(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0048801
(43) 공개일자 2013년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 17/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7010141(분할)
(22) 출원일자(국제) 2009년05월11일
심사청구일자 2013년04월19일
(62) 원출원 특허 10-2010-7027908
원출원일자(국제) 2009년05월11일
심사청구일자 2010년12월10일
(85) 번역문제출일자 2013년04월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/043514
(87) 국제공개번호 WO 2009/140220
국제공개일자 2009년11월19일
(30) 우선권주장
12/266,522 2008년11월06일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
톤시크 스탠리 에스
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
오자키 어니스트 티
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
모하매디안 알리레자 에이치
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
특허법인코리아나

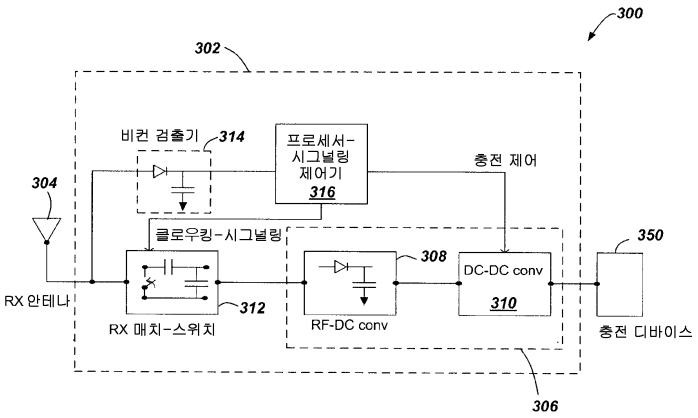
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **무선 전력 전달의 적응적 동조를 위한 방법 및 장치**

(57) 요 약

예시적인 실시형태들은 무선 전력 전달에 관한 것이다. 송신 안테나는 송신 안테나의 근접장 내의 커플링-모드 영역을 생성하기 위해 공진 주파수에서 전자기장을 생성한다. 수신 안테나는, 그것이 커플링-모드 영역 내에 존재하고 실질적으로 공진 주파수 근방에서 공진할 경우 공진 주파수를 수신한다. 송신 안테나 및 수신 안테나 중 하나 또는 그 양자는 적응적으로 동조될 수 있는 동조가능한 안테나들이다. 적응적인 동조는, 동조가능한 안테나에서 미스매치를 검출하고 동조가능한 안테나에서 전압 정재파 비에 응답하여 미스매치 신호를 생성함으로써 달성된다. 동조가능한 안테나의 공진 특성은, 동조가능한 안테나에 접속된 가변 커패시터 네트워크의 커패시턴스를 조정함으로써 변화될 수 있다.

대 표 도 - 도11



(30) 우선권주장
61/053,000 2008년05월13일 미국(US)
61/053,004 2008년05월13일 미국(US)
61/053,008 2008년05월13일 미국(US)
61/053,010 2008년05월13일 미국(US)
61/053,012 2008년05월13일 미국(US)
61/053,015 2008년05월13일 미국(US)
61/060,735 2008년06월11일 미국(US)
61/060,738 2008년06월11일 미국(US)
61/060,741 2008년06월11일 미국(US)
61/081,332 2008년07월16일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

수신 안테나에 전력을 전달하도록 구성된 송신 안테나;

증폭기에 전력을 공급하기 위한 전력 신호를 갖는 상기 증폭기로서, 상기 증폭기는 상기 송신 안테나에 신호를 인가하도록 구성된, 상기 증폭기;

상기 증폭기에 동작 가능하게 커플링되고, 상기 전력 신호를 통해 전류에서의 변화를 검출하도록 구성되며, 또한 상기 전류에서의 변화에 응답하여 로드 표시 신호를 생성하도록 구성된, 로드 감지 회로;

상기 로드 표시 신호에 동작가능하게 커플링되고, 상기 로드 표시 신호에 응답하여 제어 신호들을 생성하도록 구성된, 제어기; 및

상기 송신 안테나 및 상기 제어기 사이에 동작가능하게 커플링된 가변 커패시터로서, 상기 가변 커페시터는 상기 로드 표시 신호에 기초하여 상기 가변 커페시터의 커패시턴스를 변경하도록 구성되는, 무선 전력 송신기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가변 커패시터는, T-네트워크, L-네트워크, 및 Pi-네트워크로 구성된 그룹으로부터 선택되는 네트워크를 포함하는, 무선 전력 송신기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 가변 커패시터는 복수의 가변 커패시터들을 포함하고, 각각의 가변 커패시터는 상기 제어 신호들 중 적어도 하나에 의해 제어되고, 각각의 가변 커패시터의 커패시턴스는 상기 각각의 가변 커패시터의 대응하는 제어 신호에 기초하여 조정되는, 무선 전력 송신기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 복수의 가변 커패시터들의 각각의 가변 커패시터는 병렬로 동작가능하게 커플링된 복수의 스위칭된 커패시터들을 포함하며,

각각의 스위칭된 커패시터는 직렬로 동작가능하게 커플링된 스위치 및 커패시터를 포함하고,

각각의 스위칭된 커패시터는 상기 가변 커패시터에 동작적으로 커플링된 제어 신호에 기초하여 상기 가변 커패시터에 선택적으로 포함되는, 무선 전력 송신기.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 복수의 가변 커패시터들의 각각의 가변 커패시터는, 적어도 하나의 버랙터에 대한 바이어스 제어로서 기능하는 대응하는 제어 신호에 동작적으로 커플링된 역 바이어스 다이오드를 포함하는 상기 적어도 하나의 버랙터를 포함하는, 무선 전력 송신기.

청구항 6

송신 안테나에 의해, 수신 안테나에 전력을 전달하는 단계;

증폭기에 전력을 공급하기 위한 전력 신호를 갖는, 상기 증폭기에 의해, 상기 송신 안테나에 신호를 인가하는 단계;

상기 전력 신호를 통해 전류에서의 변화를 검출하는 단계;

상기 전류에서의 변화에 응답하여 로드 표시 신호를 생성하는 단계;

상기 로드 표시 신호에 응답하여 제어 신호들을 생성하는 단계; 및

상기 로드 표시 신호에 기초하여 가변 커페시터의 커패시턴스를 변경하는 단계를 포함하는, 무선 전력 송신 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 가변 커패시터는, T-네트워크, L-네트워크, 및 Pi-네트워크로 구성된 그룹으로부터 선택되는 네트워크를 포함하는, 무선 전력 송신 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 가변 커패시터는 복수의 가변 커패시터들을 포함하고, 각각의 가변 커패시터는 상기 제어 신호들 중 적어도 하나에 의해 제어되고, 각각의 가변 커패시터의 커패시턴스는 상기 각각의 가변 커패시터의 대응하는 제어 신호에 기초하여 조정되는, 무선 전력 송신 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 가변 커패시터들의 각각의 가변 커패시터는 병렬로 동작가능하게 커플링된 복수의 스위칭된 커패시터들을 포함하며,

각각의 스위칭된 커패시터는 직렬로 동작가능하게 커플링된 스위치 및 커패시터를 포함하고,

각각의 스위칭된 커패시터는 상기 가변 커패시터에 동작적으로 커플링된 제어 신호에 기초하여 상기 가변 커패시터에 선택적으로 포함되는, 무선 전력 송신 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 가변 커패시터들의 각각의 가변 커패시터는, 적어도 하나의 버랙터에 대한 바이어스 제어로서 기능하는 대응하는 제어 신호에 동작적으로 커플링된 역 바이어스 다이오드를 포함하는 상기 적어도 하나의 버랙터를 포함하는, 무선 전력 송신 방법.

청구항 11

송신 안테나에 의해, 수신 안테나에 전력을 전달하는 수단;

증폭기에 전력을 공급하기 위한 전력 신호를 갖는, 상기 증폭기에 의해, 상기 송신 안테나에 신호를 인가하는 수단;

상기 전력 신호를 통해 전류에서의 변화를 검출하는 수단;

상기 전류에서의 변화에 응답하여 로드 표시 신호를 생성하는 수단;

상기 로드 표시 신호에 응답하여 제어 신호들을 생성하는 수단; 및

상기 로드 표시 신호에 기초하여 가변 커페시터의 커패시턴스를 변경하는 수단을 포함하는, 무선 전력 송신 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 가변 커패시터는, T-네트워크, L-네트워크, 및 Pi-네트워크로 구성된 그룹으로부터 선택되는 네트워크를 포함하는, 무선 전력 송신 장치.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 가변 커패시터는 복수의 가변 커패시터들을 포함하고, 각각의 가변 커패시터는 상기 제어 신호들 중 적어도 하나에 의해 제어되고, 각각의 가변 커패시터의 커패시턴스는 상기 각각의 가변 커패시터의 대응하는 제어 신호에 기초하여 조정되는, 무선 전력 송신 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 복수의 가변 커패시터들의 각각의 가변 커패시터는 병렬로 동작가능하게 커플링된 복수의 스위칭된 커패시터들을 포함하며,

각각의 스위칭된 커패시터는 직렬로 동작가능하게 커플링된 스위치 및 커패시터를 포함하고,

각각의 스위칭된 커패시터는 상기 가변 커패시터에 동작적으로 커플링된 제어 신호에 기초하여 상기 가변 커패시터에 선택적으로 포함되는, 무선 전력 송신 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 복수의 가변 커패시터들의 각각의 가변 커패시터는, 적어도 하나의 버랙터에 대한 바이어스 제어로서 기능하는 대응하는 제어 신호에 동작적으로 커플링된 역 바이어스 다이오드를 포함하는 상기 적어도 하나의 버랙터를 포함하는, 무선 전력 송신 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] **35 U.S.C. §119 하의 우선권 주장**

[0002] 본 출원은,

[0003] 발명의 명칭이 "REVERSE LINK SIGNALING VIA RECEIVE ANTENNA IMPEDANCE MODULATION" 으로 2008년 6월 11일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/060,735호;

[0004] 발명의 명칭이 "SIGNALING CHARGING IN WIRELESS POWER ENVIRONMENT" 로 2008년 6월 11일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/060,738호;

[0005] 발명의 명칭이 "ADAPTIVE TUNING MECHANISM FOR WIRELESS POWER TRANSFER" 로 2008년 5월 13일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/053,008호;

[0006] 발명의 명칭이 "EFFICIENT POWER MANAGEMENT SCHEME FOR WIRELESS POWER CHARGING SYSTEMS" 으로 2008년 5월 13일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/053,010호;

[0007] 발명의 명칭이 "TRANSMIT POWER CONTROL FOR A WIRELESS CHARGING SYSTEM" 으로 2008년 6월 11일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/060,741호;

[0008] 발명의 명칭이 "REPEATERS FOR ENHANCEMENT OF WIRELESS POWER TRANSFER" 로 2008년 5월 13일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/053,000호;

[0009] 발명의 명칭이 "WIRELESS POWER TRANSFER FOR APPLIANCES AND EQUIPMENTS" 로 2008년 5월 13일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/053,004호;

[0010] 발명의 명칭이 "WIRELESS POWER TRANSFER USING NEGATIVE RESISTANCE" 로 2008년 7월 16일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/081,332호;

[0011] 발명의 명칭이 "EMBEDDED RECEIVE ANTENNA FOR WIRELESS POWER TRANSFER" 로 2008년 5월 13일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/053,012호; 및

[0012] 발명의 명칭이 "PLANAR LARGE AREA WIRELESS CHARGING SYSTEM" 으로 2008년 5월 13일자로 출원된 미국 가특허 출원 제 61/053,015호;

[0013] 에 대한 35 U.S.C. §119 하의 우선권을 주장한다.

배 경 기 술

[0014] 통상적으로, 무선 전자 디바이스와 같은 각각의 배터리 전원 디바이스는, 일반적으로 교류 전류 (AC) 전력 아웃렛인 그 자신의 충전기 및 전원을 요구한다. 그러한 유선 구성은 많은 디바이스들이 충전을 필요로 할 경우 알맞지 않게 된다.

[0015] 충전될 전자 디바이스에 커플링된 수신기와 송신기 사이의 공중-경유 또는 무선 전력 송신을 사용하는 접근법들이 개발되고 있다. 일반적으로, 그러한 접근법들은 2개의 카테고리로 분류된다. 하나는, 충전될 디바이스 상의 수신 안테나와 송신 안테나 사이의 (또한, 원역장 (far-field) 방사로 지칭되는) 평면파 방사의 커플링에 기초한다. 수신 안테나는 방사된 전력을 수집하고, 배터리를 충전시키기 위해 그것을 정류한다. 일반적으로, 커플링 효율도를 개선시키기 위해 안테나들은 공진 길이를 갖는다. 이러한 접근법은, 전력 커플링이 안테나들 사이의 거리에 따라 신속하게 감소된다는 사실이 단점이다. 합당한 거리 (예를 들어, 1 내지 2미터 미만) 에 대해 그러한 충전은 어렵게 된다. 또한, 송신 시스템이 평면파를 방사하므로, 필터링을 통해 적절히 제어되지 않는다면, 의도치 않은 방사가 다른 시스템들과 간섭할 수 있다.

[0016] 무선 에너지 송신 기술들에 대한 다른 접근법들은, 예를 들어, "충전" 매트 또는 표면에 삽입된 송신 안테나와 충전될 호스트 전자 디바이스에 삽입된 수신 안테나 (플러스 정류 회로) 사이의 유도성 커플링에 기초한다. 이러한 접근법은, 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 간격이 매우 근접 (예를 들어, 수천분의 일 미터 내) 해야 한다는 불이익을 갖는다. 이러한 접근법이 동일한 영역 내의 다수의 디바이스들을 동시에 충전시키는 능력을 갖지만, 이러한 영역은 통상적으로 매우 작으며, 그 디바이스들을 특정한 영역에 정확히 위치시키도록 사용자에게 요구한다. 따라서, 송신 및 수신 안테나의 유연한 배치 및 배향을 수용하는 무선 충전 배열을 제공하기 위한 필요성이 존재한다.

[0017] 무선 전력 송신에 있어서, 상이한 환경들에 적응하고 전력 전달 특성들을 최적화하기 위해 안테나들의 동작 특성들을 조정하기 위한 시스템들 및 방법들에 대한 필요성이 존재한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 무선 전력 전달 시스템의 간략화된 블록도를 도시한다.

도 2는 무선 전력 전달 시스템의 간략화된 개략도를 도시한다.

도 3은 본 발명의 예시적인 실시형태들에서의 사용을 위한 루프 안테나의 개략도를 도시한다.

도 4는 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다.

도 5a 및 5b는 본 발명의 예시적인 실시형태들에 따른, 송신 및 수신 안테나들에 대한 루프 안테나들의 레이아웃들을 도시한다.

도 6은, 도 5a 및 5b에 도시된 사각 및 원형 송신 안테나들에 대한 다양한 원주 사이즈들에 대해 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다.

도 7은, 도 5a 및 5b에 도시된 사각 및 원형 송신 안테나들에 대한 다양한 표면적에 대해 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다.

도 8은 동일 평면 및 동축 배치들에서의 커플링 강도들을 나타내기 위해 송신 안테나에 관한 수신 안테나에 대해 다양한 배치 포인트들을 도시한다.

도 9는 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 다양한 거리들에서의 동축 배치에 대한 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다.

도 10은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 송신기의 간략화된 블록도이다.

도 11은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 수신기의 간략화된 블록도이다.

도 12는 송신기와 수신기 사이의 메시징을 수행하기 위한 송신 회로의 일부의 간략화된 개략도를 도시한다.

도 13a 내지 13c는, 수신기와 송신기 사이의 메시징을 나타내기 위해 다양한 상태들에서의 수신 회로의 일부의 간략화된 개략도를 도시한다.

도 14a 내지 14c는, 수신기와 송신기 사이의 메시징을 나타내기 위해 다양한 상태들에서의 대안적인 수신 회로의 일부의 간략화된 개략도를 도시한다.

도 15a 내지 15c는, 송신기와 수신기 사이의 통신을 위한 메시징 프로토콜을 도시한 타이밍도들이다.

도 16a 내지 16d는, 송신기와 수신기 사이에서 전력을 송신하기 위한 비컨 전력 모드를 도시한 간략화된 블록도들이다.

도 17a는, 큰 송신 안테나와 동일 평면에 그리고 동축에 배치된 더 작은 중계기 안테나를 갖는 그 큰 송신 안테나를 도시한다.

도 17b는, 송신 안테나에 대해 동축 배치된 더 큰 중계기 안테나를 갖는 송신 안테나를 도시한다.

도 18a는 큰 송신 안테나와 동일 평면에 그리고 그 페리미터 (perimeter) 내에 배치된 3개의 상이한 더 작은 중계기 안테나들을 갖는 그 큰 송신 안테나를 도시한다.

도 18b는 송신 안테나에 관해 오프셋 동축 배치 및 오프셋 동일 평면 배치를 갖는 더 작은 중계기 안테나들을 갖는 큰 송신 안테나를 도시한다.

도 19는 송신 안테나, 중계기 안테나, 및 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다.

도 20a는 중계기 안테나들이 없는 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다.

도 20b는 중계기 안테나가 있는 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다.

도 21a 내지 21c는, 각각, T-네트워크, L-네트워크, 및 Pi-네트워크를 사용하는 안테나에 대한 적응적 동조 (tune) 회로들의 간략화된 블록도들이다.

도 22는 송신 안테나에서의 전력 소비에 기초하여 송신 안테나에 대한 적응적 동조 회로의 간략화된 블록도이다.

도 23a 및 23b는 가변 커패시터 네트워크들의 예시적인 실시형태들을 도시한 간략화된 회로도들이다.

도 24a 및 24b는, 각각, 적응적 동조 이전 및 이후의 근접장 커플링된 송신 및 수신 안테나에 대한 시뮬레이션 결과들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 여기에서 "예시적인" 이라는 용어는 "예, 예시, 또는 예증으로서 제공되는"의 의미로 사용된다. "예시적인" 것으로서 여기에서 설명되는 임의의 실시형태는 다른 실시형태에 비하여 반드시 바람직하거나 유리한 것으로서 해석할 필요는 없다.

[0020] 첨부된 도면들과 관련하여 아래에서 개시되는 상세한 설명은, 본 발명의 예시적인 실시형태들의 설명으로서 의도되며, 본 발명이 수행될 수 있는 실시형태들만을 나타내도록 의도되지는 않는다. 이러한 설명 전반에 걸쳐 사용되는 "예시적인" 이라는 용어는 "예, 예시, 또는 예증으로서 제공되는" 을 의미하며, 다른 예시적인 실시형태들보다 반드시 바람직하거나 유리한 것으로 해석될 필요는 없어야 한다. 상세한 설명은, 본 발명의 예시적인 실시형태들의 완전한 이해를 제공하기 위해 특정한 세부사항들을 포함한다. 본 발명의 예시적인 실시형태들이 이들 특정한 세부사항들 없이도 수행될 수도 있음이 당업자에게는 명백할 것이다. 몇몇 예들에서, 주지된 구조들 및 디바이스들은, 여기에 제공된 예시적인 실시형태들의 신규성을 모호하게 하는 것을 피하기 위해 블록도 형태로 도시되어 있다.

[0021] 여기에서 "무선 전력" 이라는 용어는, 전기장, 자기장, 전자기장, 또는 물리적인 전자기 도전체들의 사용없이 송신기로부터 수신기까지 송신되는 기타 다른 것과 관련된 임의의 형태의 에너지를 의미하도록 사용된다.

[0022] 도 1은 본 발명의 다양한 예시적인 실시형태들에 따른 무선 송신 또는 충전 시스템 (100) 을 도시한다. 에

너지 전달을 제공하기 위한 방사 필드 (106) 를 생성하기 위해 입력 전력 (102) 은 송신기 (104) 에 제공된다. 수신기 (108) 는 방사 필드 (106) 에 커플링되며, 출력 전력 (110) 에 커플링된 디바이스 (미도시) 에 의한 소비 또는 저장을 위해 출력 전력 (110) 을 생성한다. 송신기 (104) 및 수신기 (108) 양자는 거리 (112) 에 의해 분리된다. 일 예시적인 실시형태에서, 송신기 (104) 및 수신기 (108) 는 상호 공진 관계에 따라 구성되며, 수신기 (108) 의 공진 주파수 및 송신기 (104) 의 공진 주파수가 정확히 동일할 경우, 수신기 (108) 가 방사 필드 (106) 의 "근접장" 에 위치되는 경우에 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 송신 손실들은 최소화된다.

[0023] 송신기 (104) 는 에너지 송신 수단을 제공하기 위해 송신 안테나 (114) 를 더 포함하고, 수신기 (108) 는 에너지 수신 수단을 제공하기 위해 수신 안테나 (118) 를 더 포함한다. 송신 및 수신 안테나는 그들과 관련된 디바이스들 및 애플리케이션들에 따라 사이징된다. 설명된 바와 같이, 효율적인 에너지 전달은, 전자기파에서의 에너지의 대부분을 원역장으로 전파하는 것 대신에, 송신 안테나의 근접장에서의 에너지의 큰 부분을 수신 안테나에 커플링시킴으로써 발생한다. 이러한 근접장에 있는 경우, 커플링 모드가 송신 안테나 (114) 와 수신 안테나 (118) 사이에서 전개될 수도 있다. 이러한 근접장 커플링이 발생할 수도 있는 안테나들 (114 및 118) 주변의 영역은 커플링-모드 영역으로서 지칭된다.

[0024] 도 2는 무선 전력 전달 시스템의 간략화된 개략도를 도시한다. 송신기 (104) 는 오실레이터 (122), 전력 증폭기 (124) 및 필터 및 매칭 회로 (126) 를 포함한다. 오실레이터는 원하는 주파수에서 생성하도록 구성되며, 조정 신호 (123) 에 응답하여 조정될 수도 있다. 오실레이터 신호는, 제어 신호 (125) 에 응답하여 일 증폭양으로 전력 증폭기 (124) 에 의해 증폭될 수도 있다. 하모닉 또는 다른 원치않는 주파수들을 필터링하고 송신기 (104) 의 임피던스를 송신 안테나 (114) 에 매칭시키기 위해 필터 및 매칭 회로 (126) 가 포함될 수도 있다.

[0025] 수신기는, 도 2에 도시된 바와 같은 배터리 (136) 를 충전시키도록 또는 그 수신기에 커플링된 디바이스 (미도시) 에 전원공급하도록 DC 전력 출력을 생성하기 위해, 매칭 회로 (132) 및 정류기 및 스위칭 회로를 포함할 수도 있다. 수신기 (108) 의 임피던스를 수신 안테나 (118) 에 매칭시키기 위해 매칭 회로 (132) 가 포함될 수도 있다.

[0026] 도 3에 도시된 바와 같이, 예시적인 실시형태들에서 사용된 안테나들은, 또한 여기에서 "자성" 안테나로서 지칭될 수도 있는 "루프" 안테나 (150) 로서 구성될 수도 있다. 루프 안테나들은, 페라이트 코어와 같은 에어 코어 또는 물리적인 코어를 포함하도록 구성될 수도 있다. 에어 코어 루프 안테나들은, 코어 주변에 배치된 외부 물리 디바이스들에 더 내성이 있을 수도 있다. 또한, 에어 코어 루프 안테나는 코어 영역 내의 다른 컴포넌트들의 배치를 허용한다. 또한, 에어 코어 루프는, 송신 안테나 (114; 도 2) 의 평면 내에 수신 안테나 (118; 도 2) 의 배치를 더 용이하게 가능하게 할 수도 있으며, 여기서, 송신 안테나 (114) 의 커플링된-모드 영역이 더 강력할 수도 있다.

[0027] 전술한 바와 같이, 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 에너지의 효율적인 전달은, 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 매칭된 또는 거의 매칭된 공진 동안 발생한다. 그러나, 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 공진이 매칭되지 않는 경우라도, 에너지는 더 낮은 효율도로 전달될 수도 있다. 에너지의 전달은, 송신 안테나의 근접장으로부터 이웃에 상주하는 수신 안테나까지 에너지를 커플링시킴으로써 발생하며, 여기서, 송신 안테나로부터 자유 공간으로 에너지를 전파하기보다는 이러한 근접장이 확립된다.

[0028] 루프 또는 자성 안테나의 공진 주파수는 인덕턴스 및 커패시턴스에 기초한다. 일반적으로, 루프 안테나에서의 인덕턴스는 간단히 그 루프에 의해 생성된 인덕턴스이지만, 일반적으로, 커패시턴스는 원하는 공진 주파수에서 공진 구조를 생성하기 위해 루프 안테나들의 인덕턴스에 부가된다. 비-제한적인 예로서, 커패시터 (152) 및 커패시터 (154) 는, 공진 신호 (156) 를 생성하는 공진 회로를 생성하기 위해 안테나에 부가될 수도 있다. 따라서, 더 큰 직경의 루프 안테나들에 있어서, 공진을 유도하는데 필요한 커패시턴스의 사이즈는 루프의 직경 또는 인덕턴스가 증가함에 따라 감소한다. 또한, 루프 또는 자성 안테나의 직경이 증가함에 따라, 근접장의 효율적인 에너지 전달 영역이 증가한다. 물론, 다른 공진 회로들이 가능하다. 또 다른 비-제한적인 예로서, 루프 안테나의 2개의 단자들 사이에서 병렬로 커패시터가 배치될 수도 있다. 또한, 당업자는 송신 안테나들에 대해 공진 신호 (156) 가 루프 안테나 (150) 로의 입력일 수도 있음을 인식할 것이다.

[0029] 본 발명의 예시적인 실시형태들은, 서로의 근접장들에 존재하는 2개의 안테나들 사이의 커플링 전력을 포함한다. 전술한 바와 같이, 근접장은, 전자기장이 존재하지만 안테나로부터 이격하여 전파 또는 방사하지 않을 수도 있는 안테나 주변의 영역이다. 통상적으로, 그 전자기장은 안테나의 물리적인 볼륨 근방에 존재

하는 볼륨에 한정된다. 본 발명의 예시적인 실시형태에서, 자성 근접장 진폭이 전기-타입 안테나 (예를 들어, 작은 다이폴) 의 전기 근접장과 비교하여 자성 타입 안테나들에 대해 더 높은 경향이 있으므로, 단일 및 멀티-턴 루프 안테나들과 같은 자성 타입 안테나들이 송신 (Tx) 및 수신 (Rx) 안테나 시스템들 양자에 대해 사용된다. 이는 쌍 사이에서 잠재적으로 더 높은 커플링을 허용한다. 또한, "전기" 안테나들 (예를 들어, 다이폴 및 모노폴) 또는 자성 및 전기 안테나들의 조합이 또한 고려된다.

[0030] Tx 안테나는 충분히 낮은 주파수에서 동작될 수 있으며, 상술된 원역장 및 유도성 접근법들에 의해 허용되는 상당히 더 큰 거리에서 작은 Rx 안테나에 대한 양호한 커플링 (예를 들어, >-4dB) 을 달성하는데 충분히 큰 안테나 사이즈로 동작될 수 있다. Tx 안테나가 정확히 사이징되면, 호스트 디바이스 상의 Rx 안테나가 구동된 Tx 루프 안테나의 커플링-모드 영역 (즉, 근접장) 내에 배치될 경우, 높은 커플링 레벨 (예를 들어, -2 내지 -4dB) 이 달성될 수 있다.

[0031] 도 4는 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다. 커브들 (170 및 172) 은, 각각, 송신 및 수신 안테나에 의한 전력 수용 측정치를 나타낸다. 즉, 큰 음수에 관해 매우 근접한 임피던스 매치가 존재하고 대부분의 전력이 수용되며, 그 결과 송신 안테나에 의해 방사된다. 이와 대조적으로, 작은 음수는, 소정의 주파수에서 근접한 임피던스 매치가 존재하지 않기 때문에 대부분의 전력이 안테나로부터 다시 반사된다는 것을 나타낸다. 도 4에서, 송신 안테나 및 수신 안테나는 약 13.56MHz 의 공진 주파수를 갖도록 동조된다.

[0032] 커브 (170) 는 다양한 주파수들에서 송신 안테나로부터 송신된 전력의 양을 나타낸다. 따라서, 약 13.528MHz 및 13.593MHz 에 대응하는 포인트들 (1a 및 3a) 에서, 대부분의 전력이 반사되며 송신 안테나 외부로 송신되지 않는다. 그러나, 약 13.56MHz 에 대응하는 포인트 (2a) 에서, 많은 양의 전력이 수용되고 안테나 외부로 송신된다는 것이 관측될 수 있다.

[0033] 유사하게, 커브 (172) 는 다양한 주파수들에서 수신 안테나에 의해 수신된 전력의 양을 나타낸다. 따라서, 약 13.528MHz 및 13.593MHz 에 대응하는 포인트들 (1b 및 3b) 에서, 대부분의 전력이 반사되며 수신 안테나를 통해 그리고 수신기로 운반되지 않는다. 그러나, 약 13.56MHz 에 대응하는 포인트 (2b) 에서, 많은 양의 전력이 수신 안테나에 의해 수용되고 수신기로 운반된다는 것이 관측될 수 있다.

[0034] 커브 (174) 는, 송신 안테나를 통해 송신기로부터 전송되고 수신 안테나를 통해 수신되어 수신기로 운반된 이후, 수신기에서 수신된 전력의 양을 나타낸다. 따라서, 약 13.528MHz 및 13.593MHz 에 대응하는 포인트들 (1c 및 3c) 에서, (1) 송신 안테나가 송신기로부터 그 송신 안테나로 전송된 전력의 대부분을 거부하고, (2) 주파수들이 공진 주파수로부터 이격하여 이동함에 따라 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링이 덜 효율적이기 때문에, 송신기 외부로 전송된 대부분의 전력은 수신기에서 이용가능하지 않다. 그러나, 약 13.56MHz 에 대응하는 포인트 (2c) 에서, 송신기로부터 전송된 많은 양의 전력이 수신기에서 이용가능하다는 것이 관측될 수 있으며, 이는 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 높은 정도의 커플링을 나타낸다.

[0035] 도 5a 및 5b는 본 발명의 예시적인 실시형태들에 따른, 송신 및 수신 안테나들에 대한 루프 안테나들의 레이아웃들을 도시한다. 루프 안테나들은, 광범위하게 다양한 사이즈들을 갖는 단일 루프들 또는 다중 루프들을 이용하여 다수의 상이한 방식들로 구성될 수도 있다. 또한, 루프들은, 단지 예를 들어 원형, 타원형, 사각형 및 직사각형과 같은 다수의 상이한 형상들일 수도 있다. 도 5a는, 송신 안테나 (114S) 와 동일한 평면 및 송신 안테나 (114S) 의 중심 주변에 배치된 큰 사각 루프 송신 안테나 (114S) 및 작은 사각 루프 수신 안테나 (118) 를 도시한다. 도 5b는, 송신 안테나 (114C) 와 동일한 평면 및 송신 안테나 (114C) 의 중심 주변에 배치된 큰 원형 루프 송신 안테나 (114C) 및 작은 사각 루프 수신 안테나 (118') 를 도시한다. 사각 루프 송신 안테나 (114S) 는 "a" 의 측면 길이를 갖지만, 원형 루프 송신 안테나 (114C) 는 "Φ" 의 직경을 갖는다. 사각 루프에 있어서, 직경이 $\Phi_{eq}=4a/\pi$ 로서 정의될 수도 있는 균등한 원형 루프가 존재한다는 것이 관측될 수 있다.

[0036] 도 6은 도 4a 및 4b에 도시된 사각 및 원형 안테나들에 대한 다양한 원주들에 대해 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타낸 시뮬레이션 결과들을 도시한다. 따라서, 커브 (180) 는, 원형 루프 송신 안테나 (114C) 에 대해 다양한 원주 사이즈들에서 원형 루프 송신 안테나 (114C) 와 수신 안테나 (118) 사이의 커플링 강도를 도시한다. 유사하게, 커브 (182) 는, 송신 루프 송신 안테나 (114S) 에 대해 다양한 균등한 원주 사이즈들에서 사각 루프 송신 안테나 (114S) 와 수신 안테나 (118') 사이의 커플링 강도를 도시한다.

[0037] 도 7은, 도 5a 및 5b에 도시된 사각 및 원형 송신 안테나들에 대한 다양한 표면적에 대해 송신 안테나와 수신

안테나 사이의 커플링 강도를 나타낸 시뮬레이션 결과들을 도시한다. 따라서, 커브 (190) 는 원형 루프 송신 안테나 (114C) 에 대해 다양한 표면적에서 원형 루프 송신 안테나 (114C) 와 수신 안테나 (118) 사이의 커플링 강도를 도시한다. 유사하게, 커브 (192) 는, 송신 루프 송신 안테나 (114S) 에 대해 다양한 표면적에서 사각 루프 송신 안테나 (114S) 와 수신 안테나 (118') 사이의 커플링 강도를 도시한다.

[0038] 도 8은 동일 평면 및 동축 배치들에서의 커플링 강도들을 나타내기 위해 송신 안테나에 관한 수신 안테나에 대해 다양한 배치 포인트들을 도시한다. 여기에서 사용된 바와 같이, "동일 평면" 은, 송신 안테나 및 수신 안테나가, 실질적으로 정렬되고 (즉, 실질적으로 동일한 방향으로 포인팅하는 표면 법선들을 갖고) 송신 안테나의 평면과 수신 안테나의 평면 사이에 거리가 없는 (또는 작은 거리의) 평면을 갖는다는 것을 의미한다. 여기에서 사용된 바와 같이, "동축" 은, 송신 안테나 및 수신 안테나가, 실질적으로 정렬되고 (즉, 실질적으로 동일한 방향으로 포인팅하는 표면 법선들을 갖고) 2개의 평면들 사이의 거리가 사소하지 않으며 또한 송신 안테나 및 수신 안테나의 표면 법선이 동일한 벡터를 실질적으로 따라 놓여지거나 2개의 법선들이 편대 (echelon) 로 존재하는 평면을 갖는다는 것을 의미한다.

[0039] 예로서, 포인트들 (p1, p2, p3, 및 p7) 은, 송신 안테나에 대한 수신 안테나에 대해 모두 동일 평면 배치 포인트들이다. 또 다른 예로서, 포인트 (p5 및 p6) 는 송신 안테나에 대한 수신 안테나에 대해 동축 배치 포인트들이다. 아래의 표는 도 8에 도시된 다양한 배치 포인트들 (p1 내지 p7) 에서의 (수신 안테나에 도달한 송신 안테나로부터 송신된 전력의 퍼센트로서 표현되는) 커플링 효율도 및 커플링 강도 (S21) 를 나타낸다.

표 1

[0040]

위치	평면으로부터의 거리 (cm)	S21 효율도 (%)	효율도 (RX DC 전력 출력에 대한 TX DC 전력 입력)
p1	0	46.8	28
p2	0	55.0	36
p3	0	57.5	35
p4	2.5	49.0	30
p5	17.5	24.5	15
p6	17.5	0.3	0.2
p7	0	5.9	3.4

[0041] 관측될 수 있는 바와 같이, 동일 평면 배치 포인트들 (p1, p2, 및 p3) 모두는 비교적 높은 커플링 효율도를 나타낸다. 배치 포인트 (p7) 또한 동일 평면 배치 포인트이지만, 송신 루프 안테나 외부에 있다. 배치 포인트 (p7) 가 높은 커플링 효율도를 갖지 않지만, 몇몇 커플링이 존재하고 커플링-모드 영역이 송신 루프 안테나의 페리미터를 넘어 확장한다는 것이 명백하다.

[0042] 배치 포인트 (p5) 는 송신 안테나와 동축이며, 실질적인 커플링 효율도를 나타낸다. 배치 포인트 (p5) 에 대한 커플링 효율도는 동일 평면 배치 포인트들에 대한 커플링 효율도만큼 높지는 않다. 그러나, 배치 포인트 (p5) 에 대한 커플링 효율도는, 실질적인 전력이 동축 배열내의 송신 안테나와 수신 안테나 사이에서 운반될 수 있기에는 충분히 높다.

[0043] 배치 포인트 (p4) 는 송신 안테나의 원주 내에 존재하지만, 오프셋 동축 배치 (즉, 실질적으로 동일한 방향이지만 상이한 위치에 있는 표면 법선들을 가짐) 또는 오프셋 동일 평면 (즉, 실질적으로 동일한 방향의 표면 법선을 갖지만 서로에 대해 오프셋된 평면을 가짐) 으로서 지칭될 수도 있는 위치에서 송신 안테나의 평면 위에 약간의 간격으로 존재한다. 표로부터, 2.5cm 의 오프셋 거리에 관해, 배치 포인트 (p4) 가 비교적 양호한 커플링 효율도를 여전히 갖는다는 것이 관측될 수 있다.

[0044] 배치 포인트 (p6) 는, 송신 안테나의 원주 외부에 존재하고 송신 안테나의 평면 위에 실질적인 거리에 있는 배치 포인트를 도시한다. 표로부터 관측될 수 있는 바와 같이, 배치 포인트 (p7) 는 송신 안테나와 수신 안테나 사이에 커플링 효율도가 거의 없다는 것을 나타낸다.

[0045] 도 9는 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 다양한 거리들에서 동축 배치에 대한 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다. 도 9에 대한 시뮬레이션들은, 동축 배치이지만 약 1.2 미터의 측면들을 갖고 10MHz 의 송신 주파수에 있는 사각형 송신 및 수신 안테나들에 대한 것이다. 커플링 강도가 약 0.5 미터 미만의 거리에서 매우 높고 균일하게 유지된다는 것이 관측될 수 있다.

[0046] 도 10은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 송신기의 간략화된 블록도이다. 송신기 (200) 는 송신 회로 (202) 및 송신 안테나 (204) 를 포함한다. 일반적으로, 송신 회로 (202) 는, 송신 안테나 (204) 에 관한 근접장 에너지의 생성을 초래하는 오실레이팅 신호를 제공함으로써 송신 안테나 (204) 에 RF 전력을 제공한다. 예로서, 송신기 (200) 는 13.56MHz ISM 대역에서 동작할 수도 있다.

[0047] 예시적인 송신 회로 (202) 는, 송신 회로 (202) 의 임피던스 (예를 들어, 50옴) 를 송신 안테나 (204) 에 매칭시키기 위한 고정된 임피던스 매칭 회로 (206), 및 수신기 (108; 도 1) 에 커플링된 디바이스들의 자체-재밍을 방지하기 위한 레벨로 하모닉 방출을 감소시키도록 구성된 저역 통과 필터 (LPF; 208) 를 포함한다. 다른 실시형태들은, 다른 주파수들을 통과하면서 특정한 주파수들을 감쇠시키는 노치 필터들을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 상이한 필터 토폴로지들을 포함할 수도 있으며, 전력 증폭기에 의한 DC 전류 인출 또는 안테나로의 출력 전력과 같이 측정가능한 송신 메트릭들에 기초하여 변할 수 있는 적응적 임피던스 매치를 포함할 수도 있다. 송신 회로 (202) 는, 오실레이터 (212) 에 의해 결정된 바와 같은 RF 신호를 유도하도록 구성된 전력 증폭기 (210) 를 더 포함한다. 송신 회로는 별개의 디바이스들 또는 회로들로 구성될 수도 있거나, 대안적으로는 집적 어셈블리로 구성될 수도 있다. 송신 안테나 (204) 로부터 출력된 예시적인 RF 전력은 약 2.5 와트일 수도 있다.

[0048] 송신 회로 (202) 는, 특정 수신기들에 대해 송신 페이즈 (또는 듀티 사이클) 동안 오실레이터 (212) 를 인에이블시키고, 그 오실레이터의 주파수를 조정하며, 이웃한 디바이스들과 그들의 부착된 수신기들을 통해 상호작용하기 위한 통신 프로토콜을 구현하기 위해 출력 전력 레벨을 조정하기 위한 프로세서 (214) 를 더 포함한다.

[0049] 송신 회로 (202) 는, 송신 안테나 (204) 에 의해 생성된 근접장의 근방에서 활성 수신기들의 존재 또는 부존재를 검출하기 위한 로드 감지 회로 (216) 를 더 포함할 수도 있다. 예로서, 로드 감지 회로 (216) 는, 송신 안테나 (204) 에 의해 생성된 근접장의 근방에서의 활성 수신기들의 존재 또는 부존재에 의해 영향을 받는, 전력 증폭기 (210) 로 흐르는 전류를 모니터링한다. 전력 증폭기 (210) 상의 로드에 대한 변화의 검출은, 활성 수신기와 통신하도록 에너지를 송신하기 위해 오실레이터 (212) 를 인에이블시킬 지를 판정할 시에 사용하기 위하여 프로세서 (214) 에 의해 모니터링된다.

[0050] 송신 안테나 (204) 는, 저항 손실들을 낮게 유지하도록 선택된 두께, 폭 및 금속 타입을 갖는 안테나 스트립으로서 구현될 수도 있다. 종래의 구현에서, 송신 안테나 (204) 는 일반적으로, 책상, 매트, 램프 또는 다른 덜 휴대적인 구성과 같은 더 큰 구조와 연결시키도록 구성될 수 있다. 따라서, 송신 안테나 (204) 는 일반적으로, 실제 디멘션을 갖기 위해 "턴" 을 필요로 하지 않을 것이다. 송신 안테나 (204) 의 예시적인 구현은 "전기적으로 작을 (즉, 파장의 프랙션 (fraction))" 수도 있고, 공진 주파수를 정의하기 위해 커패시터들을 사용함으로써 더 낮은 사용가능한 주파수들에서 공진하도록 동조될 수도 있다. 수신 안테나에 대해 송신 안테나 (204) 가 직경 또는 사각 루프라면 측면의 길이 (예를 들어, 0.50 미터) 가 더 클 수도 있는 예시적인 애플리케이션에서, 송신 안테나 (204) 는 합당한 커패시턴스를 획득하기 위해 큰 수의 턴들을 반드시 필요로 하지는 않을 것이다.

[0051] 도 11은 본 발명의 일 실시형태에 따른 수신기의 블록도이다. 수신기 (300) 는 수신 회로 (302) 및 수신 안테나 (304) 를 포함한다. 또한, 수신기 (300) 는 수신 전력을 그에 제공하기 위해 디바이스 (350) 에 커플링한다. 수신기 (300) 가 디바이스 (350) 외부에 존재하는 것으로 도시되어 있지만 디바이스 (350) 내로 통합될 수도 있음을 유의해야 한다. 일반적으로, 에너지는 수신 안테나 (304) 에 무선으로 전파되고, 그 후, 수신 회로 (302) 를 통해 디바이스 (350) 에 커플링된다.

[0052] 수신 안테나 (304) 는 송신 안테나 (204; 도 10) 와 동일한 주파수 또는 동일한 주파수 근방에서 공진하도록 동조된다. 수신 안테나 (304) 는 송신 안테나 (204) 와 유사하게 디멘션될 수도 있거나, 관련 디바이스 (350) 의 디멘션에 기초하여 상이하게 사이징될 수도 있다. 예로서, 디바이스 (350) 는 송신 안테나 (204) 의 길이의 직경보다 작은 직경 또는 길이 디멘션을 갖는 휴대용 전자 디바이스일 수도 있다. 그러한 예에서, 수신 안테나 (304) 는, 동조 커패시터 (미도시) 의 커패시턴스 값을 감소시키고 수신 안테나의 임피던스를 증가시키기 위해 멀티-턴 안테나로서 구현될 수도 있다. 예로서, 수신 안테나 (304) 는, 안테나 직경을 최대화하고 수신 안테나의 루프 턴 (즉, 권선) 의 수 및 상호-권선 커패시턴스의 수를 감소시키기 위해 디바이스 (350) 의 실질적인 원주 주변에 배치될 수도 있다.

[0053] 수신 회로 (302) 는 수신 안테나 (304) 에 수신 안테나 (304) 에 임피던스 매치를 제공한다. 수신 회로 (302) 는, 디바이스 (350) 에 의한 사용을 위해 충전 전력으로 RF 에너지 소스를 변환시키기 위한 전력 변환 회로 (306) 를 포함한다. 전력 변환 회로 (306) 는 RF-DC 변환기 (308) 를 포함하며, DC-DC 변환기 (310) 를

더 포함할 수도 있다. RF-DC 변환기 (308) 는 수신 안테나 (304) 에서 수신된 RF 에너지 신호를 비-교류 전력으로 정류하지만, DC-DC 변환기 (310) 는 디바이스 (350) 와 호환가능한 에너지 전위 (예를 들어, 전압) 로 그 정류된 RF 에너지 신호를 변환시킨다. 부분 및 풀 정류기들, 조정기들, 브리지들, 더블러 (doubler) 들뿐만 아니라 선형 및 스위칭 변환기들을 포함하는 다양한 RF-DC 변환기들이 고려된다.

[0054] 수신 회로 (302) 는, 수신 안테나 (304) 를 전력 변환 회로 (306) 에 접속시키거나, 대안적으로는 전력 변환 회로 (306) 를 접속해제시키기 위한 스위칭 회로 (312) 를 더 포함할 수도 있다. 아래에서 더 상세히 설명될 바와 같이, 전력 변환 회로 (306) 로부터 수신 안테나 (304) 를 접속해제시키는 것은, 디바이스 (350) 의 충전을 서스펜드 (suspend) 시킬 뿐만 아니라 송신기 (200; 도 2) 에 이해 "관측되는" 바와 같은 "로드" 를 변경시킨다. 상술된 바와 같이, 송신기 (200) 는 송신기 전력 증폭기 (210) 에 제공되는 바이어스 전류에서의 변동들을 검출하는 로드 감지 회로 (216) 를 포함한다. 따라서, 송신기 (200) 는 수신기들이 송신기의 근접장에 존재하는 시간을 결정하기 위한 메커니즘을 갖는다.

[0055] 다수의 수신기들 (300) 이 송신기의 근접장에 존재할 경우, 하나 이상의 수신기들의 로딩 및 언로딩을 시간-멀티플렉싱하여, 다른 수신기들이 송신기에 더 효율적으로 커플링하게 할 수 있는 것이 바람직할 수도 있다. 또한, 수신기는, 다른 인접한 수신기들로의 커플링을 제거하거나 인접한 송신기들 상의 로딩을 감소시키기 위해 클로우킹 (cloak) 될 수도 있다. 또한, 수신기의 "언로딩" 은 "클로우킹" 으로서 여기에 알려진다. 또한, 수신기 (300) 에 의해 제어되고 송신기 (200) 에 의해 검출되는 언로딩과 로딩 사이의 이러한 스위칭은, 아래에 더 상세히 설명될 바와 같이 수신기 (300) 로부터 송신기 (200) 로의 통신 메커니즘을 제공한다. 또한, 수신기 (300) 로부터 송신기 (200) 로의 메시지의 전송을 인에이블시키는 스위칭과 프로토콜이 관련될 수 있다. 예로서, 스위칭 스피드는 약 100 μ초일 수도 있다.

[0056] 예시적인 실시형태에서, 송신기와 수신기 사이의 통신은, 종래의 양방향 통신보다는 디바이스 감지 및 변경 제어 메커니즘으로 지칭된다. 즉, 송신기는, 근접장에서 에너지가 이용가능한지를 조정하기 위해 송신 신호의 온/오프 키잉을 사용한다. 수신기는 이들 에너지에서의 변화들을 송신기로부터의 메시지로서 해석한다. 수신측으로부터, 수신기는 얼마나 많은 전력이 근접장으로부터 수용되고 있는지를 조정하기 위해 수신 안테나의 동조 및 디-튜닝 (de-tune) 을 사용한다. 송신기는 근접장으로부터 사용된 전력에서의 이러한 차이를 검출하고, 이들 변화들을 수신기로부터의 메시지로서 해석할 수 있다.

[0057] 수신 회로 (302) 는, 송신기로부터 수신기로의 정보 시그널링에 대응할 수도 있는 수신 에너지 변동들을 식별하는데 사용되는 시그널링 검출기 및 비컨 회로 (314) 를 더 포함할 수도 있다. 또한, 시그널링 및 비컨 회로 (314) 는, 감소된 RF 신호 에너지 (즉, 비컨 신호) 의 송신을 검출하며, 무선 충전을 위하여 수신 회로 (302) 를 구성하기 위해 수신 회로 (302) 내의 전력공급받지 않거나 전력-고갈된 회로들 중 어느 하나를 기상시키도록 공칭 전력으로 그 감소된 RF 신호 에너지를 정류시키는데 또한 사용될 수도 있다.

[0058] 수신 회로 (302) 는, 여기에 설명된 스위칭 회로 (312) 의 제어를 포함하는 여기에 설명된 수신기 (300) 의 프로세스들을 조정하기 위한 프로세서 (316) 를 더 포함한다. 또한, 수신기의 클로우킹은, 충전 전력을 디바이스 (350) 에 제공하는 외부 유선 충전 소스 (예를 들어, 월 (wall)/USB 전력) 의 검출을 포함하는 다른 이벤트들의 발생 시에 발생할 수도 있다. 또한, 프로세서 (316) 는 수신기의 클로우킹을 제어하는 것 이외에, 비컨 상태를 결정하고 송신기로부터 전송된 메시지들을 추출하기 위해 비컨 회로 (314) 를 모니터링할 수도 있다. 또한, 프로세서 (316) 는 개선된 성능을 위해 DC-DC 변환기 (310) 를 조정할 수도 있다.

[0059] 도 12는 송신기와 수신기 사이의 메시징을 수행하기 위한 송신 회로의 일부의 간략화된 개략도를 도시한다. 본 발명의 몇몇 예시적인 실시형태들에서, 통신 수단이 송신기와 수신기 사이에서 인에이블될 수도 있다. 도 12에서, 전력 증폭기 (210) 는 송신 안테나 (204) 를 구동시켜, 방사 필드를 생성한다. 전력 증폭기는, 송신 안테나 (204) 에 대해 원하는 주파수에서 오실레이팅하는 캐리어 신호 (220) 에 의해 구동된다. 송신 변조 신호 (224) 는 전력 증폭기 (210) 의 출력을 제어하는데 사용된다.

[0060] 송신 회로는 전력 증폭기 (210) 에 대해 온/오프 키잉 프로세스를 사용함으로써 수신기들로 신호들을 전송할 수 있다. 즉, 송신 변조 신호 (224) 가 어써트 (assert) 될 경우, 전력 증폭기 (210) 는 송신 안테나 (204) 상에서 캐리어 신호 (220) 의 주파수를 드라이빙 아웃할 것이다. 송신 변조 신호 (224) 가 무효화되면, 전력 증폭기는 송신 안테나 (204) 상에서 임의의 주파수를 드라이빙 아웃하지 않을 것이다.

[0061] 또한, 도 12의 송신 회로는, 전력을 전력 증폭기 (210) 에 공급하고 수신 신호 (235) 출력을 생성하는 로드 감지 회로 (216) 를 포함한다. 로드 감지 회로 (216) 에서, 저항기 R_S 에 걸친 전압 드롭은 신호 (226) 에서

의 전력과 전력 증폭기 (210) 로의 전력 공급 (228) 사이에서 전개된다. 전력 증폭기 (210) 에 의해 소비되는 전력에서의 임의의 변화는, 차동 증폭기 (230) 에 의해 증폭될 전압 드롭에서의 변화를 초래할 것이다. 송신 안테나가 수신기 (도 12에는 도시되지 않음) 의 수신 안테나와의 커플링 모드에 있을 경우, 전력 증폭기 (210) 에 의해 인출되는 전류의 양은 변할 것이다. 즉, 커플링 모드 공진이 송신 안테나 (210) 에 대해 존재하지 않으면, 방사 필드를 구동하는데 요구되는 전력이 제 1 양일 것이다. 커플링 모드 공진이 존재하면, 전력의 대부분이 수신 안테나에 커플링되기 때문에, 전력 증폭기 (210) 에 의해 소비되는 전력의 양은 상승할 것이다. 따라서, 후술될 바와 같이, 수신 신호 (235) 는 송신 안테나 (235) 에 커플링된 수신 안테나의 존재를 나태날 수 있고, 또한, 수신 안테나로부터 전송된 신호들을 검출할 수 있다. 또한, 후술될 바와 같이, 인출된 수신기 전류에서의 변화는 인출된 송신기의 전력 증폭기 전류에서 관측가능할 것이며, 이러한 변화는 수신 안테나들로부터의 신호들을 검출하는데 사용될 수 있다.

[0062] *도 13a 내지 13c는 수신기와 송신기 사이의 메시징을 나타내기 위해 다양한 상태들에서의 수신 회로의 일부의 간략화된 개략도를 도시한다. 도 13a 내지 13c 모두는 동일한 회로 엘리먼트들을 도시하며, 차이는 다양한 스위치들의 상태이다. 수신 안테나 (304) 는 노드 (350) 를 구동시키는 특성 인덕턴스 L1 를 포함한다. 노드 (350) 는 스위치 S1A 를 통해 접지에 선택적으로 커플링된다. 또한, 노드 (350) 는 스위치 S1B 를 통해 다이오드 D1 및 정류기 (318) 에 선택적으로 커플링된다. 정류기 (318) 는 DC 전력 신호 (322) 를 수신 디바이스 (미도시) 에 공급하여, 그 수신 디바이스에 전력공급하고, 배터리를 충전하거나, 이들의 조합을 행한다. 다이오드 D1 는, 커패시터 C3 및 저항기 R1 에 대한 하모닉 및 원치않는 주파수들을 제거하도록 필터링되는 송신 신호 (320) 에 커플링된다. 따라서, D1, C3, 및 R1 의 조합은, 도 12의 송신기를 참조하여 상술된 송신 변조 신호 (224) 에 의해 생성되는 송신 변조를 모방하는 송신 신호 (320) 에 대해 신호를 생성할 수 있다.

[0063] 본 발명의 예시적인 실시형태들은, 역방향 링크 시그널링을 달성하기 위해, 수신 디바이스의 전류 인출의 변조 및 수신 안테나의 임피던스의 변조를 포함한다. 도 13a 및 도 12 양자를 참조하면, 수신 디바이스의 전력 인출이 변함에 따라, 로드 감지 회로 (216) 는 송신 안테나 상의 결과적인 전력 변화들을 검출하며, 이들 변화들로부터 수신 신호 (235) 를 생성할 수 있다.

[0064] 도 13a 내지 13c의 실시형태에서, 송신기를 통한 전류 인출은, 스위치들 S1A 및 S2A 의 상태를 변화시킴으로써 변경될 수 있다. 도 13a에서, 스위치 S1A 및 스위치 S2A 양자가 개방되어, "DC 개방 상태" 를 생성하고, 송신 안테나 (204) 로부터 로드를 본질적으로 제거한다. 이것은 송신기에 의해 관측되는 전류를 감소시킨다.

[0065] 도 13b에서, 스위치 S1A 가 폐쇄되고 스위치 S2A 가 개방되어, 수신 안테나 (304) 에 대한 "DC 쇼트 (short) 상태" 를 생성한다. 따라서, 도 13b의 상태는 송신기에서 관측되는 전류를 증가시키는데 사용될 수 있다.

[0066] 도 13c에서, 스위치 S1A 가 개방되고 스위치 S2A 가 폐쇄되어, 노멀 수신 모드 (또한, "DC 동작 상태" 로 지칭됨) 를 생성하며, 여기서, 전력은 DC 아웃 신호 (322) 에 의해 공급될 수 있고, 송신 신호 (320) 가 검출될 수 있다. 도 13c에 도시된 상태에서, 수신기는 일반적인 양의 전력을 수신하며, 따라서, DC 개방 상태 또는 DC 쇼트 상태보다 송신 안테나로부터 전력을 더 또는 덜 소비한다.

[0067] 역방향 링크 시그널링은, DC 동작 상태 (도 13c) 와 DC 쇼트 상태 (도 13b) 사이의 스위칭에 의해 달성될 수도 있다. 또한, 역방향 링크 시그널링은, DC 동작 상태 (도 13c) 와 DC 개방 상태 (도 13a) 사이의 스위칭에 의해 달성될 수도 있다.

[0068] 도 14a 내지 14c는 수신기와 송신기 사이의 메시징을 나타내기 위해 다양한 상태에서 대안적인 수신 회로의 일부의 간략화된 개략도를 도시한다.

[0069] 도 14a 내지 14c 모두는 동일한 회로 엘리먼트들을 도시하지만, 차이는 다양한 스위치들의 상태이다. 수신 안테나 (304) 는 노드 (350) 를 구동시키는 특성 인덕턴스 L1 를 포함한다. 노드 (350) 는 커패시터 C1 및 스위치 S1B 를 통해 접지에 선택적으로 커플링된다. 또한, 노드 (350) 는 커패시터 C2 를 통해 다이오드 D1 및 정류기 (318) 에 AC 커플링된다. 다이오드 D1 는, 커패시터 C3 및 저항기 R1 에 대한 하모닉 및 원치않는 주파수들을 제거하도록 필터링되는 송신 신호 (320) 에 커플링된다. 따라서, D1, C3 및 R1 의 조합은, 도 12를 참조하여 상술된 송신 변조 신호 (224) 에 의해 생성되는 송신 변조를 모방하는 송신 신호 (320) 에 대해 신호를 생성할 수 있다.

[0070] 정류기 (318) 는, 저항기 R2 및 접지와 직렬로 접속된 스위치 S2B 에 접속된다. 또한, 정류기 (318) 는 스

위치 S3B 에 접속된다. 스위치 S3B 의 다른 측면은 DC 전력 신호 (322) 를 수신 디바이스 (미도시) 에 공급하여, 그 수신 디바이스에 전력공급하고, 배터리를 충전하거나, 이들의 조합을 행한다.

[0071] 도 13a 내지 13c에서, 수신 안테나 (304) 의 DC 임피던스는 스위치 S1B 를 통해 수신 안테나를 접지에 선택적으로 커플링시킴으로써 변경된다. 이와 대조적으로 도 14a 내지 14c의 실시형태들에서, 안테나의 임피던스는, 수신 안테나 (304) 의 AC 임피던스를 변경시키기 위해 스위치들 S1B, S2B, 및 S3B 의 상태를 변화시킴으로써 역방향 링크 시그널링을 생성하도록 변경될 수 있다. 도 14a 내지 14c에서, 수신 안테나 (304) 의 공진 주파수는 커패시터 C2 로 동조될 수도 있다. 따라서, 수신 안테나 (304) 의 AC 임피던스는, 스위치 S1B 를 사용하여 커패시터 C1 을 통해 수신 안테나 (304) 를 선택적으로 커플링시킴으로써 변경될 수도 있으며, 송신 안테나와 최적으로 커플링할 범위 외부에 있을 상이한 주파수로 공진 회로를 본질적으로 변경시킨다. 수신 안테나 (304) 의 공진 주파수가 송신 안테나의 공진 주파수 근방에 존재하고 수신 안테나 (304) 가 송신 안테나의 근접장에 존재하면, 커플링 모드가 전개될 수도 있으며, 여기서, 수신기는 방사 필드 (106) 로부터 상당한 전력을 인출할 수 있다.

[0072] 도 14a에서, 스위치 S1B 가 폐쇄되며, 이는 안테나를 디튜닝하고 "AC 클로우킹 상태" 를 생성하며, 수신 안테나가 송신 안테나의 주파수에서 공진하지 않기 때문에 송신 안테나 (204) 에 의한 검출로부터 수신 안테나 (304) 를 본질적으로 "클로우킹" 한다. 수신 안테나가 커플링 모드에 존재하지 않을 것이므로, 스위치들 S2B 및 S3B 의 상태는 본 설명에서는 특별히 중요하지는 않다.

[0073] 도 14b에서, 스위치 S1B 가 개방되고 스위치 S2B 가 폐쇄되며 스위치 S3B 가 개방되어, 수신 안테나 (304) 에 대해 "동조된 더미-로드 상태" 를 생성한다. 스위치 S1B 가 개방이기 때문에, 커패시터 C1 는 공진 회로에 기여하지 않고, 커패시터 C2 와 연결된 수신 안테나 (304) 는 송신 안테나의 공진 주파수와 매칭할 수도 있는 공진 주파수에 존재할 것이다. 스위치 S3B 개방 및 스위치 S2B 폐쇄의 조합은 정류기에 대해 비교적 높은 전류 더미 로드를 생성하며, 이는 수신 안테나 (320) 를 통해 더 많은 전력을 인출할 것이고 송신 안테나에 의해 감지될 수 있다. 또한, 수신 안테나가 송신 안테나로부터 전력을 수신하기 위한 상태에 있으므로, 송신 신호 (320) 가 검출될 수 있다.

[0074] 도 14c에서, 스위치 S1B 가 개방되고 스위치 S2B 가 개방되며 스위치 S3B 가 폐쇄되어, 수신 안테나 (304) 에 대해 "동조된 동작 상태" 를 생성한다. 스위치 S1B 가 개방되기 때문에, 커패시터 C1 는 공진 회로에 기여하지 않고, 커패시터 C2 와 연결된 수신 안테나 (304) 는 송신 안테나의 공진 주파수와 매칭할 수도 있는 공진 주파수에 존재할 것이다. 스위치 S2B 개방 및 스위치 S3B 폐쇄의 조합은 노멀 동작 상태를 생성하며, 여기서, 전력이 DC 아웃 신호 (322) 에 의해 공급될 수 있고 송신 신호 (320) 가 검출될 수 있다.

[0075] 역방향 링크 시그널링은, 동조된 동작 상태 (도 14c) 와 AC 클로우킹 상태 (도 14a) 사이의 스위칭에 의해 달성될 수도 있다. 또한, 역방향 링크 시그널링은, 동조된 더미-로드 상태 (도 14b) 와 AC 클로우킹 상태 (도 14a) 사이의 스위칭에 의해 달성될 수도 있다. 또한, 역방향 링크 시그널링은, 송신기의 로드 감지 회로에 의해 검출될 수 있는, 수신기에 의해 소비되는 전력의 양에서의 차이가 존재하기 때문에, 동조된 동작 상태 (도 14c) 와 동조된 더미-로드 상태 (도 14b) 사이의 시그널링에 의해 달성될 수도 있다.

[0076] 물론 당업자는, 스위치들 S1B, S2B, 및 S3B 의 다른 조합들이 클로우킹을 생성하고, 역방향 링크 시그널링을 생성하며, 전력을 수신 디바이스에 공급하는데 사용될 수도 있음을 인식할 것이다. 또한, 스위치들 S1A 및 S1B 는 클로우킹, 역방향 링크 시그널링, 및 전력을 수신 디바이스에 공급하기 위한 다른 가능한 조합들을 생성하기 위해 도 14a 내지 14c의 회로들에 부가될 수도 있다.

[0077] 따라서, 도 12를 참조하여 상술된 바와 같이, 커플링 모드에 있을 경우, 신호들은 송신기로부터 수신기로 전송될 수도 있다. 또한, 도 13a 내지 13c 및 14a 내지 14c를 참조하여 상술된 바와 같이, 커플링 모드에 있을 경우, 신호들은 수신기로부터 송신기로 전송될 수도 있다.

[0078] 도 15a 내지 15c는 상술된 시그널링 기술들을 사용하여 송신기와 수신기 사이에서의 통신을 위한 메시징 프로토콜을 도시한 타이밍도들이다. 일 예시적인 접근법에서, 송신기로부터 수신기로의 신호들은 여기에서 "순방향 링크" 로서 지칭되며, 노멀 오실레이션과 오실레이션 없음 사이의 간단한 AM 변조를 사용한다. 또한, 다른 변조 기술들이 고려된다. 비-제한적인 예로서, 존재하는 신호는 1로서 해석될 수도 있고, 존재하지 않는 신호는 0으로서 해석될 수도 있다.

[0079] 역방향 링크 시그널링은, 수신 디바이스에 의해 인출된 전력의 변조에 의해 제공되며, 이는 송신기의 로드 감지 회로에 의해 검출될 수 있다. 비-제한적인 예로서, 더 높은 전력 상태들이 1로서 해석될 수도 있고, 더 낮

은 전력 상태들이 0으로서 해석될 수도 있다. 수신기가 역방향 링크 시그널링을 수행할 수 있도록 송신기가 온되어야 함을 유의해야 한다. 또한, 수신기는 순방향 링크 시그널링 동안 역방향 링크 시그널링을 수행해야 하지는 않는다. 또한, 2개의 수신 디바이스들이 동일한 시간에서 역방향 링크 시그널링을 수행하기를 시도할 경우, 송신기가 적절한 역방향 링크 신호를 디코딩하는 것이 불가능하지 않다면, 그 수행을 난해하게 할 충돌이 발생할 수도 있다.

[0080] 여기에 설명된 예시적인 실시형태에서, 시그널링은, 시작 비트, 데이터 바이트, 패러티 비트 및 정지 비트를 갖는 유니버셜 비동기식 수신 송신 (UART) 시리얼 통신 프로토콜과 유사하다. 물론, 여기에 설명된 본 발명의 예시적인 실시형태를 수행하기 위해 임의의 시리얼 통신 프로토콜이 적절할 수도 있다. 제한이 아닌 설명의 간략화를 위해, 메시징 프로토콜은, 각각의 바이트 송신을 통신하기 위한 주기가 약 10mS 이도록 설명될 것이다.

[0081] 도 15a는 메시징 프로토콜의 가장 간단하고 최저의 전력 형태를 도시한다. 동기화 펄스 (420) 는 순환 주기 (410) (예시적인 실시형태에서는 약 1초) 마다 반복될 것이다. 비-제한적인 예로서, 정시의 동기화 펄스는 약 40mS 일 수도 있다. 적어도 동기화 펄스 (420) 를 갖는 순환 주기 (410) 는 송신기가 온인 동안 무한으로 반복될 수도 있다. "화이트" 펄스 (420') 에 의해 도시된 바와 같이, 동기화 펄스 (350) 가 펄스 주기 동안 안정된 주파수일 수도 있기 때문에, "동기화 펄스" 는 다소 잘못된 명칭이다. 또한, 동기화 펄스 (420) 는, 상술되고 "음영" 펄스 (420) 에 의해 도시된 바와 같이, 온/오프 키잉을 이용한 공진 주파수에서의 시그널링을 포함할 수도 있다. 도 15a는 공칭 전력 상태를 도시하며, 여기서, 공진 주파수에서의 전력이 동기화 펄스 (420) 동안 공급되고 송신 안테나가 전력 주기 (450) 동안 오프된다. 모든 수신 디바이스들은, 동기화 펄스 (420) 동안 전력을 수신하도록 허용된다.

[0082] 도 15b는 동기화 펄스 (420), 역방향 링크 주기 (430), 및 전력 주기 (450') 를 갖는 순환 주기 (410) 를 도시하며, 여기서, 송신 안테나는 온이고, 공진 주파수에서 오실레이팅함으로써 풀 전력을 공급하지만 임의의 시그널링을 수행하지는 않는다. 상부의 타이밍도는 전체 순환 주기 (410) 를 도시하고, 하부의 타이밍도는 동기화 펄스 (420) 및 역방향 링크 주기 (430) 의 확대도를 도시한다. 후술될 바와 같이, 전력 주기 (450') 는 다수의 수신 디바이스들에 대한 상이한 주기들로 세그먼트화될 수도 있다. 도 15b는 3개의 상이한 수신 디바이스들에 대한 3개의 전력 세그먼트들 (Pd1, Pd2 및 Pdn) 을 도시한다.

[0083] 순방향 링크 시그널링이 발생할 경우, 동기화 펄스 (420) 는 웜-업 (warm-up) 주기 (422), 순방향 링크 주기 (424), 및 청취 주기 (426) 를 포함할 수도 있다. 청취 주기 (426) 는 핸드오버 주기 (427) 및 역방향 링크 시작 주기 (428) 를 포함할 수도 있다. 동기화 펄스 (420) 동안, 송신기는 ("음영" 섹션에 의해 표시되는) 순방향 링크 주기 (400) 동안 순방향 링크 메시지를 전송하고, 청취 주기 (426) 동안 수신기로부터의 응답을 대기한다. 도 15b에서, 수신기가 응답하지 않으며, 이는 청취 주기 (426) 동안의 "화이트" 섹션에 의해 표시된다.

[0084] 도 15c는, "십자-음영" 섹션들에 의해 표시된 바와 같은 역방향 링크 시작 주기 (428) 및 역방향 링크 주기 (430) 동안 수신기가 응답한다는 것을 제외하고, 도 15b와 유사하다. 도 15에서, 동기화 펄스 (420) 동안, 송신기는 순방향 링크 주기 (400) 동안 순방향 링크 메시지를 전송하고, 청취 주기 (426) 동안 수신기로부터의 응답을 대기한다. 응답하는 임의의 수신기들은, 역방향 링크 시작 주기 (428) 및 가급적 역방향 링크 주기 (430) 동안 핸드오버 주기 (427) 의 종료 전에 그들의 응답을 시작한다.

[0085] 비-제한적인 예로서, 표 2는 송신기 및 수신기에 의해 전송될 수도 있는 몇몇 가능한 메시지들을 나타낸다.

표 2

TX 커맨드	TX 메시지	RX 응답	RX 메시지
Null			
NDQ (새로운 디바이스 쿼리)		NDR (새로운 디바이스 응답)	DD TT PP rr cc
DQ (디바이스 쿼리)	DD	DS (디바이스 상태)	DD TT PP cc
ACK (이전의 DS로부터 디바이스 XX에 확인 응답)			
SA (슬롯 할당)	DD NN MM cc		
RES (모든 전력 슬롯 할당을 리셋)			

[0086]

[0087] 여기서,

[0088] Null = 송신 커맨드 없음;

[0089] DD = 디바이스 넘버;

[0090] TT = 디바이스 타입;

[0091] PP = 요청된 전력

[0092] rr = 랜덤 넘버;

[0093] cc = 체크섬;

[0094] NN = 시간 슬롯의 시작; 및

[0095] MM = 시간 슬롯의 종료

[0096] 표 1의 설명에서, 널 커맨드는 순방향 링크 주기 (424) 동안 송신기에 의해 전송된 메시징이 존재하지 않는다는 것을 의미한다. 라인 2에서, 새로운 디바이스 쿼리 (NDQ) 가 송신기에 의해 전송된다. 수신기 디바이스가 응답하면, 수신기는, (디바이스 넘버가 송신기에 의해 할당될 때까지, 새로운 디바이스에 대해 제로이어야 하는) 디바이스 넘버, 전력 요청, 랜덤 넘버, 및 수신기 응답 내의 모든 데이터 비트들의 체크섬과 함께 새로운 디바이스 응답 (NDR) 로 응답한다.

[0097] 라인 3에서, 새로운 디바이스 쿼리 (DQ) 는 디바이스 넘버와 함께 송신기에 의해 전송된다. DQ에 의해 어드레싱되었던 수신 디바이스는, 디바이스 넘버, 디바이스 타입, 요청된 전력의 양, 및 수신 응답 내의 모든 데이터 비트들의 체크섬과 함께 디바이스 상태 (DS) 로 응답한다.

[0098] 라인 4에서, 송신기는 이전의 DQ에 응답하였던 수신기에 확인응답 (ACK) 을 전송한다. ACK에 응답하는 수신기들은 존재하지 않는다.

[0099] 라인 5에서, 송신기는, 디바이스 넘버, 전력 주기 (450') 내의 시작 시간, 전력 주기 (450') 내의 종료 시간, 및 수신 응답 내의 모든 데이터 비트들의 체크섬과 함께 슬롯 할당 (SA) 을 전송한다. SA에 응답하는 수신기들은 존재하지 않는다.

[0100] 라인 6에서, 송신기는, 모든 수신기들이 그들의 할당된 시간 슬롯들을 사용하는 것을 중지해야 한다는 것을 나타내는 리셋 (RES) 을 전송한다. RES에 응답하는 수신기들은 존재하지 않는다.

[0101] 물론, 당업자는, 커맨드들 및 응답들이 예시이고, 본 발명의 범위 내에서 고려되는 다양한 실시형태들이 이들 커맨드들 및 응답들의 변형들을 사용할 수도 있으며, 부가적인 커맨드들 및 응답들이 본 발명의 범위내에서 고려될 수도 있음을 인식할 것이다.

[0102] 통신이 발생하는 방법을 추가적으로 예시하기 위해, 5개의 상이한 시나리오들이 설명될 것이다. 제 1 시나리오에서, 초기에는, 송신기의 커플링-모드 영역 내에 수신 디바이스들이 존재하지 않으며, 하나의 수신 디바이스가 커플링-모드 영역에 진입한다. 커플링-모드 영역에 디바이스가 존재하지 않을 경우, 송신기는 도 15a에 도시된 바와 같이 저전력 상태로 유지되고 순환 주기 (410) 마다 동기화 펄스 (420) 를 반복할 것이다. 동기화 펄스 (420) 는 순방향 링크 주기 (424) 동안 NDQ를 포함할 것이고, 송신기는 청취 주기 (426) 동안 응답을 청취할 것이다. 수신된 응답이 존재하지 않으면, 다음의 순환 주기 (410) 의 동기화 펄스 (420) 에 대한 시간까지, 송신기는 셧다운된다.

[0103] 새로운 수신 디바이스가 커플링-모드 영역에 도입될 경우, 수신 디바이스는 초기에 온되고 동기화 펄스 (420) 를 청취한다. 새로운 수신 디바이스는 전력을 위해 동기화 펄스 (420) 를 사용할 수도 있지만, 전력 주기 (450') 동안 클로우킹되거나 비-전력 수신 모드 (여기에서는 "버스를 오프시킴" 으로 지칭됨) 로 진입해야 한다. 또한, 새로운 수신 디바이스는 송신 커맨드들을 청취하고, NDQ를 제외한 모든 송신 커맨드들을 무시한다. 새로운 수신 디바이스가 NDQ를 수신할 경우, 그 수신기는 핸드오버 주기 (427), 역방향 링크 시작 주기 (428), 및 가급적 역방향 링크 주기 (430) 동안 온으로 유지된다. 순방향 링크 주기 (424) 이후 그리고 핸드오버 주기 (427) 이전에, 수신 디바이스는, NDR, 제로의 디바이스 ID (새로운 디바이스 ID가 송신기에 의해 할당될 것이다), 전력양 요청, 랜덤 넘버 및 체크섬으로 응답한다. 그 후, 수신 디바이스는 전력 주기 (450') 동안 버스를 오프시킨다.

[0104] 송신기가 NDR을 정확히 수신하면, 그 송신기는 다음의 동기화 펄스 (420) 상에서 새로운 수신 디바이스에 대한 슬롯 할당 (SA) 으로 응답한다. SA는 새로운 수신 디바이스에 대한 디바이스 ID, 시작 시간, 종료 시간, 및 체크섬을 포함한다. 이러한 SA에 대한 시작 시간 및 종료 시간은, 새로운 수신 디바이스가 전력 주기 (450') 동안의 임의의 시간 주기 동안 버스를 온시키지 않아야 한다는 것을 나타내는 제로일 것이다. 새로운 수신 디바이스는, 그 디바이스가 버스를 온시킬 수 있을 경우 특정한 전력 세그먼트 (Pdn) 를 할당하는 실제 시작 시간들 및 종료 시간들을 갖는 후속 SA를 수신할 것이다. 새로운 수신 디바이스가 적절한 체크섬을 수신하지 않으면, 그 디바이스는 새로운 디바이스 모드로 유지되며, 다시 NDQ에 응답한다.

[0105] 제 2 시나리오에서, 송신기의 커플링-모드 영역 내에 수신 디바이스들이 존재하지 않으며, 2개 이상의 수신 디바이스가 커플링-모드 영역에 진입한다. 이러한 모드에서, 2개의 새로운 수신 디바이스들이 커플링-모드 영역에 도입될 경우, 초기에 그들은 모든 시간에서 버스 상에 존재할 것이다. 새로운 수신 디바이스들은 전력을 위해 동기화 펄스 (420) 를 사용할 수도 있지만, 일단 동기화 펄스 (420) 가 수신되면 전력 주기 (450') 동안 버스를 오프시켜야 한다. 또한, 새로운 수신 디바이스들은 송신 커맨드들을 청취하고, NDQ를 제외한 모든 송신 커맨드들을 무시한다. 새로운 수신 디바이스가 NDQ를 수신할 경우, 그들은 핸드오버 주기 (427), 역방향 링크 시작 주기 (428), 및 가급적 역방향 링크 주기 (430) 동안 온으로 유지한다. 순방향 링크 주기 (424) 이후 그리고 핸드오버 주기 (427) 의 종료 이전에, 수신 디바이스들은 NDR, 제로의 디바이스 ID (새로운 디바이스 ID가 송신기에 의해 할당될 것이다), 전력양 요청, 랜덤 넘버 및 체크섬으로 응답한다.

[0106] 그러나, 2개 이상의 수신 디바이스들이 동시에 응답하고 있고, 상이한 랜덤 넘버들 및 체크섬들을 가질 수도 있으므로, 송신기에 의해 수신된 메시지는 혼동될 것이며, 송신기 내의 체크섬은 정확하지 않을 것이다. 그 결과, 송신기는 후속 동기화 펄스 (420) 상에서 SA를 전송하지 않을 것이다.

[0107] 즉시의 SA가 NDR 이후에 입수되지 않을 경우, 수신 디바이스들 각각은 NDR로 응답하기 전에 랜덤한 수의 후속 NDQ들을 대기한다. 예를 들어, 2개의 디바이스들 양자는 제 1 NDQ에 응답하므로, 후속 SA가 발생하지 않는다. 디바이스 1은 또 다른 NDQ에 응답하기 전에 4개의 NDQ들을 대기하기를 원한다. 디바이스 2는 또 다른 NDQ에 응답하기 전에 2개의 NDQ들을 대기하기를 원한다. 그 결과, 송신기에 의해 전송된 다음의 NDQ 상에서, 어느 디바이스도 NDR에 응답하지 않는다. 송신기에 의해 전송된 NDQ 상에서, 디바이스 2만이 NDR로 응답하고, 송신기는 NDR을 성공적으로 수신하고 디바이스 2에 대한 SA를 전송한다. 다음의 NDQ 상에서, 디바이스 2가 더 이상 새로운 디바이스가 아니기 때문에 디바이스 2는 응답하지 않으며, 디바이스 1의 랜덤한 대기 주기가 경과하지 않았기 때문에 디바이스 1은 응답하지 않는다. 송신기에 의해 전송된 다음의 NDQ 상에서, 디바이스 1만이 NDR로 응답하고, 송신기는 NDR을 성공적으로 수신하고 디바이스 1에 대한 SA를 전송한다.

[0108] 제 3 시나리오에서, 적어도 하나의 수신 디바이스는 커플링-모드 영역에 있고, 새로운 수신 디바이스는 커플링-모드 영역으로 진입한다. 이러한 모드에서, 새로운 수신 디바이스들은 커플링-모드 영역에 도입되며, 초기에 모든 시간에서 버스 상에 존재한다. 새로운 수신 디바이스들이 전력을 위해 동기화 펄스 (420) 를 사용할 수도 있지만, 일단 동기화 펄스 (420) 가 수신되면 전력 주기 (450') 동안 버스를 오프시켜야 한다. 또한, 새로운 수신 디바이스들은 송신 커맨드들을 청취하고, NDQ를 제외한 모든 송신 커맨드들을 무시한다. 주기적으로, 송신기는, 임의의 새로운 디바이스들이 커플링-모드 영역으로 진입하는지를 관측하기 위해, NDQ를 발행할 것이다. 그 후, 새로운 디바이스는 NDR로 응답할 것이다. 후속 동기화 펄스 (420) 상에서, 송신기는 할당된 전력 슬롯들이 없는 새로운 디바이스에 대한 SA를 발행할 것이다. 그 후, 송신기는 커플링-모드 영역 내의 모든 디바이스들에 대해 전력 할당을 재계산하고, 각각의 디바이스에 대한 새로운 SA들을 생성하므로, 중첩하는 전력 세그먼트들 (Pdn) 이 존재하지 않는다. 각각의 디바이스가 그의 새로운 SA를 수신한 이후, 그 디바이스는 그의 새로운 Pdn 동안에만 버스를 온시키기를 시작한다.

[0109] 제 4 시나리오에서, 커플링-모드 영역에 진입하거나 떠나는 수신 디바이스가 존재하지 않으면서, 노멀한 전력 전달 동작이 계속된다. 이러한 시나리오 동안, 송신기는 디바이스 쿼리 (DQ) 로 각각의 디바이스를 주기적으로 핑 (ping) 할 것이다. 쿼리된 디바이스는 디바이스 상태 (DS) 로 응답한다. DS가 상이한 전력 요청을 나타내면, 송신기는 커플링-모드 영역 내의 각각의 디바이스들에 전력 할당을 재할당할 수도 있다. 또한, 제 3 시나리오에 대해 상술된 바와 같이, 송신기는 NDQ를 주기적으로 발행할 것이다.

[0110] 제 5 시나리오에서, 디바이스가 커플링-모드 영역으로부터 제거된다. 이러한 "제거된" 상태는, 아마도 디바이스가 임의의 더 많은 전력을 필요로 하지 않기 때문에, 디바이스가 커플링-모드 영역으로부터 물리적으로 제거되거나, 디바이스가 셧 오프되거나, 디바이스 그 자체가 클로우킹하는 것일 수도 있다. 상술된 바와 같이, 송신기는 커플링-모드 영역 내의 모든 디바이스들에 대해 DQ를 주기적으로 전송한다. 특정한 디바이

스에 대한 2개의 연속하는 DQ들이 유효한 DS를 리턴하지 않으면, 송신기는 그의 할당된 디바이스들의 리스트로부터 그 디바이스를 제거하고, 전력 주기 (450') 를 나머지 디바이스들에 재할당한다. 또한, 송신기는 제로의 전력 할당을 미싱 (missing) 디바이스에, 그것이 송신할 수 없음으로써 여전히 수신하고 있는 경우의 시간에서 할당할 것이다. 디바이스가 전력 할당으로부터 에러로 제거되면, 적절한 NDR을 갖는 NDQ에 응답함으로써 전력 할당을 재획득할 수도 있다.

[0111] 표 3은, 통신 프로토콜이 동작하는 방법을 예시하기 위해 커맨드들 및 응답들의 비-제한적인 시퀀스를 나타낸다.

표 3

커맨드	설명	응답	설명	코멘트
DQ1	디바이스 1 쿼리	DS 11 FF cc	디바이스 1은 타입 1 이고, 최대 전력을 원함	낮은 배터리를 갖는 셀 전화기
DQ2	디바이스 2 쿼리	DS 2 1 84 cc	디바이스 2는 타입 3이고, 전력 시간 슬롯을 감소시키기를 원함	거의 충전된 배터리 갖는 PDA
SA 2 84 FF	디바이스 2 슬롯 할당			디바이스 2의 전력 슬롯을 감소시킴 (먼저 감소시키고, 그 후 증가시킴)
SA 1 00 83	디바이스 1 슬롯 할당			디바이스 1의 전력 슬롯을 증가시킴
NDQ	새로운 디바이스 쿼리	NDR 00 04 FF rr cc	새로운 디바이스 발견됨	낮은 배터리 최대 전력을 갖는 마우스
SA 3 00 00	디바이스 3 슬롯 할당			NDQ가 그것이 새로운 디바이스에 대한 것이라는 것을 의미한 이후, 즉시 응답함. 디바이스 ID는 3임. 초기 전력 슬롯은 0임.
SA 1 00 40	디바이스 1 슬롯 할당			디바이스 1은 1/4 전력으로 재할당됨
SA 2 41 80	디바이스 2 슬롯 할당			디바이스 2는 1/4 전력으로 재할당됨
SA 3 81 FF	디바이스 2 슬롯 할당			디바이스 3은 1/2 전력으로 재할당됨
NDQ	새로운 디바이스 쿼리			응답이 없으므로 새로운 디바이스가 발견되지 않음
null				
DQ1				
DQ2				
DQ3				
NDQ				

[0112]

[0113] 새로운 디바이스에 대한 제 1 슬롯 할당이 시간 슬롯을 할당하지 않음을 유의한다. 각각의 기존의 디바이스는 새로운 비-중첩 시간 슬롯을 할당받고, 그 후, 새로운 디바이스는 전력을 수신하기 위해 시간 슬롯을 최종적으로 할당받는다.

[0114] 일 예시적인 실시형태에서, 무선 충전 디바이스들은, 그것이 충전 영역으로 성공적으로 진입하고 그 자체를 로컬 송신기에 등록한다는 것을 나타내는 광과 같은 가시적인 신호를 사용자에게 디스플레이할 수도 있다. 이것은 디바이스가 실제로 충전할 준비가 되었다는 포지티브 피드백을 사용자에게 제공할 것이다.

[0115] 본 발명의 다른 실시형태들에서, 수신기 및 송신기는, 도 2에 도시된 바와 같이 별개의 통신 채널 (119) (예를 들어, 블루투스, 지그비, 셀룰러 등) 상에서 통신할 수도 있다. 별개의 통신 채널에 관해, 순환 주기는 임의의 통신 주기들을 포함할 필요가 없고, 전체 시간은 전력 주기 (450') 로 전용될 수도 있다. 송신기는 (별개의 통신 채널을 통해 통신되는) 각각의 수신 디바이스에 시간 슬롯들을 여전히 할당할 수도 있고, 각각의 수신 디바이스는 단지 그의 할당된 전력 세그먼트 (Pdn) 에 대한 버스를 온시킨다.

[0116] 상술된 시간-멀티플렉싱된 전력 할당들은, 송신기의 커플링-모드 영역 내의 다수의 수신 디바이스들에 전력을 공급하기 위한 매우 효율적인 방법일 수도 있다. 그러나, 다른 전력 할당 시나리오들이 본 발명의 다른 실

시형태들에 관해 이용될 수도 있다.

[0117] 도 16a 내지 16d는 송신기와 하나 이상의 수신기들 사이에서 전력을 송신하기 위한 비컨 전력 모드를 도시한 간략화된 블록도들이다. 도 16a는, 비컨 커플링-모드 영역 (510) 에 수신 디바이스들이 존재하지 않는 경우 저전력 "비컨" 신호 (525) 를 갖는 송신기 (520) 를 도시한다. 비-제한적인 예로서, 비컨 신호 (525) 는 예를 들어, ~10 내지 ~20mW RF의 범위에 있을 수도 있다. 이러한 신호는, 충전될 디바이스가 커플링-모드 영역에 배치될 경우 그 디바이스에 초기 전력을 제공하는데 적절할 수도 있다.

[0118] 도 16b는 비컨 신호 (525) 를 송신하는 송신기 (520) 의 비컨 커플링-모드 영역 (510) 내에 배치된 수신 디바이스 (530) 를 도시한다. 수신 디바이스 (530) 가 온되고 송신기와의 커플링을 전개하면, 그 디바이스는 역방향 링크 커플링 (535) 을 생성할 것이고, 실제로 비컨 신호 (525) 로부터 전력을 수용하는 수신기가 된다. 이러한 부가적인 전력은 송신기의 로드 감지 회로 (216) (도 12) 에 의해 감지될 수도 있다. 그 결과, 송신기는 고전력 모드로 진입할 수도 있다.

[0119] 도 16c는 고전력 커플링-모드 영역 (510') 을 초래하는 고전력 신호 (525') 를 생성하는 송신기 (520) 를 도시한다. 수신 디바이스 (530) 가 전력을 수용하고 있고 그 결과 역방향 링크 커플링 (535) 을 생성하고 있는 한, 송신기는 고전력 상태로 유지될 것이다. 단지 하나의 수신 디바이스 (530) 가 도시되어 있지만, 다수의 수신 디바이스들 (530) 이 커플링-모드 영역 (510) 에 존재할 수도 있다. 다수의 수신 디바이스 (530) 가 존재하면, 그들은, 각각의 수신 디바이스 (530) 가 매우 양호하게 커플링되는 방법에 기초하여 송신기에 의해 송신된 전력의 양을 공유할 것이다. 예를 들어, 도 8 및 9를 참조하여 상술된 바와 같이, 커플링 효율도는, 커플링-모드 영역 (510) 에 디바이스가 배치되는 위치에 의존하여 각각의 수신 디바이스 (530) 에 대해 상이할 수도 있다.

[0120] 도 16d는 수신 디바이스 (530) 가 비컨 커플링-모드 영역 (510) 에 존재하는 경우라도 비컨 신호 (525) 를 생성하는 송신기 (520) 를 도시한다. 이러한 상태는, 아마도 그 디바이스가 임의의 더 많은 전력을 필요로 하지 않기 때문에, 수신 디바이스 (530) 가 셧 오프되거나, 디바이스 그 자체가 클로우킹할 경우 발생할 수도 있다.

[0121] 시간-멀티플렉싱 모드에 있어서, 수신기 및 송신기는 별개의 통신 채널 (예를 들어, 블루투스, 지그비 등) 상에서 통신할 수도 있다. 별개의 통신 채널으로, 송신기는, 커플링-모드 영역 (510) 내의 수신 디바이스들의 수 및 그들 각각의 전력 요건들에 기초하여, 비컨 모드와 고전력 모드 사이에서 스위칭할 시간을 결정하거나 다수의 전력 레벨들을 생성할 수도 있다.

[0122] 본 발명의 예시적인 실시형태들은, 중계기들로서 기능할 것이고 수신 안테나를 향한 송신 안테나로부터의 전력의 흐름을 개선시킬 커플링된 안테나들의 시스템으로의 부가적인 안테나들의 도입을 통해, 비교적 큰 송신 안테나와 작은 수신 안테나 사이에서의 근접장 전력 전달에서 그 2개의 안테나들 사이의 커플링을 강화시키는 것을 포함한다.

[0123] 예시적인 실시형태에서, 시스템에서 송신 안테나 및 수신 안테나에 커플링하는 하나 이상의 여분의 안테나들이 사용된다. 이들 여분의 안테나들은, 활성 또는 패시브 안테나들과 같은 중계기 안테나들을 포함한다. 패시브 안테나는, 안테나의 공진 주파수를 동조하기 위해 안테나 루프 및 용량성 엘리먼트를 간단히 포함할 수도 있다. 안테나 루프 및 하나 이상의 동조 커패시터들 이외에 활성 엘리먼트는, 중계된 근접 필드 방사의 강도를 증가시키기 위한 증폭기를 포함할 수도 있다.

[0124] 전력 전달 시스템에서의 송신 안테나 및 중계기 안테나들의 결합은, 매우 작은 수신 안테나에 대한 전력의 커플링이 종단 로드들, 동조 컴포넌트들, 공진 주파수들, 및 송신 안테나에 대한 중계기 안테나들의 배치와 같은 인자들에 기초하여 강화되도록 최적화될 수도 있다.

[0125] 단일의 송신 안테나는 유한한 근접장 커플링 모드 영역을 나타낸다. 따라서, 송신 안테나의 근접장 커플링 모드 영역 내의 수신기를 통해 충전하는 디바이스의 사용자는, 억제되거나 적어도 편리하지 않을 상당한 사용자 액세스 공간을 요구할 수도 있다. 또한, 커플링 모드 영역은, 수신 안테나가 송신 안테나로부터 이격하여 이동함에 따라 신속하게 감소할 수도 있다.

[0126] 중계기 안테나는 송신 안테나로부터의 커플링 모드 영역을 리포커싱하고 재형성하여, 중계기 안테나 주변의 제 2 커플링 모드를 생성할 수도 있으며, 이는 수신 안테나에 에너지를 커플링시키는데 더 양호하게 적합할 수도 있다.

[0127] 도 17a는 송신 안테나 (710A) 와 동일 평면이고 그의 페리미터 내에 배치된 더 작은 중계기 안테나 (720A) 를

갖는 큰 송신 안테나 (710A) 를 도시한다. 송신 안테나 (710A) 및 중계기 안테나 (720A) 양자는 테이블 (740) 상에 형성된다. 수신 안테나 (730A) 를 포함하는 디바이스는 중계기 안테나 (720A) 의 페리미터 내에 배치된다. 매우 큰 안테나들에 관해, 송신 안테나 (710A) 의 중심 주변에 비교적 약한 커플링 모드 영역의 영역들이 존재할 수도 있다. 이러한 약한 영역들의 존재는, 매우 작은 수신 안테나 (730A) 에 커플링하기를 시도할 경우 특히 두드러질 수도 있다. 송신 안테나 (710A) 와 동일 평면에 배치되지만 더 작은 사이즈를 갖는 중계기 안테나 (720A) 는, 송신 안테나 (710A) 에 의해 생성된 커플링 모드 영역을, 중계기 안테나 (720A) 주변의 더 작고 더 강한 중계된 커플링 모드 영역으로 리포커싱할 수 있을 수도 있다. 그 결과, 비교적 강한 중계된 근접장 방사가 수신 안테나 (730A) 에 이용가능하다.

[0128] 도 17b는 송신 안테나 (710B) 에 대해 동축 배치를 갖는 더 큰 중계기 안테나 (720B) 를 갖는 송신 안테나 (710B) 를 도시한다. 수신 안테나 (730B) 를 포함하는 디바이스는 중계기 안테나 (720B) 의 페리미터 내에 배치된다. 송신 안테나 (710B) 는 램프 그늘 (742) 의 하부 에지 환경 주변에서 형성되지만, 중계기 안테나 (720B) 는 테이블 (740) 상에 배치된다. 동축 배치에 관해, 근접장 방사가 안테나 평면으로부터 이격한 거리에 관해 비교적 신속하게 감소될 수도 있음을 상기한다. 그 결과, 송신 안테나 (720B) 에 관해 동축 배치로 배치된 작은 수신 안테나 (730B) 는 약한 커플링 모드 영역에 존재할 수도 있다. 그러나, 송신 안테나 (710B) 에 관해 동축으로 배치된 큰 중계기 안테나 (720B) 는, 중계기 안테나 (720B) 주변의 상이한 위치에서 또 다른 커플링된 모드 영역으로 송신 안테나 (710B) 의 커플링된 모드 영역을 재형성할 수 있을 수도 있다. 그 결과, 비교적 강한 중계된 근접장 방사가 중계기 안테나 (720B) 와 동일 평면에 배치된 수신 안테나 (730B) 에 이용가능하다.

[0129] 도 18a는 송신 안테나 (710C) 와 동일 평면이고 그 안테나의 페리미터 내에 배치된 3개의 더 작은 중계기 안테나들 (720C) 을 갖는 큰 송신 안테나 (710C) 를 도시한다. 송신 안테나 (710C) 및 중계기 안테나들 (720C) 은 테이블 (740) 상에 형성된다. 수신 안테나들 (730C) 을 포함하는 다양한 디바이스들이 송신 안테나 (710C) 및 중계기 안테나들 (730C) 내의 다양한 위치들에 배치된다. 도 17a에 도시된 실시형태에 관하여, 도 18a의 실시형태는 송신 안테나 (710C) 에 의해 생성된 커플링 모드 영역을 중계기 안테나들 (720C) 의 각각 주변의 더 작고 더 강한 중계된 커플링 모드 영역들로 리포커싱할 수 있을 수도 있다. 그 결과, 비교적 강한 중계된 근접장 방사가 수신 안테나들 (730C) 에 이용가능하다. 수신 안테나들의 몇몇은 임의의 중계기 안테나들 (720C) 의 외부에 배치된다. 커플링된 모드 영역이 안테나의 페리미터 외부로 다소 연장할 수도 있음을 상기한다. 따라서, 수신 안테나들 (730C) 은, 송신 안테나 (710C) 뿐만 아니라 임의의 인접한 중계기 안테나들 (720C) 의 근접장 방사로부터 전력을 수신할 수 있을 수도 있다. 그 결과, 임의의 중계기 안테나들 (720C) 의 외부에 배치된 수신 안테나들은, 송신 안테나 (710C) 뿐만 아니라 임의의 인접한 중계기 안테나들 (720C) 의 근접장 방사로부터 전력을 여전히 수신할 수 있을 수도 있다.

[0130] 도 18b는, 송신 안테나 (710D) 에 관해 오프셋 동축 배치 및 오프셋 동일 평면 배치를 갖는 더 작은 중계기 안테나들 (720D) 를 갖춘 큰 송신 안테나 (710D) 를 도시한다. 수신 안테나 (730D) 를 포함하는 디바이스는 중계기 안테나들 (720D) 중 하나의 페리미터 내에 배치된다. 비-제한적인 예로서, 송신 안테나 (710D) 는 천정 (ceiling; 746) 상에 배치될 수도 있지만, 중계기 안테나들 (720D) 은 테이블 (740) 상에 배치될 수도 있다. 도 17b의 실시형태에 관해, 오프셋 동축 배치 내의 중계기 안테나들 (720D) 은, 송신기 안테나 (710D) 로부터 중계기 안테나들 (720D) 주변의 중계된 근접장 방사로의 근접장 방사를 재형성하고 강화시킬 수 있을 수도 있다. 그 결과, 비교적 강한 중계된 근접장 방사가 중계기 안테나들 (720D) 과 동일 평면에 배치된 수신 안테나 (730D) 에 이용가능하다.

[0131] 다양한 송신 안테나들 및 중계기 안테나들이 표면 상에 일반적으로 도시되었지만, 이들 안테나들은 표면 아래 (예를 들어, 테이블 아래, 플로어 아래, 벽 뒤에, 또는 천정 아래), 또는 표면 내 (예를 들어, 테이블 상부, 벽, 플로우, 또는 천정) 에 또한 배치될 수도 있다.

[0132] 도 19는 송신 안테나, 중계기 안테나 및 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다. 송신 안테나, 중계기 안테나 및 수신 안테나는 약 13.56MHz 의 공진 주파수를 갖도록 동조된다.

[0133] 커브 (810) 는 다양한 주파수들에서 송신 안테나에 공급된 총 전력으로부터, 송신 안테나로부터 송신된 전력의 양에 대한 측정치를 도시한다. 유사하게, 커브 (820) 는 다양한 주파수들에서 그의 단자들 근방에서 이용가능한 총 전력으로부터, 중계기 안테나를 통해 수신 안테나에 의해 수신된 전력의 양에 대한 측정치를 도시한다. 최종적으로, 커브 (830) 는, 다양한 주파수들에서 송신 안테나 사이에 실제로 커플링된, 중계기 안테나를 통한 및 수신 안테나로의 전력의 양을 도시한다.

[0134] 약 13.56MHz 에 대응하는 커브 (830) 의 피크에서, 송신 안테나, 중계기 안테나 및 수신 안테나의 조합 사이의 높은 정도의 커플링을 나타내는 송신기로부터 전송된 큰 양의 전력이 수신기에 이용가능하다는 것이 관측될 수 있다.

[0135] 도 20a는 중계기 안테나들이 존재하지 않는 송신 안테나에 대해 동축 배치로 배치된 수신 안테나와 그 송신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다. 송신 안테나 및 수신 안테나는 약 10MHz 의 공진 주파수를 갖도록 동조된다. 이러한 시뮬레이션에서, 송신 안테나는 일 측면 상에서 약 1.3 미터이고, 수신 안테나는 일 측면 상에서 약 30mm 의 멀티-루프 안테나이다. 수신 안테나는 송신 안테나의 평면으로부터 약 2미터 이격하여 배치된다. 커브 (810A) 는, 다양한 주파수들에서 그의 단자들에 공급된 총 전력으로부터, 송신 안테나로부터 송신된 전력의 양에 대한 측정치를 도시한다. 유사하게, 커브 (840) 는, 다양한 주파수들에서 그의 단자들의 근방에서 이용가능한 총 전력으로부터, 수신 안테나에 의해 수신된 전력의 양의 측정치를 도시한다. 최종적으로, 커브 (830A) 는 다양한 주파수들에서 송신 안테나와 수신 안테나 사이에 실제로 커플링된 전력의 양을 도시한다.

[0136] 도 20b는 중계기 안테나가 시스템에 포함될 경우, 도 20a의 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 커플링 강도를 나타내는 시뮬레이션 결과들을 도시한다. 송신 안테나 및 수신 안테나는 도 20a에서와 같이 동일한 사이즈 및 배치이다. 중계기 안테나는 일 측면 상에서 약 28cm 이고 수신 안테나와 동일 평면에 (즉, 송신 안테나의 평면으로부터 약 0.1 미터 이격하여) 배치된다. 도 20b에서, 커브 (810B) 는 다양한 주파수들에서 그의 단자들에 공급된 총 전력으로부터, 송신 안테나로부터 송신된 전력의 양의 측정치를 도시한다. 커브 (820B) 는, 다양한 주파수들에서 그의 단자들의 근방에 이용가능한 총 전력으로부터, 중계기 안테나를 통해 수신 안테나에 의하여 수신되는 전력의 양을 도시한다. 최종적으로, 커브 (830B) 는, 다양한 주파수들에서 송신 안테나 사이에 실제로 커플링된, 중계기 안테나를 통한 및 수신 안테나로의 전력의 양을 도시한다.

[0137] 도 20a 및 20b로부터의 커플링된 전력 (830A 및 830B) 을 비교할 경우, 중계기 안테나 없이도 커플링된 전력 (830A) 이 약 -36dB 에서 피크된다는 것이 관측될 수 있다. 반면에, 중계기 안테나가 존재하면, 커플링된 전력 (830B) 은 약 -5dB 에서 피크된다. 따라서, 공진 주파수 주변에서, 중계기 안테나의 포함으로 인해 수신 안테나에 이용가능한 전력의 양에서의 현저한 증가가 존재한다.

[0138] 상술된 바와 같이, 수신 안테나들 및 송신 안테나들은 서로의 근접장에서 동작하도록 설계되며, 여기서, 그들은 그들의 로컬 환경 및 서로 단단히 커플링된다. 이것은, (충전에 필요한 다른 디바이스들을 포함할 수 있는) 다른 구조들로의 및 다른 구조들로부터의 RF 에너지의 커플링 및 분산이 송신 안테나 및 수신 안테나 양자의 구동 포인트 임피던스에 영향을 줄 수 있다는 것을 의미한다. 송신기 전자기기 및/또는 수신 전자기기 사이의 그들 각각의 안테나 포트들에 대한 불량한 임피던스 매칭은, 그 둘 사이에서의 전력 전달 레벨에 대한 열화를 초래할 수 있다. 또한, 로컬 환경이 시간에 따라 변할 수 있으므로 (디바이스들 및 근접한 구조들이 제거 또는 부가되므로), 그 열화는 또한 시간 의존적일 수 있다. 본 발명의 예시적인 실시형태들은 이러한 충전 환경에 응답하여 임피던스 매치를 적응적으로 개선시키는 능력을 가지며, 그에 의해, 디바이스들 사이의 전력 전달 및 디바이스를 충전할 전체 시간을 개선시킨다.

[0139] 본 발명의 예시적인 실시형태들은, 송신 전자기기와 송신 안테나 또는 수신 전자기기와 수신 안테나 사이의 임피던스 매치를 적응적으로 최적화할 수 있는 RF 회로 토폴로지를 포함한다. 이들 적응들은, 송신 안테나들과 수신기 안테나들 사이의 전력 커플링을 최적화하기 위해 로컬 환경으로 자체-조정하는 방식으로 수행된다.

[0140] 본 발명의 예시적인 실시형태들은, 이러한 적응적 동조 기능을 달성하기 위해, 피드백 메커니즘들 및 안테나에 접속된 다양한 커패시터들을 사용한다. 비-제한적인 예로서, 적응적 동조는, 송신 안테나와 수신 안테나 사이, 송신 안테나와 중계기 안테나 사이, 중계기 안테나와 수신 안테나 사이, 또는 이들의 조합 사이의 근접장 방사의 커플링을 최적화시키는데 사용될 수도 있다. 또한, 적응적 동조 기능은, 부가적인 수신 안테나들이 송신 안테나의 커플링 모드 영역에 배치될 경우, 송신 안테나들, 수신 안테나들 또는 이들의 조합을 동조하는데 사용될 수도 있다.

[0141] 도 21a 내지 21c는, 각각, T-네트워크, L-네트워크, 및 Pi-네트워크를 사용하는 안테나에 대한 적응적 동조 회로들의 간략화된 블록도들이다. 도 12a 내지 21c는 방사 필드 (106) 를 수신 또는 송신하기 위한 특성 임피던스 L1 을 갖는 안테나 (904) 를 포함한다. 그 안테나는, 전압 정재파 비 (VSWR) 검출기 (920) 와 가변 커패시터 네트워크 사이에서 신호를 분할하기 위한 커플러 (910) 에 접속되며, 이는 도면부호 (950) 로서 일반적으로 지정될 수도 있다. 상세하게, 도 21a에서, 가변 커패시터 네트워크 (950T) 는 T-네트워크에서 구성되고, 도 21b에서, 가변 커패시터 네트워크 (950L) 는 L-네트워크에서 구성되며, 도 21c에서, 가변 커패시터 네트

워크 (950P) 는 Pi-네트워크에서 구성된다. VSWR 검출기 (920) 는, 제어 신호들을 사용하여 가변 커패시터들의 각각을 제어하는 제어기 (930) 에 접속된다. RF 신호 (955) 는, 안테나 (904) 가 수신기, 송신기, 또는 중계기의 일부인지에 의존하여 부가적인 회로 (미도시) 에 커플링한다.

[0142] 동작에서, 커플러 (910) 로부터의 RF 신호는 VSWR 검출기 (920) 를 공급한다. 비-제한적인 예로서, VSWR 검출기 (920) 는, 반사된 신호의 크기에 비례하는 전압을 생성하는 다이오드 전력 검출기 회로일 수도 있다. 안테나에서의 큰 반사된 신호는, 안테나 (904) 가 비효율적으로 동작하고 있다는 것을 나타낼 수도 있다. 이러한 비례 전압은 제어기 (930) 에 의해 판독된다. 제어기는, 가변 커패시터 네트워크 (950) 와 커플링된 안테나 (904) 의 특성 임피던스 L1 를 포함하는 L-C 네트워크의 특성들을 분석하기 위한 소프트웨어를 포함한다. 비례 전압에 기초하여, 제어기 (930) 는 가변 커패시턴스 네트워크들의 커패시턴스 값들을 조정하기 위해 제어 신호들을 사용한다.

[0143] 도 21a의 경우, 제어 신호들은 T-네트워크에서 구성되는 가변 커패시터들 (VC1A, VC2A, 및 VC3A) 에 대한 커패시턴스를 조정할 수도 있다. 도 21b의 경우, 제어 신호들은 L-네트워크에서 구성되는 가변 커패시터들 (VC1B 및 VC2B) 에 대한 커패시턴스를 조정할 수도 있다. 도 21c의 경우, 제어 신호들은 Pi-네트워크에서 구성되는 가변 커패시터들 (VC1C, VC2C, 및 VC3C) 에 대한 커패시턴스를 조정할 수도 있다.

[0144] 가변 커패시터들의 이러한 조정은 피드백 루프를 폐쇄한다. VSWR 검출기 (920) 로부터의 비례 전압은, 안테나 (904) 에서의 새로운 반사 특성들에 기초하여 조정하고, 제어기 (930) 는 새로운 비례 전압을 샘플링하고 제어 신호들을 변경시켜, 가변 커패시터 네트워크 (905) 를 다시 조정한다. 피드백 루프는, 안테나 (904) 에서의 반사된 전력을 최소화하도록 계속 모니터링 및 조정하며, 이는 안테나 (904) 로부터 전달된 전력을 최대화한다.

[0145] 도 22는 송신 안테나 (904) 에서의 전력 소비에 기초하여 송신 안테나 (904) 에 대한 적응적 동조 회로의 간략화된 블록도이다. 오실레이터 (922) 는, 전력 입력 Vds 을 통해 PA 센서 (940) 로부터 전력을 수신하는 전력 증폭기 (924) 를 구동한다. PA 센서 (940) 는, 가변 커패시터 네트워크 (950P) 에서 가변 커패시터 (VC1C, VC2C, 및 VC3C) 를 조정하기 위한 제어 신호들을 생성하는 제어기 (930) 를 피딩 (feed) 한다.

[0146] 송신 안테나에서의 반사된 에너지에서의 변화를 모니터링하는 것 대신에, 도 22의 실시형태는 근접장 방사 (106) 로부터 소비되는 전력에서의 변화를 검출한다. 소비된 전력이 변함에 따라, 안테나에서의 반사된 에너지는 변할 수도 있으며, 이는 가변 커패시터 네트워크 (950P) 를 조정함으로써 최소화될 수도 있다. 피드백 메커니즘은, 소비된 전력이 VSWR 보다는 안테나 비효율도를 결정하도록 모니터링된다는 것을 제외하고, 도 21a 내지 21c의 실시형태들에 대한 것과 유사하게 동작한다. 물론, 도시되지는 않았지만, 당업자는 도 21a 내지 21c에 도시된 가변 커패시터 네트워크들 중 임의의 것이 도 22 실시형태에서 사용될 수도 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 다른 적절한 가변 커패시터 네트워크들이 도 21a 내지 21c 및 22의 실시형태들 중 임의의 실시형태로 사용될 수도 있다.

[0147] 도 23a 및 23b는 가변 커패시터 네트워크들의 예시적인 실시형태들을 도시한 간략화된 회로도들이다. 도 23a에서, 가변 커패시터들은 L-네트워크 (950L) 에서 구성된 스위칭된 커패시터들로서 구현된다. 따라서, L(RX/TX) 는 안테나의 특성 임피던스이며, 도면부호 (C11, C12, ..., C1n) 는 가변 커패시터 (VC1B) 를 형성하고, 도면부호 (C21, C22, ..., C2m) 는 가변 커패시터 (VC2B) 를 형성한다. Z(로드) 는 네트워크 상의 임의의 로드를 모델링한다. 1:n 디코더는 VC1B 커패시터들에 대한 스위치들을 제어하고, 1:m 디코더는 VC2B 커패시터들에 대한 스위치들을 제어한다. 따라서, 가변양의 커패시턴스가 선택될 수도 있다. 커패시터들은 모두 동일한 커패시턴스를 갖도록 구성될 수도 있으며, 그들은 바이너리 가중치들을 갖도록 구성될 수도 있거나, 그들은 다른 적절한 가중치들로 구성될 수도 있다.

[0148] 도 23b에서, 가변 커패시터들은 T-네트워크 (950T) 에서 구성되는 버랙터들 (즉, 역 바이어싱된 가변 커패시턴스 다이오드들) 로서 구현된다. 따라서, 제어 신호들 (935) 은, 다이오드들 (V11, V12, V21, V22, V31, 및 V32) 로의 바이어스를 조정함으로써, 가변 커패시터들 (VC1A, VC2A, 및 VC3A) 의 커패시턴스를 조정하는데 사용되는 아날로그 신호들이다. 바이어스가 조정됨에 따라, 결합된 역 다이오드들 (즉, V11 내지 V12, V21 내지 V22, 및 V31 내지 V32) 의 겉보기 커패시턴스가 조정된다.

[0149] 다른 타입들의 가변 커패시터들이 다양한 가변 커패시터 네트워크들을 구현하는데 사용될 수도 있다. 비-제한적인 예로서, 임의의 가변 커패시터 네트워크들에 대한 가변 커패시터들로서 사용될 수도 있는 MEMS (Mico-Electro-Mechanical System) 가변 커패시터들이 최근에 제안되었다. 또한, 2개 이상의 타입의 가변 커패시

터가 임의의 소정의 가변 커패시터 네트워크에서 사용될 수도 있다.

[0150] 도 24a 및 24b는, 각각, 적응적 동조 이전 및 이후의 근접장 커플링된 송신 및 수신 안테나들에 대한 시뮬레이션 결과들을 도시한다. 도 24a에서, 커브 (860A) 는 다양한 주파수들에서 송신 안테나로부터 송신되지 않은 전력의 양 (즉, 리턴 손실) 을 도시한다. 유사하게, 커브 (870A) 는 다양한 주파수들에서 수신 안테나에 의해 수신되지 않은 전력의 양 (즉, 리턴 손실) 을 도시한다. 최종적으로, 커브 (880A) 는 다양한 주파수들에서 송신 안테나와 수신 안테나 사이에 실제로 커플링된 전력의 양을 도시한다. 도 24a에서 관측될 수 있는 바와 같이, 송신 안테나는, 약 13.56MHz 의 공진 주파수에서 커브의 비교적 작은 딥 (dip) 에 의해 도시된 바와 같이 불량하게 동조된다.

[0151] 도 24b에서, 커브 (860B) 는 다양한 주파수들에서 송신 안테나로부터 송신되지 않은 전력의 양을 도시한다. 유사하게, 커브 (870B) 는 다양한 주파수들에서 수신 안테나에 의해 수신되지 않은 전력의 양을 도시한다. 최종적으로, 커브 (880B) 는 다양한 주파수들에서 송신 안테나와 수신 안테나 사이에 실제로 커플링된 전력의 양을 도시한다. 관측될 수 있는 바와 같이, 송신 안테나는 약 13.56MHz 의 공진 주파수에서의 상당한 딥에 의해 표시되는 바와 같이 더 양호하게 동조된다. 커브 (880B) 에 의해 표시되는 커플링된 에너지는 도 24a 의 커플링된 에너지 (880A) 에 비해 도 24b에서 현저히 더 높지는 않다. 그러나, 이것은, 예를 들어 또 다른 수신 안테나의 존재, 송신 안테나에 대한 수신 안테나의 배치, 또는 적절치 않게 동조된 수신 안테나와 같은 다른 인자들로 인한 것일 수도 있다.

[0152] 따라서, 수신 안테나 및 송신 안테나 양자에서의 적응적 동조를 갖춘 시스템에서, 양자의 안테나들은 환경에서의 변화들 및 심지어 다른 안테나에서의 동조 변화들에 적응하도록 계속 동조될 것이다. 예를 들어, 도 23A에서, 커브 (860A) 는, 수신 안테나가 커브 (860B) 에 의해 도시된 도 24b에서와 같이 양호하게 동조되지 않는다는 것을 나타낸다. 동조에서의 이러한 변화는 송신 안테나에서의 동조에서의 변화의 결과일 수도 있다. 그 결과, 적응적 동조를 갖춘 수신 안테나는 양호한 동조를 달성하기를 시도할 것이며, 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 더 많은 커플링을 초래한다.

[0153] 상술된 바와 같이, 수신 안테나 및 송신 안테나와 함께 사용된 것과 유사한 적응적 튜너 네트워크는, 송신, 수신 및 중계기 안테나 사이의 전력 커플링을 추가적으로 강화시키기 위해 사용될 수 있다. 중계기의 경우, (도 11의 엘리먼트들 (308 및 310) 에 의해 도시된 바와 같은) RF-DC 변환 회로는 중계기 안테나 구조에 포함될 수도 있고, RF 전력을 DC 전력으로 변환시키는데 사용될 수 있다. 이러한 DC 전력은, 중계기 적응적 동조 네트워크 뿐만 아니라 활성 중계기 내의 다른 활성 엘리먼트들을 제어하기 위한 전력 소스로서 사용될 수도 있다. 이러한 방식으로, 활성 중계기 안테나에 대한 테더링된 전력 소스들이 존재하지 않을 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 3 내지 4 LED들의 시리즈는, 각각이 송신기 안테나의 범위 내에 있는 때를 나타내기 위해, 중계기 상에 포함될 수도 있고, 실행가능하면 수신기 안테나 상에 포함될 수도 있다.

[0154] 당업자는, 정보 및 신호들이 임의의 다양한 서로 다른 기술들 및 기법들을 사용하여 표현될 수도 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 상기 설명 전반에 걸쳐 참조될 수도 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장 또는 자기입자, 광학 필드 또는 광학 입자, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 표현될 수도 있다.

[0155] 또한, 당업자는, 여기에 개시된 실시형태들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어 또는 이들의 조합으로서 구현될 수도 있음을 인식할 것이다. 하드웨어와 소프트웨어의 이러한 상호교환가능성을 명확히 예시하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들은 그들의 기능의 관점으로 일반적으로 상술되었다. 그러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현될지는, 특정 애플리케이션 및 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다. 당업자는 각각의 특정한 애플리케이션에 대한 다양한 방식으로 설명된 기능을 구현할 수도 있지만, 그러한 구현 결정들이 본 발명의 예시적인 실시형태들의 범위를 벗어나게 하는 것으로 해석되지는 않아야 한다.

[0156] 여기에 개시된 실시형태들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 및 회로들은, 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 주문형 집적 회로 (ASIC), 필드 프로그래밍가능한 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그래밍가능한 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 여기에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 대안적으로, 그 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 또한, 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예를 들어, DSP와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는

임의의 다른 그러한 구성으로서 구현될 수도 있다.

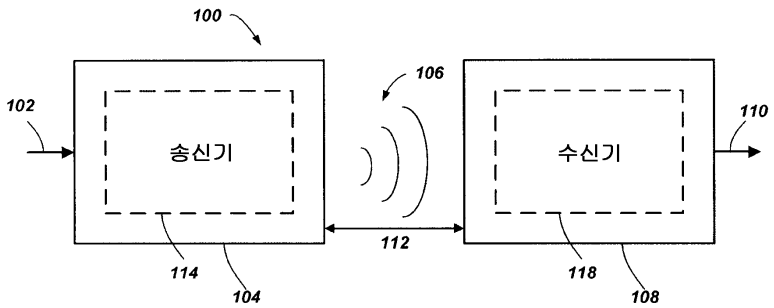
[0157] 여기에 개시된 실시형태들과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈, 또는 이 둘의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은, 랜덤 액세스 메모리 (RAM), 플래시 메모리, 판독 전용 메모리 (ROM), 전기적으로 프로그래밍가능한 ROM (EPROM), 전기적으로 소거가능한 프로그래밍가능 ROM (EEPROM), 레지스터들, 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서에 커플링되어, 그 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독할 수 있고 저장 매체에 정보를 기입할 수 있게 한다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC에 상주할 수도 있다. ASIC는 사용자 단말기에 상주할 수도 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기 내의 별개의 컴포넌트들로서 상주할 수도 있다.

[0158] 하나 이상의 예시적인 실시형태들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되면, 그 기능들은 컴퓨터-판독가능 매체 상에 저장될 수도 있거나, 컴퓨터-판독가능 매체 상의 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 송신될 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체는, 일 장소로부터 또 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전달을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 및 컴퓨터 저장 매체 양자를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 제한이 아닌 예로서, 그러한 컴퓨터-판독가능 매체는, RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자성 디스크 저장부 또는 다른 자성 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 운반 또는 저장하는데 사용될 수 있고 컴퓨터에 이해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속은 컴퓨터-판독가능 매체로 적절히 명칭될 수도 있다. 예를 들어, 소프트웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 꼬인 쌍, 디지털 가입자 라인 (DSL), 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들을 사용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 송신되면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 꼬인 쌍, DSL, 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들은 매체의 정의 내에 포함된다. 여기에 사용된 바와 같이, 디스크 및 disc는, 컴팩 disc (CD), 레이저 disc, 광학 disc, DVD (digital versatile disc), 플로피 디스크 및 블루-레이 disc 를 포함하며, 여기서, 디스크는 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, disc들은 데이터를 레이저들을 이용하여 광학적으로 재생한다. 또한, 상기의 조합들은 컴퓨터-판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.

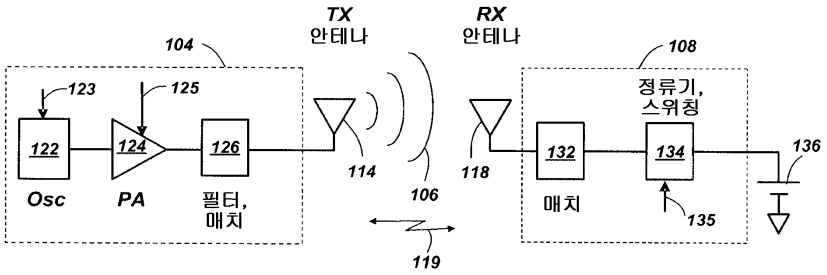
[0159] 개시된 예시적인 실시형태들의 이전 설명은 당업자가 본 발명을 수행 또는 이용할 수 있도록 제공된다. 이들 예시적인 실시형태들에 대한 다양한 변형들은 당업자에게는 용이하게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고도 다른 실시형태들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 설명된 실시형태들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 여기에 개시된 신규한 특성들 및 원리들에 부합하는 최광의 범위를 허여하려는 것이다.

도면

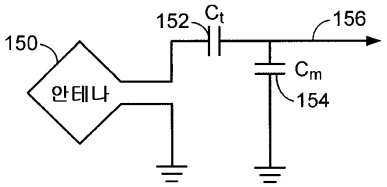
도면1



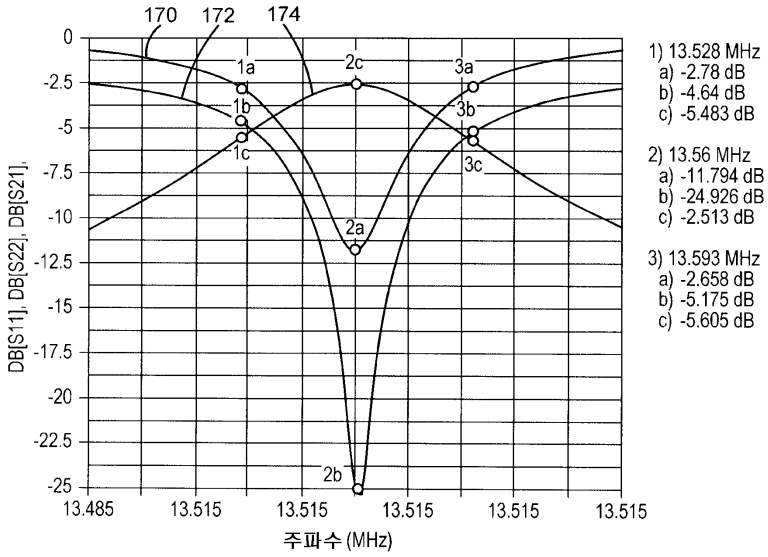
도면2



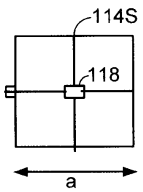
도면3



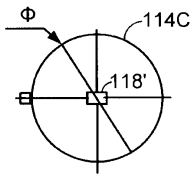
도면4



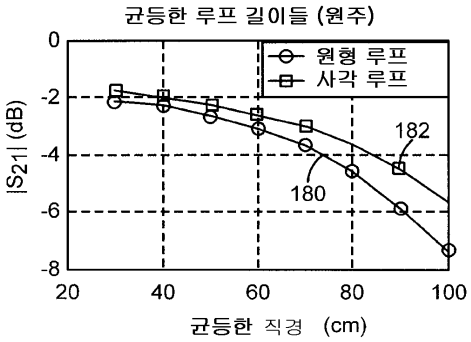
도면5a



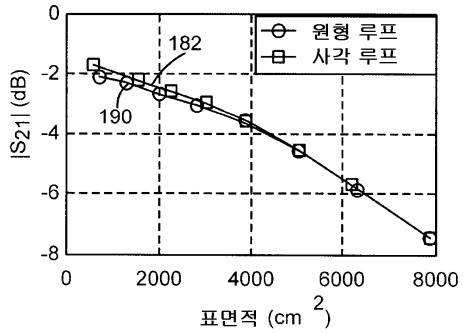
도면5b



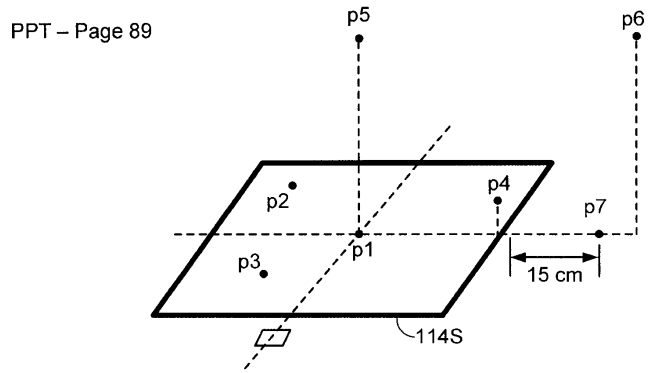
도면6



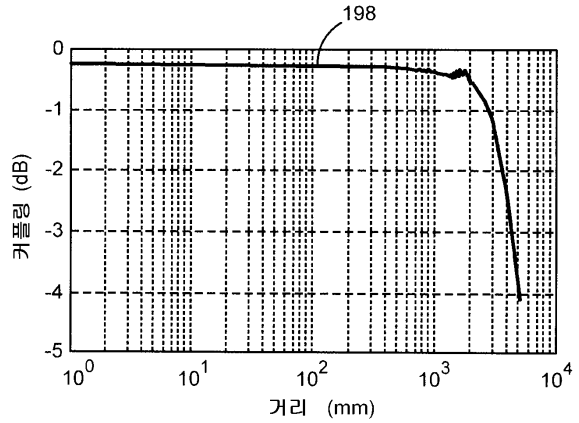
도면7



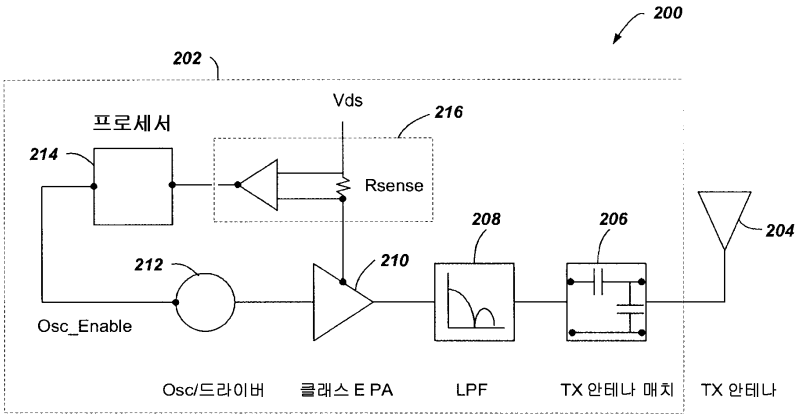
도면8



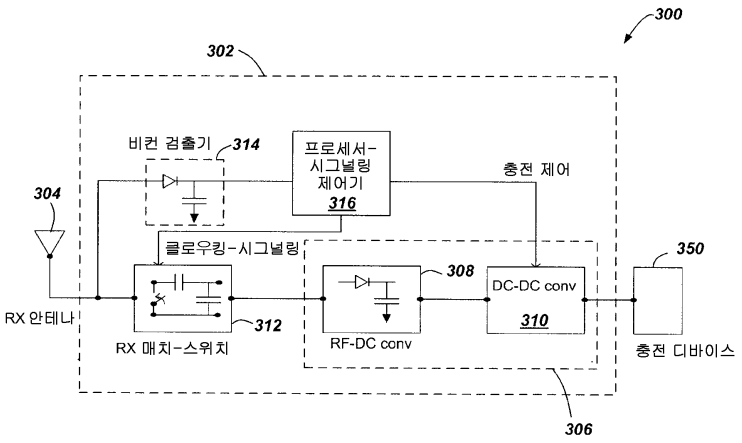
도면9



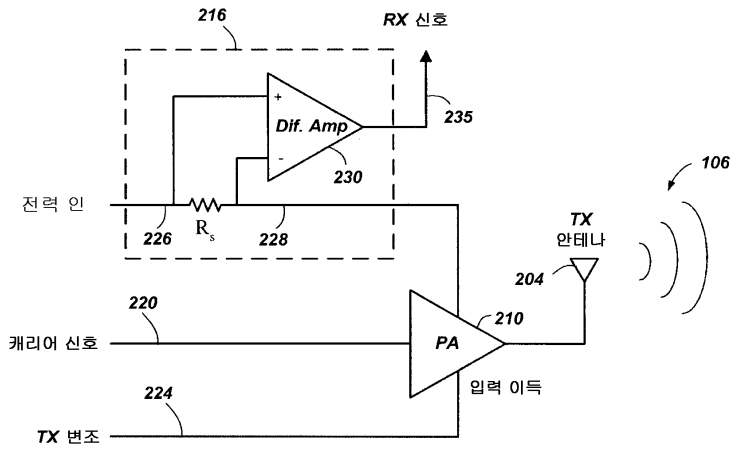
도면10



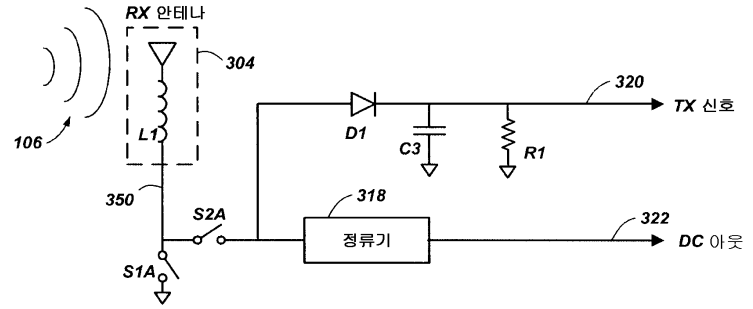
도면11



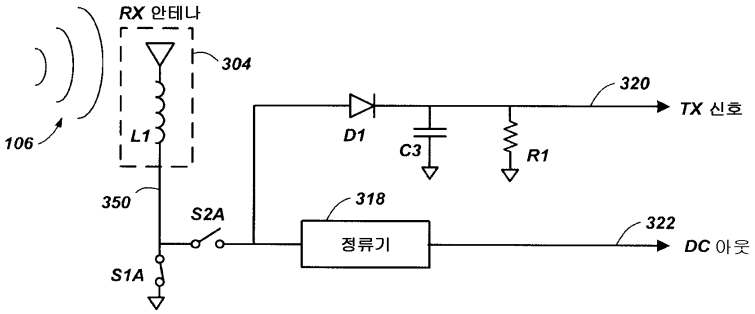
도면12



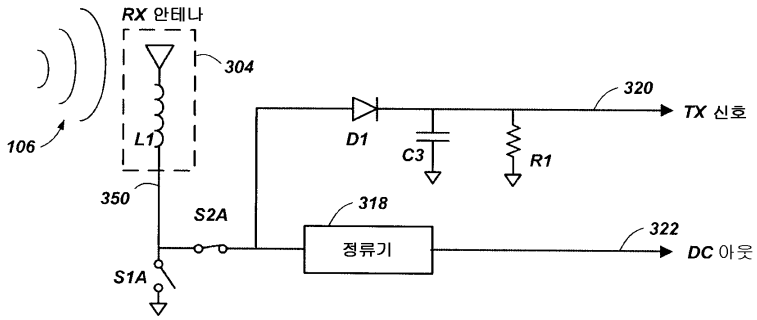
도면13a



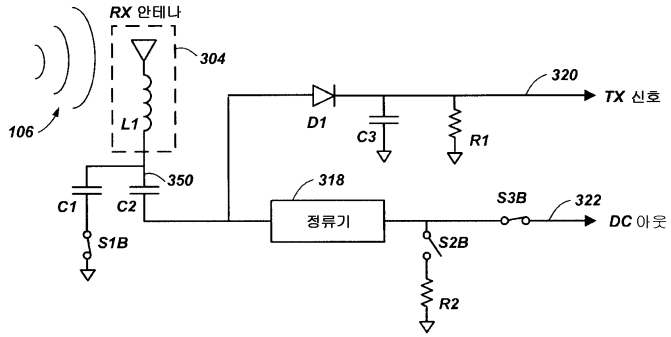
도면13b



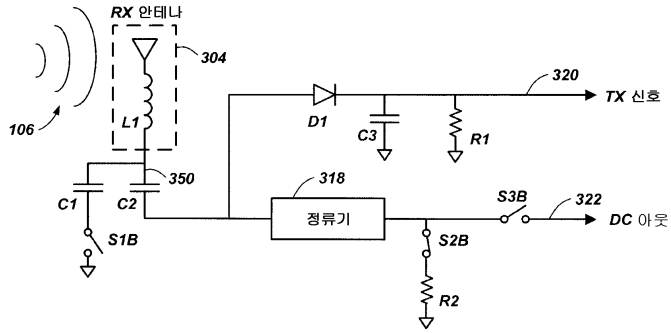
도면13c



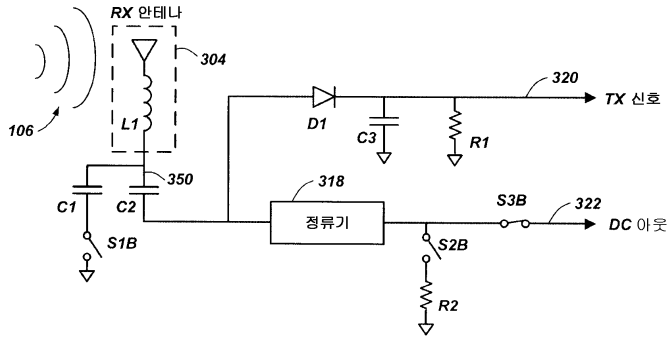
도면14a



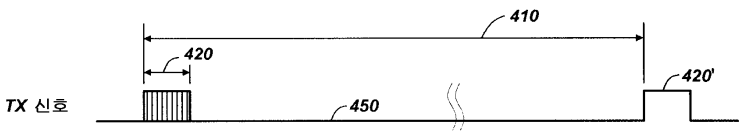
도면14b



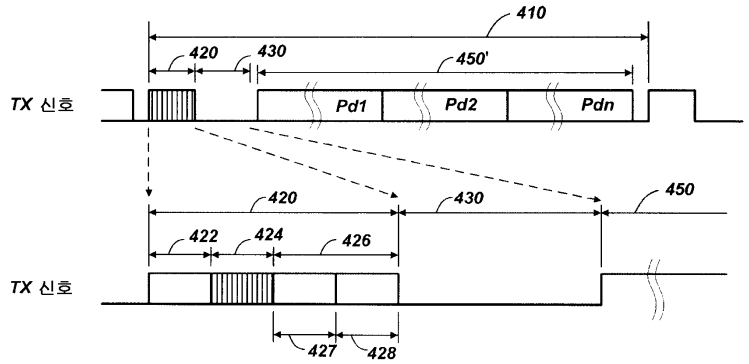
도면14c



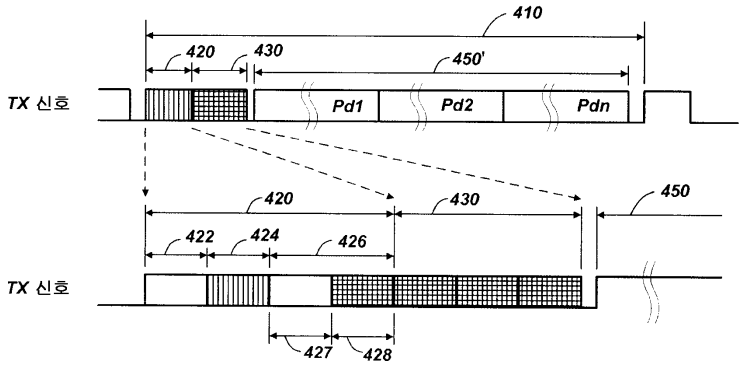
도면15a



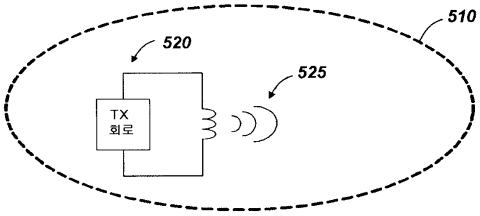
도면15b



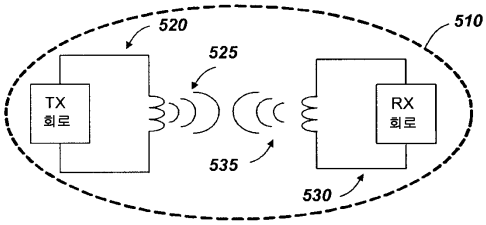
도면15c



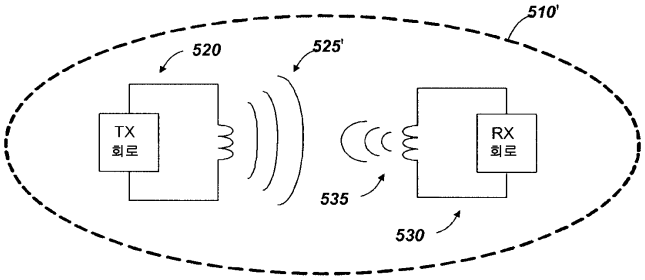
도면16a



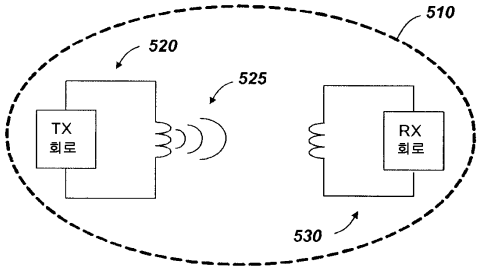
도면16b



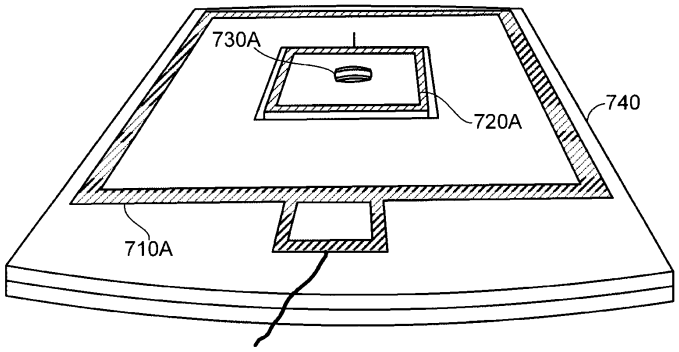
도면16c



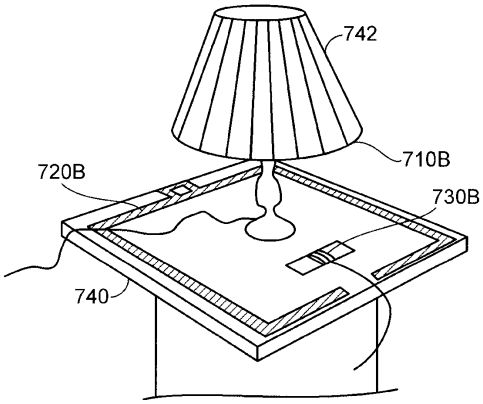
도면16d



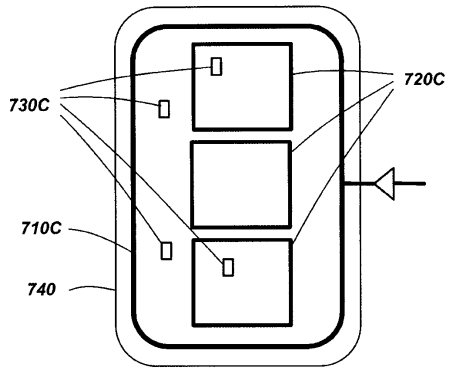
도면17a



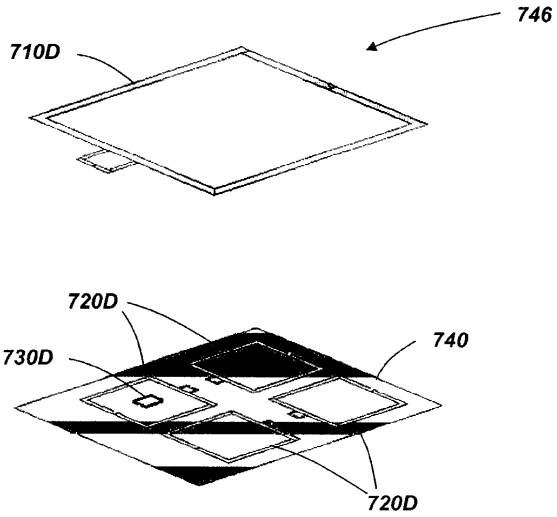
도면17b



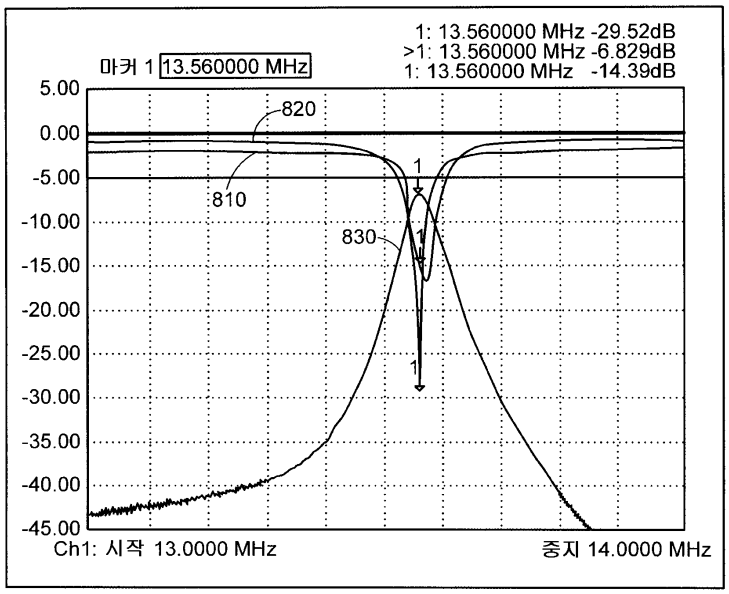
도면18a



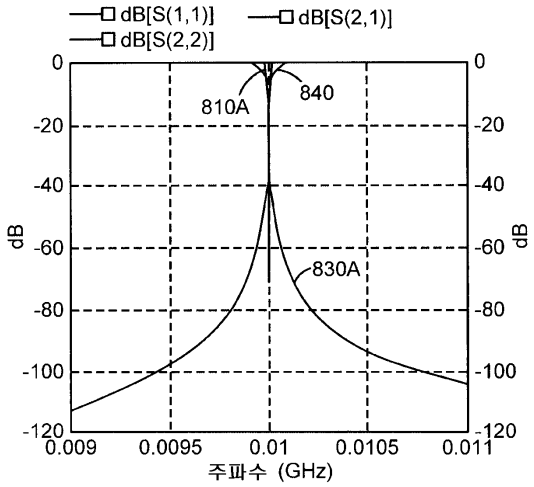
도면18b



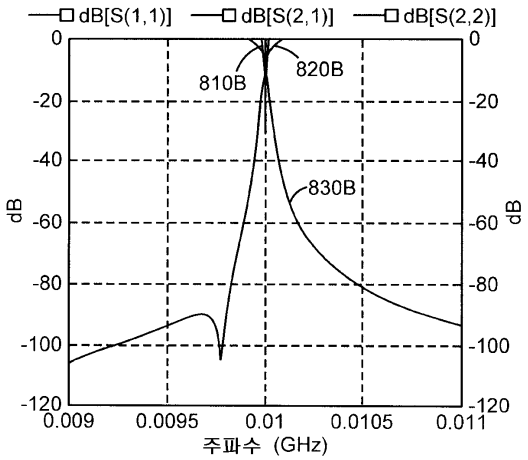
도면19



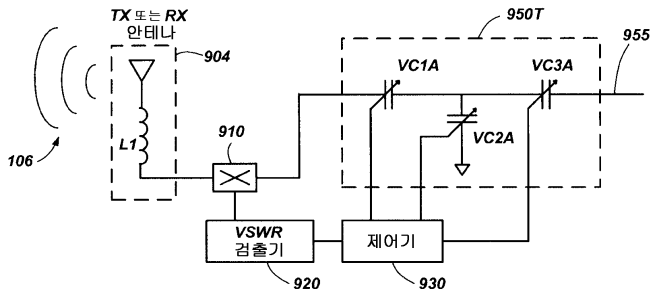
도면20a



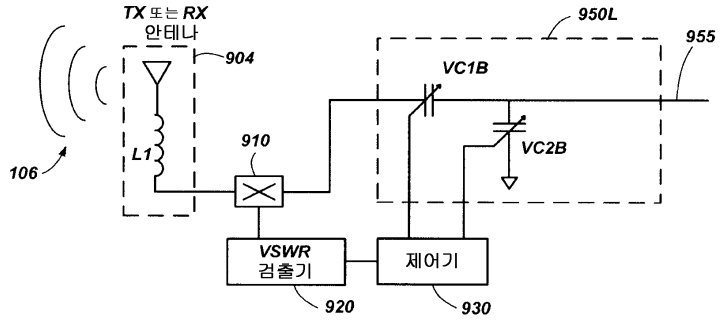
도면20b



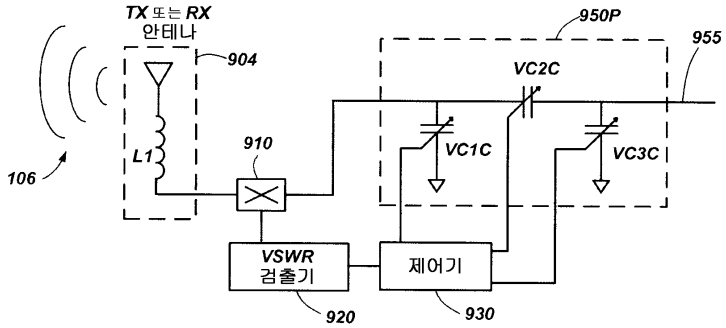
도면21a



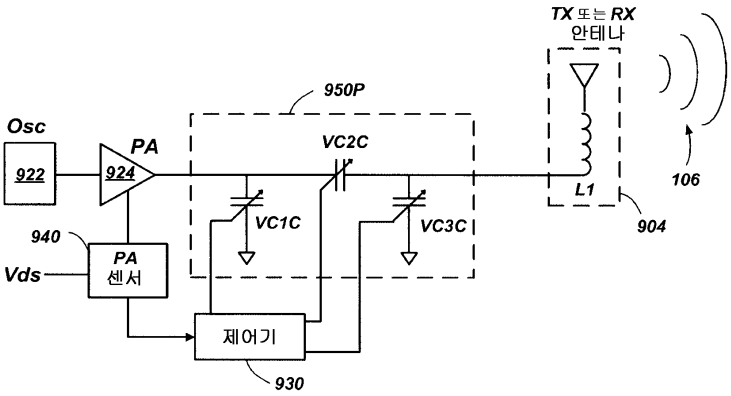
도면21b



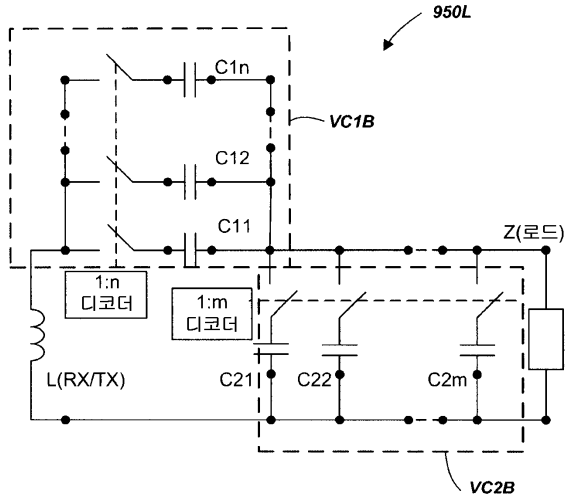
도면21c



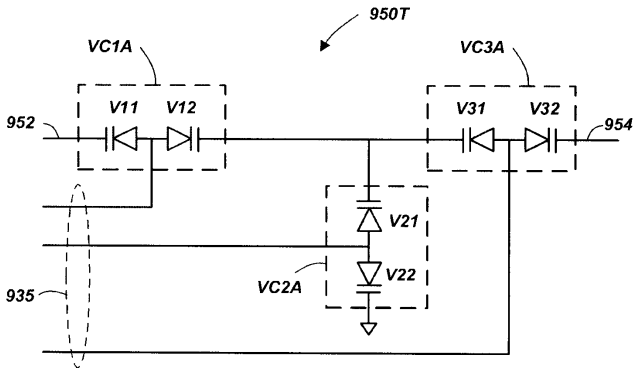
도면22



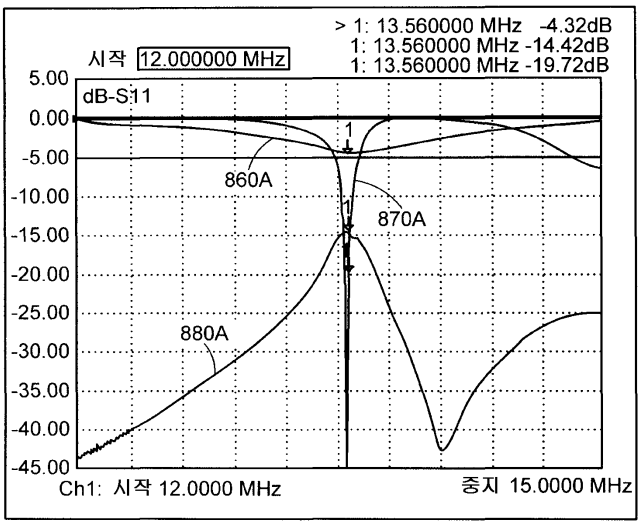
도면23a



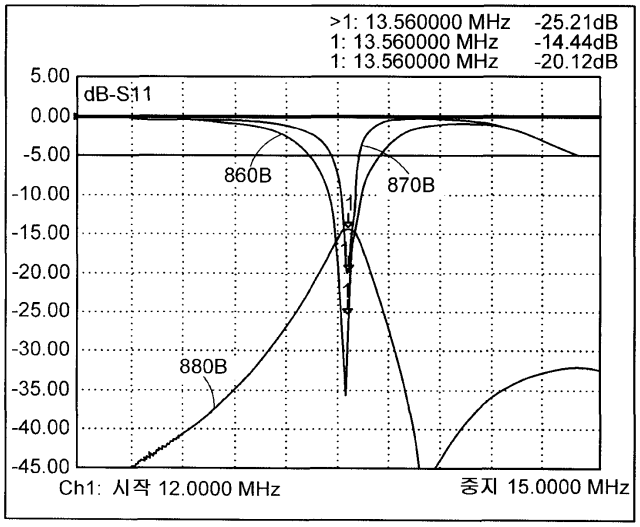
도면23b



도면24a



도면24b


>1: 13.560000 MHz -25.21dB
1: 13.560000 MHz -14.44dB
1: 13.560000 MHz -20.12dB
dB-S11
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
860B
870B
880B
Ch1: 시작 12.0000 MHz
중지 15.0000 MHz