스템의 일 실시예의 블록도를 도시한다.

도 3-도 6은, 송신기 모듈의 실시예들의 전기 블록 다이어그램을 도시한다.

도 7, 8a 및 도 8b는, 본 출원의 송신기 또는 수신기 회로의 임피던스 매칭 회로 내에 포함될 수 있는 스위칭 커패시턴스 회로의 실시예들을 도시한다.

도 9-도 12는, 송신기 회로의 실시예의 전기 개략도를 도시한다.

도 13은, 본 출원의 무선 커넥터 시스템의 수신기 모듈의 일 실시예의 블록도를 도시한다.

도 14는, 수신기 모듈 내의 수신기 회로의 일 실시예의 전기 개략도이다.

도 15는, 수신기 모듈의 일 실시예의 전기 블록도이다.

도 16은, 수신기 모듈 내의 수신기 회로의 일 실시예의 전기 개략도이다.

도 17은, 수신기 모듈의 일 실시예의 전기 블록도이다.

도 18a-도 18d는, 송신기 또는 수신기 회로에 이용될 수 있는 임피던스 매칭 회로 내의 커패시터들의 실시예들을 도시한다.

도 19-도 21은, 본 출원의 송신기 및 수신기 모듈의 실시예들을 도시한다.

도 22-도 23은, 호스트 디바이스에 전기적으로 연결된 본 출원의 무선 커넥터의 송신기 및 수신기 모듈의 실시예들을 도시한다.

도 24는, 송신기 및 수신기 모듈 하우징 내의 차폐 및 스페이서 재료에 관하여 안테나 및 송신기 및 수신기 회로 기판의 포지셔닝의 일 실시예를 도시한다.

도 25 및 도 26은, 호스트 디바이스의 회로 기판에 송신기 모듈 및 수신기 모듈들을 전기적으로 연결하는 실시예를 도시한다.

도 27-도 30은, 본 발명의 송신기 또는 수신기 모듈의 대안적인 구조의 실시예들을 도시한다.

도 30a는, 도 30에 도시된 조립된 송신기 모듈 또는 수신기 모듈의 실시예의 단면도이다.

도 31-도 34는, 회로 기판에 장착된 도 27-도 30에 도시된 송신기 또는 수신기 모듈의 상이한 실시예를 도시한다.

도 35는, 송신기 및 수신기 모듈 중 어느 하나 또는 둘 다에 이용될 수 있는 안테나의 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 다음의 설명에서, 다양한 구체적인 세부사항들이 관련 교시의 완전한 이해를 제공하기 위해 예를 들어 제시된다. 그러나 본 교시가 이러한 상세한 설명 없이도 실시될 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 다른 경우들에서, 잘 알려진 방법들, 절차들, 컴포넌트들 및/또는 회로는, 본 교시의 양상들을 불필요하게 모호하게 하는 것을 회피하기 위해, 상세한 설명 없이, 비교적 높은 레벨에서 설명되었다.

[0025] 본 개시의 무선 커넥터 시스템(10)은 전기 에너지 및/또는 데이터의 무선 전송을 제공한다. 보다 구체적으로, 본 발명의 무선 커넥터 시스템(10)은 근접장 자기 커플링을 통한 전기 에너지 및/또는 데이터의 무선 전송을 제공한다. 일 실시예에서, 무선 커넥터 시스템(10)은 전기 에너지를 전송하도록 구성된 송신기 모듈(12)을 포함하고, 송신기 모듈(12)에 의해 전송되는 전기 에너지를 수신하도록 구성된 수신기 모듈(14)을 포함한다. 일 실시예에서, 송신기 모듈(12)은, 전기 에너지가 송신기 모듈(12)로부터 이격 거리 또는 그것이 수신기 모듈(14)에 의해 수신되는 갭(16)(도 2 및 도 19-22)에 걸쳐 무선으로 전송되도록 수신기 모듈(14)로부터 이격되어 위치된다. 따라서, 송신기 모듈 및 수신기 모듈(12, 14)의 조합은 무선 커넥터 시스템(10)을 제공하여 전기적 에너지가 그들 사이에 물리적 연결을 필요로하지 않고 무선으로 전달될 수 있도록 한다.

[0026] 본 출원에서, 본 발명의 개념은 특히 근접장 자기 커플링(NFMC)에 관한 것이다. 근접장 자기 커플링은 송신 안테나와 대응하는 수신 안테나 사이의 자기 유도를 통해 무선으로 전기 에너지 및/또는 데이터의 전달을 가능하게 한다. 근거리 통신 인터페이스 및 프로토콜 모드에 기초한 NFC 표준은 ISO/IEC 표준 18092에 의해 정의된다. 또한, 본 명세서에서 정의된 바와 같이, "유도성 충전"은 2개의 안테나 사이에서 전기 에너지를 전달하는 교류 전자기장(alternating electromagnetic field)을 이용하는 무선 충전 기술이다. "공진 유도성 커플링(Resonant inductive coupling)"은 유사한 주파수로 공진되도록 튜닝되는 2개의 자기적으로 커플링된 코일들 사이의 전기 에너지의 근거리 무선 전송으로서 본 명세서에서 정의된다. 본 명세서에서 정의된 바와 같이, 용어, "션트(shunt)"는 전기 전류 또는 전기 전압이 그곳을 통해서 통과할 수 있도록 회로의 2개의 점을 전기적으로 연결함으로써 생성되는 전기적 전도성 경로를 의미한다. 본 명세서에 정의된 바와 같이, "상호 인덕턴스"는 제 1 에 자기적으로 결합된 제 2 회로에서의 전류의 변화에 의한 회로에서의 기전력 생산이다. 본 명세서에서 정의된 바와 같이, "차폐 재료"는 자기장을 포착하는 재료이다. 차폐 재료의 예는, 망간-아연, 니켈-아연, 구리-아연, 마그네슘-아연 및 이들의 조합물과 같은 페라이트 재료를 포함하나, 이에 제한되지 않는다. 차폐 재료는 전기 회로 내 또는 그 근처의 차폐 재료의 위치에 따라, 기생 금속(parasitic metal)과 같은 물체에 또는 물체를 피해 자기장을 지향시키기 위해 사용될 수 있다. 또한, 자기장의 형상 및 방향성을 변경하기 위해 차폐 재료가 사용

될 수 있다. 본 명세서에서 정의된 바와 같이, 기생 금속(parasitic metal)과 같은 기생 물질은 인덕터 안테나에서 와전류 손실을 유도하는 물질이다. 이것은 통상적으로 인덕턴스의 감소 및 안테나의 저항의 증가, 즉, 품질 인자(quality factor)의 감소를 특징으로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 무선 커넥터 시스템(10)의 일반적인 블록도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 시스템(10)은 갭(16)에 의해 수신기 모듈(14)로부터 이격된 송신기 모듈(12)을 포함한다. 송신기 모듈(12)은 송신기 안테나(20)에 전기적으로 연결된 송신기 모듈 회로(18)를 포함한다. 일 실시예에서, 송신기 안테나(20)는 전력 및/또는 데이터의 무선 전송을 용이하게 하기 위해 하나 이상의 안테나들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 송신기 모듈 회로(18)는 전원(미도시) 또는 송신기 모듈(12)에 전기적으로 연결되는 송신기 호스트 디바이스(22)로부터 수신된 전기 에너지를 수정하도록 구성된다. 일 실시예에서, 송신기 호스트 디바이스(22)는 전기적으로 동작되는 디바이스, 회로 기판, 전자 어셈블리, 또는 다른 전자 디바이스를 포함할 수 있다. 송신기 호스트 디바이스들의 예들은, 의료 디바이스, 컴퓨터와 같은 집적 회로를 포함하는 디바이스, 및 전자 부품들로 구성된 안경 및 옷과 같은, 그러나 이에 한정되지 않는 개인용 전자 디바이스들을 포함하지만, 이에 한정되지 않는다.

[0028] 송신기 안테나(20)는 근접장 자기 유도 커플링을 통해 송신기 모듈 회로(18)에 의해 무선 송신을 위해 조절되고, 수정된 전기 에너지를 무선으로 전송하도록 구성된다. 일 실시예에서, 송신기 모듈(12)은 송신기 호스트 디바이스(22)에 의해 전기적으로 전력을 공급받을 수 있다.

[0029] 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)은 수신기 모듈 안테나(26)에 전기적으로 연결되는 수신기 모듈 회로(24)를 포함한다. 수신기 안테나(26)는 송신기 모듈(12)에 의해 전송되는 전기 에너지 및/또는 데이터를 수신하도록 구성된다. 일 실시예에서, 수신기 모듈 회로(24)는 수신된 무선 전기 에너지를 조절하도록 구성되어, 디바이스에 전기적으로 전력을 공급하거나 또는 배터리 또는 커패시터와 같은 전기 에너지 저장 디바이스에 전기 에너지를 제공하도록 사용될 수 있다.

[0030] 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)은 수신기 호스트 디바이스(28)에 전기적으로 연결된다. 일 실시예에서, 수신기 호스트 디바이스(28)는 전기적으로 동작되는 디바이스, 회로 기판, 전자 어셈블리, 또는 다른 전자 디바이스를 포함한다. 송신기 호스트 디바이스들의 예들은, 의료 디바이스, 컴퓨터와 같은 집적 회로를 포함하는 디바이스, 및 전자 부품들로 구성된 안경 및 옷과 같은, 그러나 이에 한정되지 않는 개인용 전자 디바이스들을 포함하지만, 이에 한정되지 않는다. 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)은 수신기 호스트 디바이스(28)에 의해 공급된 전력 소스(105)(도 17)로부터 전기적으로 전력을 공급받을 수 있다. 송신기 및 수신기 모듈(12, 14)중 적어도 하나는 송수신기로서 구성될 수 있으며, 이에 의해 송신기 및 수신기 모듈(12, 14) 중 어느 하나 또는 둘 모두가 전력 및/또는 데이터를 송신 및 수신할 수 있도록 한다.

[0031] 일 실시예에서, 송신기 모듈(12) 및 수신기 모듈(14)은 호스트 디바이스 내의 전기 에너지의 무선 전송을 용이하게 하기 위한 동일한 호스트 디바이스에 연결될 수 있다. 대안적으로, 송신기 및 수신기 모듈(12, 14)은 서로 다른 호스트 디바이스에 전기적으로 연결될 수 있어, 2개의 서로 다른 디바이스 사이의 전기 에너지의 무선 전달을 용이하게 한다.

[0032] 도 2는 본 출원의 무선 커넥터 시스템(10)의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 송신기 모듈 회로(18)는 게이트 드라이버(30) 및 전력 증폭기(32)를 포함한다. 송신기 호스트 디바이스(22)로부터 공급 전압 및 전기 접지는 송신기 모듈 회로(18)의 게이트 드라이버(30) 및 전력 증폭기(32)에 전기적으로 연결된다. 또한, 송신기 호스트 디바이스(22)로부터 제어 신호 및 펄스 폭 변조 신호는 송신기 모듈 회로(18)의 게이트 드라이버(30)에 전기적으로 연결된다. 일 실시예에서, 제어 신호 및 펄스 폭 변조 신호는 송신기 모듈(12)의 동작을 제어하는데 사용된다. 수신기 안테나(26), 정류기(34) 및 전압 조정기(36)를 포함하는 것으로 도시된 수신기 모듈(14)은 송신기 모듈(12)로부터 갭(16)으로 이격되어 위치한다. 도시된 바와 같이, 수신기 호스트 디바이스(28) 및 수신기 모듈 회로(24)에 전기적으로 연결된 전력선은 연결된 수신기 호스트 디바이스(28)에 전력을 제공하도록 수신기 모듈(14)에서 빠져나간다. 일 실시예에서, 정류기(34)는 교류 전력으로부터 직류 전력으로 수신된 무선 전력을 정류하도록 구성된다. 전압 조정기(36)는 수신기 모듈(14)을 빠져나가기 전에 수신된 무선 전력의 전압을 변경하도록 구성된다.

[0033] 도 3-도 6은 다양한 송신기 모듈 서브-회로(sub-circuit)들을 포함하는 본 발명의 송신기 모듈 회로(18)의 실시예들을 도시하는 블록도이다. 도 3에 도시된 실시예에 도시된 바와 같이, 송신기 모듈 회로(18)는 전기 구동 서브-회로(38), 전기 임피던스 매칭 또는 네트워크 서브-회로(40) 및 수신기 감지 서브-회로(42)를 포함한다, 또한, 송신기 모듈 회로(18)는 전압 조정기(36) 및 마스터 제어 유닛(44)을 포함할 수 있다. 대안적으로, 도시된 바와 같이, 전압 조정기(36) 및 마스터 제어 유닛(44)은 송신기 호스트 디바이스(22) 내에 포함될 수 있다.

[0034] 일 실시예에서, 전압 조정기(36)는 송신기 모듈 회로(18)에 의해 송신기 호스트 디바이스(22)와 같은 전원으로부터 수신된 전기 에너지의 전압의 폭을 조정하도록 구성된다. 도시된 실시예에서, 전압 조정기(36)는 전원(46) 및 구동 서브-회로(38)에 전기적으로 연결된다. 일 실시예에서, 전원(46)은 전기화학 전지(미도시), 배터리 팩(미도시), 또는 커패시터(미도시)와 같은 전기 저장 디바이스를 포함할 수 있다. 또한, 전원(46)은 송신기 호스트 디바이스(22)로부터의 교류 또는 직류 전류 전력을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 구동 회로(38)는 전기 임피던스 매칭 또는 네트워크 서브-회로(40) 및/또는 송신기 안테나(20)의 동작을 제어한다. 일 실시예에서, 구동 서브-회로(38)는 하프-브리지 집적 회로와 같은 집적 회로를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 구동 서브-회로(38)는 무선 전송을 위해 직류 전력으로부터 교류 전력으로 적어도 전력의 일부를 변환하도록 구성될 수 있다.

[0035] 일 실시예에서, 수신기 감지 서브-회로(42)는 수신기 모듈(14)의 존재를 검출하도록 구성된다. 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)의 존재가 검출되면, 송신기 모듈(12)에 의한 수신기 모듈(14)로의 전력 및/또는 데이터의 무선 전송은 가능하게 된다. 마찬가지로, 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)의 존재가 검출되지 않는다면, 전력 및/또는 데이터의 무선 전송이 발생하는 것을 방지한다. 또한, 마스터 제어 유닛(44)은 집적 회로를 포함할 수 있고, 구동 서브-회로(38)에 전기적으로 연결된다. 일 실시예에서, 마스터 제어 유닛(44)은 송신기 안테나(20) 및 수신기 모듈 회로(18)의 동작을 제어한다. 적어도 하나의 커패시터를 포함하는 전기 임피던스 매칭 또는 네트워크 회로(40)는 전기 구동 서브-회로(38) 및 송신기 안테나(20)에 전기적으로 연결된다. 임피던스 매칭 회로(40)는 송신기 안테나(20)의 구동 주파수로 전력 발생기 또는 부하의 특성 임피던스에 대한 수신기 안테나(26)의 전기 임피던스를 조정하여 매칭하도록 설계된 커패시턴스를 제공한다.

[0036] 일 실시예에서, 송신기 호스트 디바이스(22)와 같은 전원(46)으로부터의 전력은 전압 조정기(36) 및 상기 마스터 제어 유닛(44)에 의해 수신된다. 전원(46)으로부터 전력의 제 1 부분은 마스터 제어 유닛(44)과 같은 송신기 모듈(12)의 구성요소에 전기적으로 전력을 공급하도록 구성된다. 전원(46)으로부터 전력의 제 2 부분은 수신기 모듈(14)에 대한 무선 전송을 위해 조절 및 수정된다. 일 실시예에서, 전압 조정기(36)는 전력의 제 2 부분의 전압의 폭을 수정하여, 수신기 호스트 디바이스(28)의 전압 요건을 매칭시킨다. 무선 전송을 위한 송신기 모듈 회로(18)에 의해 조절된 전력의 제 2 부분은 수신기 모듈(14)로 무선으로 전송되는 송신기 안테나(20)에 의해 수신된다.

[0037] 일 실시예에서, 도 4에 도시된 바와 같이, 송신기 모듈 회로(18)는 듀얼 전계효과 트랜지스터 전력 스테이지 인버터(dual field effect transistor power stage inverter)와 같은 전력 스테이지 인버터(48)로 또한 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 전력 스테이지 인버터(48)는 구동 서브-회로(38) 및 네트워크 분석기 서브-회로(40)에 전기적으로 연결되는 전기 증폭기이다. 일 실시예에서, 송신기 모듈 회로(18) 내의 전력 인버터(48)의 추가는 증가된 진폭을 갖는 전력의 무선 전송을 가능하게 한다. 예를 들어, 인버터 서브-회로(48)의 추가는 송신기 모듈(12)이 약 300mW 내지 약 600mW의 전력을 전송 가능하게 한다. 전력 스테이지 인버터(48)의 구현이 없을 경우, 송신기 모듈(12)은 약 100mW 내지 약 300mW의 전력을 전송하도록 구성된다. 또한, 전력 스테이지 인버터(48)는 직류 전원으로부터 교류 전력으로 전송되도록 전력을 변경하도록 구성될 수 있다.

[0038] 도 5에 도시된 바와 같이, 송신기 모듈 회로(18)는 다양한 감지 회로들로 구성될 수 있다. 수신기 감지 서브-회로(42)에 부가하여, 송신기 모듈 회로(18)는 또한 열 감지 서브-회로(50) 및/또는 객체 감지 서브-회로(52)로 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 열 및 객체 감지 서브-회로(50, 52)는 송신기 마스터 제어 유닛(44)에 전기적으로 연결된다. 열 감지 서브-회로(50)는 송신기 모듈(12) 내의 온도를 모니터링 하도록 구성된다. 일 실시예에서, 열 감지 서브-회로(50)를 통해 마스터 제어 유닛(44)이 송신기 모듈(12) 내의 온도가 약 20℃ 내지 약 50℃로 증가되었음을 검출하면, 송신기 마스터 제어 유닛(44)은 송신기 모듈(12)의 동작을 방지한다. 일 실시예에서, 열 감지 서브-회로(50)는 열전쌍, 부 온도 계수(negative temperature coefficient(NTC)) 저항기와 같은 서미스터, 저항 온도 감지기(resistance temperature detector(RTD)), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 객체 감지 서브-회로(52)는 송신기 마스터 제어 유닛(44)에 전기적으로 연결된다. 객체 감지 서브-회로(52)는 바람직하지 않은 객체의 존재를 검출하도록 구성된다. 일 실시예에서, 마스터 제어 유닛(44)이 객체 감지 서브-회로(52)를 통해 바람직하지 않은 객체의 존재를 검출한 경우, 마스터 제어 유닛(44)은 송신기 모듈(12)의 동작을 방지한다. 일 실시예에서, 객체 감지 서브-회로(52)는, 마스터 제어 유닛(44)이 송신기 안테나(20)에 의해 관측된 전기 임피던스의 변화를 잘 알려진, 허용 가능한 전기 임피던스값 또는 전기 임피던스값들의 범위에 대해 분석하는 임피던스 변경 검출 방식을 이용한다. 또한, 객체 감지 서브-회로(52)는, 마스터 제어 유닛(44)이 수신기 안테나(26)와 같은, 검출된 객체의 잘 알려진 품질 인자 값 또는 품질 인자 값의 범위들로부터의 변경을 분석하는 품질 인자 변경 검출 방식을 이용할 수 있다. 일 실시예에서, 객체 감지 서브-회로

(52)는 광센서, 홀 효과(Hall effect) 센서, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 이들 센서들은, 마스터 제어 유닛(44), 컴퓨터(미도시), 비교기(미도시), 또는 당업자에게 잘 알려진 다른 능동 또는 수동 모니터링 방법들을 이용하여 모니터링 될 수 있다. 또한, 센서들로부터 획득된 정보는 송신기 모듈(12), 수신기 모듈(14), 또는 시스템(10)의 동작을 제어하는데 사용될 수 있다. 또한, 송신기 모듈 회로(18)는 데이터(54)를 송신 및 수신하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 송신기 모듈(12)은 데이터(54)의 변조 및 복조를 통해 수신기 모듈(14)과 통신하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 데이터(54)는 전압 및/또는 전류를 형성하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[0039] 도 6은 마스터 제어 유닛(44), 하프-브리지 드라이버를 포함하는 상기 구동 회로(38), 이중 전계효과 전력 스테이지 인버터를 포함하는 전력 스테이지 인버터(48) 및 임피던스 매칭 회로(40)를 포함하는 본 출원의 송신기 모듈 회로(18)의 실시예를 도시한다. 감지선(SNS)은 마스터 제어 유닛(MCU)(44)을 수신기 감지 서브-회로(42), 열 감지 서브-회로(50) 및 객체 감지 서브-회로(52) 중 적어도 하나에 연결한다.

[0040] 일 실시예에서, 도 7, 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같이, 임피던스 매칭 서브-회로(40)는 스위치 커패시턴스 서브-회로(56)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 스위치 커패시턴스 서브-회로(56)는 전기 스위치(58) 및 전기적으로 병렬로 연결된 적어도 2개의 커패시터(C_1, C_2)를 포함한다. 도 7에 도시된 바와 같이, 3개의 커패시터(C_1, C_2, 및 C_3)는 전기적 병렬로 연결되고, 스위치(58)는 커패시터(C_1, C_2)사이에 도시되어 있다. 일 실시예에서, 임피던스 매칭 회로(40)의 커패시턴스는 스위치(58)를 온 및 오프시킴으로써, 마스터 제어 유닛(44)에 의해 조정될 수 있어, 이에 의해, 결과적인 임피던스를 조정하는 임피던스 매칭 서브-회로(40) 내의 커패시터들을 동적으로 연결 또는 차단한다.

[0041] 도 8a는 스위치(58)가 병렬로 전기적으로 연결된 커패시터들(C_4 및 C_5) 사이에 전기적으로 연결된 스위치 커패시턴스 서브-회로(56)의 다른 실시예를 도시한다. 또한, 인덕터(L_1) 및 저항(R_1)은 커패시터들(C_4 및 C_5)이 전기적으로 연결된다. 도 8b는 송신기 모듈 회로(18) 또는 수신기 모듈 회로(24) 내에 포함될 수 있어, 임피던스 매칭 회로(40)의 임피던스를 동적으로 조정할 수 있는, 제 1 및 제 2 스위치들(58), 저항들(R_2, R_3, 및 R_4), 커패시터들(C_6 및 C_7) 및 다이오드(D_1-D_4)를 포함하는 스위치 커패시터 서브 회로(56)의 다른 실시예를 도시한다.

[0042] 도 9-도 12는 본 출원의 송신기 모듈 회로(18)의 실시예들을 도시하는 전기 개략도이다. 일 실시예에서, 송신기 모듈 회로(18)는 임피던스 매칭 서브-회로(40), 수신기 모듈 감지 서브-회로(42)와 같은 전력 서브-회로(60) 및 감지 서브-회로(62), 열 감지 서브-회로(50), 객체 감지 서브-회로(52), 또는 이들의 조합을 포함한다. 일 실시예에서, 전력 서브-회로(60)는 송신기 모듈(12)을 포함하는 다양한 회로들에 전력을 공급하고, 수신기 모듈(14)에 무선 전송을 위한 전력을 제공하도록 전원(46)으로부터 수신된 전력을 수정하고 구성한다.

[0043] 도 9 및 도 10에 도시된 실시예들에서 도시된 바와 같이, 전력 서브-회로(60)는 하프-브리지 구동 회로와 같은 구동 서브-회로(38)를 포함한다. 대안적으로, 구동 서브-회로(38) 대신에, 전력 서브-회로(60) 마스터 제어 유닛(44)을 포함할 수 있다. 전원(46) 또는 송신기 호스트 디바이스(22)로부터의 전기 에너지는 송신기 구동 서브-회로(38) 또는 마스터 제어 유닛(44)에 의해 수신된다. 구동 서브-회로(38) 또는 상기 마스터 제어 유닛(44)은 무선 전송을 위해 직류 전력으로부터 교류 전력으로 전력의 일부를 변환하도록 구성된다. 또한, 구동 서브-회로(38) 또는 마스터 제어 유닛(44)은 수신된 전력의 전압의 진폭을 조정하도록 구성될 수 있다. 구동 서브-회로(38) 또는 마스터 제어 유닛(44)은 또한 송신기 모듈(12)을 포함하는 다른 구성요소들을 동작시키기 위한 전력을 제공하도록 구성된다.

[0044] 전력 서브-회로(60) 외에, 도 9 및 도 10에 도시된 송신기 회로의 실시예들은 수신기 모듈 감지 서브-회로(42)의 상이한 실시예들을 추가로 도시한다. 도 9 의 실시예에 도시된 바와 같이, 수신기 모듈 감지 서브-회로(42)는, 전기적으로 직렬로 연결된 저항기들(R_5, R_6), 저항(R_5)에 전기적으로 직렬로 연결된 다이오드(D_5) 및 저항들(R_5, R_6) 사이에 전기적으로 연결된 커패시터(C_{11})를 포함하는, 포락선 추적기(evelope tracker) 서브-회로(64)를 포함한다. 포락선 추적기 회로(64)는 저항(R_5, R_6) 사이에 존재하는 노드(66)에서 아날로그 전압 신호를 생성하도록 구성된다. 일 실시예에서, 아날로그 전압은 마스터 제어 유닛(44)에 전기적으로 연결된 아날로그-디지털 변환기(미도시)에 의해 수신된다. 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)이 송신기 안테나(20)로부터 나오는 자기장 내에 위치될 때, 수신기 모듈(14) 내의 수신기 안테나(26)는 공진하기 시작한다. 송신기 안테나(20)로부터 나오는 자기장 내의 수신기 안테나(26)의 존재는 송신기와 수신기 안테나(20, 26) 사이에 전기 결합을 수립하고 송신기 안테나(20)에 의해 검출되는 전기 임피던스의 시프트를 생성한다. 수신기 모듈(14)의 수신기 안테나(26)가

자기장 내에 위치될 때 초래되는 전기 임피던스의 이런 변화는 노드(66)에서 전압의 변화를 발생시킨다. 따라서, 이 전압 신호는 송신기 모듈(12)의 마스터 제어 유닛(44)에게 경고하고, 그 후 송신기 모듈(12)로부터 수신기 모듈(14)로의 전기 에너지의 전송을 시작한다. 예를 들어, 만약 전압 감지 신호로부터 송신기 호스트 디바이스(22) 또는 송신기 마스터 제어 유닛(44)에 의해 0보다 큰 전압이 검출되면, 수신기 모듈(14)이 존재하는 것으로 결정된다. 일 실시예에서, 만약 수신기 모듈(14)이 존재하는 것으로 결정되면, 구동 서브-회로(38) 또는 송신기 마스터 제어 유닛(44)은 활성화되고, 송신기 호스트 디바이스(22)로부터의 전력 또는 전력(46)은 송신기 안테나(20)에 의해 수신기 모듈(14)로 무선으로 전송된다.

[0045] 도 10은 포락선 추적기 회로(64)의 대안적인 실시예를 도시한다. 저항들(R_7, R_8) 다이오드(C_1), 다이오드(D_6) 및 커패시터(C_{15})에 더하여, 포락선 추적기 회로(64)는 집적 회로(68), 커패시터(C_{16}) 및 저항(R_9, R_{10})을 포함하는 집적 서브-회로(67)를 포함한다. 일 실시예에서, 집적 서브-회로(67)는 노드(69)에서 수신된 아날로그 전압을 송신기 모듈 회로(18) 내의 마스터 제어 유닛(44)에 의해 수신되는 디지털 신호로 변환하도록 구성된다.

[0046] 도 11 및 도 12는 송신기 모듈 회로(18)의 대안적인 실시예들을 도시한다. 특히, 도 11 및 도 12는 전력 서브-회로(60)의 대안적인 실시예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 도 11 및 도 12의 전력 서브-회로(60)는 전계효과 트랜지스터(Q1)(도 11) 및 전계효과 트랜지스터(Q2)(도 12)를 포함한다. 일 실시예에서, 도 11 및 도 12의 전력 서브-회로(60)는 무선 전력 전송을 허용하기 위해 송신기 안테나(20)를 구동하도록 구성된다. 일 실시예에서, 도 11 에 도시된 바와 같이, 전력 서브 회로(60)는, 마스터 제어 유닛(44) 또는 FET(Q1) 및 무선 전력 전달 제어에 필요한 입력을 생성하기 위한 송신기 호스트 디바이스(22) 내에 존재하는 신호 발생기와 같은 다른 신호 발생기로부터 제어 신호에 의해 온 및 오프 되는 전계효과 트랜지스터(FET)(Q_1)를 포함한다. 일 실시예에서, 도 11에 도시된 바와 같이, 전력 서브-회로(60)는 저항기(R_{11}), 커패시터들(C_{11}, C_{18}) 및 인덕터들(L_3-L_5)을 더 포함한다.

[0047] 일 실시예에서, 도 12에 도시된 바와 같이, 전계효과 트랜지스터(FET)(Q_2)는 저항들(R_{19}-R_{21}), 인덕터(L_6) 및 커패시터들(C_{25}-C_{28}), 및 집적 회로들(72, 74)을 포함하는 전력 증폭기(60)에 전기적으로 연결되어, 송신기 안테나(20)를 구동하여 무선 전력 전달을 가능하게 하도록, 직류(DC) 전압 입력을 증폭된 교류(AC) 전압 신호로 변경시킨다.

[0048] 전력 서브-회로(60)에 부가하여, 도 11 및 도 12에 도시된 송신기 모듈 회로(18)의 실시예들은 수신기 모듈 감지 서브-회로(42)의 다양한 실시예들을 추가로 도시한다. 도 11 에 도시된 바와 같이, 수신기 감지 서브-회로(42)는 커패시터들(C_{21}-C_{23}), 저항들(R_{12}-R_{17}) 및 다이오드(D_8)를 포함하는 연산 증폭기(76)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 전기 임피던스의 변화는 송신기 안테나(20) 및 커패시터들(C_{19}, C_{20})을 포함하는 임피던스 매칭 회로(40) 사이에 존재하는 노드(78)에서 검출된다. 그 후, 전기 임피던스는 다이오드(D_7), 저항(R_{18}), 및 커패시터(C_{24})에 의해 노드(80)에서 전류 신호로 변환된다. 전류 신호는 노드(80)에서 수신된 감지 신호를 증폭하도록 구성된 연산 증폭기(76)에 의해 수신된다. 일 실시예에서, 연산 증폭기(76)는, 또한, 포락선 검출기 전압이 수신기가 존재하는지 여부를 결정하고, 디지털 신호(즉, "로우"(이진수 0) 또는 "하이"(이진수 1) 신호)를 마스터 제어 유닛(44)으로 출력하는 세트 임계값과 비교되는, 비교기(comparator)로서 기능을 하도록 구성될 수 있다.

[0049] 그 후, 증폭 신호는 마스터 제어 유닛(44)에 의해 수신된다. 일 실시예에서, 감지 신호를 증폭시키는 단계는 검출 감도 한계(resolution)를 증가시켜, 수신기 모듈(144)의 존재에 대한 검출의 정확도를 증가시킨다. 도 12에 도시된 또 다른 실시예에서, 수신기 감지 서브-회로(42)는 전기 임피던스 신호 변환 서브-회로(82) 및 감지 제어 서브-회로(84)를 포함한다. 일 실시예에서, 전기 임피던스 신호 변환 서브-회로(82)는 다이오드(D_9) 및 커패시터(C_{34})에 전기적으로 병렬로 연결되는 저항(R_{25})을 포함한다. 감지 제어 서브-회로(84)는 집적 회로(86), 저항들(R_{22}-R_{27}), 및 커패시터들(C_{31}-C_{33})을 포함한다. 일 실시예에서, 노드(88)에서 전기 임피던스는 다이오드(D_9), 저항(R_{25}) 및 커패시터(C_{34})에 의해 노드(90)에서 전류 신호로 변환된다. 전기 전류 신호는 감지 제어 서브-회로(84) 내의 집적 회로(86)에 의해 수신된다. 일 실시예에서, 집적 회로(86)는 전기 전류 신호를 마스터 제어 유닛(44)으로 전송하여 수신기 모듈(14)의 존재를 통지하는 전기 데이터 신호로 변환하도록 구성된다.

[0050] 도 13은 본 발명의 수신기 모듈(14) 내에 상주하는 수신기 모듈 회로(24)의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 수신기 모듈 회로(24)는 송신기 모듈(12)의 송신기 안테나(20)로부터 근접장 자기 커플링을 통해 무선으로 전송된

전력을 수신하도록 구성된다. 도 13 에 도시된 바와 같이, 수신기 모듈 회로(24)는 수신기 안테나(26), 수신기 임피던스 매칭 서브-회로(92), 정류기(94), 및 전압 조정기(96)를 포함한다, 도시된 바와 같이, 수신기 안테나(26)는 정류기(94) 및 전압 조정기(96)에 전기적으로 연결된 수신기 임피던스 매칭 회로(92)에 전기적으로 연결된다. 일 실시예에서, 수신기 임피던스 매칭 회로(92)는 송신기 모듈(12)의 전기 임피던스를 매칭시키도록 수신기 모듈(14)의 전기 임피던스를 조정하도록 구성된다. 정류기(94)는 수신된 전력을 교류 전력으로부터 직류 전력으로 변경하도록 구성된다. 전압 조정기(96)는 무선으로 수신된 전력의 전압의 진폭을 조정하도록 구성된다.

[0051] 도 14는 도 13에 도시된 수신기 모듈 회로(24)의 실시예의 전기 개략도이다. 도시된 바와 같이, 인덕터(L_9)를 포함하는 수신기 안테나(26)는 커패시터(C_{35}-C_{37})를 포함하는 임피던스 매칭 서브-회로(92)에 전기적으로 연결된다. 임피던스 매칭 서브-회로(92)는 다이오드(D_{10}-D_{13})를 포함하는 정류기(94) 및 로우 드롭 아웃(dropout) 선형 전압 조정기를 포함하는 전압 조정기(96)에 전기적으로 연결된다.

[0052] 도 15는 본 출원의 수신기 모듈(14) 내의 수신기 모듈 회로(24)의 대안적인 실시예를 도시하는 블록도이다. 도시된 바와 같이, 수신기 모듈 회로(14)는 수신기 안테나(26)를 포함한다. 전기 임피던스 매칭 서브-회로(92), 전압 더블러(doubler) 서브-회로(98), 전압 조정기(96) 및 수신기 마스터 제어 유닛(100)을 포함한다. 일 실시예에서, 수신기 안테나(26)는 전력 발생기 또는 송신기 안테나(20)의 구동 주파수에서 부하의 특성 임피던스에 대해 수신기 안테나(26)의 전기 임피던스를 동적으로 조절하고 매칭하도록 구성된 전기 임피던스 매칭 회로(92)에 전기적으로 연결된다. 실시예에서, 임피던스 매칭 회로(92)는 교류 전력으로부터 직류 전력으로 무선으로 수신된 전력을 정류하도록 구성된 전압 더블러 서브-회로(98)에 전기적으로 연결된다. 전압 더블러 회로(98)는, 또한, 무선으로 수신된 전력의 전압을 증가 즉, 2배로 증가하도록 구성된다. 본 실시예에서 추가로 도시된 바와 같이, 전압 더블러 서브-회로(98)는 무선으로 수신된 전력의 전압의 진폭을 더 조정하도록 설계된 전압 조정기(96)에 전기적으로 연결된다. 전압 조정기(96)는 수신기 마스터 제어 유닛(100)에 전기적으로 연결된다. 일 실시예에서, 수신기 마스터 제어 유닛(100)은 수신기 모듈(14) 내의 수신기 모듈 회로(24)를 동작하도록 구성된다. 일 실시예에서, 송신기 모듈(12)로부터 무선으로 수신되고 수신기 모듈 회로(24)에 의해 변경된 전력은 호스트 디바이스에 전력을 공급하기 위해 사용되고/또는 전기화학 셀 또는 커패시터와 같은 전기 저장 디바이스(102)를 전기적으로 충전하기 위해 사용될 수 있다.

[0053] 도 16은 도 15에 도시된 수신기 모듈 회로(24)의 전기 개략도이다. 도시된 바와 같이, 인덕터(L_{10})를 포함하는 수신기 안테나(26)는 적어도 하나의 커패시터를 포함하는 전기 임피던스 매칭 서브-회로(92)에 전기적으로 연결된다. 도시된 바와 같이, 전기 임피던스 매칭 서브-회로(92)는 커패시터들(C_{40}-C_{42})을 포함한다. 도 16 에 추가로 도시된 바와 같이, 전기 임피던스 매칭 회로(92)는 다이오드들(D_{14}, D_{15}) 및 커패시터(C_{43})를 포함하는 전압 더블러 서브-회로(98)에 전기적으로 연결된다. 수신기 모듈 회로(24) 내의 전압 더블러 서브-회로(98)의 통합은 무선으로 수신된 전력을 정류하고, 송신기 및 수신기 모듈(12, 14) 사이의 이격 거리(16)에 걸쳐 전송될 수 있는 전력의 양을 증가시킨다. 또한, 저항들(R_{28}-R_{30}) 및 커패시터들(C_{44} 및 C_{45})에 전기적으로 연결된 전압 조정기(96)를 포함하는 전압 조정기 서브-회로(97)는 전압 더블러 서브-회로(98)에 전기적으로 연결된다.

[0054] 일 실시예에서, 전압 더블러 서브-회로(98)는 수신기 모듈 회로(24)에 의해 경험되는 전기 임피던스의 감소로 인해 증가된 시스템 효율을 가능하게 한다. 실험 결과는, 수신기 모듈 회로(24) 내의 전압 더블러 서브-회로(98)의 통합이, 무 부하 조건하에서 약 301Ω으로부터 약 31Ω으로 감소시키고, 97%만큼 전기 임피던스의 감소인 최대 부하 조건하에서 전기 임피던스를 약 154Ω으로부터 약 4.9Ω으로 감소시킨다는 것을 나타낸다. 전압 더블러 서브-회로(98)는 수신기 모듈 회로(24)의 전기 임피던스를 상당히 감소시키기 때문에, 따라서, 수신기 모듈 회로(24) 내의 전압 더블러 서브-회로(98)의 통합은 주어진 주파수에서 모듈 이격 거리(16)에 걸쳐 더 많은 양의 전력을 전송하는 것을 제공한다. 또한, 전압 더블러 서브-회로(98)가 감소된 부품 크기 및 증가된 시스템 성능을 가능하게 한다. 또한, 전압 더블러 서브-회로(98)는 시스템(10)의 동작, 특히, 다른 정류 토폴로지(topologies)(예를 들어, 전파(full wave) 정류기)와 비교하여 더 넓은 모듈 이격 거리(16)에 걸쳐 전기 에너지 및 데이터의 무선 전달을 가능하게 한다. 예를 들어, 전압 더블러 서브-회로(98)로 구성된 본 발명의 수신기 모듈(14)은 약 0.5㎜로부터 약 5㎜까지의 모듈 이격 거리(16)에 걸쳐 전기 에너지 및/또는 데이터의 무선 전달을 가능하게 한다. 비교로, 전압 더블러 서브-회로(98)로 구성되지 않는 수신기 모듈은 약 0.5㎜로부터 약 2㎜까지의 모듈 이격 거리(16)에 걸쳐 전기 에너지 및/또는 데이터의 전달을 가능하게 한다. 따라서, 전압 더블러 서브-회로(98)는 약 100퍼센트 또는 약 두 배 모듈 이격 거리(16)까지 모듈 이격 거리(16)의 증가를 가능하게 한다. 또한, 더 가까운 이격 거리들에서, 증가된 무선 전력 전달을 가능하게 하는 게이트 드라이버 또는 FET 전력 스

테이지의 전기 임피던스는 감소된다.

[0055] 도 17은 본 출원의 수신기 모듈 회로(24)의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 수신기 마스터 제어 유닛(100), 수신기 안테나(26), 정류기(94) 및 전압 조정기(96)에 부가하여, 수신기 모듈 회로(24)는 열 감지 서브-회로(104)로 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 열 감지 서브-회로(104)는 수신기 모듈(14) 내의 온도를 모니터링 하도록 구성된다. 일 실시예에서, 열 감지 서브-회로(104)를 통해 수신기 마스터 제어 유닛(100)이 수신기 모듈 내의 온도가 약 20℃으로부터 약 50℃까지 증가하는 것을 검출한 경우, 수신기 마스터 제어 유닛(100)은 수신기 모듈(14)의 동작을 방지한다. 또한, 수신기 모듈(14)은 송신기 모듈(12)로부터 그리고 송신기 모듈(12)로 데이터를 수신 또는 송신하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)은 송신기 모듈(12)로부터 데이터를 변조하고 복조하여 그들 사이의 통신을 가능하게 하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 본 출원의 무선 커넥터 시스템(10)은, 인-밴드(in-band) 진폭, 위상, 및/또는 주파수 편이 변조 통신(frequency shift keying communication)과 같은 인-밴드 통신을 위해 구성될 수 있다. 또한, 본 출원의 무선 커넥터 시스템(10)은 대역 통신을 위해 구성될 수 있다. 대역 통신은 무선 전력 신호를 통한 정보/데이터의 전송을 기초로 한다. 무선 전력 신호는 캐리어 주파수이고, 다른 방법들(진폭, 주파수, 및 위상)은 캐리어 주파수를 변조하여 데이터를 전달한다. 대역 통신을 벗어나서는 데이터/통신을 전달하기 위해 무선 전력 신호로부터 분리된 외부 신호를 이용한다.

[0056] 도 18a-18d는 수신기 모듈 회로(24) 및/또는 송신기 모듈 회로(18) 내에서 이용될 수 있는 임피던스 매칭 서브-회로들(40, 92)의 실시예를 도시한다. 도 18a의 실시예에 도시된 바와 같이, 임피던스 매칭 회로(40, 92)는 전기적으로 병렬로 연결된 2개의 커패시터(C_{46}, C_{48})와 커패시터들(C_{46}, C_{48}) 사이에 전기적으로 연결된 션트(shunt) 커패시터(C47)를 포함할 수 있다. 도 18b는 션트 커패시터(C_{50})가 커패시터들(C_{49}, C_{51}) 사이에 병렬로 전기적으로 연결되는 실시예를 도시한다. 도 18c는 전기 임피던스 매칭 회로가 수신 또는 송신기 안테나의 양극 측에 전기적으로 접속된 적어도 하나의 커패시터(C_{52})를 포함할 수 있는 실시예를 도시한다. 도 18d는 2개의 커패시터들(C_{53}, C_{54})이, 수신 또는 송신기 안테나의 각각에 대응하여, 양극 및 음극 단자에 각각 전기적으로 연결되는 실시예를 도시한다.

[0057] 일 실시예에서, 도 18a 또는 도 18b에 도시된 것과 같은 션트 커패시터를 포함하는 것은 더 먼 이격 거리(16)에 걸쳐 전력이 전송될 수 있게 한다. 일 실시예에서, 션트 커패시터는 직렬 전용 튜닝 토폴로지와 비교하여 수신 전압을 수신기 정류기(34)로 승압하는데 사용된다. 션트 커패시터는, 시스템의 최대 동작 거리를 증가시킬뿐만 아니라 특정 거리에서 전달될 수 있는 전력의 양을 증가시키기 위해 안테나의 저항을 변경시킬 수 있게 한다. 일 실시예에서, 도 18a 또는 도 18b에 도시된 바와 같이, 수신기 모듈 회로(24)의 전기 임피던스 매칭 서브-회로(92) 내에 션트 커패시터를 포함하는 것은, 2㎜ 이격 거리를 넘어 전력이 무선으로 전송될 수 있게 한다. 본 발명자들은, 수신기 모듈(14)의 수신기 모듈 회로(24)의 전기 임피던스 매칭 서브 회로(92) 내에 션트 커패시터를 사용하지 않았을 때, 전력의 무선 전송은 더 짧은 이격 거리에 걸쳐진다는 것을 발견하였다. 예를 들어, 본 발명자들은 션트 커패시터가, 전력이 전송된 동일한 양의 전력에 대해 션트 커패시터를 포함하지 않는 수신기 모듈에 비해 약 50% 이상인 이격 거리(16)를 넘어 무선으로 전송될 수 있게 한다는 것을 발견하였다.

[0058] 도 19-도 22는 송신기 모듈(12) 및 수신기 모듈(14)을 포함하는 무선 커넥터 시스템(10)의 실시예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 송신기 모듈(12)은, 송신기 모듈 회로(18) 및 송신기 안테나(20)를 감싸는 송신기 모듈 하우징(106)을 포함한다. 수신기 모듈(14)은, 수신기 모듈 회로(24) 및 수신기 안테나(26)를 감싸는 수신기 모듈 하우징(108)을 포함한다. 일 실시예에서, 송신기 모듈 하우징(106) 및 수신기 모듈 하우징(108) 중 어느 하나 또는 둘 모두가 기밀하게 밀봉된다. 일 실시예에서, 송신기 모듈 하우징(106) 및 수신기 모듈 하우징(108) 중 적어도 하나는 폴리머 재료, 금속, 세라믹 물질 또는 이들의 조합으로 구성될 수 있다. 또한, 송신기 모듈(12) 및 수신기 모듈(14) 중 어느 하나 또는 둘 모두가 캡슐화 물질(미도시) 내에 넣어질 수 있다. 이 캡슐화 물질은 모듈(12, 14)의 회로를 보호하는데 도움이 되고, 밀폐 밀봉을 보장하는데 도움이 된다. 무선 커넥터 시스템(10)의 동작 동안, 송신기 및 수신기 모듈(12, 14)은 위치되어, 모듈 이격 거리(16)가 모듈들(12, 14) 사이에 걸치도록 한다. 일 실시예에서, 모듈 이격 거리(16)는 약 0.1㎜ 내지 약 5㎜ 범위일 수 있다. 일 실시예에서, 송신기와 수신기 모듈(12, 14) 사이의 모듈 이격 거리 또는 갭(16)은, 시스템의 동작 동안 약 0.1㎜ 내지 약 2㎜의 범위이다. 일 실시예에서, 본 발명의 무선 커넥터 시스템(10)은 5MHz보다 큰 주파수에서 약 1mW 내지 약 200mW 사이 무선으로 전송하도록 구성된다. 일 실시예에서, 무선 커넥터 시스템(10)은, 송신기와 수신기 모듈(12,14) 사이에 약 1MHz 내지 약 50MHz 범위의 주파수에서 약 1mW 내지 약 200mW 사이 무선으로 전송하도록 구성된다. 일 실시예에서, 무선 커넥터 시스템(10)은, 100kHz, 6.78MHz, 10MHz, 13.56MHz, 27.12MHz, 433MHz, 915MHz, 1.8GHz,

2.4GHz, 60GHz, 및 5.7GHz을 포함하나 이에 한정되지 않는, 임의의 주파수 또는 주파수들에서 동작할 수 있다. 또한, 이러한 주파수는 허가된 주파수 대역을 포함할 수 있다.

[0059] 일 실시예에서, 송신기 및 수신기 모듈들(12, 14)은 컴팩트 사이즈이다. 일 실시예에서, 송신기 모듈(12)은 송신기 모듈 전단부(112)로부터 수신기 모듈 말단부(114)로 연장되는 길이(110)를 갖는다. 송신기 모듈(12)은 길이(110)에 대해 대략 수직으로 지향된 송신기 모듈 폭(116)을 갖는다. 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)은 수신기 모듈 전단부(122)로부터 수신기 모듈 말단부(124)로 연장되는 수신기 모듈 길이(120)를 갖는다. 수신기 모듈(14)은 길이(120)에 대략 수직으로 지향된 수신기 모듈 폭(126)을 포함한다. 도 19에 도시된 바와 같이, 일 실시예에서, 송신기 모듈(12)은 송신기 모듈 길이(110)에 대략 수직으로 연장되는 송신기 모듈 높이(118)를 포함한다. 일 실시예에서, 수신기 모듈(14)은 수신기 모듈 길이(120)에 대해 대략 수직으로 연장되는 수신기 모듈 높이(128)를 포함한다.

[0060] 일 실시예에서, 송신기 및 수신기 모듈(12, 14) 중 어느 하나 또는 둘 모두는 표면 실장 되도록 구성된다. 일 실시예에서, 도 22에 도시된 바와 같이, 복수의 브래킷(130)은 모듈들(12, 14)을 각각의 호스트 디바이스의 회로 기판(132)에 기계적으로 지지하고 전기적으로 연결한다. 또한, 도 21에 도시된 바와 같이, 모듈들(12, 14) 각각은 송신기 모듈 하우징(106) 및/또는 수신기 모듈 하우징(108)의 외부 표면 내에 존재하는 복수의 캐스텔레이션(castellation)(134)을 포함할 수 있다. 이들 캐스텔레이션(134)은, 모듈들(12, 14)을 표면에 기계적으로 고정시키고, 호스트 디바이스에 전기 연결을 제공하기 위해 그들 내에 표면 마운트(미도시)가 위치될 수 있는 공간을 제공한다.

[0061] 일 실시예에서, 도 23에 도시된 바와 같이, 송신기 및 수신기 모듈들(12, 14) 중 적어도 하나는, 모듈 하우징(106, 108)의 외부 표면의 가장자리에 위치하는 복수의 금속 패드(136)를 포함한다. 이들 금속 패드(136)는 회로 기판(132) 또는 호스트 디바이스(22, 28)에 모듈(12, 14)의 전기 접점을 제공하도록 설계된다. 또한, 송신기 및 수신기 모듈(12) 중 적어도 하나는 모듈 하우징(106, 108)의 외부 표면으로부터 외측으로 연장되는 적어도 하나의 포스트(138)를 포함할 수 있다. 이들 포스트(138)들은 적어도 하나의 송신기 모듈 및 수신기 모듈(12, 14)을 회로 기판(132) 또는 호스트 디바이스(22, 28)에 기계적으로 지지하고 고정한다. 또한, 모듈(12, 14)은, 용접, 납땜, 핀들과 같은 패스너(fastener), 스프링 접점(spring contact) 등의 사용을 통해, 그들 각각의 호스트 디바이스의 회로 보드에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0062] 도 24는 각각의 모듈들(12, 14)의 하우징(106, 108) 내의 구조물의 실시예를 도시한다. 일 실시예에서, 모듈(12,14) 각각은 각각의 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26), 및 송신기 또는 수신기 모듈(12, 14)의 하우징(106, 108) 내에 상주하는 모듈 회로 기판으로 구성된다. 일 실시예에서, 송신기 모듈 회로 보드(140)가 송신기 모듈 하우징(106) 내에 상주하고, 수신기 모듈 회로 기판(142)은 수신기 모듈 하우징(108) 내에 상주한다. 일 실시예에서, 송신기 안테나(20) 및 수신기 안테나(26)는 그들 각각의 모듈들(12, 14)의 말단부의 하우징(106, 108) 내에 상주한다. 일 실시예에서, 송신기 모듈 회로 기판(140) 및 수신기 모듈 회로 기판(142)은 그들 각각의 모듈들(12, 14)의 전단부의 그들 각각의 송신기 모듈 및 수신기 모듈 하우징(106, 108) 내에 상주한다. 일 실시예에서, 송신기 안테나(20)는 송신기 모듈 회로 기판(140)에 전기적으로 연결되고 수신기 안테나(26)는, 플렉스(flex) 커넥터, 보드 대 보드 커넥터, 핀 및 소켓 커넥터, 스프링 접점 커넥터, 포고(pogo) 핀 커넥터, 관통 구멍 핀 솔더 커넥터, 납땜 와이어 연결부, 또는 이들의 조합을 이용하여 수신기 모듈 회로 기판(142)에 전기적으로 연결된다.

[0063] 일 실시예에서, 송신기 및 수신기 모듈(12, 14) 중 적어도 하나는, 송신기 또는 수신기 모듈(12, 14)의 하우징(106, 108) 내에 위치된 비자성 재료인, 전기적으로 절연되는 스페이서(144)를 구비하여 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 스페이서(144)는, 하우징(106, 108) 내 각각의 송신기 또는 수신기 모듈 회로 기판(140, 142)과 송신 또는 수신 안테나(20, 26) 사이에 위치된다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 차폐 재료(146)가 송신기 및 수신기 모듈들(12, 14) 중 어느 하나 또는 둘 모두의 하우징(106, 108) 내에 위치할 수 있다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 차폐 재료(146)는, 하우징(106, 108) 내 각각의 송신기 또는 수신기 모듈 회로 기판(140, 142)과 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26) 사이에 위치된다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 차폐 재료(146)는 송신기 또는 수신기 모듈 회로 기판(140, 142)과 적어도 하나의 스페이서(144) 사이에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 차폐 재료(146)는 적어도 하나의 스페이서(144) 와 송신기 또는 수신기 모듈 안테나(20, 26) 사이에 위치될 수 있다. 도 25에 도시된 예에서 도시된 바와 같이, 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)는 각각의 모듈(12, 14)의 말단부에 위치한다. 스페이서(144)는 안테나(20, 26)의 전단에 위치되고, 차폐 재료(146)는 스페이서(144)의 전단에 위치되고, 송신기 또는 수신기 모듈 회로 기판(140, 142)은 모듈(12, 14)의 전단부에 위치한다. 일 실시예에서, 본 발명의 무선 커넥터 시스템(10)의 동작 동안, 송신기 및 수신기

모듈들(12,14)의 각각의 안테나들(20, 26)은, 모듈 이격 거리(16)에 걸쳐 서로 대향하도록 위치한다. 아래 표 1은 하우징(106, 108) 내의 위치의 다양한 시퀀스를 도시한다. 위치 1은 모듈의 전단부(112, 122)이고, 위치 4는 모듈(12, 14)의 말단부(114, 124) 각각을 나타낸다. 위치 2는 위치 1의 말단과 위치 3은 위치 2의 말단이다.

[0064]

표 1

예	위치 1	위치 2	위치 3	위치 4
1	회로 기판	스페이서	스페이서	안테나
2	회로 기판	차폐	스페이서	안테나
3	회로 기판	차폐	차폐	안테나
4	회로 기판	스페이서	차폐	안테나

[0065] 일 실시예에서, 회로 기판은 송신기 모듈 회로 기판(140) 또는 수신기 모듈 회로 기판(142)일 수 있다. 안테나는 송신기 안테나(20) 또는 수신기 안테나(26)일 수 있다. 스페이서(144)는 공기와 같은 전기적 절연 물질, FR4, 중합체 물질 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 차폐 재료(146)는 페라이트 재료, 금속, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 표 1의 예 3 및 4에서 상세한 바와 같이, 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)에 더 가까운 차폐 재료(146)를 위치시키는 것은, 송신기 및 수신기 모듈들(12, 14) 사이의 향상된 상호 인덕턴스를 초래하는 전기 인덕턴스의 증가를 제공한다는 것이 주목된다.

[0066] 도 25에 추가로 도시된 바와 같이, 전기 전도성 브래킷(130)은 각각의 송신기 및 수신기 모듈들(12,14)의 회로 기판들(140, 142)을 호스트 디바이스에 전기적으로 연결한다. 도 25 및 도 26에 도시된 실시예들에서 도시된 바와 같이, 호스트 디바이스는 회로 기판이다. 도 26은 전기 전도성 브래킷(130)이 위치 1과 위치 2 사이에 위치되는 추가 실시예를 도시한다. 특히, 도 26에 도시된 바와 같이, 브래킷(130)은 송신기 또는 수신기 회로 기판(140,142)과 차폐 재료(144) 사이에 위치한다. 대안적으로, 브래킷(130)은 송신기 또는 수신기 회로 기판(140, 142)과 스페이서(144) 사이에 위치될 수 있다.

[0067] 도 27-도 34는 송신기 모듈(148) 및 하이브리드 강성 연성 인쇄 회로 기판 구조를 갖는 수신기 모듈(150)의 대안적인 실시예를 도시한다. 이 구조에서, 송신기 모듈 전력 회로 기판(152) 또는 수신기 모듈 전력 회로 기판(154) 중 어느 하나의 모듈 전력 회로 기판은, 송신기 안테나 어셈블리(156) 또는 수신기 안테나 어셈블리(158) 중 어느 하나의 각각의 안테나 어셈블리에 전기적으로 연결된다(도 27). 전기 브리지 또는 전기 커넥터(160)는 안테나 어셈블리(156, 158)와 모듈 전력 회로 기판(152,154) 사이에서 연장되며 전기적으로 연결한다. 이 구조는 또한 송신기 모듈 회로 기판(140)과 송신기 안테나(20) 사이 및/또는 수신기 모듈 회로 기판(142)과 수신기 안테나(26) 사이의 연결을, 하나 이상의 강성(FR4) 회로 기판 층들 내에 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)를 포함하는 하나 이상의 가요성 인쇄 회로(FPC) 층들 캡슐화함으로써, 제공하는데 사용될 수 있다.

[0068] 도 27은 본 발명의 하이브리드 강성 연성 인쇄 회로 기판 구조(150)를 가지는 송신기 또는 수신기 모듈(148)을 포함하는 구성 요소들의 실시예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 송신기 모듈 전력 회로 기판(152) 또는 수신기 모듈 전력 회로 기판(154) 중 어느 하나의 모듈 전력 회로 기판은 송신기 안테나 어셈블리(156) 또는 수신기 안테나 어셈블리(158) 중 어느 하나의 각각의 안테나 어셈블리에 전기 커넥터(160)에 의해 전기적으로 연결된다. 일 실시예에서, 전기 브리지 또는 전기 커넥터(160)는 가요성이고 구부릴 수 있다. 일 실시예에서, 전기 브리지 또는 전기 커넥터(160)는 하나 이상의 구리 시트, 회로 커넥터 리본, 가요성 리본, 전기 플렉스 커넥터, 전기 전도성 리본, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0069] 일 실시예에서, 송신기 모듈 전력 회로 보드(152) 및 수신기 모듈 전력 회로 보드(154)는, 실질적으로 강성이고 다양한 송신기 모듈 전력 회로 기판 전기 부품들(162) 또는 수신기 모듈 전력 회로 기판 전기 부품들(164)을 지원하는, FR4 또는 인쇄 회로 기판과 같은 기판(166)을 포함한다. 일 실시예에서, 이들 전기 부품들(162,164)은 송신기 모듈 전력 회로 기판(152) 및 송신기 모듈 전력 회로 기판(152) 각각의 외부 표면에 표면 장착될 수 있다.

[0070] 일 실시예에서, 송신기 및 수신기 안테나 어셈블리들(156, 158)은, 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)를 지지하는 강성 인쇄 회로 기판 또는 FR4 기판과 같은, 기판(168)을 포함한다. 도 27에 도시된 바와 같이, 기판(168)은 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26) 중 어느 하나를 지지한다. 페라이트 재료의 층과 같은 차폐 재료(170)가 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26) 위에 위치된다. 일 실시예에서, 페라이트 재료의 시트와 같은 차폐 재료(170)는 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)에 접착제로 적층되거나 접착될 수 있다.

[0071] 일 실시예에서, 도 28에 도시된 바와 같이, 안테나 어셈블리(156, 158)는 모듈 전력 회로 기판(152, 154) 위로 접어서 송신기 모듈 어셈블리(172) 또는 수신기 모듈 어셈블리(174)를 각각 형성한다. 일 실시예에서, 도 29에 도시된 바와 같이, 페라이트 재료와 같은 제 2 차폐 재료(176)는 안테나 어셈블리(156, 158)와 모듈 전력 회로 기판(152) 사이에 위치될 수 있다. 이 구성은 다음을 포함하지만 이에 한정되지 않는 많은 이점을 제공한다:

[0072] 1. 안테나 어셈블리(156, 158)와 모듈 전력 회로 기판(162) 사이의 연속적인 연결. 일 실시예에서, 안테나 어셈블리(156, 158)는, 안테나(20, 26)의 전도성 트레이스가 모듈 전력 회로 기판(162, 164)에 직접 연결되도록 위치될 수 있다. 이 구성은 전체 전기 임피던스를 감소시킨다.

[0073] 2. 안테나 어셈블리(156, 158) 및 모듈 전력 회로 기판(162, 164)이 제공된다, 단일 구조(즉, 송신기 모듈 어셈블리(172) 또는 수신기 모듈 어셈블리(174))를 포함하여, 이에 따라 연결 신뢰성 및 제조 수율을 증가시키고, 별도의 부품의 수, 복잡성 및 조립 비용을 줄일 수 있다.

[0074] 3. 이 구조는 대규모 제조를 가능하게 하는 더욱 단순화된 제조 공정을 가능하게 한다.

[0075] 4. 안테나 및 전력 기판 모두 동시에 테스트될 수 있어, 테스트가 단순해진다.

[0076] 도 29는 수신기 또는 송신기 모듈 어셈블리(172)를 각각 포함하는 본 출원의 송신기 모듈(148) 또는 수신기 모듈(150)의 실시예의 분해도이다. 실시예에서 도시된 바와 같이, 송신기(148) 및/또는 수신기 모듈(150)은, 송신기 또는 수신기 모듈 전력 회로 보드(152, 154)로부터 수신기 안테나 어셈블리(156, 158)를 각각 분리하는, 스페이서 또는 하우징 구조(178)를 포함한다. 대안적으로, 하우징 구조(178)는 그 안에 송신기 또는 수신기 모듈 어셈블리(172, 174)가 위치되는 공간을 제공할 수 있다.

[0077] 일 실시예에서, 하우징 구조(178)는 전기 절연 재료를 포함하여, 하우징 구조(178)의 외부 표면상에 위치될 수 있는 추가적인 차폐 재료로부터 송신기 또는 수신기 모듈 어셈블리(172, 174)를 분리하는 스페이서로서 작용한다. 도 29에 도시된 실시예에 도시된 바와 같이, 페라이트 재료와 같은 제 3 및 제 4 차폐 재료(180, 182)는 하우징 구조(178)의 외부 표면상에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 강성 회로 기판 재료(184)의 층은 제 3 및 제 4 차폐 재료(180, 182)와 접촉하도록 위치될 수 있어, 추가된 구조적 지지를 제공한다. 일 실시예에서, 송신기 모듈(148) 또는 수신기 모듈(150)은 유지 패스너(186) 및/또는 하우징 측벽으로부터 외측으로 연장되는 위치설정 포스트(188)를 포함한다. 일 실시예에서, 유지 패스너(186) 및/또는 위치설정(locating) 포스트(188)는 모듈(148, 150)을 인쇄 회로 기판과 같은 송신기 모듈 또는 수신기 모듈 호스트 디바이스(22, 28)상에 정밀하게 위치시키기 위해 사용된다. 일 실시예에서, 유지 패스너(186) 및/또는 위치설정 포스트(188)는 송신기 모듈(12) 및/또는 수신기 모듈(14)을 각각의 호스트 디바이스(22, 28)에 유지시킨다. 또한, 유지 패스너(186) 및/또는 위치설정 포스트(188)는 각각의 호스트 디바이스(22, 28)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0078] 도 30은 조립된 송신기 또는 수신기 모듈(148, 150)의 일 실시예를 도시한다. 도시된 바와 같이 모듈 하우징 구조(178)로부터 외측으로 연장되는 2개의 유지 패스너(186) 및 위치설정 포스트(188)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 하우징 구조(178)는 송신기 또는 수신기 모듈 전력 회로 기판(152, 154) 및 송신기 또는 수신기 안테나 어셈블리(156, 158) 사이에 위치된다. 이러한 방식으로, 유지 패스너(186)는 안정된 납땜을 제공하는 부품 유지(component retention)를 개선시켜, 납땜 리플로우 공정 동안의 잠재적인 부품 박리를 방지하는데 도움이 된다. 또한, 유지 패스너(186) 및 위치설정 포스트(188)는 모듈들(148, 150)의 설치를 위한 정렬 가이드를 제공한다.

[0079] 도 30a는 도 30에 도시된 조립된 모듈(12, 14)의 실시예의 단면도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 모듈 회로 기판(140, 142)은 안테나 어셈블리(156, 158)와는 반대쪽에 위치한다. 모듈 스페이서 또는 하우징 구조(178)는 그 사이에 위치된다. 일 실시예에서, 스페이서(178)는 전기 부품(162, 164)의 위치설정에 대한 다양한 절개부(cutout)를 갖는 고체 구조일 수 있다. 대안적으로, 스페이서(178)는 전기 부품들(162, 164)의 포지셔닝을 위해 그 내부에 빈 공간을 갖도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 스페이서(178)는 모듈 회로 기판(140, 142) 및 안테나 어셈블리(156, 158)의 포지셔닝을 위해 그 내부에 빈 공간을 갖도록 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 접착층(187)은 모듈 회로 기판(140, 142) 및 안테나 어셈블리(156, 158)를 스페이서(178)에 부착될 수 있게 한다.

[0080] 도 31-도 34는 도 27-도 30에 도시된 회로 기판과 같은 호스트 디바이스(22, 28)에 장착된 송신기 및 수신기 모듈들(148, 150)의 다양한 실시예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 모듈들(148, 150)은 호스트 디바이스 회로 기판에 전기적으로 연결되는 복수의 패드들(190)을 포함할 수 있다. 또한, 도 34에 도시된 바와 같이, 모듈들(148, 150)은 하우징 구조(178)로부터 외측으로 연장되는 정렬 레그(192)(도 34)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 정렬 레그(192)는 추가적인 정렬 보조를 제공하고, 모듈들(148, 150)이 호스트 디바이스(22, 28)의 기판

(194)의 개구 안에 장착될 때, 추가적인 기계적 안정성을 제공한다. 도 34에 도시된 일 실시예에서, 송신기 및 수신기 모듈들(148, 150)은 호스트 디바이스 회로 기판(22, 28)의 두께를 통해 연장되는 개구(194) 내에 위치될 수 있다.

[0081] 도 35는 송신기 모듈(12, 148) 또는 수신기 모듈(14, 150) 중 어느 하나에 사용될 수 있는 안테나(20, 26)의 일 실시예의 평면도이다. 일 실시예에서, 안테나(20,26)는 평평한 나선형 코일 구성이다. 일 실시예에 도시된 바와 같이, 안테나는 인쇄 회로 기판(PCB) 또는 연성 회로 기판(FPC)에 집적된 전기 도체 및 전기 절연층들을 교번(alternating) 하는 4개의 층들을 포함한다. 도시된 바와 같이, 안테나(20, 26)는 직렬로 전기적으로 연결된 2개의 안테나 세그먼트를 포함한다. 도시된 바와 같이, 안테나(20,26)는 각 트레이스(196)마다 15 내지 200마이크론의 갭(200)을 갖는 절연 기판(198)의 표면상에 증착된 구리 트레이스(196)의 5개의 턴을 갖도록 구성된다. 각 세그먼트는 전기 병렬 구성의 절연 기판(198)상에 위치된 전기 도전체(예를 들어, 트레이스(196))를 포함한다. 비제한적인 예들은 미국 특허 출원 번호들, Peralta 외의 2017/0040690, 2017/0040692, 2017/0040107, 2017/0040105, 2017/0040696, 및 2017/0040688, Singh 외의 2017/0040691, 2017/0040694, Luzinski의 2017/0040693, 및 Rajagopalan 외의 2017/0040695에서 찾을 수 있다. 이들 모두는 본 출원의 양수인에게 양도되고 전체적으로 본 명세서에 통합된다.

[0082] 또한, 안테나(20, 26)는, 적어도 하나의 절연체가 복수의 도전체 사이에 위치하는 멀티-레이어-멀티-턴(MLMT) 구조를 갖도록 구성될 수 있다. 송신기 모듈(12, 148) 및/또는 수신기 모듈(14, 150) 내에 포함될 수 있는 MLMT 구조를 갖는 안테나의 비제한적인 예들은, 본 출원의 양수인에게 양도되고 전체적으로 본 명세서에 통합된, 미국 특허 Singh 외의 제8,610,530호, 제8,653,927호, 제8,680,960호, 제8,692,641호, 제8,692,642호, 제8,698,590호, 8,698,591호, 제8,707,546호, 제8,710,948호, 제8,803,649호, 제 823,481호, 제8,823,482호, 제8,855,786호, 제8,898,885호, 제9,208,942호, 제 9,232,893호, 및 제9,300,046호에서 찾을 수 있다. 또한, 본 발명의 무선 커넥터 시스템(10) 내에 IEEE 표준 802.15.1과 같은 UHF 전파 주파수에서 신호를 송수신하도록 구성된 안테나와 같은, 이에 한정되지 않는 다른 안테나가 포함될 수 있다는 것이 주목된다.

[0083] 무선 커넥터 시스템(10)은 다양한 동작 및 환경 조건을 만족시키기 위한 효율적, 안정성 및 신뢰성으로 동작하도록 설계된다. 시스템은, 데이터 및/또는 전기 에너지가 효율적으로 그리고 최소 손실로 전송되도록 넓은 범위의 열 및 기계적 응력 환경에서 동작하도록 설계된다. 또한, 무선 커넥터 시스템(10)은, 확장성을 가능하게 하고, 개발자와 선택자가 받아들일 수 있는 비용의 제조 기술을 이용하여 작은 폼 팩터(form factor)를 가지도록 설계된다. 또한, 무선 커넥터 시스템(10)은 넓은 범위의 응용들에 대한 요건을 충족시키기 위한 넓은 범위의 주파수 통해 동작하도록 설계된다.

[0084] 일 실시예에서, 시스템은 약 100μW 내지 약 10W의 오더에 대해 전력을 전송할 수 있다. 일 실시예에서, 약 100W의 전력이 또한 전송될 수 있다. 특히, 송신기 모듈(12, 148)과 수신기 모듈(14, 150) 사이의 무선 전력 전달의 메커니즘으로서 근접장 자기 커플링(NFMC)을 고려하면, 더 높은 동작 주파수가 선택되면 더 작은 크기가 일반적으로 더 용이하게 달성될 수 있다는 것이 잘 알려져있다. 이는 다음의 식에 의해 표시되는 바와 같이, 요구되는 상호 인덕턴스 및 동작 주파수 사이의 역관계에 기인한다:

[0085] $$M = \frac{V_{induced}}{j * \omega * I_{Tx}}$$

[0086] 여기서:

[0087] ● $V_{induced}$는 수신기 코일상의 유도 전압

[0088] ● I_{tx}는 송신기 코일을 통해 흐르는 AC 전류

[0089] ● ω는 2π로 곱해진 동작 주파수

[0090] 증가된 전기 에너지의 무선 전달을 가능하게 하기 위해 요구되는 상호 인덕턴스가 증가하기 때문에, AC 손실을 최소화하면서 인덕턴스 또는 송신기 또는 수신기의 커플링을 증가시킬 필요가 있다. 상호 인덕턴스는 다음의 관계에 의해 계산될 수 있다:

[0091] $$M = k * \sqrt{L_{Tx} * L_{Rx}}$$

[0092] 여기서:

[0093] ● M은 시스템의 상호 인덕턴스

[0094] ● k는 시스템의 커플링

[0095] ● L_{Tx}는 송신기 코일의 인덕턴스

[0096] ● L_{Rx}는 수신기 코일의 인덕턴스

[0097] 안테나 코일의 폼 팩터가 감소될 때, 수신기 또는 송신기 중 어느 하나에 요구되는 인덕턴스를 달성하는 것은, 높은 수의 턴들이 트레이스 폭의 감소를 초래할 수 있기 때문에 안테나 코일 저항의 증가를 수반한다. 이러한 저항의 증가는 일반적으로 시스템의 코일 및 전체 코일 대 코일 효율의 품질 인자를 감소시키고, 여기서 품질 인자는 다음과 같이 정의된다:

[0098] $$Q = \frac{\omega * L}{R}$$

[0099] 여기서:

[0100] ● Q는 코일의 품질 인자

[0101] ● L은 코일의 인덕턴스

[0102] ● ω는 radian/s의 코일의 동작 주파수. 대안적으로, Hz의 동작 주파수는 2π로 나눈 ω

[0103] ● R은 동작 주파수에서 등가 직렬 저항

[0104] 그리고 코일 대 코일 효율은 다음과 같이 정의된다:

[0105] $$Eff = \frac{k^2 * Q_{Rx} * Q_{Tx}}{(1+\sqrt{(1+k^2 * Q_{rx} * Q_{tx})})^2}$$

[0106] 여기서:

[0107] ● Eff는 시스템의 안테나 대 안테나 효율

[0108] ● k는 시스템의 커플링

[0109] ● Q_{rx}는 수신기의 품질 인자

[0110] ● Q_{tx}는 송신기의 품질 인자

[0111] 일 실시예에서, 페라이트 차폐는 안테나 성능을 향상시키기 위해 안테나 구조 내에 통합될 수 있다. 페라이트 차폐 재료의 선택은, 복합 자기 투자율(μ = μ' - j*μ'')이 주파수 의존(frequency dependent)이기 때문에, 동작 주파수에 의존한다. 상기 재료는 소결된 가요성 페라이트 시트 또는 강성 차폐일 수 있으며, 다양한 재료 조성들로 구성될 수 있다. 재료들의 예들은 망간-아연, 니켈-아연, 구리-아연, 마그네슘-아연 및 이들의 조합과 같은 페라이트 재료를 포함하는 아연을 포함하지만, 이에 한정되지 않는다.

[0112] 또한, 무선 커넥터 시스템(10)의 동작 주파수 및 전력 요건에 의존은, 하이브리드 리츠(Liz) 와이어 및 PCB 코일 안테나 구조 조합은 전력을 효율적으로 전달하는데 필요할 수 있다. 일 실시예에서, 하이브리드 리츠 와이어 및 PCB 코일 조합은 랩된(wrapped) 송신기 안테나(20) 또는 수신기 안테나(26)를 포함할 수 있고, 송신기 안테나(20) 또는 수신기 안테나(26) 중 다른 하나는 도 35에 도시된 안테나와 같은 회로 기판의 표면상에 배치된 코일을 갖도록 구성될 수 있다. 100kHz 내지 수 MHz 범위의 오더에 대한 낮은 동작 주파수는 송신기와 수신기 안테나(20, 26) 사이의 특정 상호 인덕턴스를 필요로 할 수 있다. 이것은 도 35에 도시된 안테나와 같은 회로 기판의 표면상에 배치된 코일을 포함하는 수신기 안테나(26)와 조합하여 새로운 페라이트 코어를 갖는 리트 와이어 구조의 송신기 안테나(20)을 이용하여 얻을 수 있다.

[0113] 상호 인덕턴스를 증가시키기 위해, 송신기 모듈(12,148) 또는 수신기 모듈(14,150)의 커플링 및/또는 인덕턴스는 증가되어야 한다. 그러나 작은 폼 팩터 제약 때문에, 커플링은 커넥터 모듈들의 물리적 크기에 의해 제한된다. 도 35에 도시된 안테나와 같은 회로 기판의 표면상에 배치된 코일을 포함하는 구성의 송신기 및 수신기 안테나(20, 26)를 사용하는 것은, 인덕턴스를 증가시킬 수 있고, 안테나 코일의 저항을 증가시킬 수 있으며, 이에

의해 품질 팩터(Q) 및 안테나 대 안테나 효율을 감소시킬 수 있다는 것이 주목된다.

[0114] 일 실시예에서, 리츠 와이어 구조의 송신기 안테나(20) 갖는 송신기 모듈(12, 148) 및 회로 기판의 표면상에 배치된 코일을 포함하는 수신기 안테나(26)를 갖는 차폐 재료 및 수신기 모듈(14, 150)을 포함하는 무선 커넥터 시스템(10)은, 무선 커넥터 시스템(10)의 작은 폼 팩터의 커플링 및 상호 인덕턴스를 증가시키기 위해 사용될 수 있다. 더 높은 안테나 대 안테나 효율을 달성하기 위해, 낮은 주파수에서 높은 Q 팩터를 유지하면서 필요한 전력 전달을 달성하기 위해 이 구성이 사용될 수 있다. 이들 개선들은 또한 비교적 작은 폼 팩터를 갖는 무선 커넥터 시스템(10)의 전체 성능을 증가시킬 수 있다.

[0115] 코일 설계 및 구조의 선택은 다음의 전기 및 자기 파라미터의 조합에 의해 결정된다:

[0116] ● 인덕턴스

[0117] ● 동작 주파수에서의 ESR(등가 직렬 저항)

[0118] ● 커플링(k)

[0119] ● 상호 인덕턴스(M)

[0120] 더 낮은 동작 주파수, 즉, 약 100kHz 내지 약 10MHz, 및 약 0.1mm 내지 약 100mm 오더에 대한 증가된 전력 전송을 달성하기 위해, 이러한 특정 안테나 토폴로지가 유익하다. 예를 들어, 상호 인덕턴스 방정식마다, 부하에 전달되는 전력이 일정하게 된다면, 동작 주파수가 감소함에 따라, 송신기와 수신기 안테나 코일들 사이의 상호 인덕턴스는 일정한 송신 전류로 증가한다. 표 2는 상호 인덕턴스의 개선을 나타낸다. 표 3은 커플링의 개선과 표 4는 안테나 대 안테나 효율에서의 개선을 나타낸다.

표 2

[0121]

송신기 안테나 구조	송신기 안테나 차폐	수신기 안테나 구조	M(μH)
FR4 PCB상 코일	시트	FR4 PCB상 코일	0.35
리츠 와이어	T-코어	FR4 PCD상 코일	1.35

표 3

[0122]

송시기 안테나 구조	송신기 안테나 차폐	수신기 안테나 구조	커플링
FR4 PCB상 코일	시트	FR4 PCB상 코일	0.26
리츠 와이어	T-코어	FR4 PCD상 코일	0.29

표 4

[0123]

송시기 안테나 구조	송신기 안테나 차폐	수신기 안테나 구조	안테나 대 안테나 효율
FR4 PCB상 코일	시트	FR4 PCB상 코일	57.9%
리츠 와이어	T-코어	FR4 PCD상 코일	80.8%

[0124] 또한, 시스템(10)이 더 높은 주파수, 즉, 약 1MHz 이상의 오더에 대해 동작하면, 필요한 상호 인덕턴스가 감소될 것이며, 이에 의해 더 작은 송신기 및 수신기 안테나들(20, 26) 및 모듈들(12, 14, 148, 150)을 가능하게 할 것이다. 본 명세서에 정의된 바와 같이, 차폐 재료는 자기장을 포착하는 재료이다. 그것의 예는 페라이트 재료이다. 표 2-4에 대한 상세한 실시예들에서, 페라이트 재료의 시트는, 예를 들어, 송신기 안테나(20) 뒤에 직접 인접하여 위치된다. 본 명세서에서 정의된 바와 같이, "T-코어" 차폐 재료는, 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26) 뒤에 직접 배치된 페라이트 재료와 같은 차폐 재료의 시트 및 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)의 평면 내의 코일의 내부 영역 내에 배치하는 페라이트 재료와 같은 추가적인 제 2 차폐 재료를 포함하는 자기장 차폐

어셈블리다. 또한, 송신기 모듈(12, 148) 또는 수신기 모듈(14, 150)은, 문자 "C"와 유사하게 구성되는 페라이트 재료와 같은 차폐 재료가 안테나(20, 26)에 인접하여 위치되는 "C-코어" 차폐 재료를 포함하는 각각의 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)를 갖도록 구성될 수 있다. 또한, 송신기 모듈(12, 148) 또는 수신기 모듈(14, 150)은, 문자 "E"와 유사하게 구성되는 페라이트 재료와 같은 차폐 재료가 안테나(20, 26)에 인접하여 위치되는 "E-코어" 차폐 재료를 포함하는 각각의 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)를 갖도록 구성될 수 있다.

[0125] 일 실시예에서, DC 전력을 공급받는 최대 200mW에 대해 평가되는 무선 커넥터 시스템(10)은, 각각의 송신기 모듈(12, 148) 및 수신기 모듈(14)이 약 11mm X 4mm의 폼 팩터를 포함하고 약 2MHz 내지 30MHz 범위의 주파수에서 동작을 갖도록 구성될 수 있다. 그러나 이는 안테나 설계에서 주요 과제을 제공한다. 11Mm X 4Mm 만큼 작은 풋프린트(footprint)에 맞춰질 수 있는 권선 리츠 안테나를 구현하는 것은, 일반적으로 비용 효과적인 것은 아니며, 특히 신뢰할 수 있는 것이 아니다. 동작 주파수가 약 6MHz 이상까지 증가할 경우, 권선 리츠 안테나 코일들은 성능 면에서 적합하지 않을 수 있다.

[0126] 비교적 작은 크기의 인쇄 회로 기판 또는 연성 인쇄 회로 기판(PCB/FPC) 기반 코일-안테나들을 이용하는 것은, 더 높은 주파수에 대해 더 적합한 적절한 스택업(stackup), 적절한 트레이스 폭, 갭 폭 및 구리(또는 다른 전도성 재료) 깊이(depth)를 허용한다. 또한, 인쇄 회로 기판 및 연성 인쇄 회로 기판 기반 코일-안테나들은 PCB 제조 공정에 많이 통합되고, 이에 의해, 회로의 나머지를 집적하는 것을 가능하게 한다. 이것은 또한, ESR을 감소시키고 안테나의 Q를 개선하는 MLMT 안테나 설계의 통합을 가능하게 한다.

[0127] 또한, 층상 접근법(layered approach)에서 코일을 이용하는 것은 다른 제조 공정, 예를 들어, 인쇄, 직물상에 인쇄, 저온 동시 소성 세라믹(LTCC), 고온 동시 소성 세라믹(HTCC) 공정 등과 같은 반도체 제조 공정을 가능하게 한다.

[0128] 소형 폼 팩터 PCB 코일 설계는, 송신 및 수신 코일에서 낭비되는 전력을 최소화하기 위해 낮은 코일 ESR을 유지하면서, 더 낮게 요구되는 인덕턴스로 인해 더 높은 동작 주파수에서 적합하다. 인쇄 회로 기판(PCB)코일 안테나들은 권선 안테나 코일 해결과 비교하여 제조, 비용 및 조립 관점에서 추가적인 이점을 제공한다. 전체 조립 두께에 대한 엄격한 요건을 갖는 응용들에 있어서, 다층 구조의 경우에도 가능한 감소된 두께로 인해, 인쇄 회로 기판(PCB) 코일 안테나가 바람직하다.

[0129] 코일 조합을 위해 선택된 페라이트 차폐 재료, 또한, 복합 자기 투자율($\mu = \mu' - j*\mu''$)이 주파수 의존이기 때문에, 동작 주파수에 의존한다. 재료는 소결된 가요성 페라이트 시트 또는 강성 차폐가 될 수 있고, 다양한 재료 조성물로 구성될 수 있다.

[0130] 안테나(20, 26)의 구조는 비제한적임이 주목된다. 모듈 내에 포함된 안테나는 자기 와이어를 포함할 수 있거나, 스탬핑된(stamped) 금속 구조를 가질 수 있다. 또한, 안테나(20, 26)는 그 구조에서 후막(thick film), 박막(thin film) 또는 다른 인쇄 제조 기술을 이용할 수 있다.

[0131] 일 실시예에서, 멀티-레이어-멀티-턴(MLMT) 구조를 갖는 송신기 또는 수신기 안테나(20)의 통합은, 각각의 송신기 모듈(12, 148) 및 수신기 모듈(14,150), 및 본 발명의 무선 커넥터 시스템(10)의 등가 직렬 저항(ESR)을 상당히 감소시킨다. 본 발명자들은 멀티-레이어-멀티-턴(MLMT) 구조를 갖는 적어도 하나의 송신기 및 수신기 안테나(20, 26)는, 송신기 또는 수신기 모듈(12, 14)의 등가 직렬 저항(ESR)을 약 50%로 감소시킨다는 것을 발견했다.

[0132] 또한, ESR 감소시키는 것은, 코일 내의(I^2 X R) 손실을 감소시킴으로써, 전체 시스템 효율을 향상시키고, 안테나(20, 26) 및 시스템(10)에서의 열을 감소시킨다. 하기 표 5는 인덕터 주위에 감겨진 리츠 와이어를 포함하여 구성된 안테나와 비교하여, 2개의 멀티-레이어-멀티-턴(MLMT) 안테나에 대한 측정된 ESR 을 상세하게 나타낸다. 하기 표 5에 도시된 바와 같이, 전통적인 감겨진 리츠 와이어 구조를 갖는 안테나와 비교하여, MLMT 설계로 구성된 안테나는 더 낮은 인덕턴스,(0.60μH) 및 더 낮은 등가 직렬 저항(ESR)(0.50Ω)을 나타냈다. 따라서, 멀티-레이어-멀티-턴(MLMT) 구조를 갖는 송신기 또는 수신기 안테나(20, 26)는, 본 발명의 무선 커넥터 시스템(10)의 증가된 전력 전송 및 증가된 모듈 이격 거리(16)의 증가된 전기 성능에 기여한다.

표 5

[0133]

안테나 설계	주파수 (MHz)	인덕턴스 (μH)	ESR(Ω)
리츠 와이어	2	3.80	0.97

MLMT	2	0.60	0.50
MLMT	10	0.65	1.05

[0134] 모듈을 호스트 장치에 연결하는 예시적인 방법은, 적어도 하나의 송신기 모듈(12, 148) 및 수신기 모듈(14, 150)을 회로 기판 또는 호스트 디바이스(22,28)상에 직접 납땜 또는 배치하는 것을 포함하지만, 이에 한정되지 않는다. 대안적으로, 적어도 하나의 송신기 모듈(12, 148) 및 수신기 모듈(14, 150)은 와이어/케이블을 이용하여 회로 기판 또는 호스트 디바이스(22, 28)에 연결될 수 있다. 일단 호스트 디바이스(22, 28)에 접속되면, 적어도 하나의 송신기 모듈(12, 148) 및 수신기 모듈(14, 150)의 구조의 전체 구조 또는 적어도 일부는 절연 코팅 내에 캡슐화될 수 있다.

[0135] 일 실시예에서, 단일 안테나 엘레멘트(element)를 포함하는 송신기 모듈(12, 148)에 대한 동작 절차가 다음의 동작 프로세스를 가질 수 있다. 이 실시예에서, 무선 커넥터 시스템(10)은 주파수에서, 예를 들어 2.4GHz에서 단방향 전력 전달 시스템이다. 일 실시예에서, 수신기 모듈(14, 150)은 송신기 모듈(12, 148)에 인접하게 된다.

[0136] 일 실시예에서, 송신기 모듈(12, 148) 내의 수신기 감지 서브-회로(42)는 수신기 모듈(14, 150)의 존재를 검출한다. 송신기 모듈(12, 148) 내의 마스터 제어 유닛[MCU](44)은 시스템(10)을 작동시키고 각 식별 단계가 시작된다. 식별 단계는 실제 수신기 모듈(14, 150)을 검출하는 감지 신호 대 가짜 감지 신호 사이를 식별하는 데 중요 할 수 있다. 또한, 송신기 모듈을 나타내고 송신하는 전력의 양과 송신 데이터의 형태의 송신기 모듈(12)과 호스트장치(22)를 표시하는 수신기 모듈(14, 150)의 특정 타입을 결정하는데 중요하다.

[0137] 또한, 일 실시예에서, 일단 수신기 모듈(14, 150)의 양(positive)의 식별이 이루어지면, 송신기 모듈(12, 148)은 전력 송신을 시작한다. 일 실시예에서, 전력의 전송은 다음 제한 조건을 포함하지만 이에 제한되지 않는 여러 조건하에서 중단 될 수 있다 :

[0138] (1) 수신기 모듈 제거

[0139] (2) 시스템 내의 온도 상승이 소정의 수용 한계(열 이벤트는 송신기 모듈(12, 148) 또는 수신기 모듈(14, 150)에 있을 수 있는 온도 이벤트)를 일으키는 열이벤트

[0140] (3) 수신기 모듈(14, 150)이 배터리에 전력을 공급하면, 배터리가 완전히 충전된다.

[0141] (4) 송신기 모듈(12, 148)로의 전력 공급은 제거된다.

[0142] (5) 만일 송신기 모듈(12, 148)로의 전력 공급이 배터리인 경우 배터리의 전력이 사전 결정된 임계값 아래로 떨어진다.

[0143] 상기 예시적인 프로세스는 송신기 모듈(12, 148)이 단일 목적(송신만)으로 구성되고 수신기 모듈(14, 150)이 단일 목적(수신만)으로 구성되는 경우에 대한 것이며, 각각의 송신기 모듈(12, 148) 및 수신기 모듈(14, 150)에 대해 단일 안테나 엘레멘트가 존재한다. 즉, 이것은 단방향 무선 전력 시스템이다.

[0144] 다른 실시예에서, 본 출원의 무선 커넥터 시스템(10)은 송신기 및 수신기, 즉 송수신기로서 작동할 수 있는 모듈을 포함할 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 본 출원의 무선 커넥터 시스템(10)은 데이터가 전력 주파수로 변조되는 단일 안테나 이외에 전력 및 데이터 전송 시스템을 포함할 수 있다.

[0145] 다른 실시 예에서, 본 발명의 무선 커넥터 시스템(10)은 각각의 송신기 모듈(12, 148) 및 수신기 모듈들(14, 150) 내에 다중 안테나들을 포함할 수 있다. 만일 다중 안테나 시스템이 채용되면, 식별 및 진단 및 단방향 또는 양방향 데이터 전송이 가능하며 두 번째 안테나는 전력 전송 전용으로 사용할 수 있다.

[0146] 일 실시예에서, 수신기 모듈의 존재 감지 능력의 의존성과 반복성은, 다음 단계들에서 설명된 바와 같이, 캘리브레이션(눈금, 구경측정) 방법을 사용함으로써 개선될 수 있다.

[0147] 1. 송신기 모듈(12, 148)이 유휴 모드에 있고 어떤 수신기(수신기 모듈의 안테나 코일과 같은)가 존재하지 않을 때, 송신기 모듈 회로(18) 내의 감지선은 증폭 또는 버퍼링 될 수 있고 그 다음 아날로그 - 디지털 변환기(ADC)에 접속된다. ADC는 사전 설정된 시간 간격으로 감지선을 모니터링(또는 샘플링)하여 유휴 모드(Vidle)의 감지 전압을 송신기 마스터 제어 장치(MCU)(44)가 메모리에 저장하는 디지털 포맷으로 변환한다.

[0148] 2. ADC는 유휴 모드에서 전압(Vidle)을 측정하여 감지 라인을 계속 샘플링하고 Videlta로 지정된 Vidle의 연속 값 사이의 차이를 계산한다. Vthreshold로 지정된 미리 정해진 전압 임계값은 Videlta와 비교하는 데 사용된다.

이 경우 Vidle의 변화는 장치가 유휴 모드로 유지되는 동안 작아지기 때문에 Vdelta는 Vthreshold 보다 작다 (시나리오 1)

[0149] 3. (수신기 안테나 코일과 같은) 객체가 존재하면 송신기 모듈(12, 148)과 수신기 안테나 코일 사이의 상호 인덕턴스(M)로 인해 감지선이 다른 전압 레벨 (Vactive)로 변경된다. ADC는 Vactive를 디지털 형식으로 변환한다. 이 형식의 값은 송신기 모듈(12, 148)의 마이크로 컨트롤러 또는 마스터 제어 장치(MCU)에 의해 메모리에 저장된다.

[0150] 4. 프로세서는 Vidle과 Vactive의 저장된 값 사이의 차이를 계산하고 이를 Vadelta로 지정하고 이 값을 메모리에 저장한다. 동일한 사전 결정된 임계값 Vthreshold가 사용되어 Vactive의 후속 샘플과 함께 Vadelta와 비교된다. 이 경우 감지선 전압이 변하고 Vadelta가 수신기 안테나 코일의 존재를 나타내는 Vthreshold보다 커지기 때문에 이제 프로세서는 장치를 활성 모드로 전환할 수 있다 (시나리오 2)

[0151] 5. ADC는 전압(Vactive)을 측정하여 액티브 모드에서 센스 라인을 계속 샘플링하고 Vadelta로 지정된 Vactive의 연속 값 간의 차이를 계산한다. Vthreshold로 지정된 동일한 사전 결정된 전압 임계값은 Vadelta와 비교하는 데 사용된다. 이 경우 장치가 활성 모드로 유지되는 동안 Vactive의 변화가 작기 때문에 Vadelta는 Vthreshold보다 작다 (시나리오 3)

[0152] 6. 객체가 제거되면(예 : 수신기 안테나 코일) 송신기와 수신기 안테나 코일 사이의 상호 인덕턴스(M)로 인해 감지 라인이 대기 모드 전압 레벨(Vidle)로 돌아간다. ADC는 Vidle을 마이크로 컨트롤러 또는 프로세서에 의해 메모리에 저장된 디지털 형식으로 변환시킨다.

[0153] 7. 송신기 모듈(12, 148) 내의 프로세서는 Videlta로 지정된 Vactive 및 Vidle의 저장 값 사이의 차이를 계산하고 이 값을 메모리에 저장한다. 동일한 미리 결정된 임계값 Vthreshold가 사용되어 Vidle의 후속 샘플과 함께 Videlta와 비교된다. 이 경우 감지선 전압이 변하기 때문에 Videlta는 수신기 안테나 코일의 제거를 나타내는 Vthreshold보다 커야한다. 이제 프로세서는 장치를 유휴 모드로 다시 전환 시킬 수 있다 (시나리오 4)

[0154] 8. 이 방법론은 고유한 제조 공정 허용 오차로 인한 임의의 변동이 제거되므로 "자체 보정"된다는 점에 유의해야 한다. 이 방법론은 또한 비교기의 필요성을 없애고 더 큰 모듈 변동성을 용인할 수 있기 때문에 저렴한 부품을 사용할 수 있게 해준다.

[0155] 하나 이상의 실시예들에서, 무선 커넥터 시스템은 송신기 안테나를 지지하는 제 1 기판을 갖는 송신기 모듈을 포함하며, 상기 송신기 안테나는 무선 신호를 송신하도록 구성된다. 무선 커넥터 시스템은 송신기 모듈 전자 회로를 지지하는 제 2 기판을 포함하며, 송신기 모듈 전자 회로는 송신기 안테나에 전기적으로 연결되고, 제 1 절연체는 송신기 모듈 전자 회로와 송신기 안테나 사이에 위치한다. 상기 무선 커넥터 시스템은 수신기 안테나를 지지하는 제 3 기판을 포함하는 수신기 모듈을 포함하며, 상기 수신기 안테나는 상기 무선 신호를 수신하도록 구성된다. 무선 커넥터 시스템은 수신기 모듈 전자 회로를 지지하는 제 4 기판을 포함하며, 수신기 모듈 전자 회로는 수신기 안테나에 전기적으로 연결되고, 제 2 절연체는 수신기 모듈 전자 회로와 수신기 안테나 사이에 배치된다.

[0156] 상기 시스템은 송신기 안테나와 송신기 전자 회로 사이에 제 1 차폐 재료가 배치되고, 수신 안테나와 수신기 전자 회로 사이에 제 2 차폐 재료가 배치되며, 상기 제 1 및 제 2 차폐 재료는 페라이트 재료를 포함한다. 이 시스템은 제 1 또는 제 2 기판이 인쇄 회로 기판, 플렉스 회로 기판 및 이들의 조합을 포함하는 것을 포함한다. 이 시스템은 복수의 이격된 캐스텔레이션이 제 1 또는 제 2 기판의 외부 표면 내에 형성되는 것을 포함한다.

[0157] 상기 시스템은 복수의 이격된 전기 전도성 패드가 상기 제 1 또는 제 2 기판의 외부 표면상에 형성되고, 상기 복수의 전기 전도성 패드 중 적어도 하나는 전자 회로 보드에 전기적으로 접촉 가능한 것을 포함한다. 상기 시스템은 무선 신호가 전압, 전류, 전력, 데이터 신호 및 이들의 조합으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것을 포함한다. 상기 시스템은 약 100μW 내지 약 10W의 범위의 전력을 전송하도록 구성된 것을 포함한다. 상기 시스템은 상기 수신기 및 송신기 안테나 중 적어도 하나가 복수의 도전체 및 상기 복수의 안테나들 각각 사이에 배치된 적어도 하나의 절연체를 포함하는 것을 포함한다. 상기 복수의 도전체는 적어도 하나의 턴을 갖는다.

[0158] 상기 송신기 모듈 전자 회로는 상기 송신기 안테나에 전기적으로 연결된 제 1 전기 임피던스 매칭 서브-회로를 더 포함하고, 상기 제 1 전기 임피던스 매칭 서브 회로는 적어도 하나의 제 1 커패시터 및 전력 인버터 서브 어셈블리를 포함하고, 상기 제 1 전기 임피던스 매칭 서브-회로 및 상기 전력 인버터 서브-회로는 상기 송신기 안테나에 의한 송신을 위해 상기 무선 신호를 준비하도록 구성된다.

[0159] 상기 시스템은 마스터 제어 유닛을 포함하는 송신기 모듈 마스터 제어 서브- 회로를 포함한다. 상기 시스템은 상기 송신기 모듈 마스터 제어 서브-회로 및 상기 전력 인버터 서브-회로에 전기적으로 연결된 드라이버 서브-회로 및 상기 전력 인버터 서브-회로에 접속된 상기 송신기 모듈 마스터 제어 서브-회로에 전기적으로 연결된 제 1 전압 제어 서브-회로를 포함한다.

[0160] 상기 시스템은 상기 수신기 전자 회로가 마스터 제어 유닛을 갖는 수신기 모듈 마스터 제어 서브-회로를 포함하는 것을 포함한다. 상기 시스템은 또한 수신 안테나에 전기적으로 접속된 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로를 더 포함하고, 상기 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로는 적어도 하나의 제 2 커패시터를 포함하며, 상기 제 2 전기 임피던스 서브-회로는 상기 수신된 무선 신호를 준비하도록 구성되고, 또한, 수신기 모듈 마스터 제어 서브-회로에 전기적으로 접속된 제 2 전압 제어 서브-회로를 포함한다.

[0161] 상기 시스템은 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 및 제 2 전압 제어 서브-회로에 전기적으로 접속된 전압 더블러 서브-회로를 포함한다. 상기 시스템은 또한 상기 송신기 모듈 전자 회로에 전기적으로 접속된 수신기 모듈 감지 서브-회로를 더 포함하며, 여기서 상기 수신기 모듈로부터의 전기 신호의 검출시에, 상기 수신기 모듈 감지 서브-회로는 상기 송신기 모듈 전자 회로의 구성을 가능하게 하여 상기 수신기 모듈과 통신한다. 상기 시스템은 상기 제 1 및 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 중 적어도 하나 내에 전기적으로 접속되는 스위치 커패시터 서브-회로를 포함하며, 상기 스위치 커패시터는 상기 제 1 및 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 중 적어도 하나의 커패시스턴스를 동적으로 변경하도록 구성된다. 상기 시스템은 상기 제 1 및 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 중 적어도 하나 내에 전기적으로 접속된 션트 캐패시터를 포함한다. 또한, 상기 스위치 커패시터 서브-회로는 선택된 전기접속기를 포함하는데 그 전기 접속기는 플렉스 커넥터, 보드 대 보드 커넥터, 핀 및 소켓 커넥터, 스프링 접점 커넥터, 포고 핀 커넥터, 관통 구멍 핀 솔더 커넥터, 납땜 와이어 연결부 및 이들의 조합을 포함하고, 송신기 및 수신기 전자 회로에 전기적으로 연결한 송신기 및 수신기 안테나 중 적어도 하나를 각각의 송신기 및 수신기 전자 회로에 전기적으로 연결한 것이다.

[0162] 본 출원의 하나 이상의 실시예에서, 통신 시스템은 무선 신호를 방출하도록 구성된 송신기 안테나를 갖는 송신기 회로를 포함하다. 또한, 통신 시스템의 송신기 회로는 제 1 커패시터 및 전력 인버터 서브-회로 중 적어도 하나를 포함하며, 송신기 안테나에 전기적으로 접속되는 제 1 전기 임피던스 매칭 서브-회로를 포함하고 여기서 제 1 전기 임피던스 매칭 서브-회로는 송신 안테나에 의한 송신을 위해 무선 신호를 준비하도록 구성된다. 더욱이 통신 시스템의 송신기 회로는 송신기 모듈 마스터 서브-회로와 전력 인버터 서브-회로에 전기적으로 접속된 제1 마스터 제어 유닛과 구동 서브-회로를 포함한다. 일 실시예에서, 통신 시스템의 송신기 회로는 상기 송신기 모듈 마스터 제어 서브-회로 및 전력 인버터에 전기적으로 연결된 제 1 조정기 서브-회로를 포함한다.

[0163] 본 발명의 하나 이상의 현존하는 실시예들에서, 통신 시스템은 송신기 회로로부터 송신된 무선 신호를 수신하도록 구성된 수신기 회로를 포함한다. 일 실시예에서, 통신 시스템의 수신기 회로는 송신기 안테나로부터 무선 신호를 수신하도록 정해진 수신기 안테나를 포함한다. 또한, 통신 시스템의 수신기 회로는 제 2 마스터 제어 유닛을 포함하는 수신기 모듈 마스터 제어 서브-회로를 포함한다. 하나 이상의 실시예에서, 통신 시스템의 수신기 회로는 적어도 하나의 제 2 커패시터를 포함하는 수신 안테나에 전기적으로 접속된 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로를 포함하며, 제 2 전기 임피던스 매칭은 전기적으로 연결된 전기 디바이스에 의한 사용을 위해 수신된 무선 신호를 정하도록 구성된다. 또한, 통신 시스템의 수신기 회로는 제 2 전기 임피던스 매칭 서브-회로 및 수신기 모듈 마스터 제어 서브-회로에 전기적으로 접속된 제 2 전압 조정기 서브회로를 포함한다.

[0164] 본 출원의 하나 이상의 실시예들에서, 무선 신호를 방출하도록 정해진 송신기 안테나를 포함하여 송신기 회로가 제공된다. 또한, 송신기 회로는 송신기 안테나에 전기적으로 접속된 전기 임피던스 매칭 서브-회로, 적어도 하나의 커패시터를 포함하는 전기 임피던스 매칭 서브-회로, 상기 전기 임피던스 매칭 서브-회로는 전기적으로 접속된 전력 인버터를 포함하고, 여기서 전기 임피던스 매칭 서브-회로는 송신기 안테나에 의해 송신을 하기 위한 무선 신호를 준비하도록 정해진다. 하나 이상의 실시예에서, 송신기 회로는 마스터 제어 유닛을 갖는 송신기 마스터 제어 서브-회로 및 송신기 마스터 제어 서브-회로에 전기적으로 접속되는 구동 서브-회로를 포함한다. 송신기 회로는 전력 인버터 서브-회로 및 송신기 마스터 제어 서브-회로 및 전력 인버터 서브-회로에 전기적으로 연결된 전압 조정기 서브-회로를 포함한다.

[0165] 본 출원의 하나 이상의 실시예들에서, 무선 신호를 수신하도록 구성된 수신기 회로가 제공된다. 수신기 회로는 무선 신호를 수신하도록 구성된 수신기 안테나 및 마스터 제어 유닛을 포함하는 수신기 마스터 제어 서브-회로를 포함한다. 본 출원의 하나 이상의 실시예들에서, 수신기 회로는 수신기 안테나에 전기적으로 접속 된 전기 임피던스 매칭 서브-회로를 포함하고, 전기 임피던스 매칭 서브-회로는 적어도 하나의 커패시터를 포함하고, 전

기 임피던스 매칭 서브-회로는 전기적으로 접속 가능한 전기 디바이스에 의한 사용을 위해 수신기 회로에 의해 수신된 무선 신호를 준비하도록 구성된다. 일 실시예에서, 수신기 회로는 수신기 마스터 제어 서브-회로에 전기적으로 접속된 전압 조정기 서브-회로를 포함한다.

[0166] 본 출원의 하나 이상의 실시예들에서, 외부 표면을 갖는 하우징 및 무선 신호를 송신하도록 구성된 송신기 안테나를 포함하는 송신기 모듈이 제공되며, 상기 송신기 안테나는 상기 하우징 내에 존재한다. 송신기 모듈은 송신기 안테나에 전기적으로 연결된 전자 회로 기판을 더 포함하고, 전자 회로 기판은 하우징 내에 위치한다. 또한, 송신기 모듈은 하우징 내에 위치되고 송신기 안테나와 전자 회로 기판 사이에 위치되는 적어도 하나의 차폐 재료 및 전자 회로 보드와 송신기 안테나 사이에 배치된 적어도 하나의 절연체를 포함한다.

[0167] 하나 이상의 실시예들에서, 외부 표면을 갖는 하우징 및 수신기 안테나를 지지하는 제 1 기판을 포함하는 수신기 안테나 어셈블리를 포함하는 수신기 모듈이 제공되며, 상기 수신기 안테나는 무선 신호를 수신하도록 구성되며, 수신 안테나 어셈블리는 하우징 내에 위치한다. 또한, 수신기 모듈은 하우징 내에 위치된 전자 회로 보드를 포함하고, 전자 회로 보드는 수신기 안테나에 전기적으로 연결된다. 수신기 모듈은 수신기 안테나와 전자 회로 보드 사이에 위치된 적어도 하나의 차폐 재료와, 전자 회로 보드와 수신기 안테나 사이에 배치된 적어도 하나의 절연체를 더 포함한다.

[0168] 본 출원의 하나 이상의 실시예들에서, 무선 신호를 송신하도록 구성된 송신기 안테나와 송신기 안테나를 지지하는 제 1 기판을 포함하는 송신기 안테나 어셈블리와 절연 재료를 포함하는 스페이서를 포함하도록 송신기 모듈이 제공된다. 하나 이상의 실시예에서, 송신기 모듈은 송신기 전기 커넥터와 송신기 안테나 어셈브리와 송신기 전자회로에 전기적으로 접속된 송신기 전자회로를 지지하는 제2기판을 포함한다. 더욱이 여기서 스페이서는 송신기 전자 회로와 송신기 안테나 어셈브리와 송신기 전자 회로 사이에 위치한다.

[0169] 본 출원의 하나 이상의 실시예들에서, 수신기 모듈은 무선 신호를 수신하도록 구성된 수신기 안테나를 지지하는 제 1 기판을 포함하는 수신기 안테나 어셈블리와 절연 재료를 포함하는 스페이서를 포함하도록 제공된다. 하나 이상의 실시예에서, 수신기 모듈은 수신기 어셈블리와 수신기 전자 회로에 전기적으로 접속된 전기 커넥터와 수신기 전자 회로를 지지하는 제 2 기판을 포함한다. 더하여 수신기 모듈은 수신기 안테나 어셈블리와 수신기 전자 회로 사이에 위치하는 스페이서를 포함한다.

[0170] 본 출원의 하나 이상의 실시예들에서, 무선 커넥터를 동작시키는 방법이 제공되는데, 상기 방법은 송신기 모듈을 제공하는 단계를 포함하고, 상기 송신기 모듈은 송신기 안테나를 지지하는 제 1 기판을 포함하며, 상기 송신기 안테나는 무선 신호를 송신하도록 구성된다. 상기 송신기 모듈은 송신기 모듈 전자 회로를 지지하는 제 2 기판을 더 포함하며, 상기 송신기 모듈 전자 회로는 상기 송신기 안테나에 전기적으로 연결된 송신기 모듈 마스터 제어 서브-회로 및 수신기 모듈 감지 서브-회로를 포함한다. 이에 더하여 송신기 모듈은 송신기 전자 회로와 송신기 안테나 사이에 위치한 적어도 하나의 절연체를 포함한다. 하나 이상의 실시예에서, 상기 방법은 송신기 안테나를 지지하는 제 3 기판을 포함하는 수신기 모듈을 제공하여 포함하고 여기서 수신기 안테나는 무선 신호를 수신하도록 구성하고 수신기 모듈 전자 회로를 지지하는 제 4 기판을 포함하도록 제공된다.

[0171] 본 출원의 하나 이상의 실시예들에서, 송신기 모듈을 제공하는 방법이 제공되며, 상기 방법은 제 1 기판상에 지지 된 송신기 안테나를 제공하는 단계와 무선 신호를 송신하도록 구성된 송신기 안테나를 제공하도록 포함한다. 더욱이 상기 방법은 제 2 기판에 지지되는 전자 회로와 송신기 안테나에 전자 회로를 전기적으로 접속되는 전자 회로를 포함하여 제공된다. 상기 방법은 전자 회로와 송신기 안테나 사이에 적어도 하나의 절연체를 배치하고 적어도 하나의 절연체를 제공한다.

[0172] 본 출원의 하나 이상의 실시예에서, 수신기 모듈을 제공하는 방법이 제공되고 상기 방법은 수신기 안테나를 지지하는 제 1 기판을 포함 제공하고 여기서 수신안테나는 무선 신호를 수신하도록 구성된다. 더욱이 상기 방법은 전자 회로를 지지하는 제 2 기판을 포함 제공하고, 여기서 전자 회로는 전자 회로와 수신기 안테나 사이의 적어도 절연체를 배치하고 적어도 하나의 절연체를 제공하고 수신기 안테나에 전기적으로 접속된다.

[0173] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, “적어도 하나의” 라는 용어는 어떤 아이템을 분리하기 위해서 “및” 또는 “또는” 이라는 용어로 리스트의 각 멤버라기보다는 전체로서 리스트(즉, 각 아이템)를 수식한다. “적어도 하나” 라는 용어는 리스트된 각 아이템의 적어도 하나의 선택을 요구하지는 않는다. 더욱이 상기 용어는 아이템의 어느 하나 중의 적어도 하나, 혹은 아이템의 어떤 조합 중의 어느 하나, 혹은 아이템의 각각 중 어느 하나를 포함하는 의미로 허용된다. 예를 들면 용어 “ A, B, 및 C의 적어도 하나” 혹은 “A, B, 혹은 C의 적어도 하나” 는 각각 단지 A, 단지 B, 혹은 단지 C를 각각 언급하고, A, B, 및 C의 각각 적어도 하나 혹은 A, B, 및 C의 어느

조합을 각각 언급한다.

[0174] "구성 가능하다", "조작 가능하다" 및 "프로그래밍 된다."라는 술어 단어는 대상의 특정 유형 또는 무형의 변경을 의미하지 않지만 오히려 상호 교환적으로 사용되도록 의도된다. 하나 이상의 실시예에서, 동작 또는 구성 요소를 모니터링 및 제어하도록 구성된 프로세서는 또한 동작을 모니터링 및 제어하도록 프로그램된 프로세서 또는 동작을 모니터링하고 제어하도록 동작 가능한 프로세서를 의미할 수 있다. 마찬가지로, 코드를 실행하도록 구성된 프로세서는 코드를 실행하도록 프로그램되거나 또는 코드를 실행하도록 동작 가능한 프로세서로 구성될 수 있다.

[0175] "양상(aspect)"과 같은 어구는 그러한 양상이 본 기술에 필수적이거나 그러한 양상이 본 주요기술의 모든 구성에 적용됨을 의미하지 않는다. 양상과 관련된 개시는 모든 구성 또는 하나 이상의 구성에 적용될 수 있다. 하나의 양상은 본 개시 물의 하나 이상의 예를 제공할 수 있다. "양상"과 같은 문구는 하나 이상의 양상을 나타낼 수 있고 그 반대일 수도 있다. "실시예"와 같은 문구는 그러한 실시예가 본 기술에 필수적이거나 그러한 실시예가 주체의 모든 구성에 적용됨을 의미하지 않는다. 실시예와 관련된 개시는 모든 실시예 또는 하나 이상의 실시예에 적용될 수 있다. 일 실시예는 본 개시 물의 하나 이상의 예를 제공할 수 있다. 그러한 "실시예"라는 문구는 하나 이상의 실시예를 참조할 수 있고 그 반대일 수도 있다. "구성"과 같은 문구는 그러한 구성이 본 기술에 필수적이거나 그러한 구성이 본 기술의 모든 구성에 적용됨을 의미하지 않는다. 구성과 관련된 개시는 모든 구성 또는 하나 이상의 구성에 적용될 수 있다. 구성은 본 개시의 하나 이상의 예를 제공 할 수 있다. "구성"과 같은 문구는 하나 이상의 구성을 나타낼 수 있고 그 반대일 수도 있다.

[0176] 본 명세서에서 "예시적인"이라는 단어는 "예시, 실례 또는 예증으로서 기능하는"을 의미하기 위해 본원에서 사용된다. "예시적인" 또는 "예"로서 본 명세서에 기재된 임의의 실시예는 반드시 바람직한 또는 유리한 것으로 해석될 필요는 없다. 더욱이 다른 실시예들 또한, "포함한다", "가지고 있다" 등의 용어가 명세서 또는 청구 범위에서 사용되는 한, 그러한 용어는 "포함하는"이란 용어와 유사한 방식으로 포괄적인 의미로 사용된다. 또한, 명세서와 청구항에서 과도기적 단어로 사용하여 해석된다. 또한, "포함한다", "가지고 있다" 등의 용어가 명세서 또는 청구 범위에서 사용되는 한, 그러한 용어는 "포함하는"이란 용어와 유사한 방식으로 포괄적인 의미로 사용된다. 청구항에서 변화적인 단어로 사용하여 해석된다.

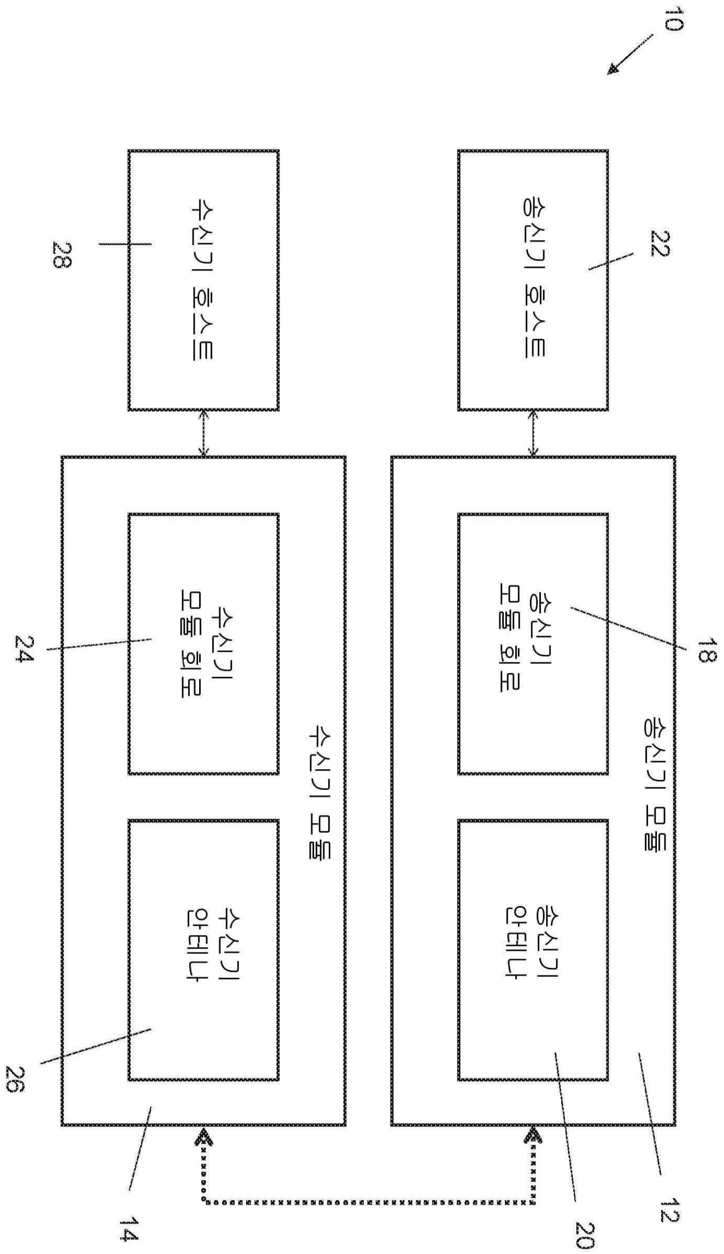
[0177] 당해 기술 분야의 당업자에게 공지되거나 추후 공지될 본 개시 물 전반에 걸쳐 기술된 다양한 양태의 요소에 대한 모든 구조적 및 기능적 등가물은 본원에 참조로서 명시적으로 포함되어 주장된다. 더욱이, 여기에 개시된 어떠한 것도 그러한 공개가 청구 범위에 명시적으로 언급되었는지 여부에 관계없이 대중에게 전념하려는 의도는 없다. 요소가 방법 청구항에서 “-을 위한 방법” 혹은 단계 청구항에서 “-을 위한 단계”를 사용하는 요소를 언급하지 않는 한 어떠한 청구항 요소도 35 U.S.C. §112의 규정에 따라 해석되어서는 안된다.

[0178] 단수의 요소에 대한 언급은 특별히 언급하지 않는 한 "하나 및 단지 하나"를 의미하는 것이 아니라 오히려 "하나 또는 그 이상"을 의미한다. 달리 구체적으로 언급되지 않는 한, "일부"라는 용어는 하나 이상을 지칭한다. 남성 (예 : his)의 대명사에는 여성 및 중성의 성별 (예 : her 및 its)이 포함되며 그 반대도 마찬가지입니다. 표제 및 부제목은 편의를 위해서만 사용되며 주제 공개를 제한하지 않는다.

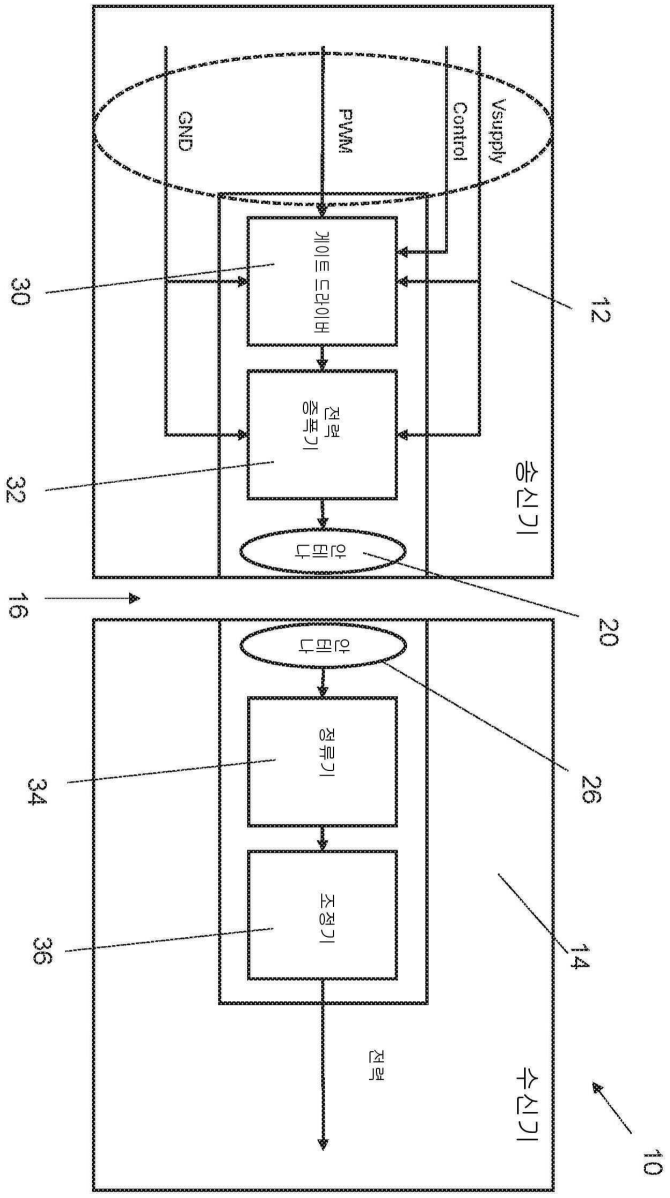
[0179] 이 명세서는 많은 세부 사항을 포함하지만, 이들은 청구될 수 있는 범위에 대한 제한으로 해석되어서는 안 되며, 오히려 주제의 특정 구현에 대한 설명으로 해석되어야한다. 별도의 실시예와 관련하여 본 명세서에서 설명되는 특정 특징은 또한 단일 실시 예에서 조합하여 구현될 수 있다. 반대로, 단일 실시예의 문맥에서 설명된 다양한 특징은 또한 다수의 실시 예에서 개별적으로 또는 임의의 적합한 하위 조합으로 구현될 수 있다. 더욱이, 특징들은 특정 조합으로 작용하고 상술 한 바와 같이 최초로 주장될지라도 상기 특징으로 기술될 수 있지만, 어떤 경우에는 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징이 상기 조합으로부터 제거될 수 있고, 청구된 조합은 서브 조합 또는 하위 조합의 변형을 지시할 수 있다.

도면

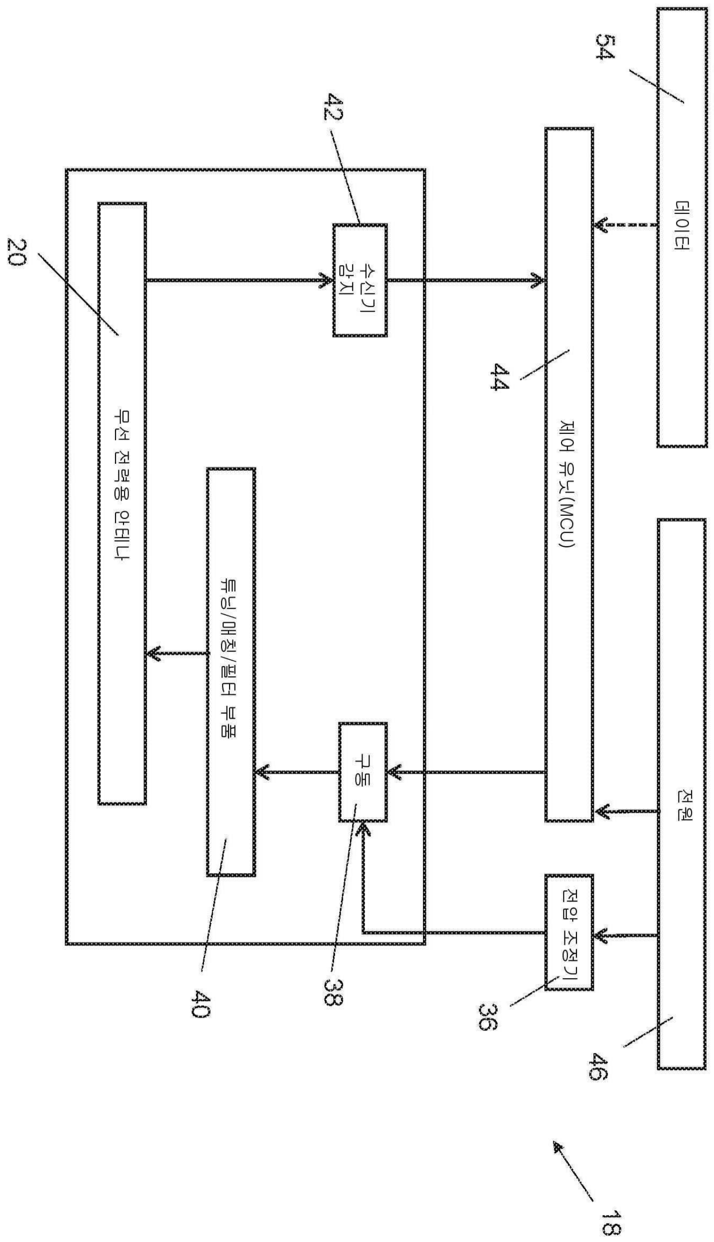
도면1


10
송신기 호스트
22
수신기 호스트
28
송신기 모듈 회로
18
수신기 모듈 회로
24
송신기 모듈
수신기 모듈
송신기 안테나
수신기 안테나
26
12
20
14

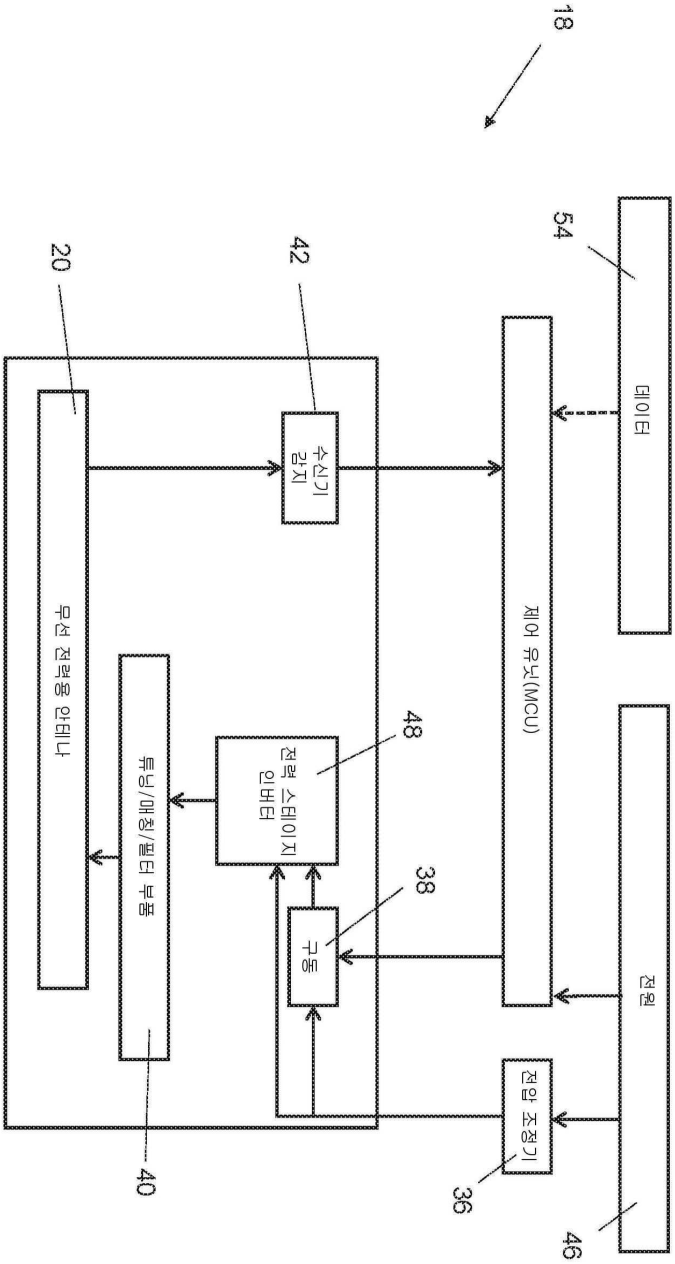
도면2


Vsuphy
Control
PWM
GND
게이트 드라이버
전력 증폭기
송신기
안테나
안테나
정류기
조정기
전력
수신기
12
30
32
16
20
26
34
36
14
10

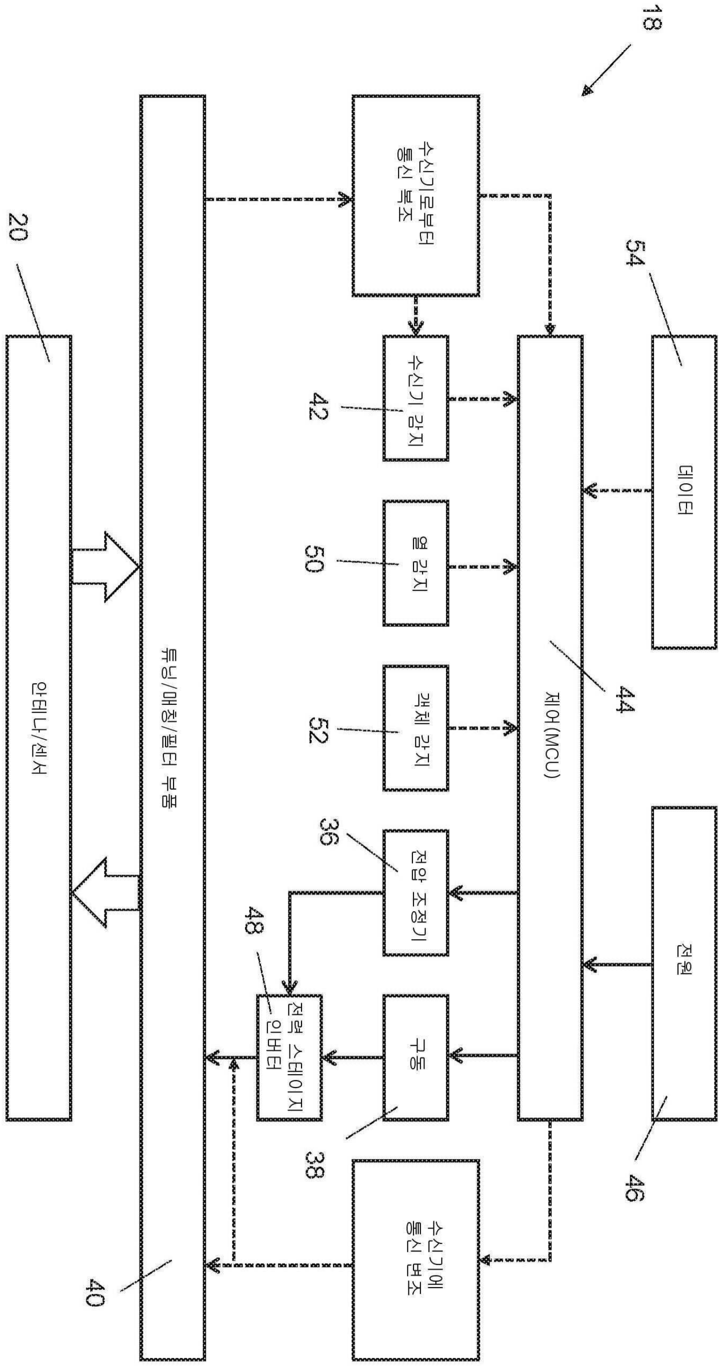
도면3


54
데이터
42
수신기 감지
20
무선 전력용 안테나
44
제어 유닛(MCU)
튜닝/매칭/필터 부품
구동
전원
전압 조정기
40
38
36
46
18

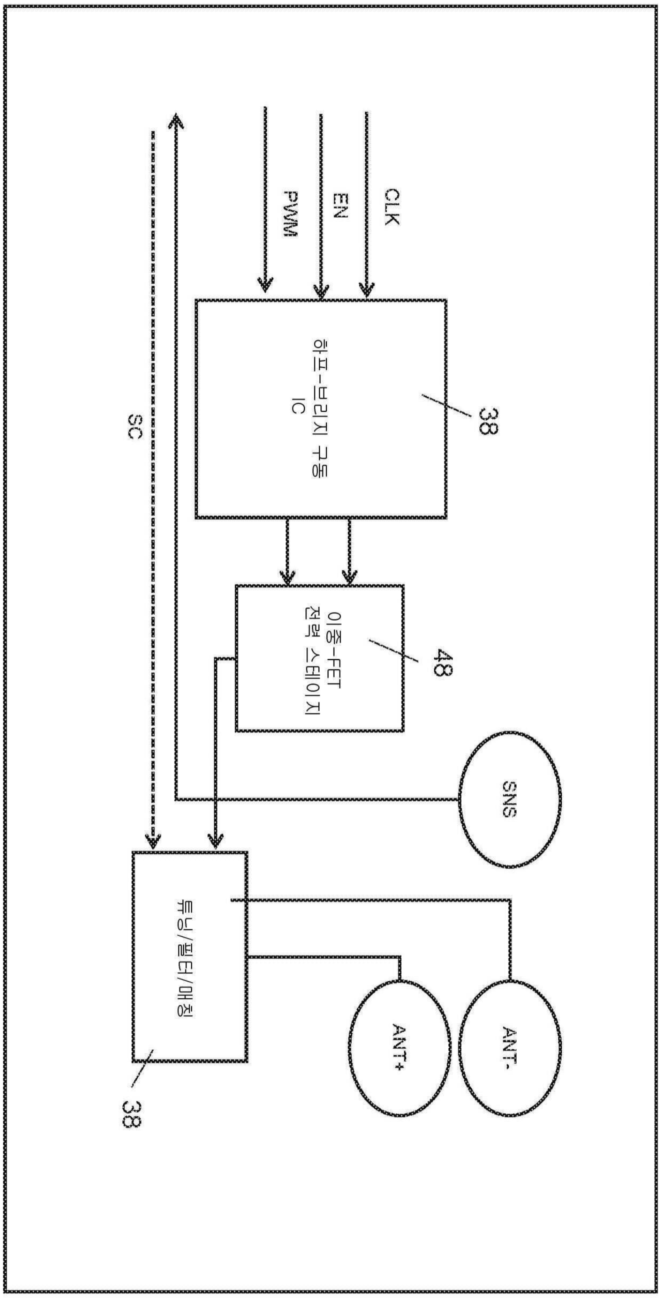
도면4


18
54
데이터
42
20
수신기
감지
제어 유닛(MCU)
무선 전력용 안테나
48
전력 스테이지
인버터
튜닝/매칭/필터 부품
38
구동
전원
전압 조정기
40
36
46

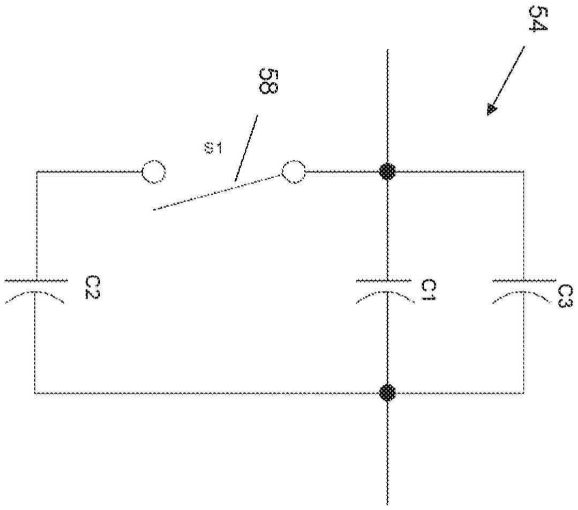
도면5


18
20
안테나/센서
튜닝/매칭/필터 부품
40
수신기로부터 통신 복조
수신기 감지
42
열 감지
50
객체 감지
52
전압 조정기
36
전력 스테이지 인버터
48
구동
38
수신기에 통신 변조
제어(MCU)
44
데이터
54
전원
46

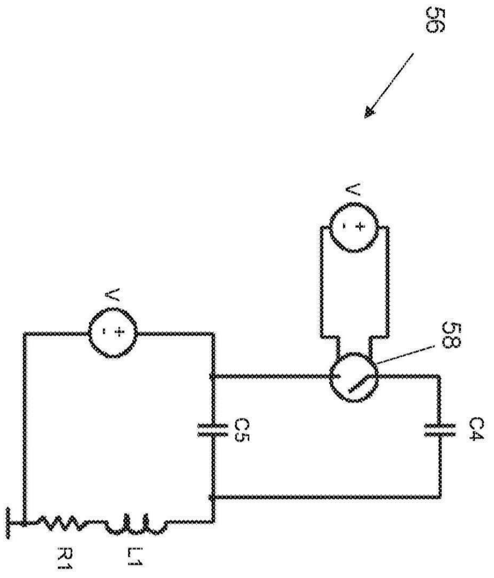
도면6


CLK
EN
PWM
하프-브리지 구동 IC
38
이중-FET 전력 스테이지
48
SC
SNS
튜닝/필터/매칭
38
ANT+
ANT-

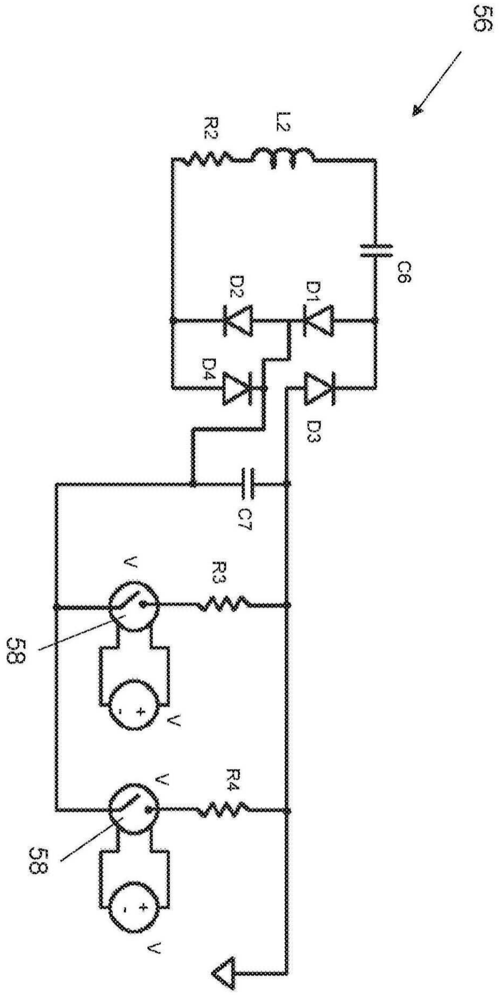
도면7



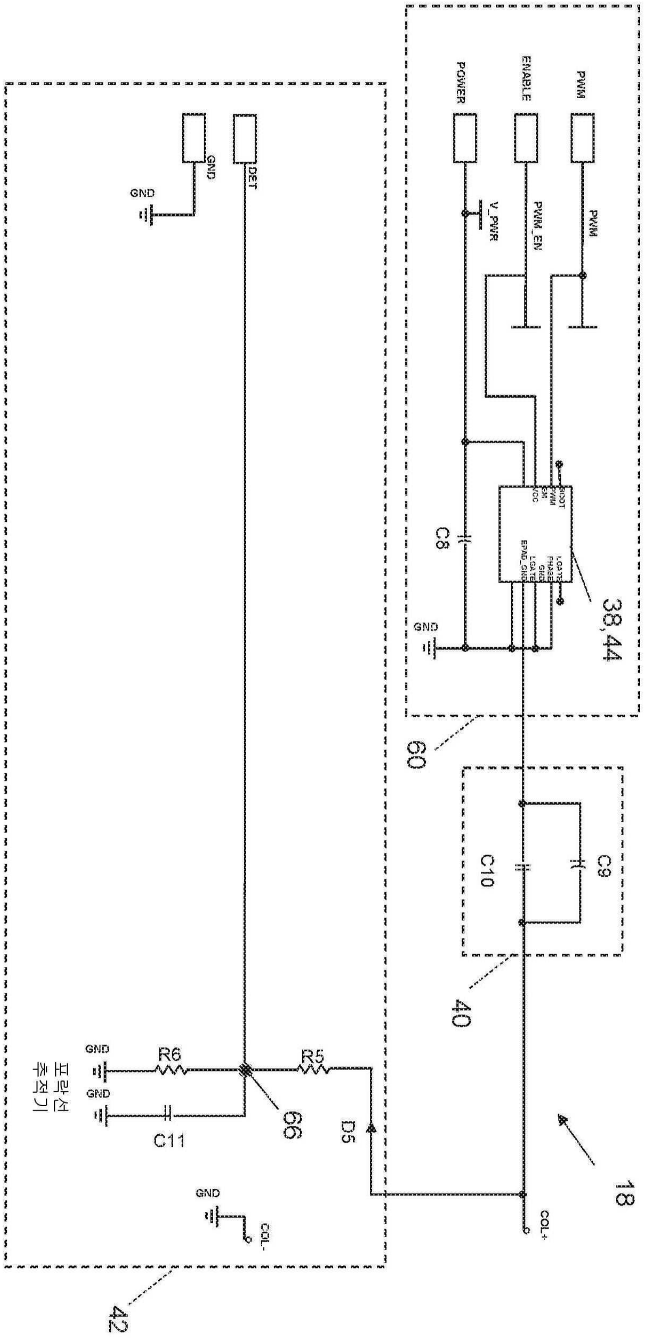
도면8a



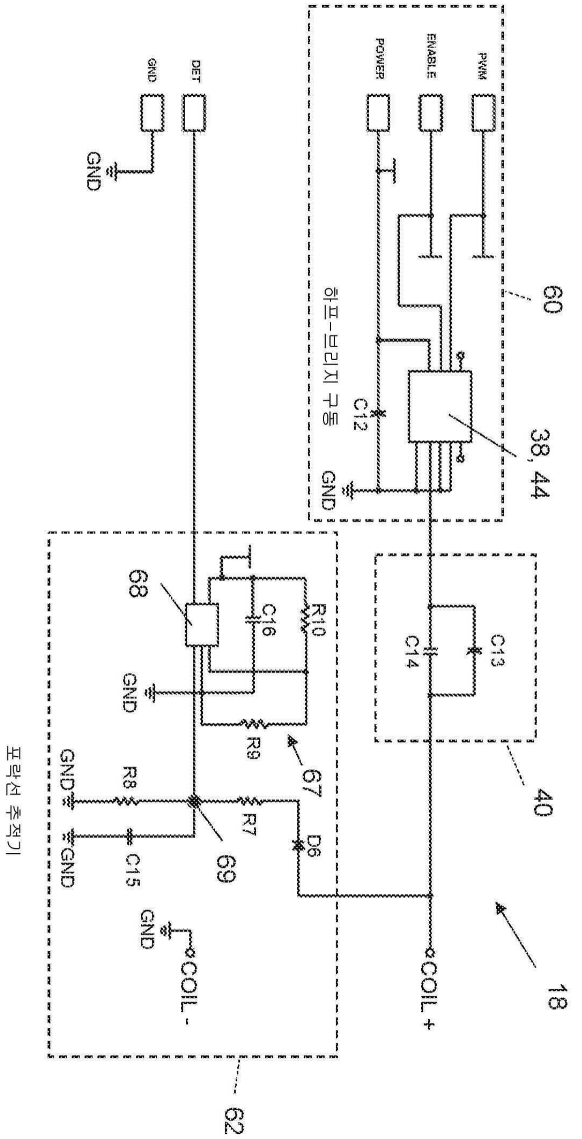
도면8b



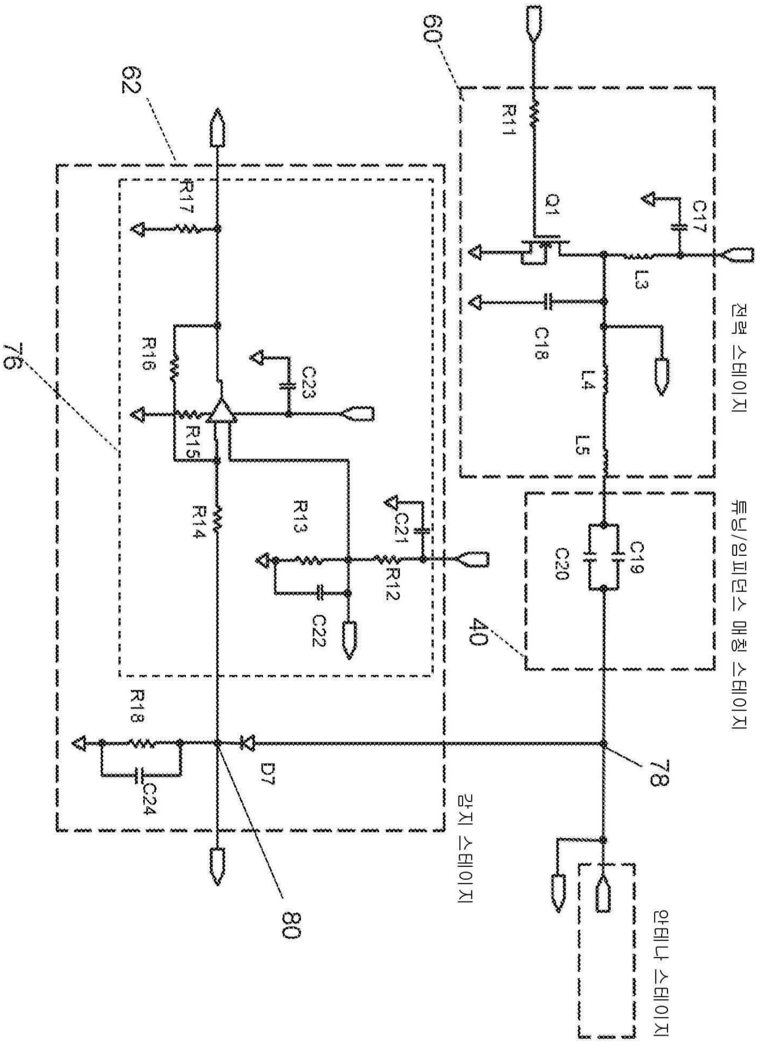
도면9


POWER
ENABLE
PWM
V_PWR
PWM_EN
PWM
C8
GND
38,44
60
C10
C9
40
18
COL+
COL-
GND
DET
GND
R6
R5
66
D5
C11
포락선
추적기
42

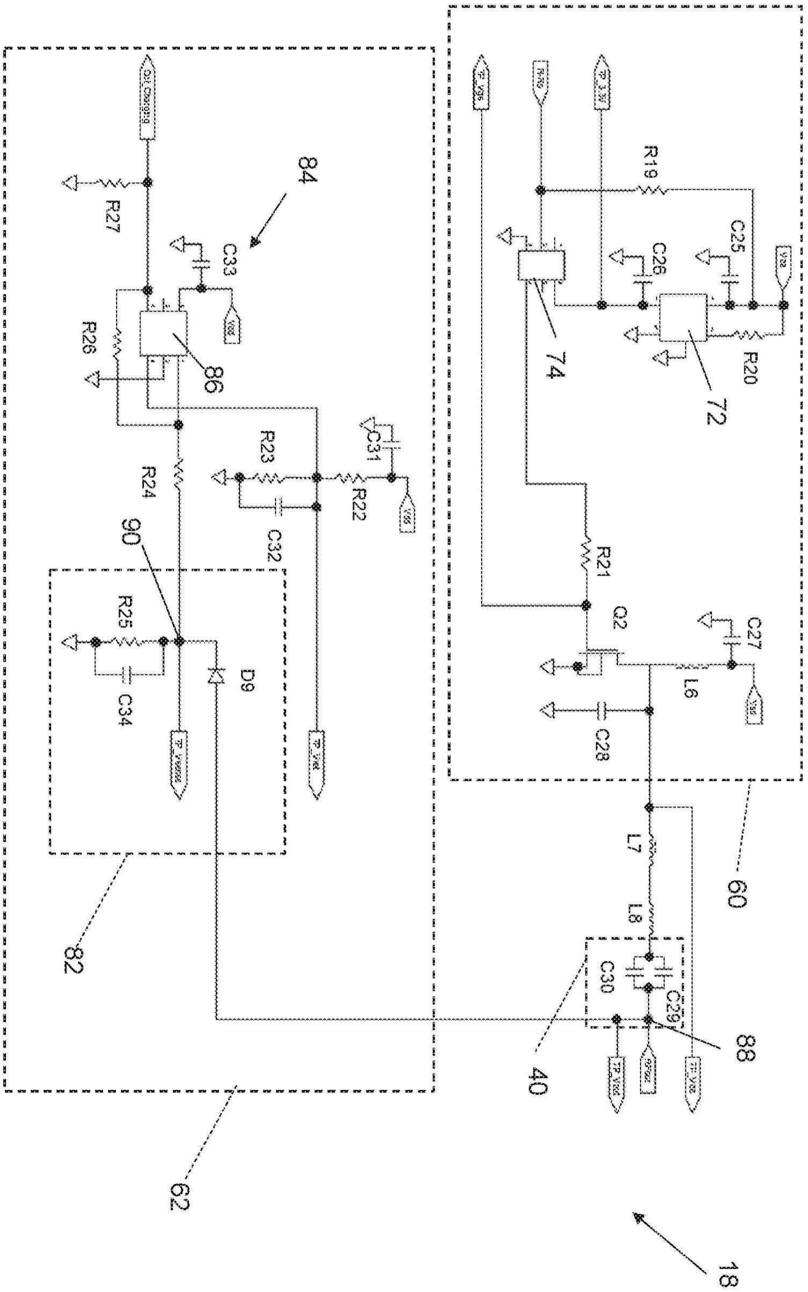
도면10


GND
DET
GND
POWER
ENABLE
PWM
하프-브리지 구동
C12
GND
60
38, 44
68
C16
R10
GND
R9
67
C14
C13
40
포락선 추적기
GND
R8
R7
69
C15
GND
D6
GND
COIL -
COIL +
18
62

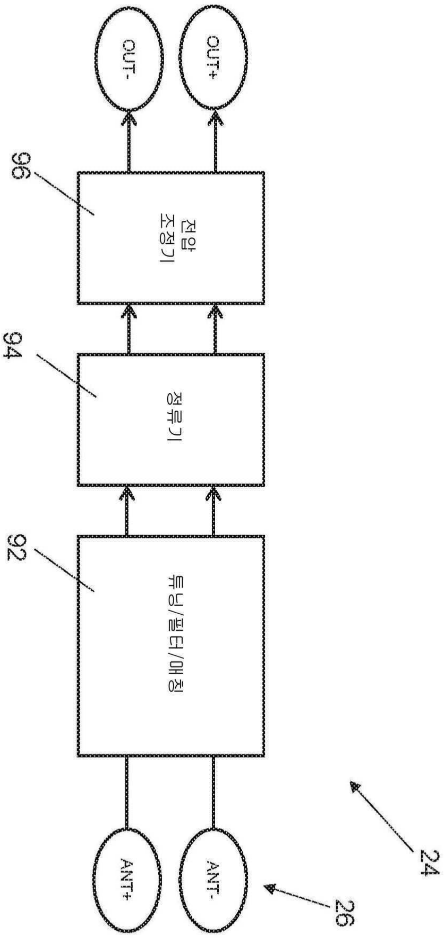
도면11


60
62
76
40
78
80
R11
Q1
C17
L3
C18
L4
L5
C19
C20
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
C21
C22
C23
C24
D7
전력 스테이지
튜닝/임피던스 매칭 스테이지
감지 스테이지
안테나 스테이지

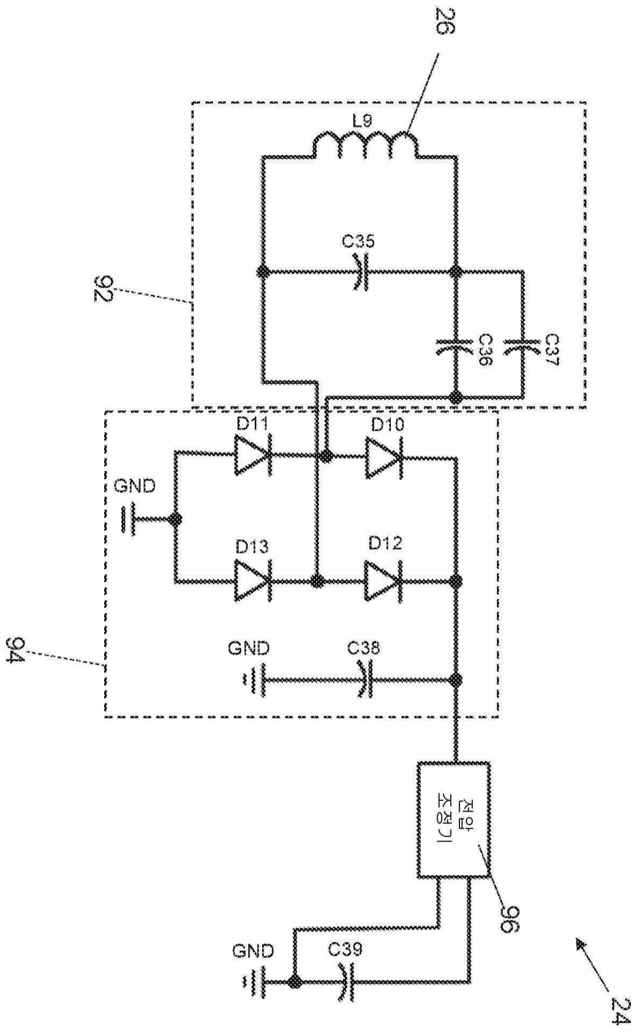
도면12


84
86
R27
R26
C33
R24
R23
R22
C31
C32
90
R25
C34
D9
82
62
R19
C25
C26
74
72
R20
R21
Q2
C27
L6
C28
60
L7
L8
C30
C29
88
40
18

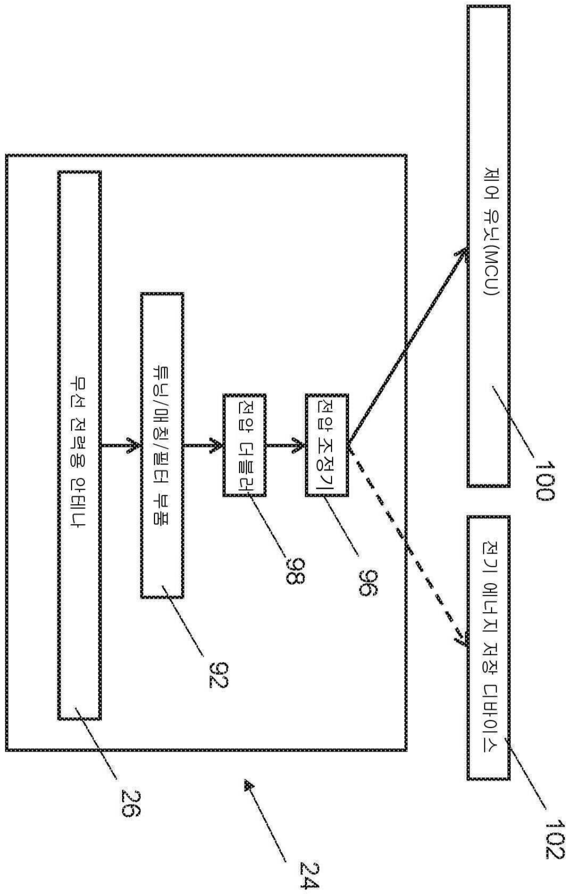
도면13



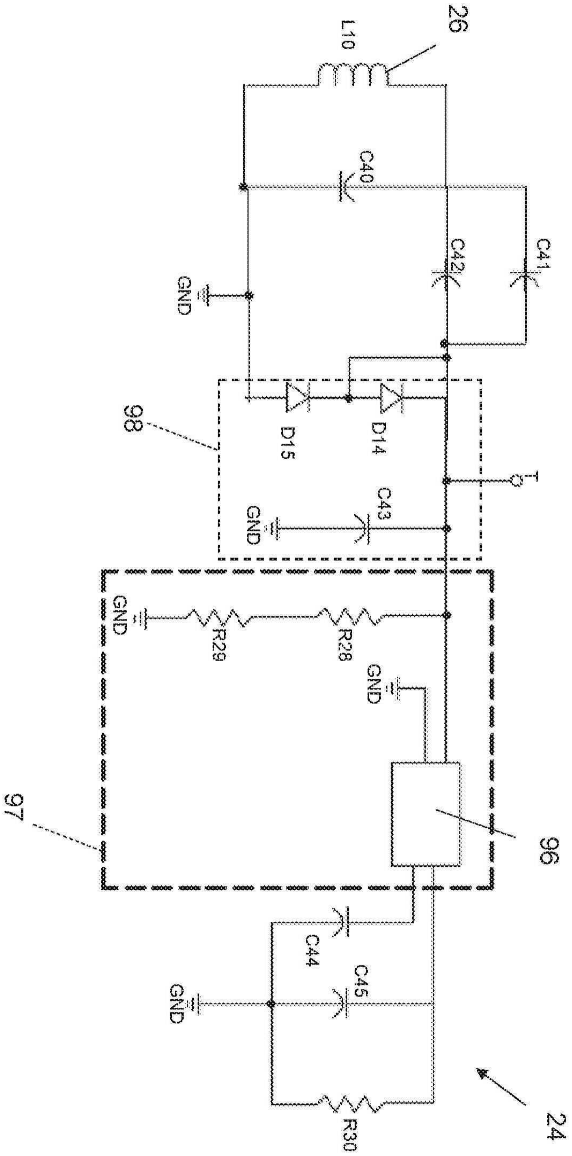
도면14


26
L9
C35
92
C36
C37
D11
D10
GND
D13
D12
94
GND
C38
전압
조정기
96
GND
C39
24

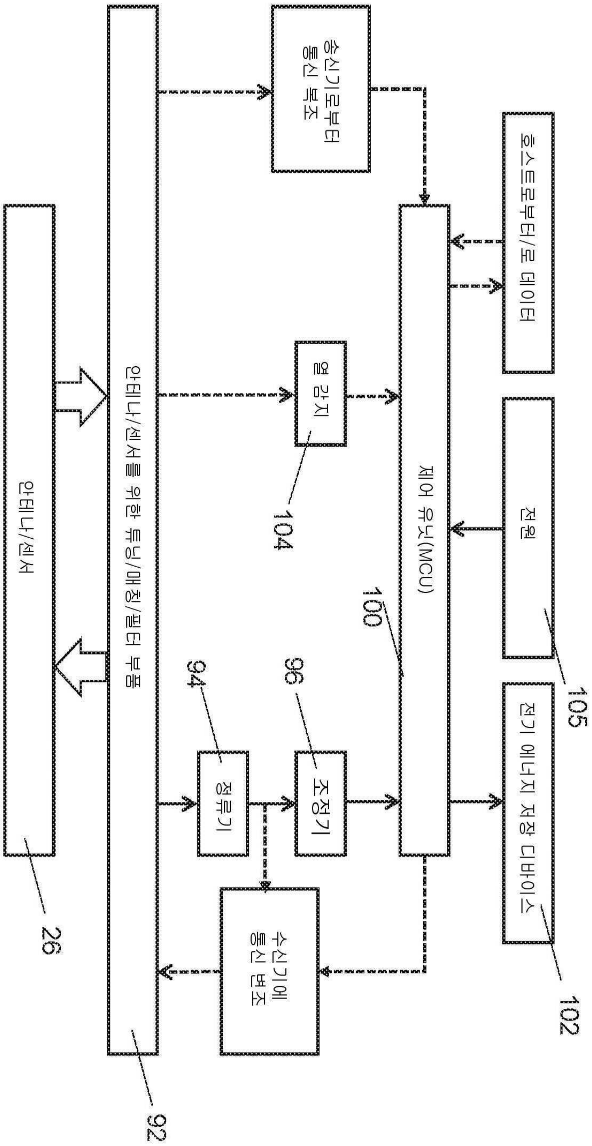
도면15


무선 전력용 안테나
튜닝/매칭/필터 부품
전압 더블러
전압 조정기
제어 유닛(MCU)
전기 에너지 저장 디바이스
100
102
98
96
92
26
24

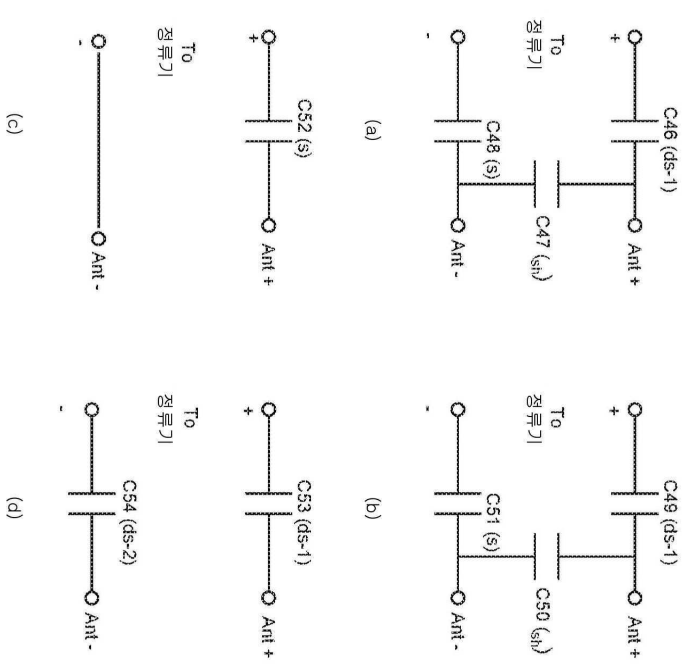
도면16


26
L10
C40
C41
C42
GND
98
D15
D14
T
C43
GND
97
GND
R29
R28
GND
96
C44
C45
GND
R30
24

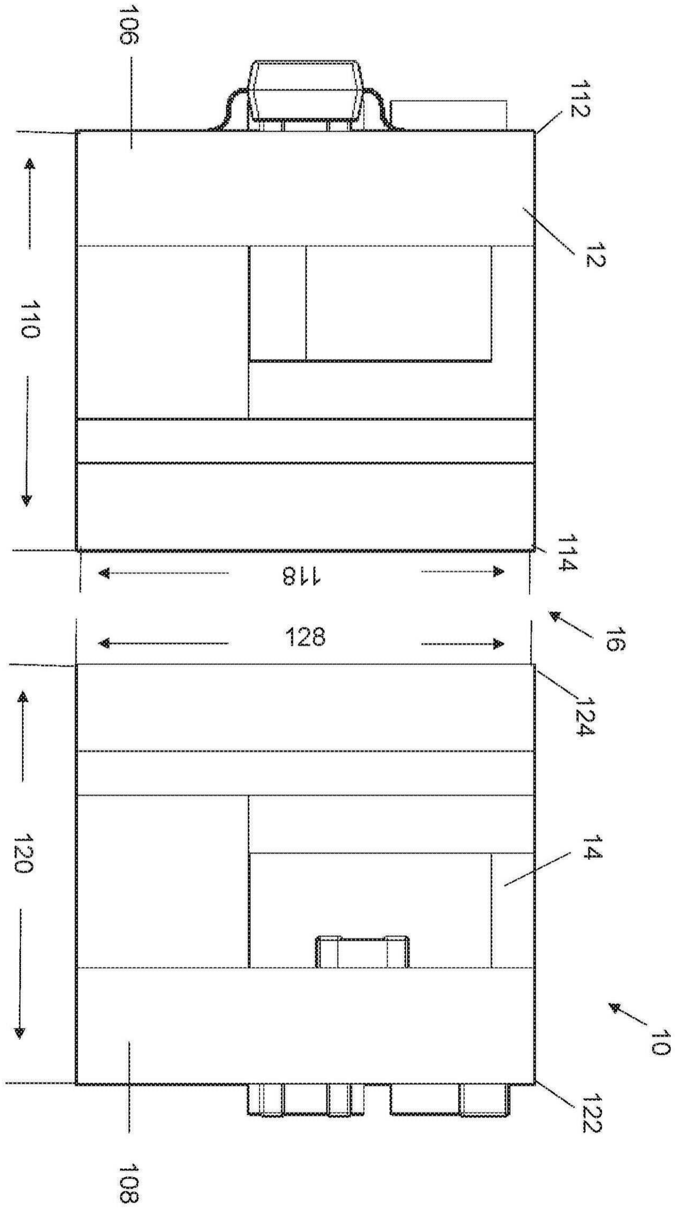
도면17


안테나/센서
안테나/센서를 위한 튜닝/매칭/필터 부품
송신기로부터 통신 복조
열 감지
정류기
조정기
수신기에 통신 변조
제어 유닛(MCU)
호스트로부터/로 데이터
전원
전기 에너지 저장 디바이스
26
92
94
96
100
102
104
105

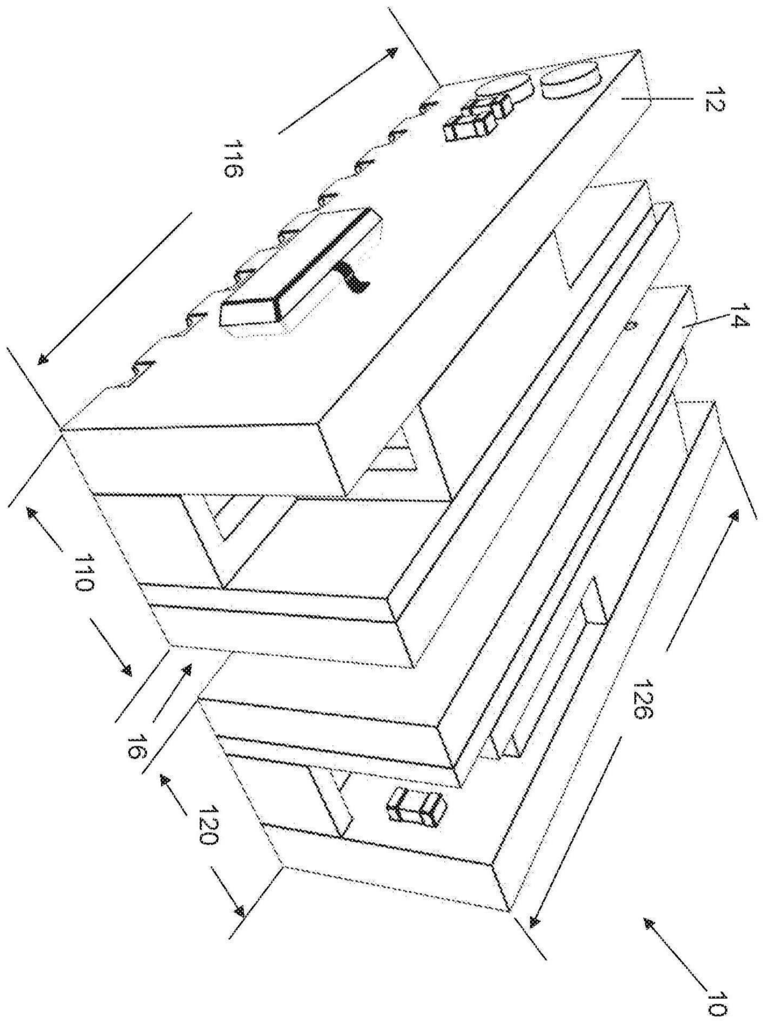
도면18


(a)
C46 (ds-1)
C47 (sh)
C48 (s)
To
정류기
Ant +
Ant -
(b)
C49 (ds-1)
C50 (sh)
C51 (s)
(c)
C52 (s)
(d)
C53 (ds-1)
C54 (ds-2)

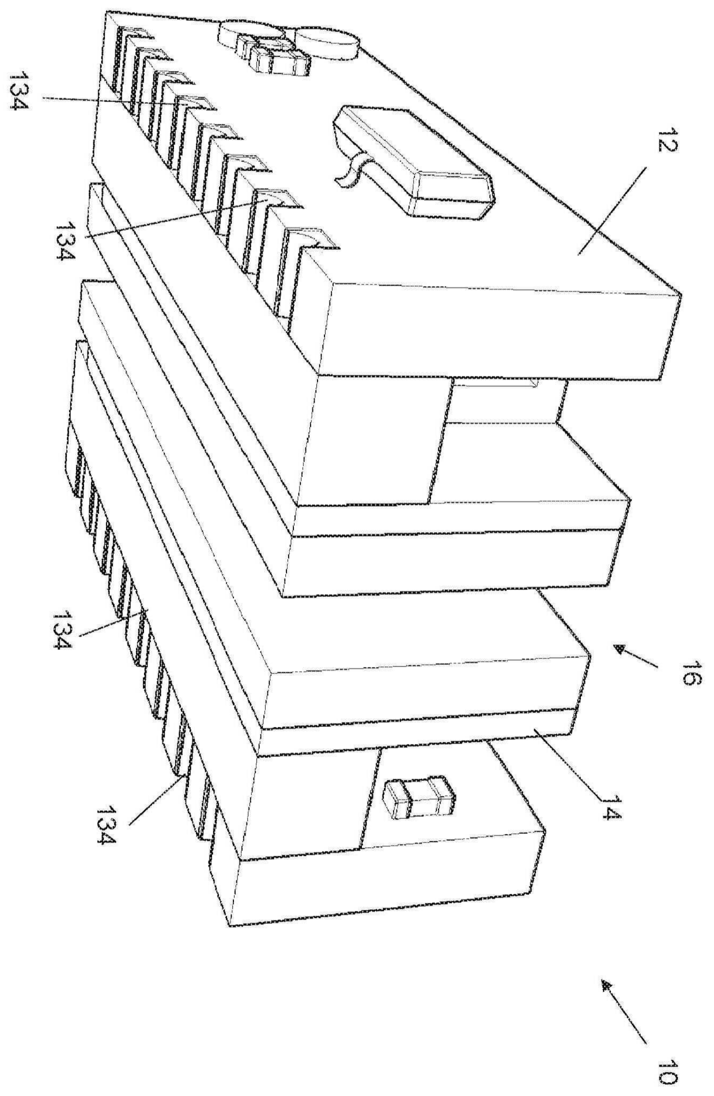
도면19



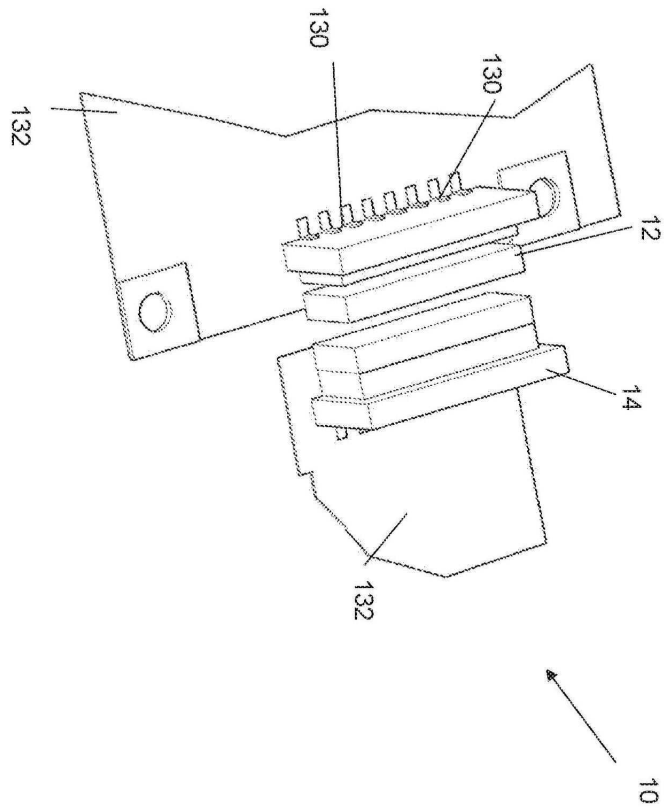
도면20



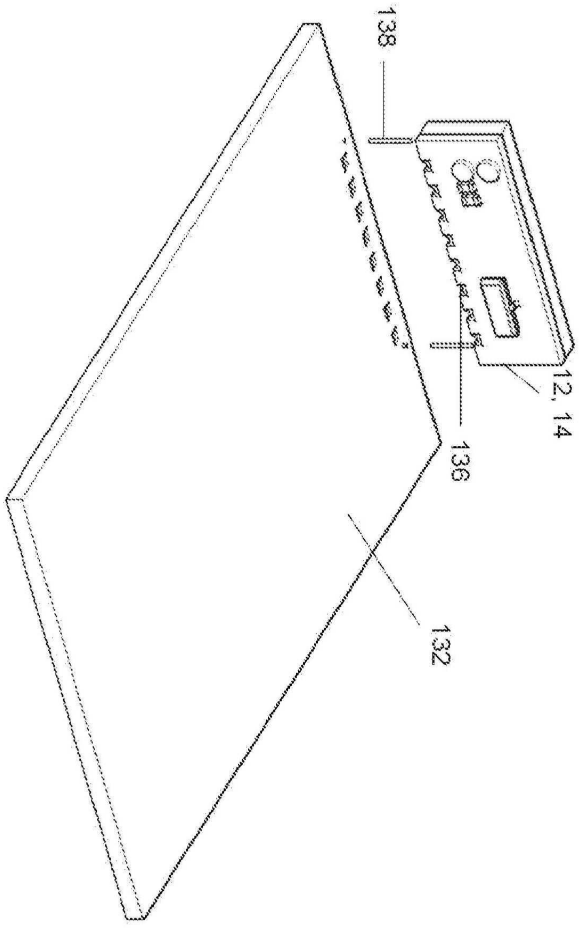
도면21



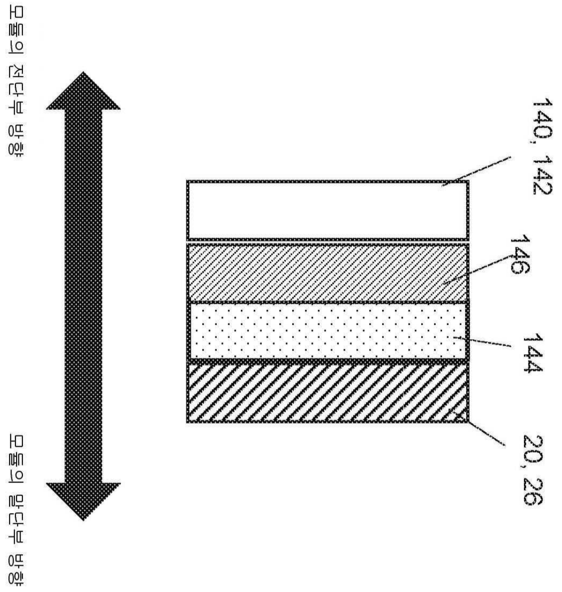
도면22



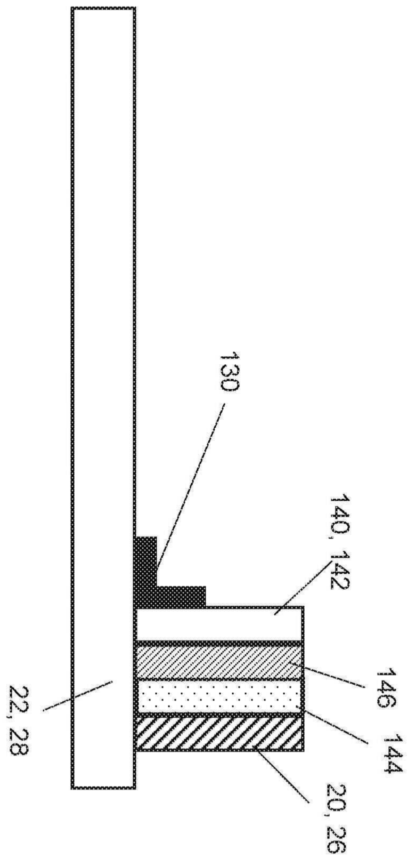
도면23



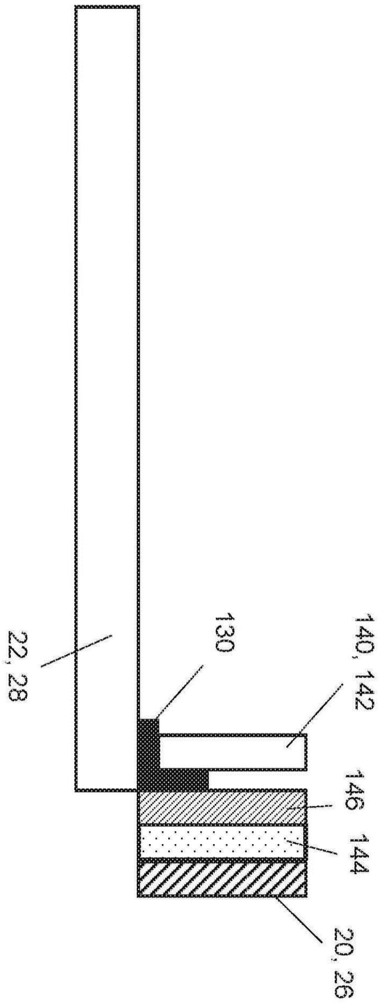
도면24


모듈의 전단부 방향
모듈의 말단부 방향
140, 142
146
144
20, 26

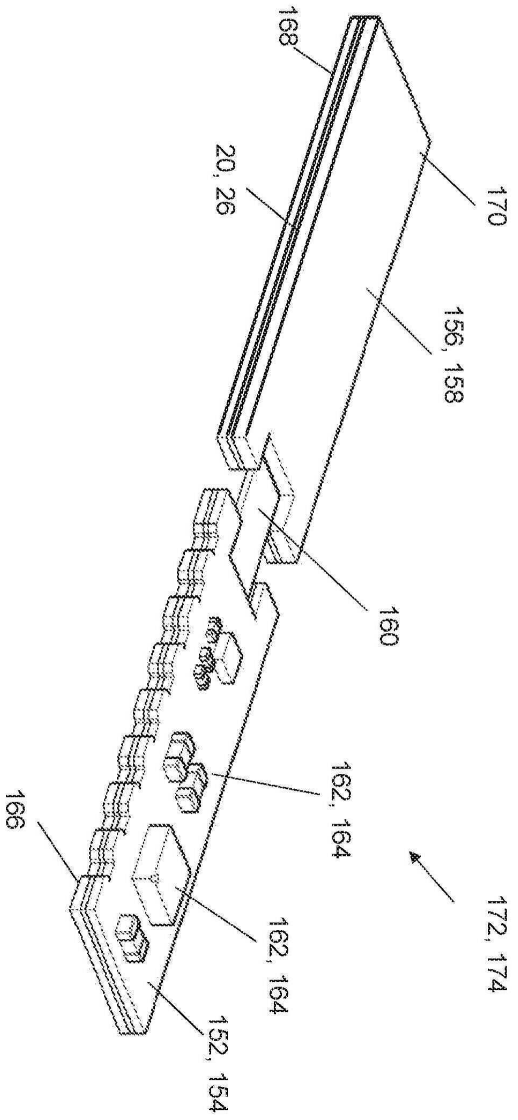
도면25


130
140, 142
146
144
22, 28
20, 26

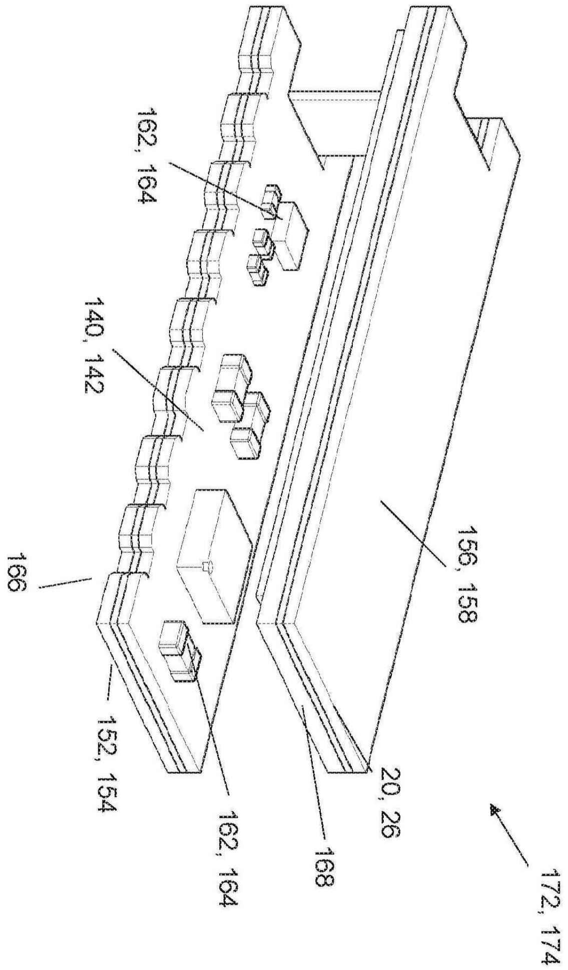
도면26



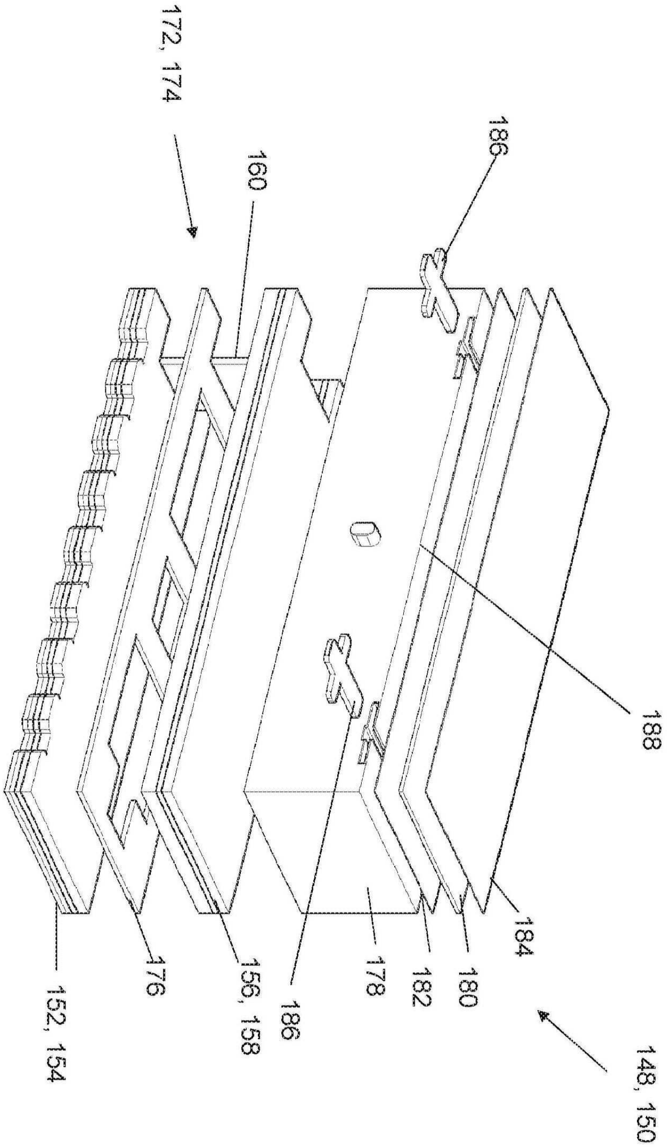
도면27



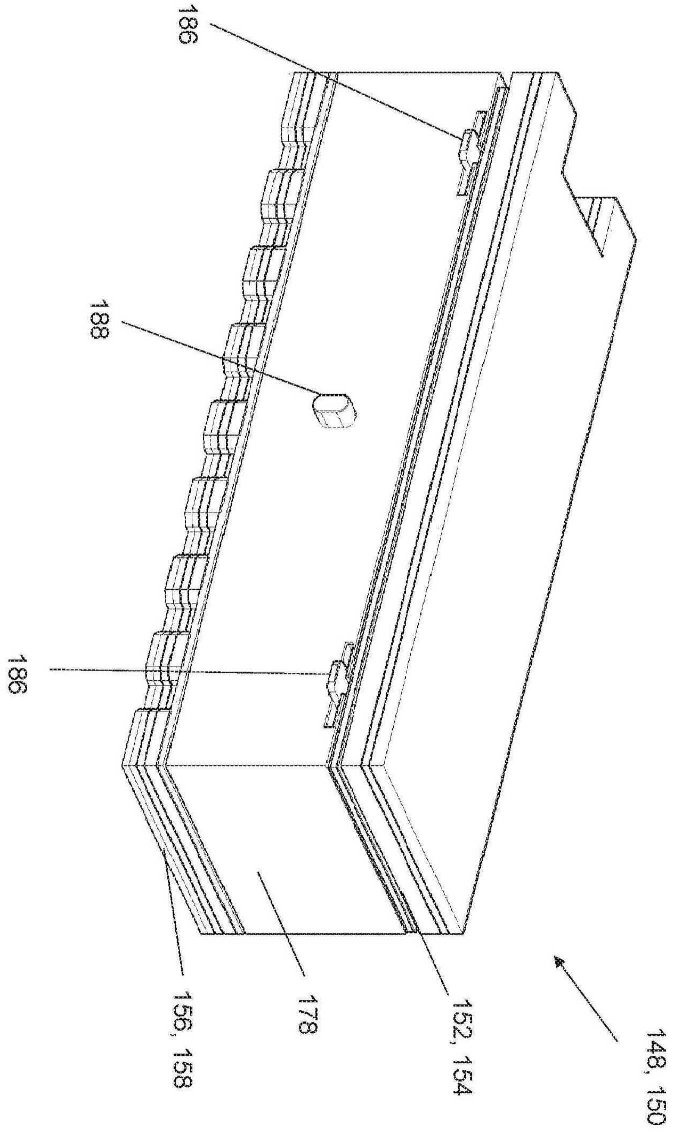
도면28



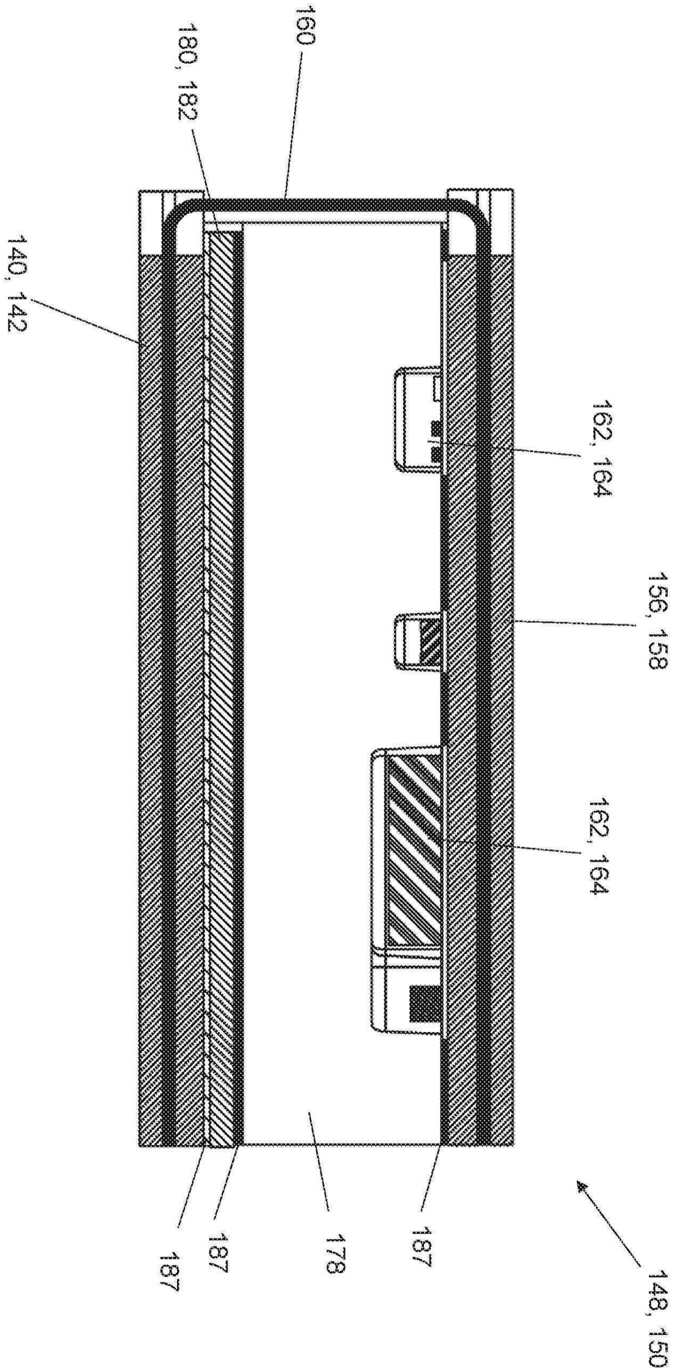
도면29


172, 174
160
186
188
184
180
182
178
186
156, 158
176
152, 154
148, 150

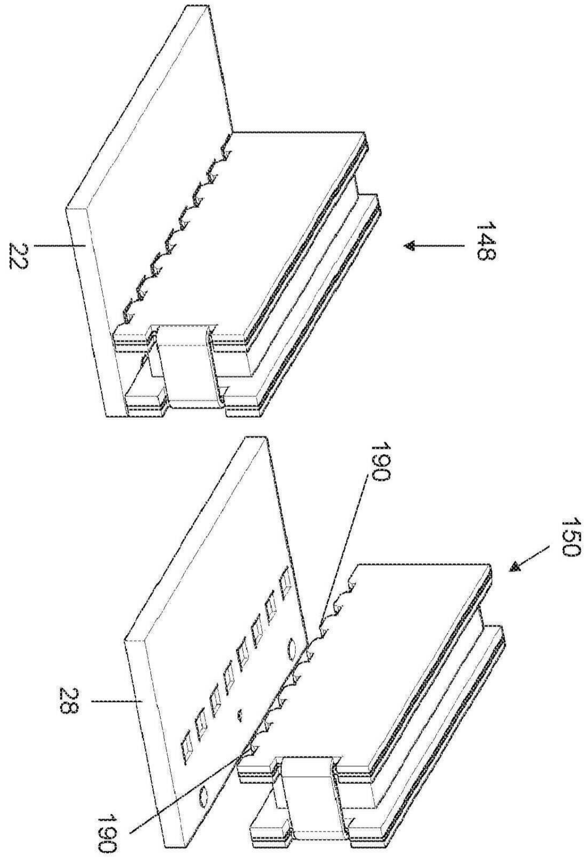
도면30



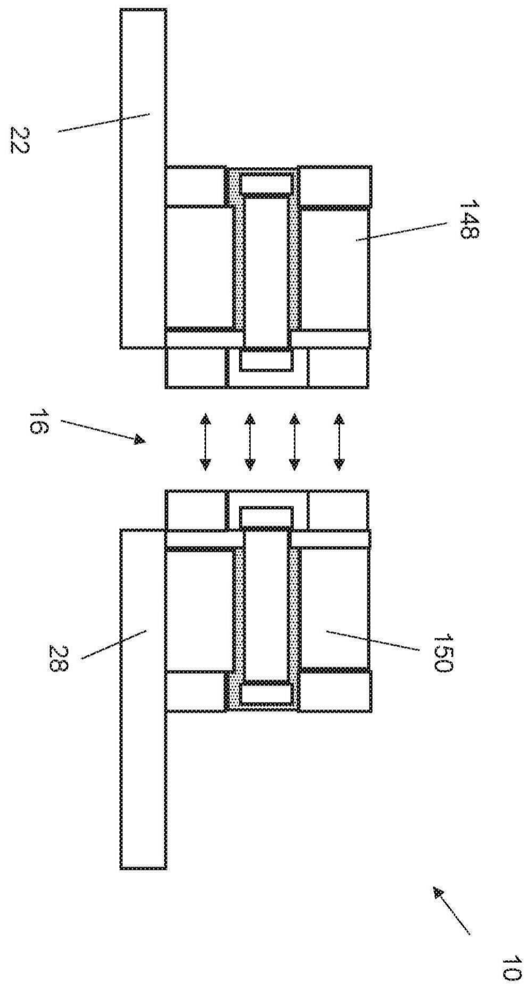
도면30a


160
180, 182
140, 142
162, 164
156, 158
162, 164
187
187
178
187
148, 150

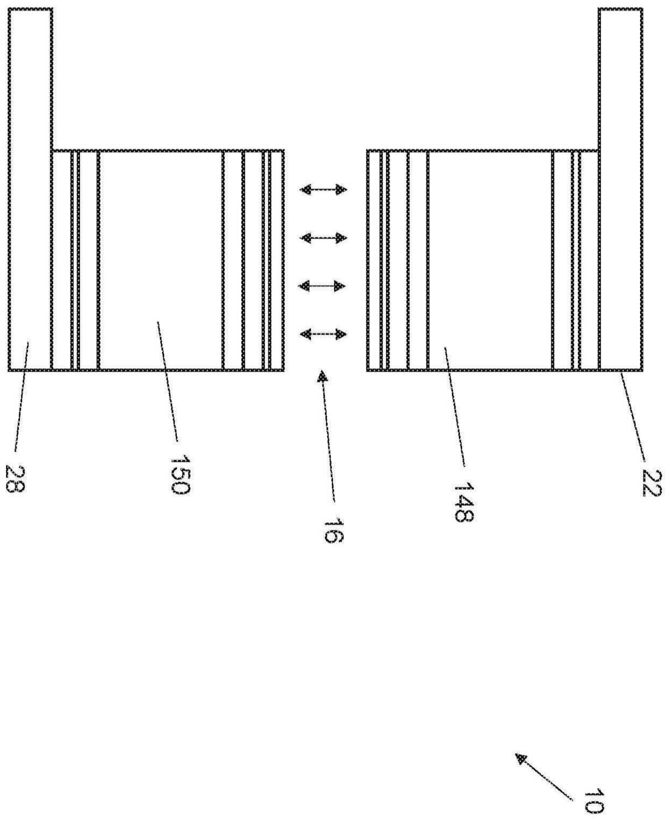
도면31



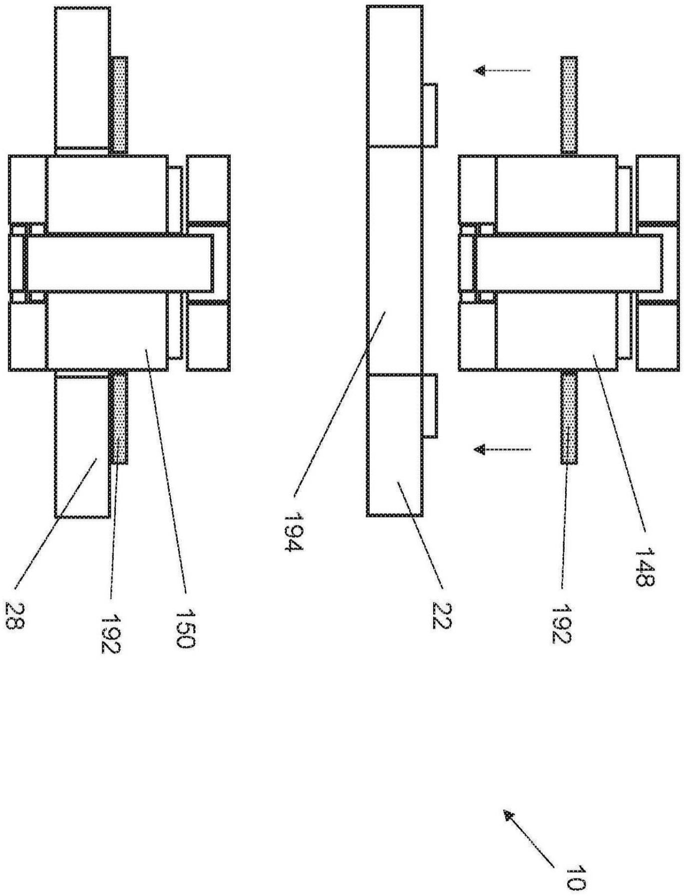
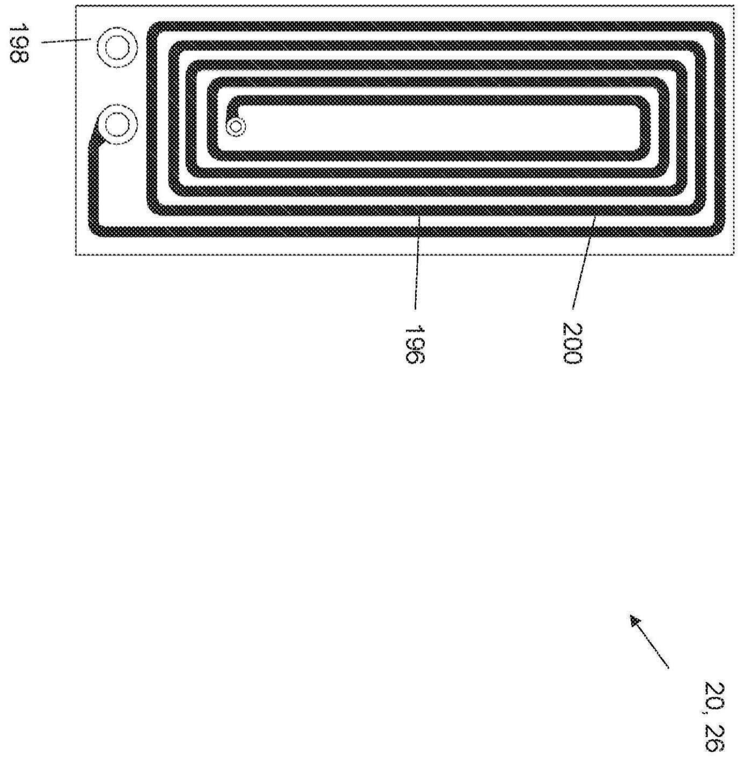
도면32



도면33



도면34



도면35