(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월19일
(11) 등록번호 10-2637808
(24) 등록일자 2024년02월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/12 (2016.01) *H02J 50/40* (2016.01)
H02M 1/00 (2007.01) *H02M 3/00* (2006.01)
H02M 3/335 (2006.01) *H02M 7/48* (2007.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/12 (2023.08)
H01F 27/2871 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7000353
(22) 출원일자(국제) 2021년05월28일
심사청구일자 2023년03월21일
(85) 번역문제출일자 2023년01월04일
(65) 공개번호 10-2023-0035567
(43) 공개일자 2023년03월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/034980
(87) 국제공개번호 WO 2021/247437
국제공개일자 2021년12월09일
(30) 우선권주장
16/893,420 2020년06월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20170229917 A1
US20120169136 A1
US20110009057 A1
KR1020130054807 A

(73) 특허권자
아이라, 인크.
미국, 애리조나 85008, 피닉스, 스위트 200, 노스 44번 스트리트 2048
(72) 발명자
굿차일드, 에릭 하인델
미국, 애리조나 85226, 챈들러, 스위트 25, 6100 웨스트 길라 스프링스 플레이스, 씨/오 아이라, 인크.
(74) 대리인
허용록

전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 박형준

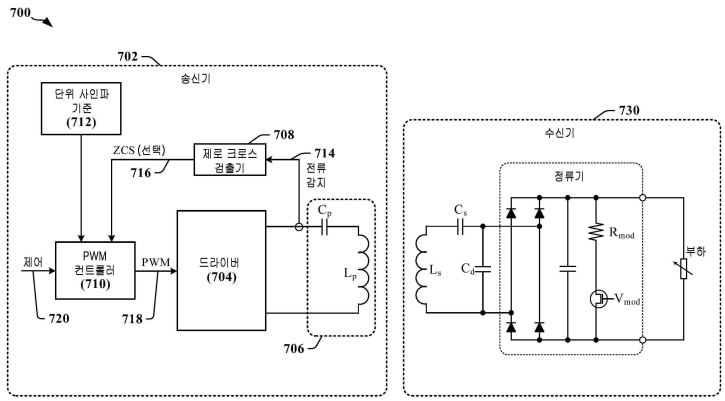
(54) 발명의 명칭 **공진 클래스 D 무선 송신기**

(57) 요 약

무선 충전을 위한 시스템, 방법 및 장치가 개시된다. 충전 디바이스는 송신 코일을 포함하는 공진 회로를 갖는다. 충전 디바이스는 또한 공진 회로에 전력을 공급하도록 구성되는 드라이버 회로, 펄스 폭 변조기 및 제어 신호를 펄스 폭 변조기에 제공하도록 구성되는 컨트롤러를 가지며, 제어 신호는 변조된 구동 신호를 드라이버 회

(뒷면에 계속)

대 표 도



로에 제공하기 위해 펄스 폭을 구성한다. 펄스 폭 변조기는 변조된 구동 신호를 공진 회로에 제공하도록 구성된다. 공진 회로는 기준 신호에 대응하는 변조된 구동 신호의 주파수 성분을 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성된다. 드라이버 회로는 공진 회로에서 충전 전류를 제공하기 위해 변조된 구동 신호를 사용하도록 구성된다. 충전 전류는 전력이 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전달되게 한다.

(52) CPC특허분류
H01F 38/14 (2013.01)
H02J 50/402 (2023.08)
H02J 50/60 (2023.08)
H02J 50/80 (2023.08)
H02M 1/0009 (2021.05)
H02M 3/01 (2023.05)
H02M 3/335 (2013.01)
H02M 7/4815 (2021.05)
Y02B 70/10 (2020.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

무선 충전 디바이스를 동작시키기 위한 방법으로서,

무선 송신기의 스위칭 증폭기가 제1 주파수에서 전압 레일 사이를 스위칭하는 구동 신호를 생성하게 하는 단계;

공진 회로에서 충전 전류의 피크 진폭을 제어하는 변조 신호를 구성하는 단계 - 상기 변조 신호는 상기 제1 주파수보다 낮은 제2 주파수를 가짐 -;

상기 구동 신호를 펄스 폭 변조하고 그리고 변조된 구동 신호를 획득하기 위해 상기 변조 신호를 사용하는 단계; 및

상기 공진 회로에 상기 변조된 구동 신호를 제공하는 단계 - 상기 공진 회로는 상기 제1 주파수를 갖는 신호를 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성됨 -;

를 포함하며,

상기 변조된 구동 신호는 상기 제2 주파수에서 상기 충전 전류를 생성하고, 상기 충전 전류는 전력이 상기 공진 회로의 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전송되게 하는, 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 충전 전류의 진폭에서의 피크는 상기 변조 신호에서의 더 넓은 펄스에 대응하는, 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 공진 회로는 상기 제2 주파수를 갖는 신호를 통과시키는, 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 충전 전류는 상기 변조 신호의 증폭된 버전인, 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

제로 볼트 레벨을 통해 상기 공진 회로에 걸쳐 측정된 전압의 천이 또는 제로 암페어 레벨을 통해 상기 공진 회로에서의 전류의 천이에 대응하는 에지를 포함하는 제로-크로싱 신호를 제공하는 단계; 및

상기 변조 신호와 상기 충전 전류를 위상 정렬하기 위해 상기 제로-크로싱 신호를 사용하는 단계,

를 더 포함하는, 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 변조 신호는 상기 제로-크로싱 신호와 위상-정렬되는, 방법.

청구항 7

충전 디바이스로서,

송신 코일을 포함하는 공진 회로;

상기 공진 회로에 전력을 공급하도록 구성되고, 제1 주파수에서 전압 레일 사이를 스위칭하는 구동 신호를 생성하도록 구성된 스위칭 증폭기를 포함하는 구동 회로;

상기 제1 주파수보다 낮은 제2 주파수를 갖는 변조 신호를 생성하도록 구성된 펄스 폭 변조기; 및

상기 변조 신호를 구성하여 상기 공진 회로에서 충전 전류의 피크 진폭을 제어하도록 구성된 컨트롤러,

를 포함하며,

상기 구동 회로는 추가로 상기 구동 신호를 펄스 폭 변조하여 상기 공진 회로에 제공되는 변조된 구동 신호를 획득하기 위해 상기 변조 신호를 사용하도록 구성되고,

상기 공진 회로는 상기 제1 주파수를 갖는 신호를 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성되고,

상기 변조된 구동 신호는 상기 제2 주파수에서 상기 충전 전류를 생성하고, 상기 충전 전류는 전력이 상기 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전송되게 하는,

충전 디바이스.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 충전 전류의 진폭에서의 피크는 상기 변조 신호에서의 더 넓은 펄스에 대응하는, 충전 디바이스.

청구항 9

제7 항에 있어서,

상기 공진 회로는 상기 제2 주파수를 갖는 신호를 통과시키는, 충전 디바이스.

청구항 10

제7 항에 있어서,

상기 충전 전류는 상기 변조 신호의 증폭된 버전인, 충전 디바이스.

청구항 11

제10 항에 있어서,

제로 볼트 레벨을 통해 상기 공진 회로에 걸쳐 측정된 전압의 천이 또는 제로 암페어 레벨을 통해 상기 공진 회로에서의 전류의 천이에 대응하는 에지를 포함하는 제로-크로싱 신호를 제공하도록 구성된 제로-크로싱 검출기,

를 더 포함하고,

상기 펄스 폭 변조기는 상기 변조 신호와 상기 충전 전류를 위상 정렬하기 위해 상기 제로-크로싱 신호를 사용하도록 구성되는,

충전 디바이스.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 변조 신호는 상기 제로-크로싱 신호와 위상-정렬되는, 충전 디바이스.

청구항 13

명령이 저장되어 있는 비-일시적 프로세서-판독가능 저장 매체로서,

상기 명령은, 처리 회로의 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 처리 회로가:

무선 송신기의 스위칭 증폭기로 하여금 제1 주파수에서 전압 레일 사이를 스위칭하는 구동 신호를 생성하게 하

고;

공진 회로에서 충전 전류의 피크 진폭을 제어하는 변조 신호를 구성하게 하고 - 상기 변조 신호는 상기 제1 주파수보다 낮은 제2 주파수를 가짐 -,

상기 구동 신호를 펄스 폭 변조하고 그리고 변조된 구동 신호를 획득하기 위해 상기 변조 신호를 사용하게 하고; 및

상기 공진 회로에 상기 변조된 구동 신호를 제공하게 하고 - 상기 공진 회로는 상기 제1 주파수를 갖는 신호를 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성됨 -,

상기 변조된 구동 신호는 상기 제2 주파수에서 상기 충전 전류를 생성하고, 상기 충전 전류는 전력이 상기 공진 회로의 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전송되게 하는,

비-일시적 프로세서-판독가능 저장 매체.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 충전 전류의 진폭에서의 피크는 상기 변조 신호에서의 더 넓은 펄스에 대응하는, 비-일시적 프로세서-판독가능 저장 매체.

청구항 15

제13 항에 있어서,

상기 공진 회로는 상기 제2 주파수를 갖는 신호를 통과시키는, 비-일시적 프로세서-판독가능 저장 매체.

청구항 16

제13 항에 있어서,

상기 충전 전류는 상기 변조 신호의 증폭된 버전인, 비-일시적 프로세서-판독가능 저장 매체.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 명령은 추가로 상기 처리 회로가:

제로 볼트 레벨을 통해 상기 공진 회로에 걸쳐 측정된 전압의 천이 또는 제로 암페어 레벨을 통해 상기 공진 회로에서의 전류의 천이에 대응하는 에지를 포함하는 제로-크로싱 신호를 제공하게 하고;

상기 변조 신호와 상기 충전 전류를 위상 정렬하기 위해 상기 제로-크로싱 신호를 사용하게 하는,

비-일시적 프로세서-판독가능 저장 매체.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 변조 신호는 상기 제로-크로싱 신호와 위상-정렬되는, 비-일시적 프로세서-판독가능 저장 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 우선권 주장

[0002] 본 출원은 2020년 6월 4일에 미국 특허청에 제출된 특허 출원 일련 번호 제16/893,420에 대한 우선권 및 이익을 주장하며, 그 전체 내용은 전체적으로 아래에 완전히 진술된 바와 같이 그리고 모든 적용가능한 목적을 위해 참조로 본원에 통합된다.

[0003] 본 발명은 일반적으로 모바일 컴퓨팅 디바이스의 배터리를 포함하는 배터리의 무선 충전에 관한 것으로서, 보다

구체적으로는 무선 충전 디바이스에서 전송 코일을 구동하는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 무선 충전 시스템은 특정 타입의 디바이스가 물리적 충전 연결의 사용 없이 내부 배터리를 충전할 수 있도록 배치되었다. 무선 충전을 이용할 수 있는 디바이스는 모바일 처리 디바이스 및/또는 통신 디바이스를 포함한다. 무선 전력 컨소시엄에 의해 정의되는 Qi 표준과 같은 표준은 제1 공급자에 의해 제조되는 디바이스가 제2 공급자에 의해 제조되는 충전기를 사용하여 무선으로 충전되게 할 수 있다. 무선 충전을 위한 표준은 상대적으로 단순한 구성의 디바이스에 대해 최적화되고 기본 충전 능력을 제공하는 경향이 있다.

[0005] 무선 충전 능력의 개선은 모바일 디바이스의 지속적으로 증가하는 복잡성 및 변화하는 폼 팩터(form factor)를 지원하기 위해 요구된다. 예를 들어, 개선된 무선 전송 전력 제어에 대한 필요성이 존재한다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 본원에 개시되는 특정 양태에 따라 충전 표면을 제공하기 위해 이용될 수 있는 충전 셀의 예를 예시한다.

도 2는 본원에 개시되는 특정 양태에 따라 구성되는 충전 셀의 다수의 층을 이용하는 충전 표면에 의해 제공되는 전력 전달 영역의 배열을 예시한다.

도 3은 본원에 개시되는 특정 양태에 따라 충전기 기지국에 제공될 수 있는 무선 송신기를 예시한다.

도 4는 본 개시의 특정 양태에 따라 구성되는 위상 변조 무선 충전기를 예시한다.

도 5는 본 개시의 특정 양태에 따라 구성되는 펄스 폭 변조 충전기의 예를 예시한다.

도 6은 도 5의 펄스 폭 변조 충전기의 동작을 예시한다.

도 7은 본원에 개시되는 특정 양태에 따라 구성되는 클래스-D 무선 송신기를 이용하는 무선 충전 시스템의 예를 예시한다.

도 8은 도 7의 클래스-D 무선 송신기의 동작을 예시한다.

도 9는 본 개시의 특정 양태에 따른 제로-크로싱, 슬롯 이물질 검출을 예시한다.

도 10은 본 개시의 특정 양태에 따른 공진 회로에서 전류 또는 전압의 각각의 사이클의 하나 이상의 포인트에서 측정을 획득하기 위해 제로-크로싱 검출을 이용하는 무선 충전 시스템을 예시한다.

도 11 및 도 12는 본 개시의 특정 양태에 따라 구성되는 무선 충전 시스템에서 제로-크로싱 검출을 사용하는 것을 지원하는 위상-기반 ASK 복조를 예시한다.

도 13은 본원에 개시되는 특정 양태에 따라 적응될 수 있는 처리 회로를 이용하는 장치의 일 예를 예시한다.

도 14는 본 개시의 특정 양태에 따라 충전 디바이스를 동작시키기 위한 방법을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 첨부된 도면과 함께 아래에 진술되는 상세 설명은 다양한 구성의 설명으로서 의도되고 본원에 설명되는 개념이 실시될 수 있는 구성만을 나타내도록 의도되지 않는다. 상세 설명은 다양한 개념의 완전한 이해를 제공하기 위해 특정 상세를 포함한다. 그러나, 이러한 개념은 이러한 특정 상세 없이 실시될 수 있다는 점이 당업자에게 명백할 것이다. 일부 경우에서, 잘 알려진 구조 및 구성요소는 그러한 개념을 모호화하는 것을 방지하기 위해 블록도 형태로 도시된다.

[0008] 무선 충전 시스템의 수 개의 양태는 이제 다양한 장치 및 방법을 참조하여 제시될 것이다. 이러한 장치 및 방법은 다음의 상세 설명에서 설명되고 다양한 블록, 모듈, 구성요소, 회로, 단계, 프로세스, 알고리즘 등(집합적으로 "요소(element)"로서 지칭됨)에 의해 첨부 도면에 예시될 것이다. 이러한 요소는 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 그 임의의 조합을 사용하여 구현될 수 있다. 그러한 요소가 하드웨어 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 전체 시스템 상에 부과되는 설계 제약 및 특정 적용에 의존한다.

[0009] 예로서, 요소, 또는 요소의 임의의 부분, 또는 요소의 임의의 조합은 하나 이상의 프로세서를 포함하는 "처리 시스템(processing system)"으로 구현될 수 있다. 프로세서의 예는 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러, 디지

털 신호 프로세서(digital signal processor; DSP), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(field programmable gate array; FPGA), 프로그램가능 로직 디바이스(programmable logic device; PLD), 상태 머신, 게이트형 로직, 이산 하드웨어 회로, 및 본 개시 도처에서 설명되는 다양한 기능을 수행하도록 구성되는 다른 적합한 하드웨어를 포함한다. 처리 시스템에서의 하나 이상의 프로세서는 소프트웨어를 실행시킬 수 있다. 소프트웨어는 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 기술 언어로서, 또는 달리 지칭되든, 명령어, 명령어 세트, 코드, 코드 세그먼트, 프로그램 코드, 프로그램, 서브프로그램, 소프트웨어 모듈, 애플리케이션, 소프트웨어 애플리케이션, 소프트웨어 패키지, 루틴, 서브루틴, 객체, 실행파일, 실행 스레드, 절차, 함수 등을 의미하도록 광범위하게 해석되어야 한다. 소프트웨어는 프로세서-판독가능 저장 매체 상에 상주할 수 있다. 컴퓨터-판독가능 매체로서 본원에 또한 지칭될 수 있는 프로세서-판독가능 저장 매체는, 예로서, 자기 저장 디바이스(예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크, 자기 스트립), 광학 디스크(예를 들어, 콤팩트 디스크(CD), 디지털 다기능 디스크(DVD)), 스마트 카드, 플래시 메모리 디바이스(예를 들어, 카드, 스틱, 키 드라이브), 근거리 통신(NFC) 토큰, 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독 전용 메모리(ROM), 프로그램가능 ROM(PROM), 소거가능 PROM(EPROM), 전기적 소거가능 PROM(EEPROM), 레지스터, 제거가능 디스크, 반송파, 전송 라인, 및 소프트웨어를 저장 및 송신하기 위한 임의의 다른 적합한 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터-판독가능 매체는 처리 시스템 내에, 처리 시스템 외부에 상주하거나, 처리 시스템을 포함하는 다수의 엔티티에 걸쳐 분포될 수 있다. 컴퓨터-판독가능 매체는 컴퓨터-프로그램 제품에 구현될 수 있다. 예로서, 컴퓨터-프로그램 제품은 패키징 재료에 컴퓨터-판독가능 매체를 포함할 수 있다. 당업자는 전체 시스템에 부과되는 전체 설계 제약 및 특정 적용에 따라 본 개시 도처에 제시되는 설명된 기능을 최선으로 구현하는 방법을 인식할 것이다.

[0010] **개요**

[0011] 본 개시의 특정 양태는 무선 충전 디바이스 및 기술에 적용가능한 시스템, 장치 및 방법에 관한 것이다. 무선 충전 디바이스에서, 충전 셀은 하나 이상의 디바이스를 무선으로 충전할 수 있는 충전 표면을 제공하기 위해 하나 이상의 유도성 코일로 구성될 수 있다. 충전될 디바이스의 위치는 디바이스의 위치를 충전 표면 상의 공지된 위치에 센터링되는 물리적 특성의 변화에 연관시키는 감지 기술을 통해 검출될 수 있다. 위치 감지는 용량성, 저항성, 유도성, 터치, 압력, 부하, 변형(strain), 및/또는 다른 적절한 타입의 감지를 사용하여 구현될 수 있다.

[0012] 본 개시의 일 양태에서, 장치는 배터리 충전 전원, 매트릭스로 구성되는 복수의 충전 셀, 각각의 스위치가 매트릭스 내의 코일의 행(row)을 배터리 충전 전원의 제1 단자에 결합시키도록 구성되는 제1 복수의 스위치, 및 각각의 스위치가 매트릭스 내의 코일의 열(column)을 배터리 충전 전원의 제2 단자에 결합시키도록 구성되는 제2 복수의 스위치를 갖는다. 복수의 충전 셀 내의 각각의 충전 셀은 전력 전달 영역을 둘러싸는 하나 이상의 코일을 포함할 수 있다. 복수의 충전 셀은 복수의 충전 셀에서 충전 셀의 전력 전달 영역의 중첩(overlap) 없이 무선 충전 디바이스의 충전 표면에 인접하여 배열될 수 있다. 표면 상에 배치되는 디바이스는 충전 셀 중 하나 이상을 통해 무선으로 전송되는 전력을 수신할 수 있다.

[0013] 일부 경우에서, 장치는 또한 충전 표면으로서 지칭될 수 있다. 전력은 장치의 표면 상의 어디에나 위치되는 수신 디바이스에 무선으로 전달될 수 있다. 디바이스는 임의로 정의된 크기 및/또는 형상을 가질 수 있고 충전을 위해 인에이블되는 임의의 이산 배치 위치에 관계없이 배치될 수 있다. 다수의 디바이스는 단일 충전 표면 상에서 동시에 충전될 수 있다. 장치는 충전 표면에 걸쳐 하나 이상의 디바이스의 모션을 추적할 수 있다.

[0014] 본원에 개시되는 특정 양태는 개선된 무선 충전 기술에 관한 것이다. 본 개시의 다양한 양태에서, 충전 디바이스를 동작시키기 위한 방법은 기준 신호를 펄스 폭 변조하여 변조된 구동 신호를 획득하기 위해 제어 신호를 사용하는 단계, 및 기준 신호에 대응하는 변조된 구동 신호의 주파수 성분을 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성되는 공진 회로에 변조된 구동 신호를 제공하는 단계를 포함한다. 변조된 구동 신호는 전력이 공진 회로의 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전달되도록 야기하는 공진 회로에서 충전 전류를 생성한다.

[0015] **충전 셀(Charging Cells)**

[0016] 본원에 개시되는 특정 양태에 따르면, 충전 디바이스는 충전 표면에 인접하여 배치되는 충전 셀을 사용하여 충전 표면을 제공할 수 있다. 일 예에서, 충전 셀은 벌집형 패키징 구성에 따라 충전 표면의 하나 이상의 층에 배치된다. 충전 셀은 코일에 인접한 충전 표면에 실질적으로 직교하는 축을 따라 자기 필드를 각각 유도할 수 있는 하나 이상의 코일을 사용하여 구현될 수 있다. 본 설명에서, 충전 셀은 하나 이상의 코일을 갖는 요소를 지칭할 수 있으며 여기서 각각의 코일은 충전 셀의 다른 코일에 의해 생성되는 필드에 대해 부가적인 전자기 필드를 생성하도록 구성되며, 전자기 필드는 공통 축을 따라 또는 이에 근접하여 지향되는 자기 필드를 생성한다.

[0017] 일부 구현예에서, 충전 셀은 공통 축을 따라 스택되고/되거나 중첩되는 코일을 포함함으로써 그들은 충전 표면에 실질적으로 직교하는 유도된 자기 필드에 기여한다. 일부 구현예에서, 충전 셀은 충전 표면의 정의된 부분 내에 배열되고 충전 셀과 연관되는 충전 표면의 실질적 직교 부분 내의 유도된 자기 필드에 기여하는 코일을 포함한다. 일부 구현예에서, 충전 셀은 활성화 전류를 동적으로 정의되는 충전 셀에 포함되는 코일에 제공함으로써 구성가능하게 될 수 있다. 예를 들어, 충전 표면에 걸쳐 배치되는 다수의 코일 스택을 포함할 수 있는 충전 디바이스에서, 충전 디바이스는 충전될 디바이스의 위치를 검출할 수 있고 충전될 디바이스에 인접한 충전 셀을 제공하기 위해 일부 조합의 코일 스택을 선택할 수 있다. 일부 경우에서, 충전 셀은 단일 코일을 포함하거나, 단일 코일로서 특징화될 수 있다. 그러나, 충전 셀은 다수의 스택된 코일 및/또는 다수의 인접한 코일 또는 코일 스택을 포함할 수 있다는 점이 이해되어야 한다. 코일은 충전 코일, 무선 충전 코일, 송신기 코일, 송신 코일, 전력 송신 코일, 전력 송신기 코일 등등으로서 본원에 지칭될 수 있다.

[0018] 도 1은 충전 디바이스의 충전 표면을 제공하도록 배치되고/되거나 구성될 수 있는 충전 셀(100)의 예를 예시한다. 본원에 설명되는 바와 같이, 충전 표면은 하나 이상의 기판(106) 상에 제공되는 충전 셀(100)의 어레이를 포함할 수 있다. 하나 이상의 집적 회로(IC) 및/또는 이산 전자 부품을 포함하는 회로는 하나 이상의 기판(106) 상에 제공될 수 있다. 회로는 전력을 수신 디바이스에 송신하기 위해 사용되는 코일에 제공되는 전류를 제어하기 위해 사용되는 드라이버 및 스위치를 포함할 수 있다. 회로는 본원에 개시되는 특정 기능을 수행하도록 구성될 수 있는 하나 이상의 프로세서 및/또는 하나 이상의 컨트롤러를 포함하는 처리 회로로서 구성될 수 있다. 일부 경우에서, 처리 회로의 일부 또는 전부는 충전 디바이스 외부에 제공될 수 있다. 일부 경우에서, 전원 또는 배터리는 충전 디바이스에 결합될 수 있다.

[0019] 충전 셀(100)은 충전 디바이스의 외부 표면 영역에 매우 근접하여 제공될 수 있으며, 그 상에 하나 이상의 디바이스가 충전을 위해 배치될 수 있다. 충전 디바이스는 충전 셀(100)의 다수의 인스턴스(multiple instances)를 포함할 수 있다. 일 예에서, 충전 셀(100)은 전력 전달 영역(104)에서 전자기 필드를 생성하기에 충분한 전류를 수신할 수 있는 도체, 와이어 또는 회로 보드 트레이스를 사용하여 구성되는 하나 이상의 코일(102)을 둘러싸는 실질적으로 육각형 형상을 갖는다. 다양한 구현예에서, 일부 코일(102)은 도 1에 예시되는 육각형 충전 셀(100)을 포함하는 실질적으로 다각형인 형상을 가질 수 있다. 다른 구현예는 다른 형상을 갖는 코일(102)을 제공한다. 코일(102)의 형상은 제조 기술의 능력 및 한계에 의해 적어도 부분적으로 결정되고/되거나, 인쇄 회로 보드 기판과 같은 기판(106) 상에 충전 셀의 레이아웃(layout)을 최적화하도록 결정될 수 있다. 각각의 코일(102)은 와이어, 인쇄 회로 보드 트레이스 및/또는 다른 커넥터를 사용하여 나선형 구성으로 구현될 수 있다. 각각의 충전 셀(100)은 상이한 층의 코일(102)이 공통 축(108)을 중심으로 센터링되도록 절연체 또는 기판(106)에 의해 분리되는 2개 이상의 층에 걸쳐 있을 수 있다.

[0020] 도 2는 본원에 개시되는 특정 양태에 따라 구성되는 충전 셀의 다수의 층을 이용하는 충전 디바이스의 충전 표면(200)에 제공되는 전력 전달 영역의 배열을 예시한다. 예시된 충전 표면은 4개의 층의 충전 셀(202, 204, 206, 208)로부터 구성된다. 도 2에서, 충전 셀(202)의 제1 층에서 충전 셀에 의해 제공되는 각각의 전력 전달 영역은 "L1"으로 마킹되고, 충전 셀(204)의 제2 층에서 충전 셀에 의해 제공되는 각각의 전력 전달 영역은 "L2"로 마킹되고, 충전 셀(206)의 제3 층에서 충전 셀에 의해 제공되는 각각의 전력 전달 영역은 "L3"로 마킹되고, 충전 셀(208)의 제4 층에서 충전 셀에 의해 제공되는 각각의 전력 전달 영역은 "L4"로 마킹된다.

[0021] 도 3은 충전기 기지국에 제공될 수 있는 무선 송신기(300)를 예시한다. 컨트롤러(302)는 필터 회로(308)에 의해 필터링되거나 달리 처리되는 피드백 신호를 수신할 수 있다. 컨트롤러는 교류(alternating current; AC) 신호를 커패시터(312) 및 인덕터(314)를 포함하는 공진 회로(306)에 제공하는 드라이버 회로(304)의 동작을 제어할 수 있다. 공진 회로(306)는 또한 탱크 회로, LC 탱크 회로 및/또는 LC 탱크로서 본원에 지칭될 수 있고, 공진 회로(306)의 LC 노드(310)에서 측정되는 전압(316)은 탱크 전압으로서 지칭될 수 있다.

[0022] 무선 송신기(300)는 호환가능한 디바이스가 충전 디바이스의 표면 상에 배치되었는지를 결정하기 위해 충전 디바이스에 의해 사용될 수 있다. 예를 들어, 충전 디바이스는 호환가능한 디바이스가 무선 송신기(300)를 통해 간헐적 테스트 신호(액티브 핑)를 전송함으로써 충전 디바이스의 표면 상에 배치되었음을 결정할 수 있으며, 여기서 공진 회로(306)는 호환가능한 디바이스가 테스트 신호에 응답할 때 인코딩된 신호를 수신할 수 있다. 충전 디바이스는 표준, 관례, 제조업자 또는 애플리케이션에 의해 정의되는 응답 신호를 수신한 후 적어도 하나의 충전 셀에서 하나 이상의 코일을 활성화하도록 구성될 수 있다. 일부 예에서, 호환가능한 디바이스는 충전 디바이스가 호환가능한 디바이스를 충전하기 위해 사용될 최적의 충전 셀을 발견할 수 있도록 수신된 신호 강도를 전달함으로써 핑에 응답할 수 있다.

[0023] 패시브 핑(passive ping) 기술은 본원에 개시되는 특정 양태에 따라 적응되는 디바이스의 충전 패드에 근접한 수신 코일의 존재를 식별하기 위해 LC 노드(510)에서 측정되거나 관찰되는 전압 및/또는 전류를 사용할 수 있다. 많은 종래의 무선 충전기 송신기에서, 회로는 LC 노드(310)에서 전압 또는 네트워크에서 전류를 측정하기 위해 제공된다. 이러한 전압 및 전류는 전력 조절 목적을 위해 및/또는 디바이스 사이의 통신을 지원하기 위해 모니터링될 수 있다. 도 3에 예시된 예에서, LC 노드(310)에서의 전압이 모니터링되지만, 전류는 패시브 핑을 지원하기 위해 추가적으로 또는 대안적으로 모니터링될 수 있다는 점이 고려된다. 패시브 핑(조기 전압 V_0)에 대한 공진 회로(306)의 응답은 다음과 같이 LC 노드(310)에서 전압(V_{LC})에 의해 표현될 수 있다:

[0024]
$$V_{LC} = V_0 e^{-\left(\frac{\omega}{2Q}\right)t}$$

(식 1)

[0025] 본원에 개시되는 특정 양태에 따르면, 하나 이상의 충전 셀의 코일은 호환가능한 디바이스를 충전하기 위한 최적의 전자기 필드를 제공하기 위해 선택적으로 활성화될 수 있다. 일부 경우에서, 코일은 충전 셀에 할당될 수 있고, 일부 충전 셀은 다른 충전 셀과 중첩될 수 있다. 후자의 경우에서, 최적의 충전 구성은 충전 셀 레벨에서 선택될 수 있다. 다른 경우에서, 충전 셀은 충전 디바이스의 표면 상의 충전될 디바이스의 배치에 기초하여 정의될 수 있다. 이러한 다른 경우에서, 각각의 충전 이벤트에 대해 활성화되는 코일의 조합은 가변될 수 있다. 일부 구현예에서, 충전 디바이스는 충전 이벤트 동안 활성화를 위해 하나 이상의 셀 및/또는 하나 이상의 미리 정의된 충전 셀을 선택할 수 있는 드라이버 회로를 포함할 수 있다.

[0026] **위상 변조 충전(Phase Modulated Charging)**

[0027] 본 개시의 일 양태는 위상 변조 무선 충전기(400)의 사용에 관한 것이며, 그 예는 도 4에 예시된다. 드라이버 회로(402)는 커패시터(C_p) 및 인덕터(L_p)를 포함하는 공진 회로(404)에 충전 전류(410)를 제공한다. 충전 전류(410)는 실질적으로 인덕터의 전류(즉, L_p 전류)와 동일할 수 있지만, 충전 전류(410)의 일부 부분은 기생 용량 등등으로 인해 손실될 수 있다. 충전 전류(410)는 전력 전달의 효율을 개선하기 위해 공진 회로(404)의 공진 주파수에 근접하게 매칭될 수 있는 주파수에서 교번한다. 본 개시의 특정 양태에 따라, 공진 회로(404)를 통해 수신 디바이스에 전달되는 전력의 레벨은 충전 전류(410)의 위상 변조를 통해 제어될 수 있다.

[0028] 타이밍 다이어그램(420)은 특정 구현예에서 충전 전류(410)에 적용되는 바와 같은 위상 변조의 특정 양태를 예시한다. 위상 변조는 드라이버 회로(402)에 의한 전력 전달의 레벨에 대한 미세 제어를 가능하게 한다. 타이밍 다이어그램(420)은, 충전 전류(410)의 가변 진폭에 의해 표시되는 바와 같이, 전력이 상이한 레벨에서 전달되는 3개의 충전 기간(422, 424 및 426)를 도시한다.

[0029] 위상 제어는 컨트롤러 또는 다른 프로세서에 의해 제공되는 위상 제어 신호(418)에 응답하는 제로-크로싱 검출기(406) 및 위상 변조기(408)를 사용하여 획득된다. 제로-크로싱 검출기(406)는 위상 변조기(408)에 의해 사용되는 타이밍 정보를 제공하기 위해 사용된다. 일 예에서, 제로-크로싱 검출기(406)는 공진 회로(404)에 흐르는 전류를 나타내는 측정 신호(412)의 극성과 측정 신호(412)의 지연된 버전의 극성을 비교할 수 있으며, 그것에 의해 극성의 차이는 제로-크로싱이 측정 신호(412)에서 발생할 때 검출된다. 제로-크로싱 검출기(406)는 측정 신호(412)의 제로-크로싱을 식별하는 타이밍 정보를 포함하는 제로-크로싱 신호(414)(ZC)를 제공한다. 일 예에서, 제로-크로싱 신호(414)는 측정 신호(412)의 각각의 제로-크로싱에 대한 에지를 포함한다. 에지의 천이의 방향은 포지티브-진행(positive-going) 또는 네거티브-진행(negative-going) 제로-크로싱을 나타낼 수 있다. 다른 예에서, 제로-크로싱 신호(414)는 측정 신호(412)의 각각의 제로-크로싱에 대한 펄스를 포함한다.

[0030] 위상 변조기(408)는 위상 변조 신호(416)를 생성하기 위해 제로-크로싱 신호(414)를 사용한다. 위상 변조 신호(416)는 충전 전류(410)에 기여하는 변조된 전류의 위상을 변경할 수 있다. 공진 회로에서 전류의 위상에 대해 변조된 전류의 위상은 충전 전류(410)에서 증가 또는 감소를 야기할 수 있다. 제1 충전 기간(422)에서, 위상 변조 신호(416)는 제로-크로싱 신호(414)에 근접하게 동기화되고, 변조된 전류의 효과는 충전 전류(410)의 각각의 사이클에 걸쳐 부가적이다. 이러한 예에서, 드라이버 회로(402)는 공진 회로(404)를 통해 최대 전력 전달을 제공한다. 제2 충전 기간(424)에서, 위상 변조 신호(416)는 제로-크로싱 신호(414)에 대해 90° 의 위상 쉬프트를 갖고, 변조된 전류의 효과는 교번하는 1/4 사이클 상에서 가산 및 감산된다. 이러한 예에서, 드라이버 회로(402)는 공진 회로(404)를 통해 최대 이용가능한 전력의 50%를 제공한다. 제3 충전 기간(426)에서, 위상 변조 신호(416)는 제로-크로싱 신호(414)에 대해 최종-도시된 사이클(428)에서 90° 에서 180° 로 증가하는 위상 쉬프트를 갖는다. 변조된 전류의 효과는 충전 전류(410)의 각각의 사이클의 증가하는 부분에 대해 네거티브이고 드

라이버 회로(402)는 공진 회로(404)를 통해 최대 이용가능한 전력의 50%에서 전력 전달이 없거나 최소 전력 전달까지 감소하는 전력을 제공한다.

[0031] 특정 구현예에서, 제로-크로싱 신호(414)는 위상 제어 신호(418)에 의해 표시될 때 들어오는 제로-크로스 신호에 위상-리드(phase-lead) 또는 위상-지연(phase-lag)을 추가하기 위해 위상 변조기(408)에 의해 요구되는 타이밍을 제공하는 디지털 신호로서 제공된다. 일 예에서, 드라이버 회로(402)는 하프-브리지(half-bridge) 회로를 포함한다. 일 예에서, 위상 제어 신호(418)는 공진 회로(404)에 흐르는 전력의 양(즉, Lp 및 Cp)에 직접적으로 영향을 미치기 위해 제로-크로싱 신호(414)에 추가될 위상 쉬프트의 양을 나타내는 멀티-비트(multi-bit) 디지털 신호이다.

[0032] **공진 펄스-폭 변조(Resonant Pulse-Width Modulation)**

[0033] 도 5는 PWM 충전기(500)의 예를 예시하고 도 6의 타이밍 다이어그램(600, 620)은 PWM 충전기(500)의 동작의 특정 양태를 예시한다. 본 개시의 일 양태는 공진 회로(504)에 제공되는 충전 전류(510)를 변조하기 위한 펄스-폭 변조(pulse-width modulation; PWM) 충전 시스템의 사용에 관한 것이다. 드라이버 회로(502)는 커패시터(C_p) 및 인덕터(L_p)를 포함하는 공진 회로(504)에 충전 전류(510)를 제공한다. 충전 전류(510)는 인덕터의 전류(즉, L_p 전류)와 실질적으로 동일할 수 있지만, 충전 전류(510)의 일부 부분은 기생 용량 등등으로 인해 손실될 수 있다. 충전 전류(510)는 전력 전달의 효율을 개선하기 위해 공진 회로(504)의 공진 주파수에 근접하게 매칭될 수 있는 주파수에서 교번한다. 본 개시의 특정 양태에 따라, 공진 회로(504)를 통해 수신 디바이스에 전달되는 전력의 레벨은 충전 전류(510)를 변경하기 위해 PWM 변조를 사용하여 제어될 수 있다.

[0034] 타이밍 다이어그램(600, 620)은 특정 구현예에서 충전 전류(510)에 적용되는 바와 같은 PWM의 특정 양태를 예시한다. PWM은 드라이버 회로(502)에 의한 전력 전달의 레벨에 대한 미세 제어를 가능하게 하지만, 타이밍 다이어그램(600, 620)은, 충전 전류(510)의 가변 진폭에 의해 표시되는 바와 같이, 전력이 상이한 레벨에서 전달되는 제한된 수의 충전 기간(602, 604, 606, 622, 624 및 626)를 도시한다.

[0035] 충전 전류(510)에 제공되는 전력은 컨트롤러 또는 다른 프로세서에 의해 제공되는 제어 신호(518)에 응답하는 제로-크로싱 검출기(506) 및 PWM 회로(508)를 사용하여 제어될 수 있다. 제로-크로싱 검출기(506)는 PWM 회로(508)에 의해 사용되는 타이밍 정보를 제공하기 위해 사용된다. 일 예에서, 제로-크로싱 검출기(406)는 공진 회로(504)에 흐르는 전류를 나타내는 측정 신호(512)의 극성과 측정 신호(512)의 지연된 버전의 극성을 비교할 수 있으며, 그것에 의해 극성의 차이는 제로-크로싱이 측정 신호(512)에서 발생할 때 검출된다. 제로-크로싱 검출기(506)는 측정 신호(512)의 제로-크로싱을 식별하는 타이밍 정보를 포함하는 제로-크로싱 신호(514)(ZC)를 제공한다. 일 예에서, 제로-크로싱 신호(514)는 측정 신호(512)의 각각의 제로-크로싱에 대한 에지를 포함한다. 에지의 천이의 방향은 포지티브-진행(positive-going) 또는 네거티브-진행(negative-going) 제로-크로싱을 나타낼 수 있다. 다른 예에서, 제로-크로싱 신호(514)는 측정 신호(512)의 각각의 제로-크로싱에 대한 펄스를 포함한다.

[0036] PWM 회로(508)는 PWM 신호(516)를 생성하기 위해 제로-크로싱 신호(514)를 사용한다. PWM 신호(516)는 충전 전류(510)에 대한 에너지의 기여를 제어할 수 있다. 일 예에서, PWM 신호(516)의 펄스는 충전 전류(510)를 제공하기 위해 사용되는 교번 출력(alternating output)을 생성하는 전력 인버터 회로에 제공되는 전류를 게이팅하기 위해 사용된다.

[0037] 제1 충전 기간(602, 622)에서, PWM 신호(516)는 충전 전류(510)의 하프-사이클(half-cycle)의 지속기간과 일치하는 펄스를 포함하고, 최대(100%) 전력으로 충전 전류(510)를 제공한다. 이러한 예에서, 드라이버 회로(502)는 공진 회로(504)를 통해 최대 전력 전달을 제공한다. 제2 충전 기간(604, 624)에서, PWM 신호(516)는 충전 전류(510)의 하프-사이클의 지속기간의 대략 절반의 지속기간을 갖는 펄스를 포함하고, 결과적인 충전 전류(510)는 공진 회로(504)에 제공될 때 최대 이용가능한 전력의 50%를 제공한다. 제3 충전 기간(606, 626)에서, PWM 신호(516)는, 초기에 충전 전류(510)의 하프-사이클의 지속기간의 대략 절반인 지속기간을 갖고, 거의 펄스의 부재까지 감소하는, 감소하는 펄스를 포함한다. 드라이버 회로(502)는 공진 회로(504)를 통해 최대 이용가능한 전력의 50%에서 전력 전달이 없거나 최소 전력 전달까지 감소하는 전력을 제공한다.

[0038] PWM 신호(516)에서의 펄스의 타이밍은 드라이버 회로(502)에서 사용되는 충전 전류(510)를 생성하는 방법에 기초하여 선택될 수 있다. 도 6의 제1 타이밍 다이어그램(600)에 의해 예시되는 예에서, 각각의 펄스는 제로 크로싱에서 개시되고 폭 제어 신호(518)에 의해 결정될 수 있는 지속기간을 갖는다. 폭 제어 신호(518)는 프로그램가능한 지연 회로를 구성하거나 폭 제어 신호(518)에서 펄스의 지속기간을 결정하는 지연을 제공하기 위해 지연

라인의 출력을 선택하는 멀티-비트 디지털 신호로서 제공될 수 있다.

[0039] 도 6의 제2 타이밍 다이어그램(620)에 의해 예시되는 예에서, PWM 신호(516)의 각각의 펄스는 제로-크로싱 신호(514)에서 대응하는 펄스의 중간-지점 상에 센터링된다. 다시 말해서, 각각의 펄스의 센터는 측정 신호(512)의 제로 크로싱 사이의 중간에 있다. 이러한 펄스의 지속기간은 폭 제어 신호(518)에 의해 결정될 수 있다. 폭 제어 신호(518)는 프로그램가능한 지연 회로를 구성하거나 폭 제어 신호(518)에서 펄스의 지속기간을 결정하는 지연을 제공하기 위해 지연 라인의 출력을 선택하는 멀티-비트 디지털 신호로서 제공될 수 있다. 펄스의 위치는 카운터, 지연 라인, 룩업 테이블 및/또는 다른 회로를 사용하여 구성될 수 있다. 측정 신호(512)의 제로 크로싱 사이에 PWM 신호(516)의 펄스를 센터링하는 것은 충전 전류(510)에서 AC 신호의 왜곡을 낮출 수 있다.

[0040] 일부 구현예에서, 공진 펄스 폭 변조는 PWM 구동 사이클을 개시하기 위해 시간적 기준(temporal reference)으로서 검출된 제로-크로싱을 사용할 수 있다. 일 예에서, 타이머는 펄스의 폭을 제어하기 위해 시작될 수 있다. 다른 예에서, 지연 회로는 펄스의 폭을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 공진 회로(504)에 흐르는 충전 전류(510)는 펄스의 폭에 의해 제어된다.

[0041] 일부 구현예에서, PWM은 제로-크로싱 동기화 없이 공진 회로(504)에 흐르는 충전 전류(510)를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 따라서, 전류 관리 회로 및 제로-크로싱 검출기(506)는, 예를 들어, L_p 및 C_p의 값을 포함하는 다른 정보가 공지된다면, 반드시 필요하지 않을 수 있다.

[0042] **공진 클래스-D 무선 송신기(Resonant Class-D Wireless Transmitter)**

[0043] 도 7은 본원에 개시되는 특정 양태에 따라 제공되는 클래스-D 무선 송신기(702)를 이용하는 무선 충전 시스템(700)의 예를 예시한다. 도 8의 타이밍 다이어그램(800)은 클래스-D 무선 송신기(702)의 동작의 특정 양태를 예시한다. 클래스-D 무선 송신기(702)는 스위칭 증폭기로서 동작하는 클래스-D 증폭기를 포함한다. 클래스-D 무선 송신기(702)는 제1 주파수에서 전압 레일 사이를 스위칭하는 제1 신호를 생성한다. 제1 신호는 제2 저주파(lower-frequency) 신호에 의해 변조된다. 예시된 예에서, 제1 신호는 PWM 신호(718)를 획득하기 위해 펄스-폭 변조된다.

[0044] PWM 신호(718)는 커패시터(C_p) 및 인덕터(L_p)를 포함하는 LC 탱크 회로를 포함하는 공진 회로(706)를 구동시키기 위해 충전 전류를 생성하는 드라이버 회로(704)에 제공된다. 충전 전류는 인덕터의 전류(즉, L_p 전류(802))와 실질적으로 동일할 수 있다. 공진 회로(706)는 사인파일 수 있는 변조 신호의 증폭된 버전을 획득하기 위해 고주파 PWM 신호(718)를 변환하는 저역 통과 필터로서 동작한다. PWM 컨트롤러(710)는 무선 수신기(730)에 송신되는 전력을 제어하기 위해 누적 스케일링(cumulative scaling)을 사용하여 L_p 전류(802)의 피크 진폭을 제어하도록 동작될 수 있다. 예를 들어, PWM 신호(718)의 더 넓은 펄스는 L_p 전류(802) 진폭의 피크에 대응할 수 있다.

[0045] 드라이버 회로(704)에 의해 제공되는 전력은 제로-크로싱 검출기(708) 및 PWM 컨트롤러(710)를 사용하여 제어될 수 있으며, 이는 컨트롤러 또는 다른 프로세서에 의해 제공되는 제어 신호(720)에 응답할 수 있다. PWM 컨트롤러(710)는 PWM 변조될 수 있는 캐리어 신호(carrier signal)를 제공하는 기준 소스(712)로부터 정현파 신호를 수신한다. 제로-크로싱 검출기(708)는 PWM 컨트롤러(710)에 의해 사용되는 타이밍 정보를 제공하기 위해 사용된다. 일 예에서, 제로-크로싱 검출기(708)는 공진 회로(706)에 흐르는 전류를 나타내는 측정 신호(714)의 극성과 측정 신호(714)의 지연된 버전의 극성을 비교할 수 있으며, 그것에 의해 극성의 차이는 제로-크로싱이 측정 신호(714)에서 발생할 때 검출된다. 제로-크로싱 검출기(708)는 측정 신호(714)의 제로-크로싱을 식별하는 타이밍 정보를 포함하는 제로-크로싱 신호(716)(ZCS)를 제공한다. 일 예에서, 제로-크로싱 신호(716)는 측정 신호(714)의 각각의 제로-크로싱에 대한 에지를 포함한다. 에지의 천이의 방향은 포지티브-진행 또는 네거티브-진행의 제로-크로싱을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 제로-크로싱 신호(716)는 측정 신호(714)의 각각의 제로-크로싱에 대한 펄스를 포함한다. PWM 컨트롤러(710)는 PWM 신호(718)를 생성하기 위해 제로-크로싱 신호(716)를 사용할 수 있으며, 여기서 PWM 신호(718)는 L_p 전류(802)와 위상 정렬된다.

[0046] **제로-크로싱 슬롯 이물질 검출(Zero-Crossing Slotted Foreign Object Detection)**

[0047] 슬롯 이물질 검출은 무선 충전 디바이스의 표면 상의 이물질(foreign object; FO)을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 무선 충전 디바이스의 드라이버 회로는 슬롯(slot)으로서 지칭될 수 있는 짧은 기간 동안 주기적으로 턴오프되며, 이 동안 드라이버 회로에 의해 구동되는 공진 회로의 에너지는 감쇠하도록 허용된다. 공진 회로의 Q 인자(factor)는 감쇠율을 측정함으로써 결정될 수 있다. 높은 샘플 속도는 전형적으로 Q 인자의 측정 정확도를

망칠 수 있는 엘리어싱(aliasing) 또는 아티팩트(artifact) 없이 탱크 회로에서 AC 파형을 정확하게 측정하기 위해 요구된다. 샘플 속도는 공진 회로에서 전류의 주파수의 10배 내지 20배만큼 일 수 있고, 일반적으로 빠르고 비싼 아날로그-디지털 변환기(analog-to-digital converter; ADC)의 사용을 필요로 한다.

[0048] 본 개시의 특정 양태에서, 제로-크로싱 검출기는, 이물질 검출을 위해 제공되는 슬롯 동안, 공진 회로에서 AC 파형의 각각의 사이클의 동일한 포인트에서 전압의 정확한 측정을 신뢰가능하게 획득하기 위해 저비용 ADC를 허용하는 타이밍 정보를 제공하기 위해 사용된다. 제로 크로싱 슬롯 이물질 검출은 공진 회로에서 전압 및/또는 전류의 제로 크로싱을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 제로 크로싱의 검출은 ADC에서 샘플 및 홀드 회로(hold circuit)를 트리거하는 홀드-오프(hold-off) 타이머를 시작한다. 일 예에서, 홀드-오프 타이머는 공진 회로에서 AC 파형의 1/4 사이클 후에 샘플 및 홀드 회로를 트리거한다. 이러한 예에서, ADC는 AC 파동의 피크에서 취해지는 샘플을 판독한다. AC 파형의 기본 주파수 미만인 샘플 주파수가 사용될 수 있다.

[0049] 도 9는 제로-크로싱, 슬롯 이물질 검출의 특정 양태를 예시하는 타이밍 다이어그램(900, 920)을 포함한다. 측정 슬롯(906, 926)은 정상 충전 동작의 기간(904, 908 또는 924, 928) 사이에 제공된다. 제1 타이밍 다이어그램(900)은 이물질이 존재하지 않을 때 공진 회로에서 에너지, 전압 또는 전류를 나타내는 신호(902)의 예에 관한 것이고, 신호(902)의 느린 감쇠(912)는 높은 Q 인자를 갖는 공진 회로에 대응한다. 제2 타이밍 다이어그램(920)은 이물질(1030)(도 10 참조)이 존재할 때 공진 회로에서 에너지, 전압 또는 전류를 나타내는 신호(922)의 예에 관한 것이고, 감쇠(932)는 낮은 Q 인자를 갖는 공진 회로에 대응한다. 본 개시의 특정 양태에 따른 제로-크로싱, 슬롯 이물질 검출 기술은 제로-크로싱 신호(910, 930)에 의해 식별되는 검출된 제로 크로싱에 기초하여 식별되는 샘플 포인트(914, 934)를 사용한다.

[0050] 도 10은 공진 회로(1004)에서 전류 또는 전압의 각각의 사이클의 하나 이상의 포인트에서 측정(1028)을 획득하기 위해 제로-크로싱 검출을 이용하는 무선 충전 시스템(1000)의 예를 예시한다. 일 예에서, 측정은 본원에 개시되는 특정 양태에 따른 슬롯 이물질 검출을 위해 사용될 수 있다. 무선 충전 시스템(1000)은 커패시터(C_p) 및 인덕터(L_p)를 포함하는 LC 탱크 회로를 포함하는 공진 회로(1004)를 구동시키기 위해 충전 전류를 생성하는 드라이버 회로(1002)를 포함한다. 충전 전류는 인덕터의 전류와 실질적으로 동일할 수 있다. 일부 구현예에서, 공진 회로(1004)에 걸친 전압을 나타내는 전압 측정 신호(1006)는 제1 제로-크로싱 검출기(1012)에 제공된다. 제1 제로-크로싱 검출기(1012)는 공진 회로(1004)에 걸친 전압의 제로-크로싱의 타이밍을 나타내는 출력으로서 제로-전압 신호(ZVS 1016)를 생성한다. 일부 구현예에서, 공진 회로(1004)에서 전류를 나타내는 전류 측정 신호(1008)는 제2 제로-크로싱 검출기(1014)에 제공된다. 제2 제로-크로싱 검출기(1014)는 공진 회로(1004)에서 전류의 제로-크로싱의 타이밍을 나타내는 출력으로서 제로-전류 신호(ZCS 1018)를 생성한다.

[0051] 캡처 타이밍 회로(1020)는 제로 크로싱을 추적하고 샘플 및 홀드 회로(1024)를 결정 및 관리하기 위해 사용될 수 있다. 일 예에서, 캡처 타이밍 회로(1020)는 공진 회로(1004)의 하프-사이클에 대응하는 기간 후 발생하는 전압 또는 전류의 피크 진폭을 공진 회로(1004)에 걸쳐 위치시킬 수 있는 홀드-오프 타이머(1022)를 포함하거나 사용할 수 있다. 다른 예에서, 캡처 타이밍 회로(1020)는 공진 회로(1004)에 걸쳐 전압 또는 전류의 하나 이상의 포인트를 위치시킬 수 있는 홀드-오프 타이머(1022)를 포함하거나 사용할 수 있다. 샘플 및 홀드 회로(1024)는 측정(1028)을 획득하기 위해 ADC(1026)에 의해 디지털화된 출력을 제공한다. 측정(1028)은 공진 회로(1004)에서 에너지의 감쇠율을 추적하기 위해 사용될 수 있다.

[0052] **제로-크로싱 진폭 쉬프트 키 복조(Zero-Crossing Amplitude Shift Key Demodulation)**

[0053] 도 10에 예시되는 제로-크로싱 검출 기술을 사용하여 획득되는 측정은 진폭 쉬프트 키잉(Amplitude Shift Keying; ASK) 복조를 위해 사용될 수 있다. ASK 변조는 보통 전력 송신기를 전력 수신기에 무선으로 상호연결하기 위해 사용되는 Qi 프로토콜에 의해 정의되는 메시지를 반송하기 위해 사용된다. Qi 프로토콜은 전력 수신기가 전력 송신기를 무선으로 제어하는 것을 허용한다. 공진 회로(1004)에서 전류 또는 전압의 각각의 사이클의 하나 이상의 포인트에서 획득되는 측정(1028)은 ASK 복조를 위해 사용될 수 있다. 하나 이상의 제로-크로싱 검출기(1012, 1014)는 공진 회로(1004)와 연관되는 전압 또는 전류를 샘플링하기 위한 기준 타이밍을 제공한다. 샘플링된 데이터는 수신 디바이스에 의해 캐리어 전력 신호(carrier power signal) 상에서 변조되는 ASK 데이터를 추출하기 위해 사용될 수 있다.

[0054] 데이터는 제로 크로스 검출이 샘플링을 위한 타이밍을 제공하기 위해 사용될 때 샘플링 주파수보다 훨씬 더 높은 주파수를 갖는 신호로부터 추출될 수 있다. 일부 경우에서, 샘플링은 공진 회로(1004)와 연관되는 전류 또는 전압의 기본 주파수에서, 또는 공진 회로(1004)와 연관되는 전류 또는 전압의 두 배 주파수에서 수행될 수

있다. 종래의 샘플링 회로는 엘리어싱 및 다른 왜곡 아티팩트를 회피하기 위해 공진 회로(1004)와 연관되는 전류 또는 전압의 기본 주파수의 10배 이상에서 동작한다.

[0055] 일 예에서, ASK 복조는 샘플 및 홀드 회로(1024)의 트리거의 시간을 정하기 위해 제1 제로-크로싱 검출기(1012)에 의해 출력되는 ZVS(1016)에 의해 제공되는 타이밍을 사용하여 캡처되는 전압의 측정을 사용하여 수행된다. 다른 예에서, ASK 복조는 샘플 및 홀드 회로(1024)의 트리거의 시간을 정하기 위해 제2 제로-크로싱 검출기(1014)에 의해 출력되는 ZCS(1018)에 의해 제공되는 타이밍을 사용하여 캡처되는 전류의 측정을 사용하여 수행된다. ASK 복조는 전압 또는 전류의 사이클의 피크에서 취해지는 단일 샘플을 사용하여 수행될 수 있다. 제로-크로싱 ASK 복조는, 간섭 캐리어의 위상 및/또는 주파수가 타겟 캐리어와 다르다면, 동일한 도메인에 있을 수 있는 임의의 통신 채널을 거부할 수 있다.

[0056] 도 11 및 도 12는 위상-기반 ASK 복조를 지원하기 위해 제로-크로싱 검출을 이용하는 무선 충전 시스템(1200)의 특정 양태를 예시한다. 도 11의 타이밍 다이어그램(1100)을 참조하면, 제로-크로싱 위상 복조는 공진 회로(1204)에서 전압(1108) 및 전류(1106)의 제로-볼트 크로싱 사이의 위상차를 검출하는 것을 포함한다. 전압(1108)과 전류(1106) 사이의 위상 쉬프트는 전력 수신 디바이스(1206)가 부하(load) 또는 공진 쉬프트(resonance shift)를 통해 데이터를 인코딩하기 위해 ASK 변조를 사용할 때 상이한 변조 레벨(1102)에 대응할 수 있다. 디지털 위상 검출기(1212)는 대응하는 제로-크로싱 검출기 회로(1208, 1210)에 의해 각각 제공되는 전류 제로-크로싱 신호(ZCS 1220)와 전압 제로-크로싱 신호(ZVS 1222) 사이의 위상차를 결정할 수 있다. 위상차는 공진 회로(1204)에서 전류 또는 전압의 각각의 사이클의 하나 이상의 포인트에서 측정될 수 있다. 무선 충전 시스템(1200)은 공진 회로(1204)를 구동하기 위해 충전 전류(1104)를 생성하는 드라이버 회로(1202)를 포함하며, 이는 커패시터(C_p) 및 인덕터(L_p)를 포함한다. 충전 전류(1104)는 인덕터의 전류와 실질적으로 동일할 수 있다.

일부 구현예에서, 공진 회로(1204)에 걸친 전압을 나타내는 전압 측정 신호(1218)는 제1 제로-크로싱 검출기(1210)에 제공된다. 제1 제로-크로싱 검출기(1210)는 공진 회로(1204)에 걸친 전압의 제로-크로싱의 타이밍을 나타내는 출력에서 전류 제로-크로싱 신호(1220)를 생성한다. 공진 회로(1204)에서 전류를 나타내는 전류 측정 신호(1216)는 제2 제로-크로싱 검출기(1208)에 제공된다. 제2 제로-크로싱 검출기(1208)는 공진 회로(1204)에서 전류의 제로-크로싱의 타이밍을 나타내는 출력에서 전류 제로-크로싱 신호(1220)를 생성한다.

[0057] 위상 검출기 회로(1212)는 ZCS(1220)와 ZVS(1222) 사이의 위상차를 나타내는 신호를 ASK 복조기(1214)에 제공한다.

[0058] **처리 회로의 예(Example of a Processing Circuit)**

[0059] 도 13은 배터리가 무선 충전될 수 있게 하는 충전 디바이스 또는 수신 디바이스에 통합될 수 있는 장치(1300)에 대한 하드웨어 구현의 예를 예시하는 다이어그램이다. 일부 예에서, 장치(1300)는 본원에 개시되는 하나 이상의 기능을 수행할 수 있다. 본 개시의 다양한 양태에 따르면, 본원에 개시되는 바와 같은 요소, 또는 요소의 임의의 부분, 또는 요소의 임의의 조합은 처리 회로(1302)를 사용하여 구현될 수 있다. 처리 회로(1302)는 하드웨어 및 소프트웨어 모듈의 일부 조합에 의해 제어되는 하나 이상의 프로세서(1304)를 포함할 수 있다. 프로세서(1304)의 예는 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러, 디지털 신호 프로세서(DSP), SoC, ASIC, 필드 프로그램가능 게이트 어레이(FPGA), 프로그램가능 로직 디바이스(PLD), 상태 머신, 시퀀서, 게이트형 로직, 이산 하드웨어 회로, 및 본 개시 도처에 설명되는 다양한 기능을 수행하도록 구성되는 다른 적합한 하드웨어를 포함한다. 하나 이상의 프로세서(1304)는 특정 기능을 수행하고, 소프트웨어 모듈(1316) 중 하나에 의해 구성, 증강 또는 제어될 수 있는 전문 프로세서를 포함할 수 있다. 하나 이상의 프로세서(1304)는 초기화 동안 로딩되는 소프트웨어 모듈(1316)의 조합을 통해 구성되고, 동작 동안 하나 이상의 소프트웨어 모듈(1316)을 로딩 또는 언로딩함으로써 더 구성될 수 있다.

[0060] 예시된 예에서, 처리 회로(1302)는 일반적으로 버스(1310)에 의해 표현되는 버스 아키텍처로 구현될 수 있다. 버스(1310)는 처리 회로(1302)의 특정 적용 및 전체 설계 제약에 따라 임의의 수의 상호연결 버스 및 브리지를 포함할 수 있다. 버스(1310)는 하나 이상의 프로세서(1304), 및 스토리지(저장 장치)(1306)를 포함하는 다양한 회로를 함께 링크시킨다. 스토리지(1306)는 메모리 디바이스 및 대용량 스토리지 디바이스를 포함할 수 있고, 본원에 컴퓨터-판독가능 매체 및/또는 프로세서-판독가능 매체로서 지칭될 수 있다. 스토리지(1306)는 일시적 스토리지 매체 및/또는 비-일시적 스토리지 매체를 포함할 수 있다.

[0061] 버스(1310)는 또한 타이밍 소스, 타이머, 주변장치, 전압 조절기, 및 전력 관리 회로와 같은 다양한 다른 회로를 링크시킬 수 있다. 버스 인터페이스(1308)는 버스(1310)와 하나 이상의 송수신기(1312) 사이의 인터페이스를 제공할 수 있다. 일 예에서, 송수신기(1312)는 장치(1300)가 표준-정의된 프로토콜에 따라 충전 또는 수신 디바

이스와 통신할 수 있게 하도록 제공될 수 있다. 장치(1300)의 특성(nature)에 따라, 사용자 인터페이스(1318)(예를 들어, 키패드, 디스플레이, 스피커, 마이크로폰, 조이스틱)가 또한 제공될 수 있고, 버스(1310)에 직접적으로 또는 버스 인터페이스(1308)를 통해 통신적으로 결합될 수 있다.

[0062] 프로세서(1304)는 버스(1310)를 관리하는 것에 대해 그리고 스토리지(1306)를 포함할 수 있는 컴퓨터-판독가능 매체에 저장되는 소프트웨어의 실행을 포함할 수 있는 일반적인 처리에 대해 책임이 있을 수 있다. 이러한 점에서, 프로세서(1304)를 포함하는 처리 회로(1302)는 본원에 개시되는 방법, 기능 및 기술 중 임의의 것을 구현하기 위해 사용될 수 있다. 스토리지(1306)는 소프트웨어를 실행할 때 프로세서(1304)에 의해 조작되는 데이터를 저장하기 위해 사용될 수 있고, 소프트웨어는 본원에 개시되는 방법 중 임의의 방법을 구현하도록 구성될 수 있다.

[0063] 처리 회로(1302) 내의 하나 이상의 프로세서(1304)는 소프트웨어를 실행할 수 있다. 소프트웨어는 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 기술 언어, 또는 다른 것으로서 지칭되든, 명령어, 명령어 세트, 코드, 코드 세그먼트, 프로그램 코드, 프로그램, 서브프로그램, 소프트웨어 모듈, 애플리케이션, 소프트웨어 애플리케이션, 소프트웨어 패키지, 루틴, 서브루틴, 객체, 실행파일, 실행 스레드, 절차, 기능, 알고리즘 등을 의미하도록 광범위하게 해석되어야 한다. 소프트웨어는 스토리지(1306) 또는 외부 컴퓨터-판독가능 매체에 컴퓨터-판독가능 형태로 상주할 수 있다. 외부 컴퓨터-판독가능 매체 및/또는 스토리지(1306)는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체를 포함할 수 있다. 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체는, 예로서, 자기 저장 디바이스(예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크, 자기 스트립), 광학 디스크(예를 들어, 콤팩트 디스크(CD) 또는 디지털 다기능 디스크(DVD)), 스마트 카드, 플래시 메모리 디바이스(예를 들어, "플래시 드라이브", 카드, 스틱, 또는 키 드라이브), RAM, ROM, 프로그램가능 판독-전용 메모리(PROM), EEPROM을 포함하는 소거가능 PROM(EPROM), 레지스터, 제거가능 디스크, 및 컴퓨터에 의해 액세스 및 판독될 수 있는 소프트웨어 및/또는 명령어를 저장하기 위한 임의의 다른 적합한 매체를 포함한다. 컴퓨터-판독가능 매체 및/또는 스토리지(1306)는 또한, 예로서, 반송파, 전송 라인, 및 컴퓨터에 의해 액세스 및 판독될 수 있는 소프트웨어 및/또는 명령어를 송신하기 위한 임의의 다른 적합한 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터-판독가능 매체 및/또는 스토리지(1306)는 처리 회로(1302)에, 프로세서(1304)에, 처리 회로(1302) 외부에 상주하거나, 처리 회로(1302)를 포함하는 다수의 엔티티에 걸쳐 분포될 수 있다. 컴퓨터-판독가능 매체 및/또는 스토리지(1306)는 컴퓨터 프로그램 제품에 구현될 수 있다. 예로서, 컴퓨터 프로그램 제품은 패키징 재료에 컴퓨터-판독가능 매체를 포함할 수 있다. 당업자는 전체 시스템에 부과되는 전체 설계 제약 및 특정 적용에 따라 본 개시 도처에 제시되는 설명된 기능을 최선으로 구현하는 방법을 인식할 것이다.

[0064] 스토리지(1306)는 소프트웨어 모듈(1316)로서 본원에 지칭될 수 있는, 로딩가능한 코드 세그먼트, 모듈, 애플리케이션, 프로그램 등으로 유지되고/되거나 조직되는 소프트웨어를 유지할 수 있다. 소프트웨어 모듈(1316) 각각은, 처리 회로(1302) 상에 설치 또는 로딩되고 하나 이상의 프로세서(1304)에 의해 실행될 때, 하나 이상의 프로세서(1304)의 동작을 제어하는 런-타임(run-time) 이미지(1313)에 기여하는 명령어 및 데이터를 포함할 수 있다. 실행될 때, 특정 명령어는 처리 회로(1302)가 본원에 설명되는 특정 방법, 알고리즘 및 프로세스에 따라 기능을 수행하게 할 수 있다.

[0065] 소프트웨어 모듈(1316) 중 일부는 처리 회로(1302)의 초기화 동안 로딩될 수 있고, 이러한 소프트웨어 모듈(1316)은 본원에 개시되는 다양한 기능의 성능을 가능하게 하기 위해 처리 회로(1302)를 구성할 수 있다. 예를 들어, 일부 소프트웨어 모듈(1316)은 프로세서(1304)의 논리 회로(2713) 및/또는 내부 디바이스를 구성할 수 있고, 송수신기(1312), 버스 인터페이스(1308), 사용자 인터페이스(1318), 타이머, 수학적 코프로세서(coprocessor) 등과 같은 외부 디바이스에 대한 액세스를 관리할 수 있다. 소프트웨어 모듈(1316)은 인터럽트 핸들러 및 디바이스 드라이버와 상호작용하고, 처리 회로(1302)에 의해 제공되는 다양한 자원에 대한 액세스를 제어하는 제어 프로그램 및/또는 운영 시스템을 포함할 수 있다. 자원은 메모리, 처리 타임, 송수신기(1312)에 대한 액세스, 사용자 인터페이스(1318) 등을 포함할 수 있다.

[0066] 처리 회로(1302)의 하나 이상의 프로세서(1304)는 다기능일 수 있으며, 그것에 의해 소프트웨어 모듈(1316)의 일부는 동일한 기능의 상이한 인스턴스 또는 상이한 기능을 수행하도록 로딩되고 구성된다. 하나 이상의 프로세서(1304)는 예를 들어, 사용자 인터페이스(1318), 송수신기(1312), 및 디바이스 드라이버로부터의 입력에 응답하여 개시되는 백그라운드 태스크를 관리하도록 추가적으로 적응될 수 있다. 다수의 기능의 수행을 지원하기 위해, 하나 이상의 프로세서(1304)는 멀티태스킹 환경을 제공하도록 구성될 수 있으며, 그것에 의해 복수의 기능 각각은 필요하거나 원하는 바와 같이 하나 이상의 프로세서(1304)에 의해 서비스되는 한 세트의 태스크로서 구현된다. 일 예에서, 멀티태스킹 환경은 상이한 태스크 사이에서 프로세서(1304)의 제어를 통과시키는 타임쉐어

링 프로그램(1320)을 사용하여 구현될 수 있으며, 그것에 의해 각각의 태스크는 임의의 미해결 동작(outstanding operation)의 완료 시 및/또는 인터럽트와 같은 입력에 응답하여 타임쉐어링 프로그램(1320)에 하나 이상의 프로세서(1304)의 제어를 반환한다. 태스크가 하나 이상의 프로세서(1304)를 제어할 때, 처리 회로는 제어 태스크와 연관되는 기능에 의해 처리되는 목적을 위해 효과적으로 특수화된다. 타임쉐어링 프로그램(1320)은 운영 시스템, 라운드-로빈 방식으로 제어를 전달하는 메인 루프, 기능의 우선순위화에 따라 하나 이상의 프로세서(1304)의 제어를 할당하는 기능, 및/또는 하나 이상의 프로세서(1304)의 제어를 핸들링 기능에 제공함으로써 외부 이벤트에 응답하는 인터럽트 구동 메인 루프를 포함할 수 있다.

[0067] 일 구현예에서, 장치(1300)는 충전 회로에 결합되는 배터리 충전 전원, 복수의 충전 셀 및 컨트롤러를 포함하는 무선 충전 장치를 포함하거나 이로서 동작하며, 이는 하나 이상의 프로세서(1304)에 포함될 수 있다. 복수의 충전 셀은 충전 표면을 제공하도록 구성될 수 있다. 적어도 하나의 송신 코일은 각각의 충전 셀의 충전 전달 영역(charge transfer area)을 통해 전자기 필드를 지향시키도록 구성될 수 있다. 장치(1300)는 송신 코일을 포함하는 공진 회로, 공진 회로에 전력을 공급하도록 구성되는 드라이버 회로, 및 기준 신호를 변조하도록 구성되는 펄스 폭 변조기를 포함할 수 있다. 컨트롤러는 제어 신호를 펄스 폭 변조기에 제공하도록 구성될 수 있으며, 제어 신호는 변조된 구동 신호를 드라이버 회로에 제공하기 위해 펄스 폭을 구성한다. 펄스 폭 변조기는 변조된 구동 신호를 공진 회로에 제공하도록 구성될 수 있다. 공진 회로는 기준 신호에 대응하는 변조된 구동 신호의 주파수 성분을 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성될 수 있다. 드라이버 회로는 공진 회로에서 충전 전류를 생성하기 위해 변조된 구동 신호를 사용하도록 구성될 수 있다. 충전 전류는 전력이 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전달되게 하도록 구성될 수 있다.

[0068] 일 예에서, 제어 신호는 수신 디바이스에 전달될 전력의 레벨을 선택하도록 구성된다. 제어 신호는 변조 신호를 포함할 수 있으며, 여기서 저역 통과 필터는 변조 신호에 대응하는 주파수 성분을 통과시킨다.

[0069] 특정 예에서, 저역 통과 필터는 제어 신호에 응답하여 생성되는 변조 신호에 대응하는 주파수 성분을 통과시킬 수 있다. 장치(1300)는 제로 볼트 레벨을 통해 공진 회로에 걸쳐 측정되는 전압의 천이 또는 제로 암페어 레벨을 통해 공진 회로에서의 전류의 천이에 대응하는 에지를 포함하는 제로-크로싱 신호를 제공하도록 구성되는 제로-크로싱 검출기를 포함할 수 있다. 펄스 폭 변조기는 제로-크로싱 신호와 변조 신호를 정렬하도록 구성될 수 있다. 변조 신호는 제로-크로싱 신호로 위상-정렬될 수 있다.

[0070] 일부 구현예에서, 스토리지(저장 장치)(1306)는 명령 및 정보를 유지하며 여기서 명령은 하나 이상의 프로세서(1304)가 기준 신호를 펄스 폭 변조하여 변조된 구동 신호를 획득하기 위해 제어 신호를 제공하거나 사용하게 하도록 구성된다. 변조된 구동 신호는 기준 신호에 대응하는 변조된 구동 신호의 주파수 성분을 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성되는 공진 회로에 제공될 수 있다. 변조된 구동 신호는 전력이 공진 회로의 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전달되게 하는 공진 회로에서 충전 전류를 생성할 수 있다.

[0071] 일 예에서, 제어 신호는 수신 디바이스에 전달될 전력의 레벨을 선택하도록 구성된다. 다른 예에서, 제어 신호는 변조 신호를 포함한다. 저역 통과 필터는 변조 신호에 대응하는 주파수 성분을 통과시키도록 구성될 수 있다.

[0072] 특정 예에서, 저역 통과 필터는 제어 신호에 응답하여 생성되는 변조 신호에 대응하는 주파수 성분을 통과시킨다. 제로-크로싱 신호가 제공될 수 있다. 제로-크로싱 신호는 제로 볼트 레벨을 통해 공진 회로에 걸쳐 측정되는 전압의 천이 또는 제로 암페어 레벨을 통해 공진 회로에서의 전류의 천이에 대응하는 에지를 포함할 수 있다. 변조 신호는 제로-크로싱 신호와 정렬될 수 있다. 변조 신호는 제로-크로싱 신호와 위상-정렬될 수 있다.

[0073] 도 14는 본 개시의 특정 양태에 따라 충전 디바이스를 동작시키기 위한 방법을 예시하는 흐름도(1400)이다. 방법은 충전 디바이스의 컨트롤러에 의해 수행될 수 있다. 블록(1402)에서, 컨트롤러는 기준 신호를 펄스 폭 변조하여 변조된 구동 신호를 획득하기 위해 제어 신호를 사용할 수 있다. 블록(1404)에서, 변조된 구동 신호는 기준 신호에 대응하는 변조된 구동 신호의 주파수 성분을 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성되는 공진 회로에 제공될 수 있다. 변조된 구동 신호는 전력이 공진 회로의 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전달되게 하는 공진 회로에서 충전 전류를 생성할 수 있다.

[0074] 일 예에서, 제어 신호는 수신 디바이스에 전달될 전력의 레벨을 선택하도록 구성된다. 다른 예에서, 제어 신호는 변조 신호를 포함한다. 저역 통과 필터는 변조 신호에 대응하는 주파수 성분을 통과시키도록 구성될 수 있다.

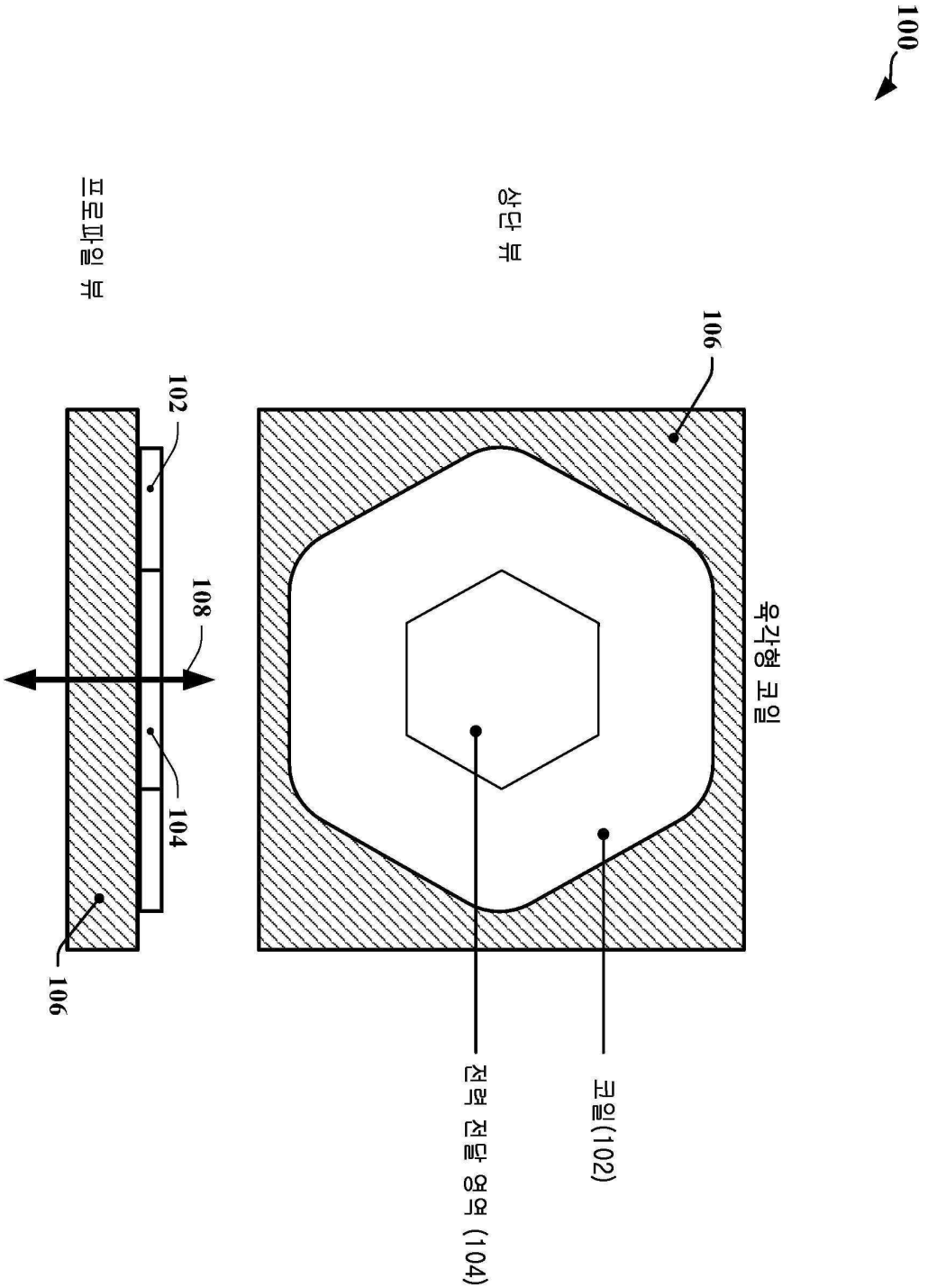
[0075] 특정 예에서, 저역 통과 필터는 제어 신호에 응답하여 생성되는 변조 신호에 대응하는 주파수 성분을 통과시킨

다. 제로-크로싱 신호가 제공될 수 있다. 제로-크로싱 신호는 제로 볼트 레벨을 통해 공진 회로에 걸쳐 측정되는 전압의 천이 또는 제로 암페어 레벨을 통해 공진 회로에서의 전류의 천이에 대응하는 에지를 포함할 수 있다. 변조 신호는 제로-크로싱 신호와 정렬될 수 있다. 변조 신호는 제로-크로싱 신호와 위상-정렬될 수 있다.

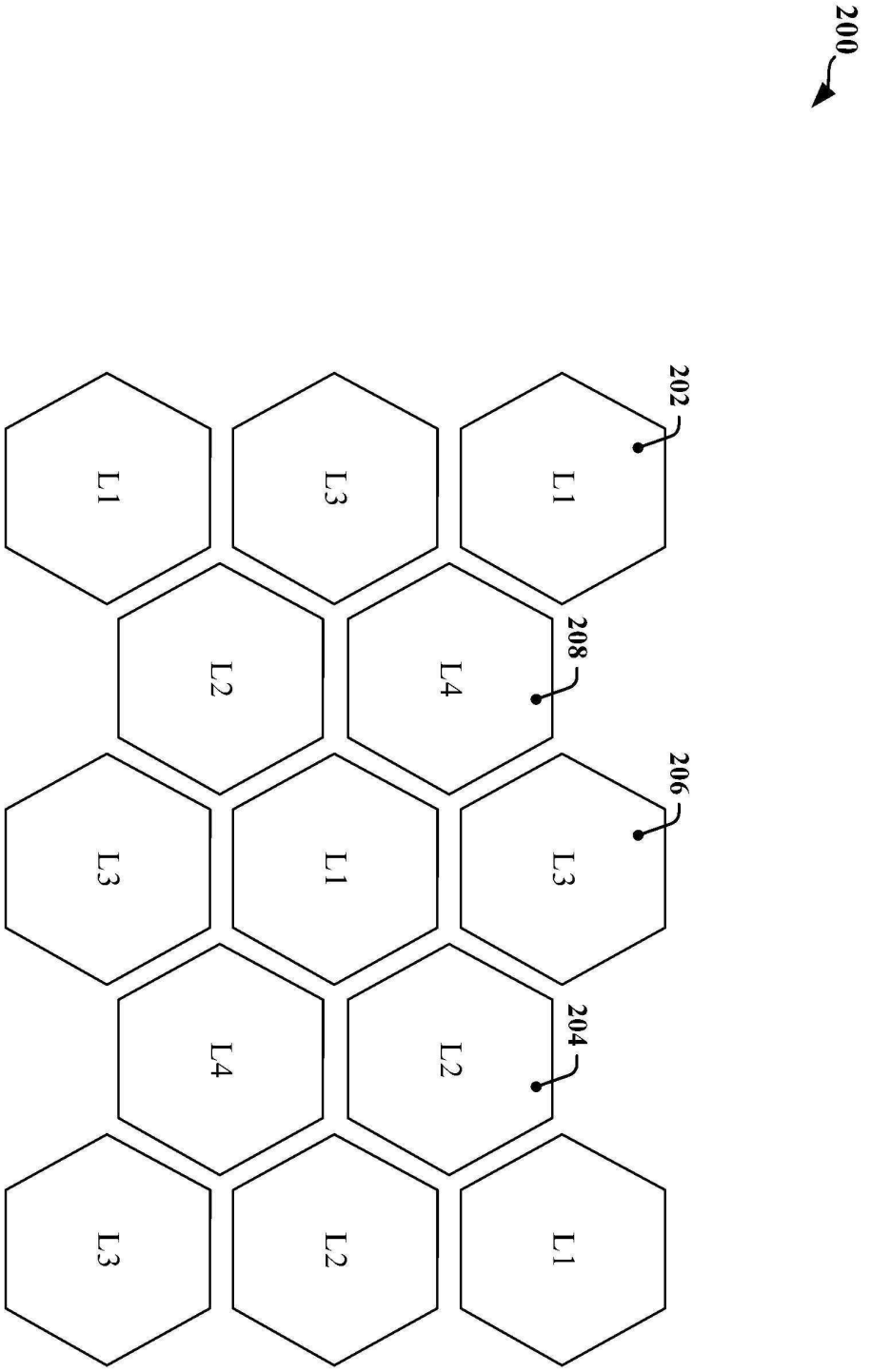
[0076] 이전 설명은 임의의 당업자가 본원에 설명되는 다양한 양태를 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 양태에 대한 다양한 수정은 당업자에게 쉽게 명백할 것이고, 본원에 정의되는 일반적인 원리는 다른 양태에 적용될 수 있다. 따라서, 청구항은 본원에 도시되는 양태에 제한되도록 의도되지 않고, 언어 청구항과 일치하는 전체 범위에 부합되도록 의도되며, 여기서 단수의 요소에 대한 참조는 구체적으로 그렇게 명시되지 않는 한 "하나 및 단지 하나"를 의미하도록 의도되지 않고, 오히려 "하나 이상의"을 의미하도록 의도된다. 달리 구체적으로 명시되지 않는 한, 용어 "일부"는 하나 이상을 지칭한다. 당업자에게 공지되거나 나중에 공지될 본 개시 도처에 설명되는 다양한 양태의 요소에 대한 모든 구조적 및 기능적 등가물은 참조로 본원에 명시적으로 통합되고 청구항에 의해 망라되도록 의도된다. 더욱이, 본원에 개시되는 어떤 것도 그러한 개시가 청구항에 명시적으로 이용되는지 여부와 관계없이 대중에게 전용되는 것으로 의도되지 않는다. 청구항 요소는 요소가 어구 "~을 위한 수단"을 사용하여 명백하게 인용되지 않거나, 방법 청구항의 경우, 요소가 어구 "~을 위한 단계"를 사용하여 인용되지 않으면, 35 U.S.C. §112, 제6항의 규정 하에 해석되지 않는다.

도면

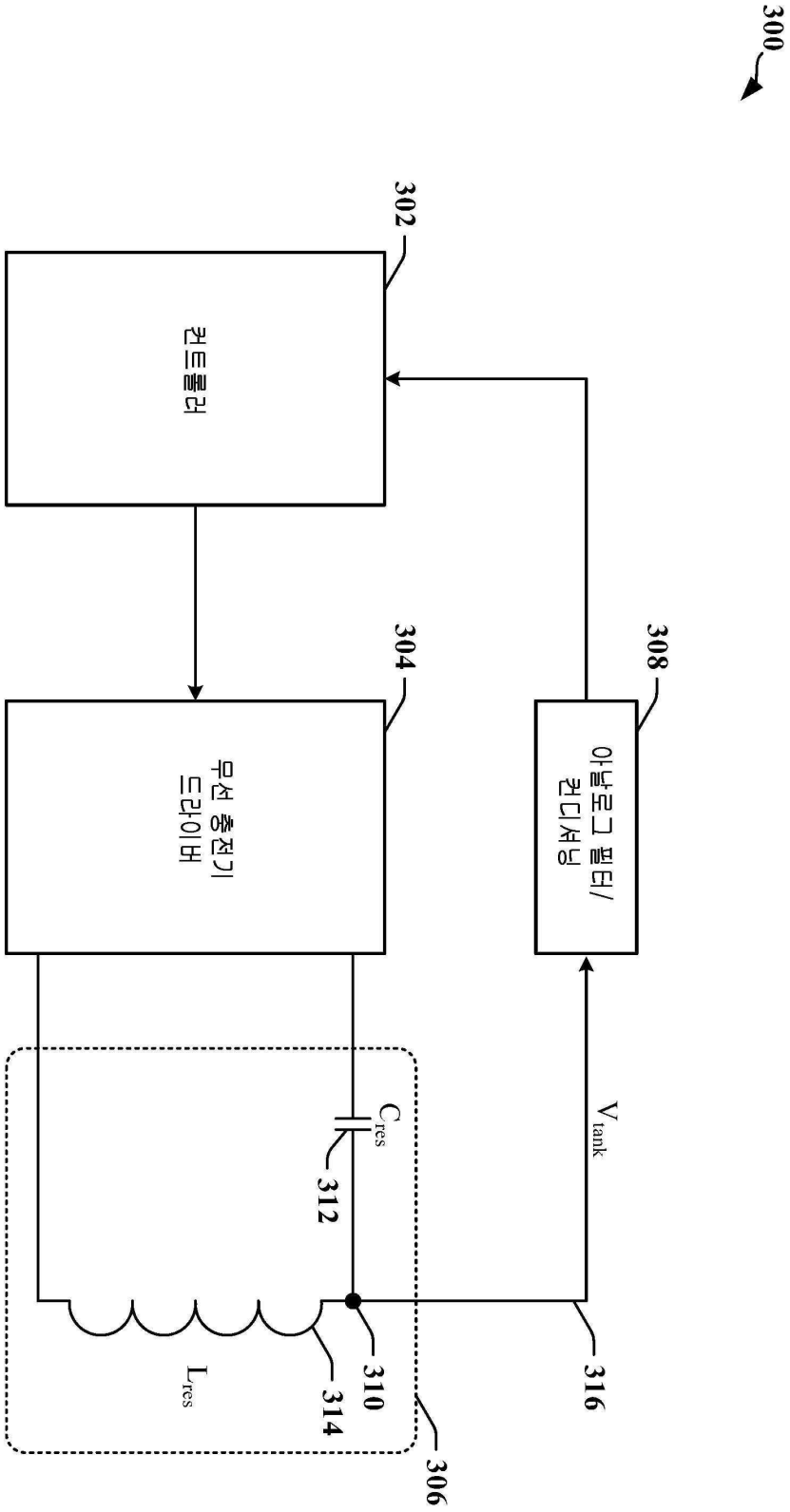
도면1



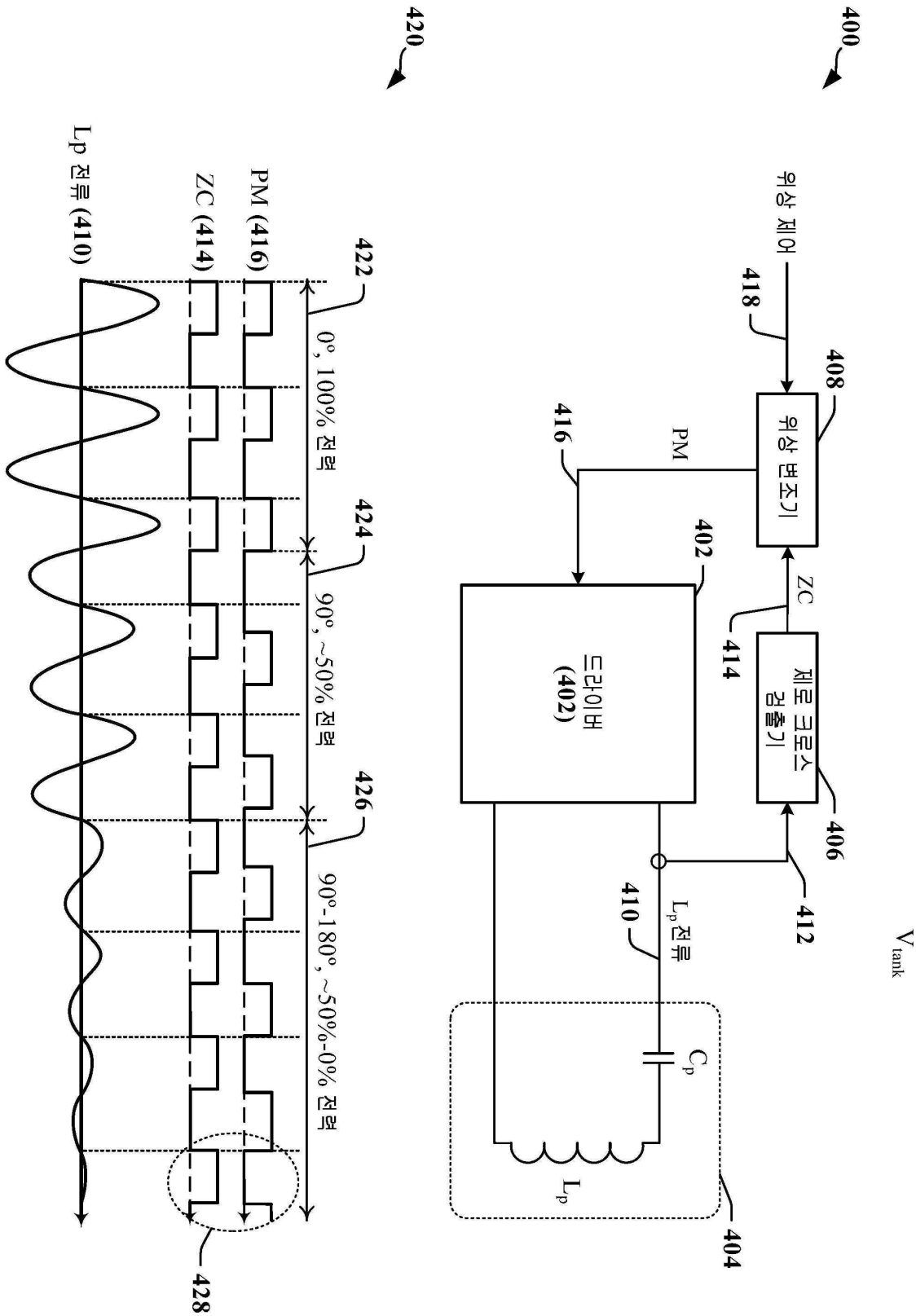
도면2



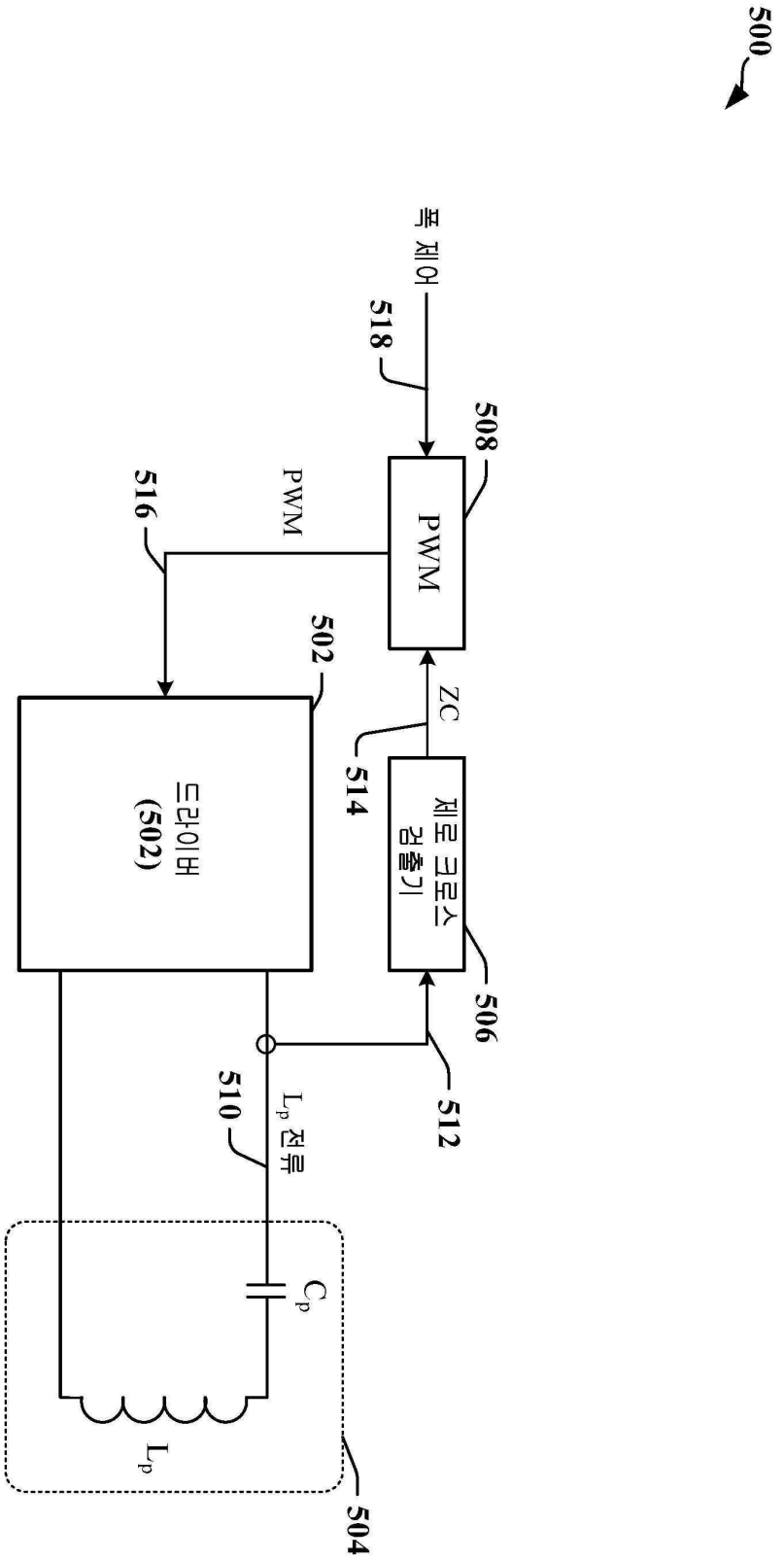
도면3


300
302
컨트롤러
304
무선 충전기 드라이버
308
아날로그 필터/ 컨디셔닝
C_{res}
312
V_{tank}
L_{res}
310
314
316
306

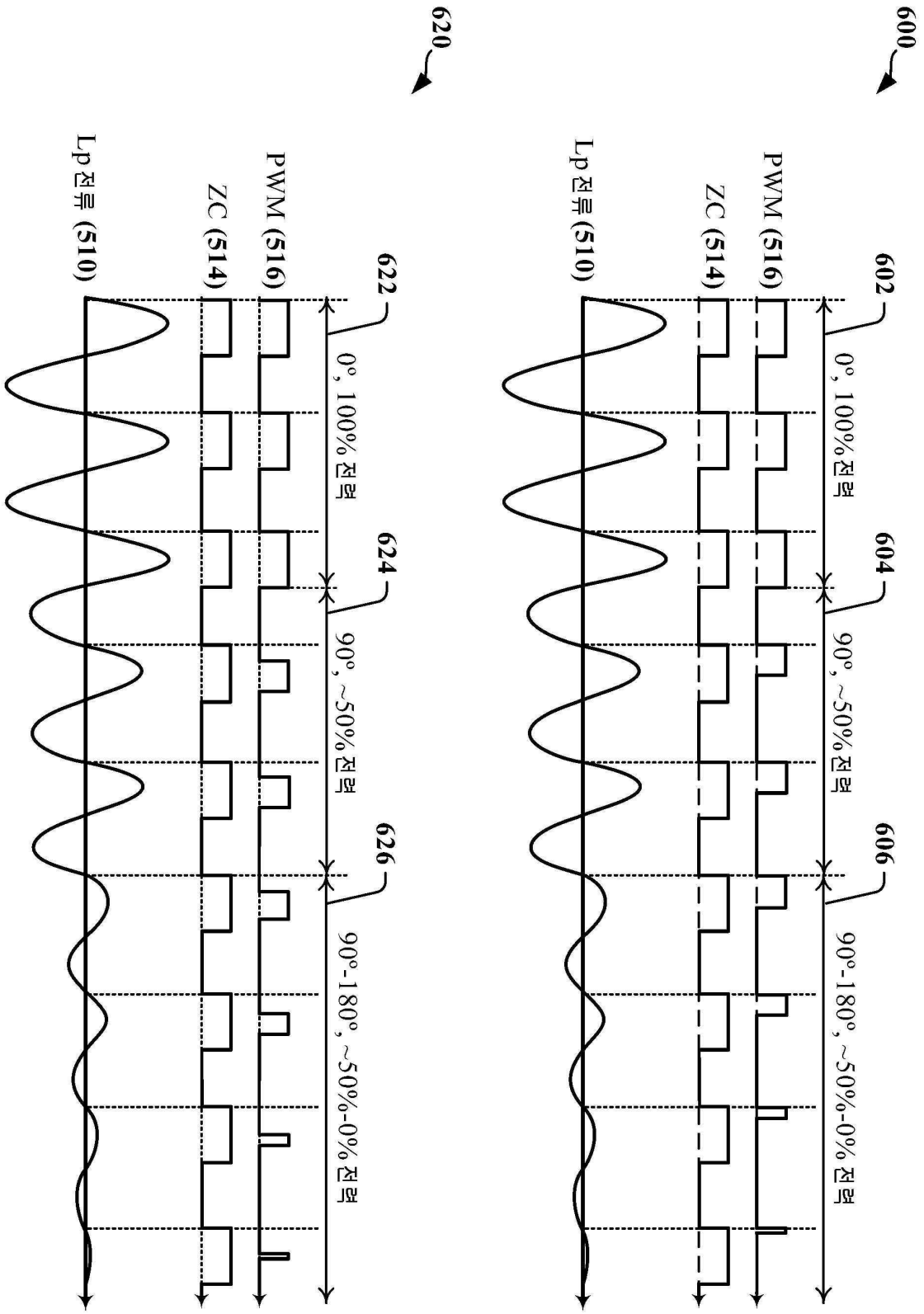
도면4


400
위상 제어
418
408
위상 변조기
PM
416
ZC
414
406
제로 크로스 검출기
412
402
드라이버 (402)
410
Lp 전류
Cp
Lp
404
420
Lp 전류 (410)
ZC (414)
PM (416)
422
0°, 100% 전력
424
90°~50% 전력
426
90°-180°, ~50%-0% 전력
428
Vtank

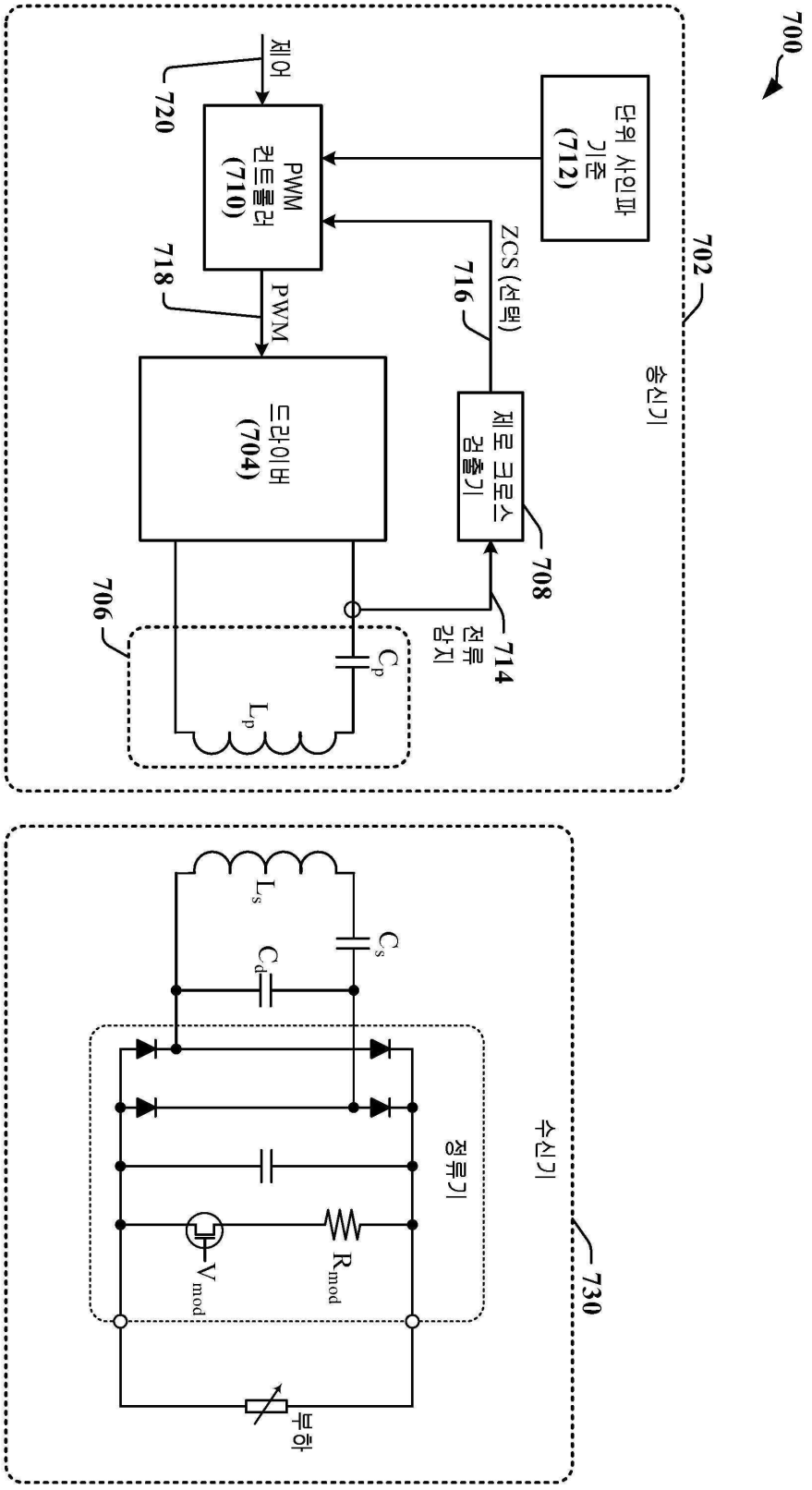
도면5


500
폭 제어
518
508
PWM
516
PWM
502
ZC
514
드라이버
(502)
제로 크로스
검출기
506
512
510
L_p 전류
C_p
L_p
504

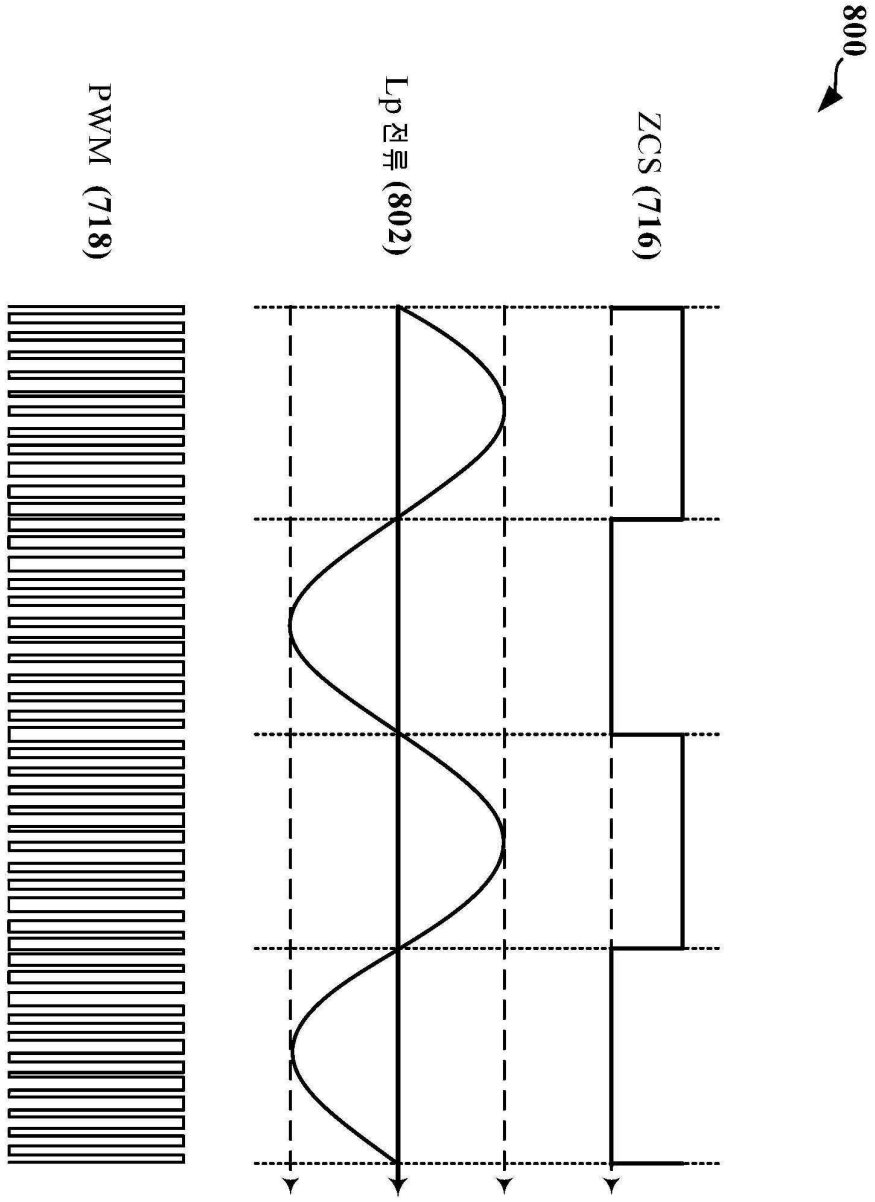
도면6


600
602
604
606
0°, 100% 전력
90°, ~50% 전력
90°-180°, ~50%-0% 전력
Lp 전류 (510)
PWM (516)
ZC (514)
620
622
624
626
0°, 100% 전력
90°, ~50% 전력
90°-180°, ~50%-0% 전력
Lp 전류 (510)
PWM (516)
ZC (514)

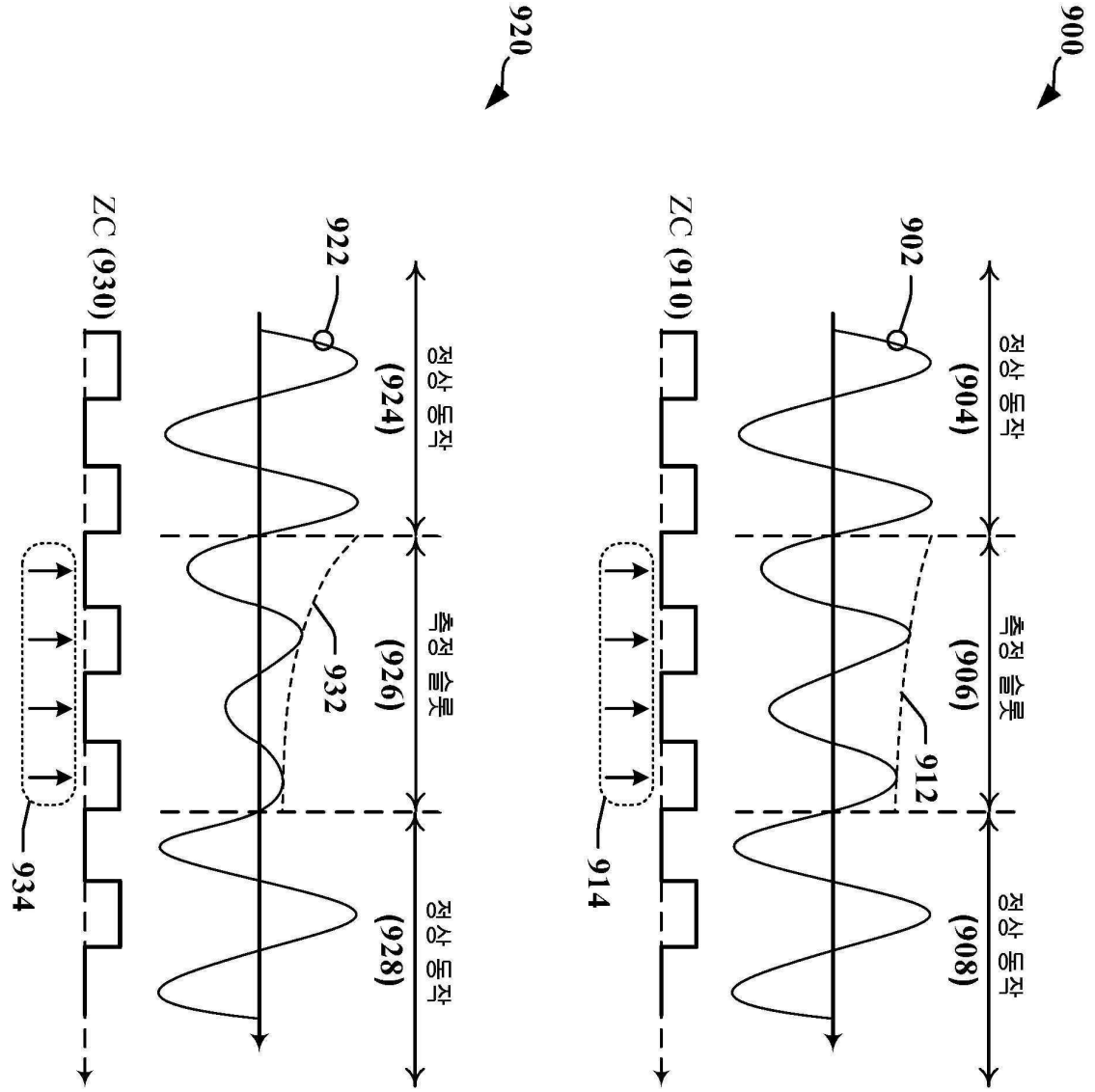
도면7


700
702
송신기
단위 사인파 기준 (712)
PWM 컨트롤러 (710)
720
제어
718
PWM
716
ZCS (선택)
드라이버 (704)
제로 크로스 검출기
708
706
714
전류 감지
C_p
L_p
수신기
730
L_s
C_d
C_s
정류기
V_{mod}
R_{mod}
부하

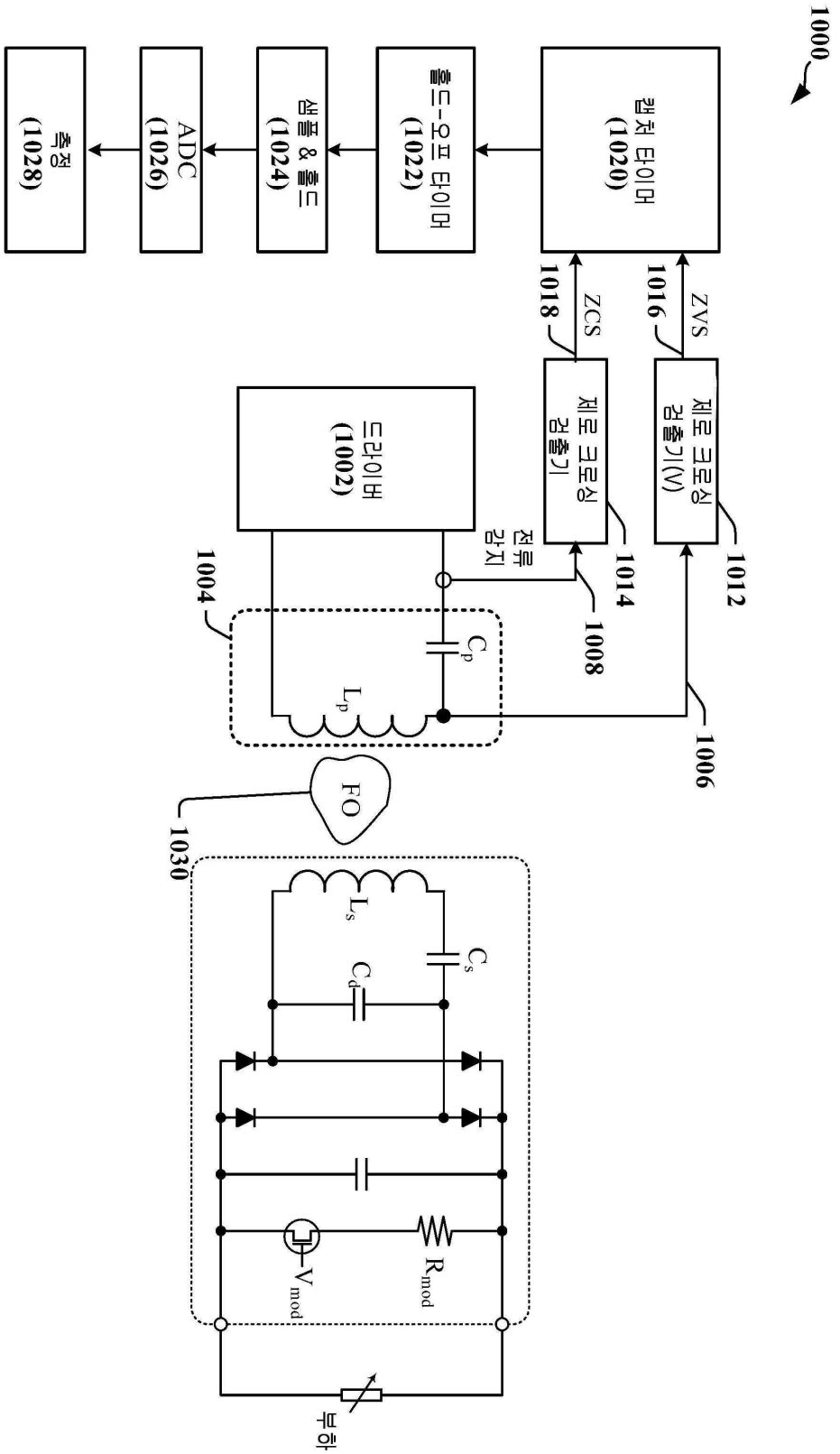
도면8



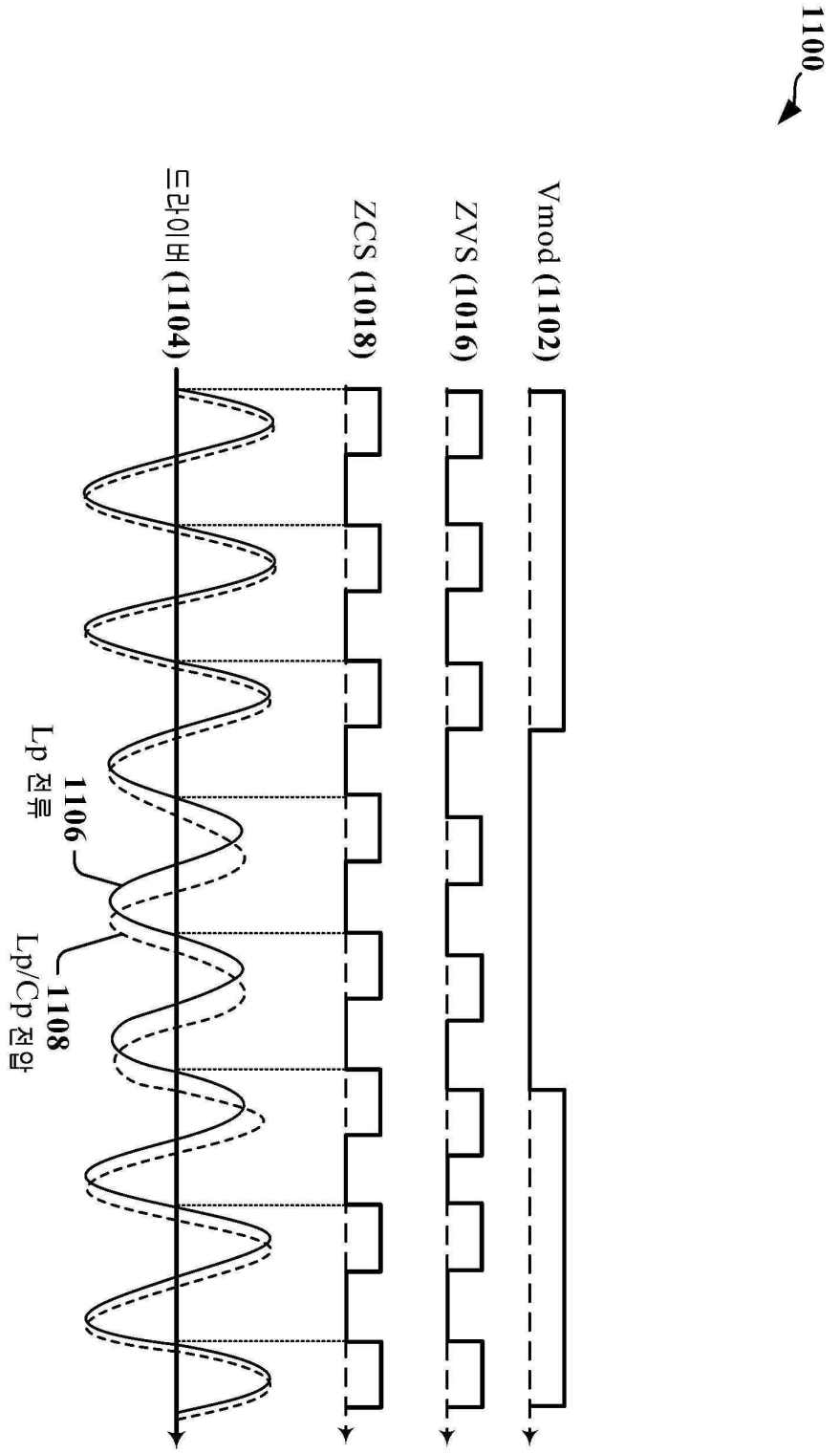
도면9


900
902
정상 동작
(904)
측정 슬롯
(906)
정상 동작
(908)
912
ZC (910)
914
920
922
정상 동작
(924)
측정 슬롯
(926)
정상 동작
(928)
932
ZC (930)
934

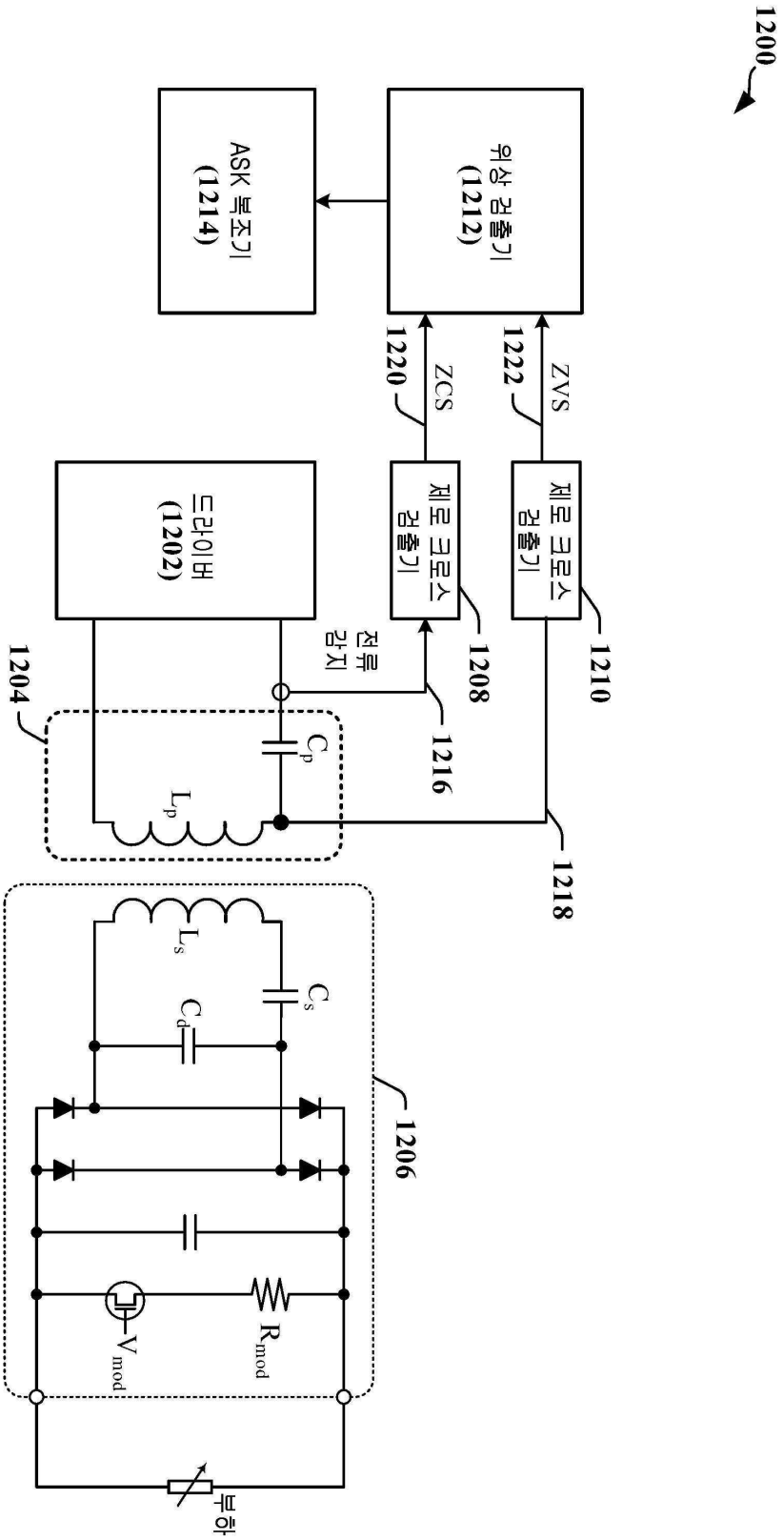
도면10


1000
캡처 타이머
(1020)
홀드-오프 타이머
(1022)
샘플 & 홀드
(1024)
ADC
(1026)
측정
(1028)
ZVS
1016
ZCS
1018
제로 크로싱
검출기(V)
1012
제로 크로싱
검출기
1014
전류
감지
1008
드라이버
(1002)
1004
C_p
L_p
1006
FO
1030
L_s
C_s
C_d
V_{mod}
R_{mod}
부하

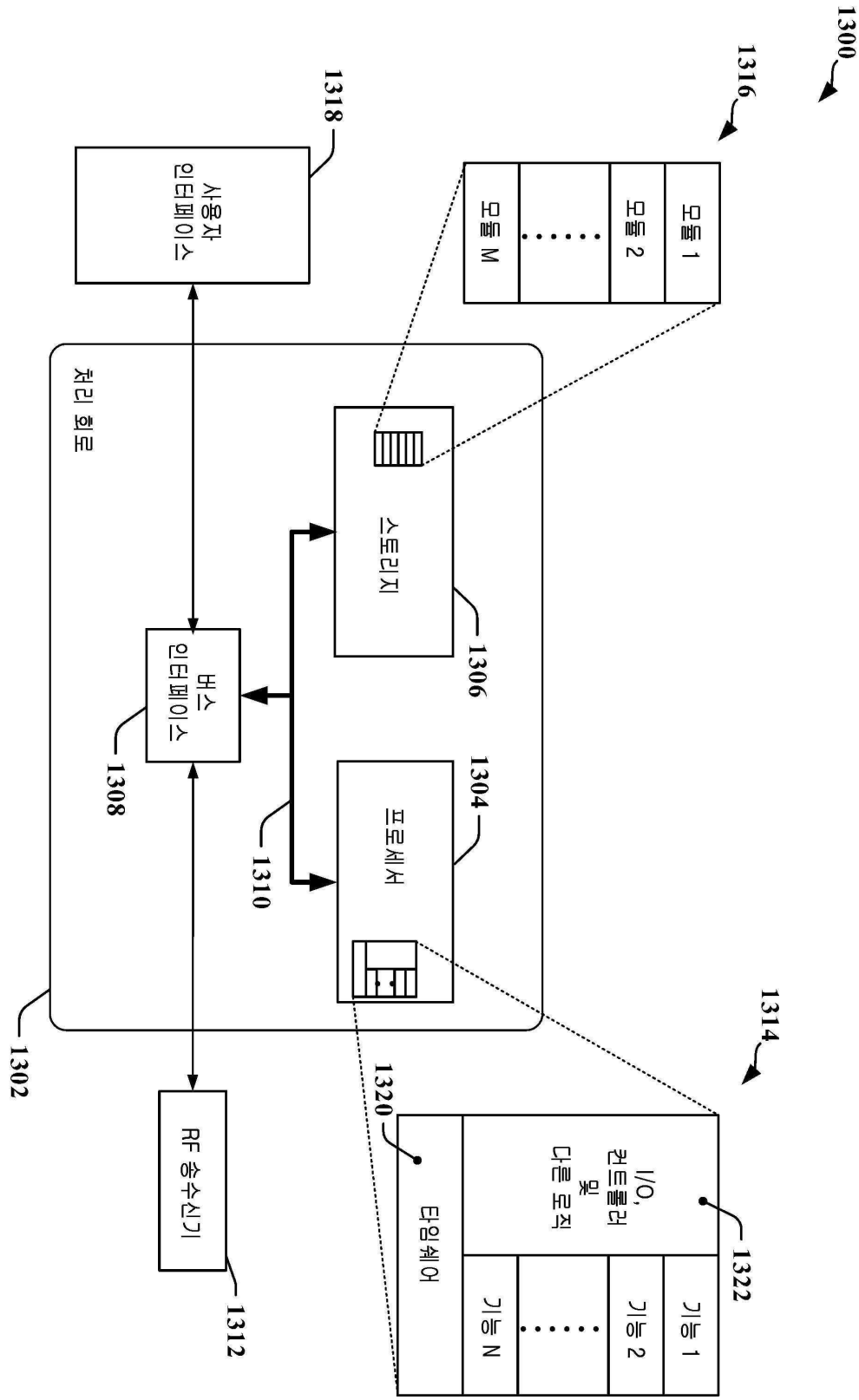
도면11


1100
Vmod (1102)
ZVS (1016)
ZCS (1018)
드라이버 (1104)
1106
Lp 전류
1108
Lp/Cp 전압

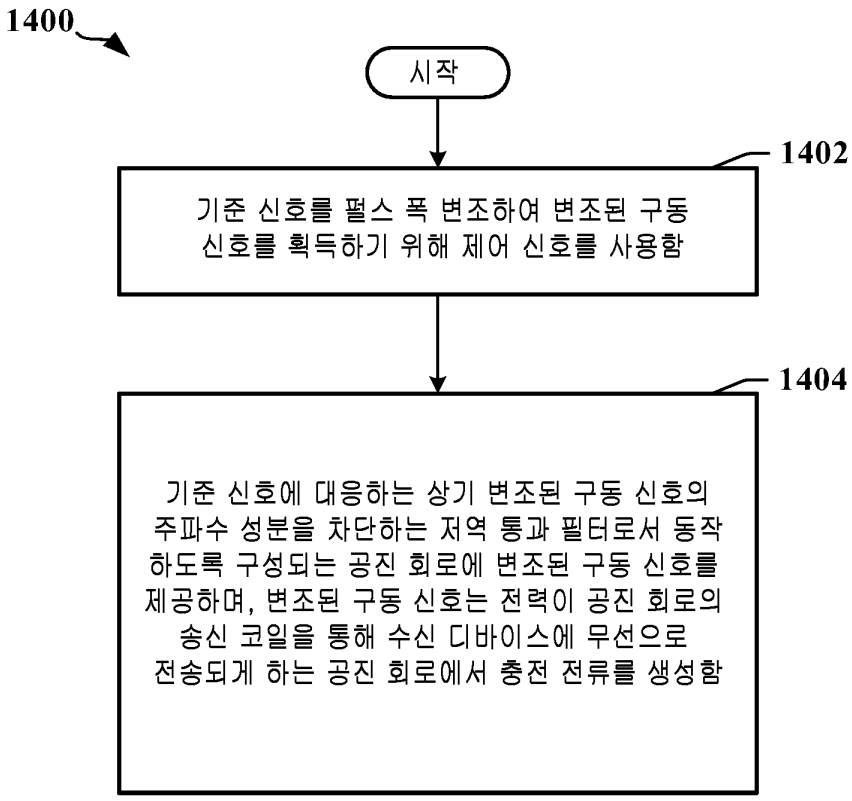
도면12


1200
위상 검출기
(1212)
ASK 복조기
(1214)
ZVS
ZCS
1220
1222
제로 크로스
검출기
제로 크로스
검출기
1208
1210
드라이버
(1202)
전류
감지
1204
1216
1218
C_p
L_p
L_s
C_s
C_d
1206
V_{mod}
R_{mod}
부하

도면13


1300
1316
1318
모듈 1
모듈 2
모듈 M
사용자 인터페이스
처리 회로
스토리지
1306
버스 인터페이스
1308
1310
프로세서
1304
1302
1314
1320
타임쉐어
I/O, 컨트롤러 및 다른 로직
1322
기능 1
기능 2
기능 N
RF 송수신기
1312

도면14


1400
시작
1402
기준 신호를 펄스 폭 변조하여 변조된 구동 신호를 획득하기 위해 제어 신호를 사용함
1404
기준 신호에 대응하는 상기 변조된 구동 신호의 주파수 성분을 차단하는 저역 통과 필터로서 동작하도록 구성되는 공진 회로에 변조된 구동 신호를 제공하며, 변조된 구동 신호는 전력이 공진 회로의 송신 코일을 통해 수신 디바이스에 무선으로 전송되게 하는 공진 회로에서 충전 전류를 생성함