



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2013년11월14일  
 (11) 등록번호 10-1328209  
 (24) 등록일자 2013년11월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H02J 17/00 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2011-7007700  
 (22) 출원일자(국제) 2009년09월02일  
 심사청구일자 2011년04월01일  
 (85) 번역문제출일자 2011년04월01일  
 (65) 공개번호 10-2011-0051272  
 (43) 공개일자 2011년05월17일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2009/055790  
 (87) 국제공개번호 WO 2010/028092  
 국제공개일자 2010년03월11일  
 (30) 우선권주장  
 12/552,110 2009년09월01일 미국(US)  
 (뒷면에 계속)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020070039127 A\*  
 US20060290475 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**켈컴 인코포레이티드**  
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
 (72) 발명자  
**쿡 나이젤 피**  
 미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
**시에베르 루카스**  
 미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
**비드메르 한스페터**  
 미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
 (74) 대리인  
**특허법인코리아나**

전체 청구항 수 : 총 58 항

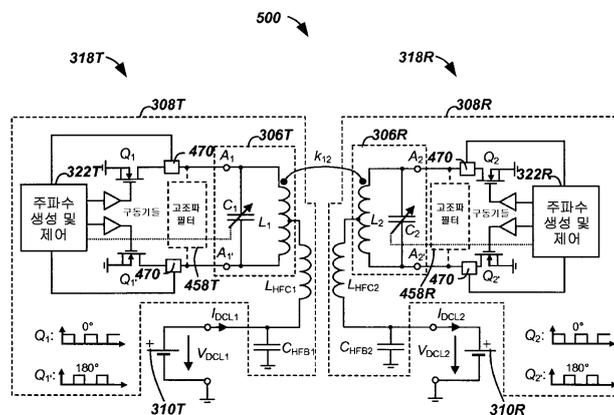
심사관 : 광태근

(54) 발명의 명칭 **양방향 무선 전력 송신**

(57) 요약

예시적인 실시형태들은 무선 전력 전달에 관한 것이다. 무선 전력 송수신기 및 디바이스는, 실질적으로 변조되지 않은 캐리어 주파수에 응답하여 공진하도록 구성된 병렬 공진기를 포함하는 안테나를 포함한다. 무선 전력 송수신기는, 병렬 공진기에 커플링된 양방향 전력 변환 회로를 더 포함한다. 양방향 전력 변환 회로는, 안테나에서 수신된 유도 전류를 DC 전력으로 정류하고, DC 전력에 응답하여 안테나에서 공진을 유도하도록 재구성 가능하다.

대표도 - 도10



(30) 우선권주장

61/093,692 2008년09월02일 미국(US)

61/097,859 2008년09월17일 미국(US)

61/104,218 2008년10월09일 미국(US)

61/147,081 2009년01월24일 미국(US)

61/218,838 2009년06월19일 미국(US)

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

무선 전력 송수신기로서,

실질적으로 변조되지 않은 주파수를 갖는 수신된 신호에 응답하여 전류 신호를 생성하도록 구성된 안테나; 및 상기 안테나에 커플링된 전력 변환 회로를 포함하며,

상기 전력 변환 회로는 상기 안테나에서 수신된 상기 전류 신호를 직류 (DC) 로 정류하도록 구성된 동기 정류기를 포함하고,

상기 동기 정류기는 상기 전류 신호에 응답하여 구동되도록 구성된 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들을 포함하며, 상기 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들은 그들에 걸친 셉트 다이오드들을 포함하여, 상기 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들의 활성화 전에 상기 전류 신호를 정류하고,

상기 전력 변환 회로는 전력 소스로부터 상기 안테나로의 출력 전류를 생성하도록 더 구성되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로는 상기 안테나에서의 캐패시턴스로 병합되는 스위칭 캐패시턴스를 포함하고, 상기 안테나는 공진기를 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

상기 공진기의 공진 주파수는, 상기 스위칭 캐패시턴스에 적어도 부분적으로 기초하여 결정되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로는, 상기 안테나로의 전력 소스 및 상기 안테나로부터의 전력 싱크로서 동작하도록 구성되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 7**

디바이스로서,

전력을 저장하고 공여하기 위한 배터리; 및

상기 배터리에 커플링되고, 전력 변환 회로를 통해 무선으로 수신 및 전달된 전력을 상기 배터리 내에 저장하고 상기 배터리로부터 상기 전력 변환 회로를 통해 수신된 전력을 안테나를 이용하여 무선으로 송신하도록 구성된 무선 전력 송수신기를 포함하며,

상기 전력 변환 회로는 상기 무선으로 수신된 전력에 응답하여 구동되도록 구성된 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들을 포함하는 동기 정류기를 포함하고, 상기 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들은 그들에 걸친 셉트 다이

오드들을 포함하여, 상기 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들의 활성화 전에 무선으로 수신된 상기 전력을 정류하는, 디바이스.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제 7 항에 있어서,

상기 스위치는 상기 스위치와 연관된 스위칭 캐패시턴스를 포함하고, 상기 동기 정류기는 상기 스위칭 캐패시턴스가 안테나와 연관된 캐패시턴스로 병합된 상태로 구성되며, 상기 안테나는 실질적으로 변조되지 않은 주파수를 갖는 수신된 신호에 응답하여 전류 신호를 생성하도록 구성되는, 디바이스.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 안테나의 공진 주파수는 상기 스위칭 캐패시턴스에 적어도 부분적으로 기초하여 결정되는, 디바이스.

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

제 7 항에 있어서,

상기 배터리로부터 과도한 전력을 공여하는 것을 제한하도록 구성된 호스트 디바이스 일렉트로닉스를 더 포함하는, 디바이스.

**청구항 13**

무선 전력을 송수신하는 방법으로서,

전력 변환 회로가 수신 모드로 설정되는 경우에, 실질적으로 변조되지 않은 주파수를 갖는 수신된 신호에 응답하여 안테나에 의해 생성된 전류 신호를 수신하고, 상기 전류 신호에 응답하여 구동되도록 구성된 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들을 포함하는 동기 정류기를 포함하는 상기 전력 변환 회로에 의해 상기 전류 신호를 직류 (DC) 로 정류하는 단계로서, 상기 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들은 그들에 걸친 섀트 다이오드들을 포함하여, 상기 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들의 활성화 전에 상기 전류 신호를 정류하는, 상기 전류 신호를 직류 (DC) 로 정류하는 단계; 및

상기 전력 변환 회로가 송신 모드로 설정되는 경우에, 상기 전력 변환 회로에 의해 전력 소스로부터, 상기 안테나로 통과되는 출력 전류를 생성하는 단계를 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 정류하는 단계는, 상기 전류 신호를 상기 직류로 능동적으로 변환하는 단계를 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 15**

제 13 항에 있어서,

상기 전류 신호를 직류로 정류하는 단계 및 상기 출력 전류를 생성하는 단계는, 생성된 파형들에 기초하여 동기적으로 타이밍되는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 16**

제 13 항에 있어서,

상기 출력 전류를 생성하는 단계는, 상기 전력 변환 회로에서의 스위칭 캐패시턴스에 부분적으로 기초하여 공진 주파수를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 17**

제 13 항에 있어서,

저장된 DC 전력이 한정된 경우에, 배터리로부터 과도한 전력의 공여를 제한하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 18**

무선 전력 송수신기로서,

전력 변환 회로가 수신 모드로 설정되는 경우에, 실질적으로 변조되지 않은 주파수를 갖는 수신된 신호에 응답하여 안테나에 의해 생성된 전류 신호를 수신하고, 상기 전류 신호를 직류 (DC) 로 정류하는 수단; 및

상기 전력 변환 회로가 송신 모드로 설정되는 경우에, 전력 소스로부터, 상기 안테나로 통과되는 출력 전류를 생성하는 수단을 포함하며,

상기 전력 변환 회로는, 상기 전류 신호에 응답하여 구동되도록 구성된 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들을 포함하는 동기 정류기를 포함하고, 상기 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들은 그들에 걸친 셉트 다이오드들을 포함하여, 상기 적어도 2 개의 반대로 활성화되는 스위치들의 활성화 전에 상기 전류 신호를 정류하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 정류하는 수단은, 상기 전류 신호를 상기 직류로 능동적으로 변환하는 수단을 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 20**

제 18 항에 있어서,

상기 전류 신호를 직류로 정류하는 수단 및 상기 출력 전류를 생성하는 수단은, 생성된 파형들에 기초하여 동기적으로 타이밍되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 21**

제 18 항에 있어서,

상기 출력 전류를 생성하는 수단은, 상기 전력 변환 회로에서의 스위칭 캐패시턴스에 부분적으로 기초하여 공진 주파수를 결정하는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 22**

제 1 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로는 양방향 전력 변환 회로인, 무선 전력 송수신기.

**청구항 23**

제 7 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로는 양방향 전력 변환 회로인, 디바이스.

**청구항 24**

제 13 항에 있어서,

상기 전류 신호를 직류로 정류하는 단계는, 양방향 전력 변환 회로에 의해 상기 전류 신호를 정류하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 25**

제 18 항에 있어서,

상기 전류 신호를 직류로 정류하는 수단은, 양방향 전력 변환 회로가 수신 모드로 설정되는 경우에 상기 전류 신호를 정류하는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 26**

제 1 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로는, 상기 전력 변환 회로가 상기 출력 전류를 정류하도록 할지 또는 상기 안테나로의 상기 출력 전류를 생성하도록 할지를 제어하도록 구성된 제어 회로를 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 27**

제 26 항에 있어서,

상기 동기 정류기는 상기 제어 회로에 의해 구동되는 적어도 2 개의 스위치들을 포함하고, 상기 적어도 2 개의 스위치들은 상기 동기 정류기가 상기 전류 신호를 정류하도록 할지 또는 상기 안테나로의 상기 출력 전류를 생성하도록 할지를 제어하도록 구성되며, 상기 제어 회로는 각각의 개별 스위치에서 감지되는 전압 및 전류에 기초하여 각각의 스위치를 구동하도록 구성되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 28**

제 27 항에 있어서,

송신 모드에 있을 때, 상기 안테나는 상기 안테나의 탭과 상기 적어도 2 개의 스위치들의 전류 파형 사이의 위상 시프트를 제거하도록 상기 제어 회로에 의해 튜닝되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 29**

제 27 항에 있어서,

수신 모드에 있을 때, 상기 안테나는 공진 주파수로 튜닝되지 않는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 30**

제 27 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 적어도 2 개의 스위치들을 구동하기 위해 스위치 파형들을 생성하도록 구성되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 31**

제 30 항에 있어서,

수신 모드에 있을 때, 상기 스위치 파형들은, 상기 전류 신호의 주파수 및 위상이 상기 스위치 파형들의 주파수 및 위상과 동기화되도록 상기 제어 회로에 의해 계속적으로 조정되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 32**

제 27 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 스위치들은 한 쌍의 매칭된 필드 효과 트랜지스터 (FET) 들을 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 33**

제 27 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 스위치들은, 상기 전력 소스에서의 전력이 고갈되는 경우 상기 제어 회로에 전력을 제공하기 위해 상기 전력 변환 회로가 수신된 고 주파수 전력을 정류하는 것을 가능하게 하도록 설정되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 34**

제 26 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 동기 정류기의 동작을 제어하는 스위치 파형을 생성하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 35**

제 34 항에 있어서,

상기 스위치 파형은 상기 안테나로의 출력 전류의 생성되는 양을 제어하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 36**

제 7 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로는, 상기 무선 전력 송수신기가 무선으로 수신된 전력을 상기 배터리 내에 저장하도록 할지 또는 상기 배터리로부터 수신된 전력을 송신하도록 할지를 제어하도록 구성된 제어 회로를 포함하는, 디바이스.

**청구항 37**

제 36 항에 있어서,

상기 동기 정류기는 상기 제어 회로에 의해 구동되는 적어도 2 개의 스위치들을 포함하고, 상기 적어도 2 개의 스위치들은 상기 동기 정류기가 무선으로 수신된 전력을 상기 배터리 내에 저장하도록 할지 또는 상기 배터리로부터 수신된 전력을 송신하도록 할지를 제어하도록 구성되며, 상기 제어 회로는 각각의 개별 스위치에서 감지되는 전압 및 전류에 기초하여 각각의 스위치를 구동하도록 구성되는, 디바이스.

**청구항 38**

제 37 항에 있어서,

상기 배터리로부터 수신된 전력이 송신될 때, 상기 안테나는 상기 안테나의 탭 전압과 상기 적어도 2 개의 스위치들의 전류 파형 사이의 위상 시프트를 제거하도록 상기 제어 회로에 의해 튜닝되는, 디바이스.

**청구항 39**

제 37 항에 있어서,

전력이 상기 배터리 내에 저장될 때, 상기 안테나는 공진 주파수로 튜닝되지 않는, 디바이스.

**청구항 40**

제 37 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 적어도 2 개의 스위치들을 구동하기 위해 스위치 파형들을 생성하도록 구성되는, 디바이스.

**청구항 41**

제 37 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 스위치들은 한 쌍의 매칭된 필드 효과 트랜지스터 (FET) 들을 포함하는, 디바이스.

**청구항 42**

제 37 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 스위치들은, 상기 배터리에서의 전력이 고갈되는 경우 상기 제어 회로에 전력을 제공하기

위해 상기 전력 변환 회로가 수신된 고 주파수 전력을 정류하는 것을 가능하게 하도록 설정되는, 디바이스.

**청구항 43**

제 36 항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 동기 정류기의 동작을 제어하는 스위치 파형을 생성하는, 디바이스.

**청구항 44**

제 43 항에 있어서,

상기 스위치 파형은 상기 배터리로부터 수신된 전력의 양을 제어하는, 디바이스.

**청구항 45**

제 13 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로가 상기 수신 모드로 설정될지 또는 상기 송신 모드로 설정될지를 제어하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 46**

제 45 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로가 상기 수신 모드로 설정될지 또는 상기 송신 모드로 설정될지를 제어하는 단계는:

상기 동기 정류기의 적어도 2 개의 스위치들에 의해, 상기 동기 정류기가 상기 수신 모드로 설정될지 또는 상기 송신 모드로 설정될지를 제어하는 단계; 및

각각의 개별 스위치에서 감지되는 전압 및 전류에 기초하여 각각의 스위치를 구동하는 단계를 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 47**

제 46 항에 있어서,

송신 모드에 있을 때, 상기 안테나의 탭 전압과 상기 적어도 2 개의 스위치들의 전류 파형 사이의 위상 시프트를 제거하기 위해 상기 안테나를 튜닝하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 48**

제 46 항에 있어서,

수신 모드에 있을 때, 상기 안테나를 공진 주파수로 튜닝하지 않는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 49**

제 46 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 스위치들을 구동하기 위해 스위치 파형들을 생성하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 50**

제 49 항에 있어서,

수신 모드에 있을 때, 상기 전류 신호의 주파수 및 위상이 상기 스위치 파형들의 주파수 및 위상과 동기화되도록 상기 스위치 파형들을 계속적으로 조정하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 51**

제 46 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 스위치들은 한 쌍의 매칭된 필드 효과 트랜지스터 (FET) 들을 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 52**

제 46 항에 있어서,

상기 전력 소스에서 전력의 고갈되는 경우 상기 제어 회로에 전력을 제공하기 위해 상기 전력 변환 회로가 수신된 고 주파수 전력을 정류하는 것을 가능하게 하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 53**

제 45 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로의 동작을 제어하는 스위치 파형을 생성하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력을 송수신하는 방법.

**청구항 54**

제 18 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로가 상기 수신 모드로 설정될지 또는 상기 송신 모드로 설정될지를 제어하는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 55**

제 54 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로가 상기 수신 모드로 설정될지 또는 상기 송신 모드로 설정될지를 제어하는 수단은, 상기 동기 정류기가 상기 수신 모드로 설정될지 또는 상기 송신 모드로 설정될지를 제어하도록 구성된 상기 동기 정류기의 적어도 2 개의 스위치들을 포함하고, 상기 적어도 2 개의 스위치들은 각각의 개별 스위치에서 감지되는 전압 및 전류에 기초하여 구동되는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 56**

제 55 항에 있어서,

송신 모드에 있을 때, 상기 안테나의 탭 전압과 상기 적어도 2 개의 스위치들의 전류 파형 사이의 위상 시프트를 제거하기 위해 상기 안테나를 튜닝하는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 57**

제 55 항에 있어서,

수신 모드에 있을 때, 상기 안테나를 공진 주파수로 튜닝하지 않는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 58**

제 55 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 스위치들을 구동하기 위해 스위치 파형들을 생성하는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 59**

제 55 항에 있어서,

수신 모드에 있을 때, 상기 전류 신호의 주파수 및 위상이 스위치 파형들의 주파수 및 위상과 동기화되도록 상기 스위치 파형들을 계속적으로 조정하는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 60**

제 55 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 스위치들은 한 쌍의 매칭된 필드 효과 트랜지스터 (FET) 들을 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 61**

제 55 항에 있어서,

상기 전력 소스에서 전력의 고갈되는 경우 제어 회로에 전력을 제공하기 위해 상기 전력 변환 회로가 수신된 고 주파수 전력을 정류하는 것을 가능하게 하는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**청구항 62**

제 54 항에 있어서,

상기 전력 변환 회로의 동작을 제어하는 스위치 파형을 생성하는 수단을 더 포함하는, 무선 전력 송수신기.

**명세서**

**기술분야**

[0001] **35 U.S.C. § 119 하의 우선권의 주장**

[0002] 본 출원은 다음의 출원들에 대해 35 U.S.C. § 119(e) 하에서 우선권을 주장한다.

[0003] 참조로 그 개시 전체가 통합된, 2008년 9월 2일자로 출원된 발명의 명칭이 "BIDIRECTIONAL WIRELESS ENERGY TRANSFER" 인 미국 가특허 출원 제 61/093,692 호.

[0004] 참조로 그 개시 전체가 통합된, 2008년 9월 17일자로 출원된 발명의 명칭이 "HIGH EFFICIENCY TECHNIQUES AT HIGH FREQUENCY" 인 미국 가특허 출원 제 61/097,859 호.

[0005] 참조로 그 개시 전체가 통합된, 2008년 10월 9일자로 출원된 발명의 명칭이 "DUAL HALF BRIDGE POWER CONVERTER" 인 미국 가특허 출원 제 61/104,218 호.

[0006] 참조로 그 개시 전체가 통합된, 2009년 1월 24일자로 출원된 발명의 명칭이 "WIRELESS POWER ELECTRONIC CIRCUIT" 인 미국 가특허 출원 제 61/147,081 호.

[0007] 참조로 그 개시 전체가 통합된, 2009년 6월 19일자로 출원된 발명의 명칭이 "DEVELOPMENT OF HF POWER CONVERSION ELECTRONICS" 인 미국 가특허 출원 제 61/218,838 호.

[0008] **배경**

[0009] **분야**

[0010] 본 발명은 일반적으로 무선 충전에 관한 것으로, 더 구체적으로, 무선 충전 시스템들에 관련된 디바이스들, 시스템들, 및 방법들에 관한 것이다.

[0011] **배경**

[0012] 통상적으로, 무선 전자 디바이스와 같은 각각 전원공급되는 디바이스는 그 자신의 유선 충전기 및 전력 소스를 요구하며, 그 전력 소스는 일반적으로 교류 전류 (AC) 전력 콘센트이다. 다수의 디바이스들이 충전을 필요로 하는 경우에, 그러한 유선 구성은 다루기 어렵게 된다. 충전될 전자 디바이스에 커플링된 수신기와 송신기 사이에서 오버-더-에어 (over-the-air) 또는 무선 전력 송신을 사용하는 접근법들이 개발되고 있다. 수신 안테나는 방사된 전력을 수집하고, 그 전력을 디바이스에 전력공급하거나 또는 디바이스의 배터리를 충전하기 위한 사용가능한 전력으로 정류한다.

[0013] 수개의 충전가능한 무선 디바이스들 사이에서, 하나의 충전가능한 디바이스가 동작 차지가 고갈되는 한편, 다른 무선 충전가능한 디바이스는 충분한 동작 차지를 갖는 상황들이 존재할 수도 있다. 따라서, 하나의 무선 충전가능한 디바이스로부터 다른 무선 충전가능한 디바이스로의 전력의 무선 교환을 허용할 필요가 있다.

**발명의 내용**

[0014] **도면의 간단한 설명**

- [0015] 도 1은 무선 전력 송신 시스템의 간략화된 블록도를 예시한다.
- [0016] 도 2는 무선 전력 송신 시스템의 간략화된 개략도를 예시한다.
- [0017] 도 3은 예시적인 실시형태들에 따른 루프 안테나의 개략도를 예시한다.
- [0018] 도 4는 예시적인 실시형태에 따른 무선 전력 송신 시스템의 기능 블록도를 예시한다.
- [0019] 도 5a 및 도 5b는 예시적인 실시형태에 따른 양방향 무선 전력 디바이스를 예시한다.
- [0020] 도 6a 및 도 6b는 예시적인 실시형태들에 따른 양방향 무선 전력 송신에 대해 구성된 전자 디바이스에 대한 다양한 동작 컨텍스트들을 예시한다.
- [0021] 도 7은 예시적인 실시형태에 따른 양방향 무선 전력 송신에 대해 구성된 전자 디바이스의 블록도를 예시한다.
- [0022] 도 8은 하프 브리지 정류기의 회로도를 예시한다.
- [0023] 도 9는 예시적인 실시형태에 따른 무선 전력 송신 시스템의 회로도를 예시한다.
- [0024] 도 10은 다른 예시적인 실시형태에 따른 무선 전력 송신 시스템의 회로도를 예시한다.
- [0025] 도 11은 예시적인 실시형태에 따른 무선 전력을 송신하는 방법의 플로우차트를 예시한다.
- [0026] **상세한 설명**
- [0027] 본 명세서에서, "예시적인"이라는 단어는 "예, 실례, 또는 예시로서 기능하는"을 의미하기 위해 사용된다. "예시적인"으로서 본 명세서에서 설명된 임의의 실시형태는 다른 실시형태들에 비해 바람직하거나 또는 유리한 것으로 해석될 필요는 없다.
- [0028] 첨부된 도면들에 관련하여 이하 제시되는 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태들의 설명으로서 의도되며, 본 발명이 실시될 수 있는 실시형태들만을 나타내도록 의도되지 않는다. 본 설명 전반을 통해 사용되는 "예시적인"이라는 용어는 "예, 실례, 또는 예시로서 기능하는"을 의미하며, 다른 예시적인 실시형태들에 비해 바람직하거나 또는 유리한 것으로 해석될 필요는 없다. 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태들의 포괄적인 이해를 제공하는 목적을 위한 특정 세부사항들을 포함한다. 본 발명의 예시적인 실시형태들이 이들 특정 세부사항들이 없이도 실시될 수도 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 몇몇 경우들에서, 공지의 구조들 및 디바이스들은 본 명세서에서 제시되는 예시적인 실시형태들의 신규성을 불명확하게 하는 것을 회피하기 위해 블록도 형태로 도시된다.
- [0029] 본 명세서에서, "무선 전력"이라는 단어들은, 전기장들, 자기장들, 전자기장들과 연관된 에너지의 임의의 형태, 또는 그렇지 않으면 물리적인 전자기 도체들의 사용 없이 송신기와 수신기 사이에서 송신되는 에너지의 임의의 형태를 의미하기 위해 사용된다. 본 명세서에서, 시스템에서의 전력 변환은, 예컨대 이동 전화기들, 코드리스 전화기들, iPod, MP3 플레이어들, 헤드셋들 등을 포함하는 디바이스들을 무선으로 충전하기 위해 설명된다. 일반적으로, 무선 에너지 전달의 일 기본 원리는, 예컨대 30 Mhz 미만의 주파수들을 사용하는 자기 커플링된 공진 (즉, 공진 유도)을 포함한다. 그러나, 예컨대 135 kHz (LF) 또는 13.56 Mhz (HF) 미만과 같은, 비교적 높은 방사 레벨들에서의 라이선스-면제 동작이 허가되는 주파수들을 포함하는 다양한 주파수들이 채용될 수도 있다. 무선 주파수 식별 (RFID) 시스템들에 의해 일반적으로 사용되는 이들 주파수들에서, 시스템들은 유럽에서의 EN 300330 또는 미국에서의 FCC Part 15 norm 과 같은 간섭 및 안전 기준들에 따라야만 한다. 한정이 아닌 예시로서, 본 명세서에서, LF 및 HF 라는 약어들이 사용되며, "LF" 는  $f_0 = 135 \text{ kHz}$  를 지칭하고, "HF" 는  $f_0 = 13.56 \text{ Mhz}$  를 지칭한다.
- [0030] 또한, "NFC" 라는 용어는 RFID 의 기능을 포함할 수도 있으며, "NFC" 및 "RFID" 라는 용어들은 호환가능한 기능이 그러한 치환을 허용하는 경우에 교환될 수도 있다. 하나의 용어 또는 다른 용어의 사용은 한정하는 것으로 고려되서는 안된다.
- [0031] 또한, "송수신기" 라는 용어는 트랜스폰더의 기능을 포함할 수도 있으며, "송수신기" 및 "트랜스폰더" 라는 용어들은 호환가능한 기능이 그러한 치환을 허용하는 경우에 교환될 수도 있다. 하나의 용어 또는 다른 용어의 사용은 한정하는 것으로 고려되서는 안된다.
- [0032] 도 1은 다양한 예시적인 실시형태들에 따른 무선 전력 송신 시스템 (100) 을 예시한다. 입력 전력 (102) 이 송신기 (104) 에 제공되어, 에너지 전달을 제공하기 위한 자기장 (106) 을 생성한다. 수신기 (108) 는 자기

장 (106) 에 커플링하고, 출력 전력 (110) 에 결합된 디바이스 (미도시) 에 의한 저장 또는 소모를 위한 출력 전력 (110) 을 생성한다. 송신기 (104) 및 수신기 (108) 양자 모두는 거리 (112) 만큼 분리된다. 일 예시적인 실시형태에서, 송신기 (104) 및 수신기 (108) 는 상호 공진 (mutual resonant) 관계에 따라 구성되며, 수신기 (108) 의 공진 주파수와 송신기 (104) 의 공진 주파수가 매칭되는 경우에, 수신기 (108) 가 자기장 (106) 의 "근접장" 에 위치된다면 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 송신 손실들이 최소가 된다.

[0033] 송신기 (104) 는 에너지 송신을 위한 수단을 제공하는 송신 안테나 (114) 를 더 포함하며, 수신기 (108) 는 에너지 수신을 위한 수단을 제공하는 수신 안테나 (118) 를 더 포함한다. 송신 및 수신 안테나들은 이들과 연관된 애플리케이션들 및 디바이스들에 따라 사이징 (size) 된다. 언급된 바와 같이, 대부분의 에너지를 전자기파로 원격장에서 전파하는 것보다, 송신 안테나의 근접장에서 에너지의 대부분을 수신 안테나에 커플링시킴으로써, 효율적인 에너지 전달이 발생한다. 이 근접장에서, 송신 안테나 (114) 와 수신 안테나 (118) 사이에서 커플링이 확립될 수도 있다. 본 명세서에서, 이러한 근접장 커플링이 발생할 수도 있는 안테나들 (114 및 118) 주위의 영역은 커플링-모드 영역이라 지칭된다.

[0034] 도 2는 무선 전력 송신 시스템의 간략화된 개략도를 도시한다. 입력 전력 (102) 에 의해 구동되는 송신기 (104) 는 발진기 (122), 전력 증폭기 또는 전력 스테이지 (124), 및 필터 및 매칭 회로 (126) 를 포함한다. 발진기는 원하는 주파수를 생성하도록 구성되며, 그 원하는 주파수는 조정 신호 (123) 에 응답하여 조정될 수도 있다. 발진기 신호는 제어 신호 (125) 에 응답하는 전력 출력으로 전력 증폭기 (124) 에 의해 증폭될 수도 있다. 필터 및 매칭 회로 (126) 는 고조파들 또는 다른 원하지 않는 주파수들을 필터링하고, 송신 안테나 (114) 에 송신기 (104) 의 임피던스를 매칭시키기 위해 포함될 수도 있다.

[0035] 전자 디바이스 (120) 는 수신기 (108) 에 커플링하거나 또는 수신기 (108) 를 포함한다. 수신기 (108) 는 매칭 회로 (132), 및 정류기 및 스위칭 회로 (134) 를 포함하여, DC 전력 출력을 생성함으로써, 도 2에서 도시된 배터리 (136) 를 충전할 수도 있거나, 또는 수신기 (108) 에 결합된, 디바이스 (120) 에서의 호스트 일렉트로닉스에 전원공급할 수도 있다. 매칭 회로 (132) 는 수신 안테나 (118) 에 수신기 (108) 의 임피던스를 매칭시키기 위해 포함될 수도 있다.

[0036] 또한, 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이에 통신 채널 (119) 이 존재할 수도 있다. 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 통신 채널 (119) 은 근접장 통신 (NFC) 의 형태로 이루어질 수도 있다. 본 명세서에서 설명되는 일 예시적인 실시형태에서, 통신 채널 (119) 은 자기장 (106) 과 별개의 채널로서 구현되며, 다른 예시적인 실시형태에서, 통신 채널 (119) 은 자기장 (106) 과 커플링된다.

[0037] 도 3에서 예시된 바와 같이, 예시적인 실시형태들에서 사용되는 안테나들은 "루프" 안테나 (150) 로서 구성될 수도 있으며, 그 루프 안테나 (150) 는 또한 "자기", "공진" 또는 "자기 공진" 안테나로서 본 명세서에서 지칭될 수도 있다. 루프 안테나들은 페라이트 코어 (ferrite core) 와 같은 물리적인 코어 또는 공심 코어 (air core) 를 포함하도록 구성될 수도 있다. 또한, 공심 코어 루프 안테나는 코어 영역 내의 다른 컴포넌트들의 배치를 허용한다. 또한, 공심 코어 루프는, 송신 안테나 (114) (도 2) 의 커플링된-모드 영역이 더 효과적일 수도 있는 송신 안테나 (114) (도 2) 의 평면 내의 수신 안테나 (118) (도 2) 의 배치를 더 용이하게 가능하게 할 수도 있다.

[0038] 언급된 바와 같이, 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 에너지의 효율적인 전달은, 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 매칭되거나 또는 거의 매칭된 공진 동안에 발생한다. 그러나, 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 공진이 매칭되지 않더라도, 더 낮은 효율로 에너지가 전달될 수도 있다. 송신 안테나로부터 자유 공간으로 에너지를 전파하는 것보다, 송신 안테나의 근접장으로부터의 에너지를 그러한 근접장이 확립되는 인근에 상주하는 수신 안테나에 커플링시킴으로써 에너지의 전달이 발생한다.

[0039] 루프 안테나들의 공진 주파수는 인덕턴스 및 캐패시턴스에 기초한다. 루프 안테나에서의 인덕턴스는 일반적으로 루프에 의해 생성된 인덕턴스인, 반면에, 캐패시턴스는 일반적으로 루프 안테나의 인덕턴스에 부가되어 원하는 공진 주파수에서의 공진 구조를 생성한다. 비한정적인 예로서, 캐패시터 (152) 및 캐패시터 (154) 가 안테나에 추가되어, 정현 또는 준-정현 신호 (156) 를 생성하는 공진 회로를 생성할 수도 있다. 따라서, 더 큰 직경의 루프 안테나들에 대해, 공진을 유도하는데 필요한 캐패시턴스의 사이즈는 루프의 직경 또는 인덕턴스가 증가함에 따라 감소한다. 또한, 루프 안테나의 직경이 증가함에 따라, 근접장의 효율적인 에너지 전달 영역이 "근방 (vicinity)" 커플링된 디바이스들에 대해 증가한다. 당연히, 다른 공진 회로들이 가능하다. 다른 비한정적인 예로서, 루프 안테나의 2 개의 단자들 사이에서 병렬로 캐패시터가 배치될 수도 있다. 또한, 당업자는, 송신 안테나들에 대해, 공진 신호 (156) 가 루프 안테나 (150) 에 대한 입력될 수도 있다는 것

을 인식할 것이다.

- [0040] 본 발명의 예시적인 실시형태들은 서로의 근접장에 있는 2 개의 안테나들 사이에서 전력을 커플링시키는 것을 포함한다. 언급된 바와 같이, 근접장은, 전자기장들이 존재하지만 안테나로부터 전파되거나 또는 방사되지 않을 수도 있는 안테나 주위의 영역이다. 통상적으로, 이들은 안테나의 물리적인 볼륨에 가까운 볼륨으로 한정된다. 본 발명의 예시적인 실시형태들에서, 안테나들을 가능하게 둘러싸는 대부분의 환경이 유전체이고, 따라서 전기장과 비교하여 자기장에 대해 더 적은 영향을 미치므로, 단일 및 다중-턴 루프 안테나들과 같은 안테나들이 송신 (Tx) 및 수신 (Rx) 안테나 시스템들 양자 모두에 대해 사용된다. 또한, "전기" 안테나들 (예컨대, 다이폴들 및 모노폴들) 로 구성된 안테나 또는 자기 및 전기 안테나들의 조합이 또한 고려된다.
- [0041] Tx 안테나는, 이전에 언급된 원격장 및 유도성 접근법들에 의해 허용되는 것보다 상당히 더 긴 거리들에서 작은 Rx 안테나에 대한 양호한 커플링 효율 (예컨대, > 10%) 을 달성하기에 충분히 큰 안테나 사이즈를 가지고 충분히 낮은 주파수에서 동작될 수 있다. Tx 안테나가 정확하게 사이징되는 경우에, 구동되는 Tx 루프 안테나의 커플링-모드 영역 (즉, 근접장 이내) 내에 호스트 디바이스 상의 Rx 안테나가 배치되면 고 커플링 효율들 (예컨대, 30%) 이 달성될 수 있다.
- [0042] 또한, 무선 전력 송신 접근법들은, 디바이스 배치를 포함하는 송신 범위 (예컨대, 사실상 제로 (zero) 거리에서의 충전 패드 솔루션들에 대한 매우 가까운 "근접 (proximity)" 커플링, 또는 단거리 무선 전력 솔루션들에 대한 "근방" 커플링) 에 의해 영향을 받을 수도 있다. 매우 가까운 근접 커플링 애플리케이션들 (강하게 커플링된 체제, 통상적으로 커플링 인자  $k > 0.1$ ) 은 통상적으로 안테나들의 사이즈에 따라 대략 수 밀리미터 또는 센티미터 정도의 짧은 또는 매우 짧은 거리들에 걸친 에너지 전달을 제공한다. 근방 커플링 애플리케이션들 (느슨하게 커플링된 체제, 통상적으로 커플링 인자  $k < 0.1$ ) 은 통상적으로 안테나들의 사이즈에 따라 10 cm 내지 2 m 의 범위의 거리들에 걸친 비교적 저 효율의 에너지 전달을 제공한다.
- [0043] 도 4는 예시적인 실시형태에 따른 송신기와 수신기 사이의 직접장 (direct field) 커플링에 대해 구성된 무선 전력 송신 시스템의 기능 블록도를 예시한다. 무선 전력 송신 시스템 (200) 은 송신기 (204) 및 수신기 (208) 를 포함한다. 입력 포트 (202) 에서 송신기 (204) 에 입력 전력 ( $P_{Txin}$ ) 이 제공되어, 에너지 전달을 제공하기 위한 직접장 커플링  $k$  (206) 으로 주로 비-방사장 (non-radiative field) 를 생성한다. 수신기 (208) 는 비-방사장 (206) 에 직접적으로 커플링하고, 출력 포트 (210) 에 커플링된 배터리 또는 부하 (236) 에 의한 저장 또는 소비를 위한 출력 전력 ( $P_{Rxout}$ ) 을 생성한다. 송신기 (204) 및 수신기 (208) 양자 모두는 소정의 거리 만큼 분리된다. 일 예시적인 실시형태에서, 송신기 (204) 및 수신기 (208) 는 상호 공진 관계에 따라 구성되며, 수신기 (208) 의 공진 주파수, 즉  $f_0$  및 송신기 (204) 의 공진 주파수가 매칭되는 경우에, 수신기 (208) 가 송신기 (204) 에 의해 생성된 방사된 장의 "근접장" 에 위치되는 동안 송신기 (204) 와 수신기 (208) 사이의 송신 손실들이 최소가 된다.
- [0044] 송신기 (204) 는 에너지 전달을 위한 수단을 제공하는 송신 안테나 (214) 를 더 포함하며, 수신기 (208) 는 에너지 전달을 위한 수단을 제공하는 수신 안테나 (218) 를 더 포함한다. 송신기 (204) 는 적어도 부분적으로 AC-AC 변환기로서 기능하는 송신 전력 변환 회로 (220) 를 더 포함한다. 수신기 (208) 는 적어도 부분적으로 AC-DC 변환기로서 기능하는 수신 전력 변환 회로 (222) 를 더 포함한다.
- [0045] 본 명세서에서 설명되는 다양한 송신 및 수신 안테나 구성들은, 송신 안테나 (214) 와 수신 안테나 (218) 양자 모두가 공통 공진 주파수, 즉  $f_0$  로 튜닝되는 경우에, 자기장을 통해 송신 안테나 (214) 로부터 수신 안테나 (218) 로 에너지를 효율적으로 커플링할 수 있는 공진 구조를 형성하는, 용량적으로 로딩된 와이어 루프들 또는 다중-턴 코일들을 사용한다. 따라서, 강하게 커플링된 체제에서의 전자 디바이스들 (예컨대, 이동 전화기들) 의 고효율 무선 충전이 설명되며, 여기서 송신 안테나 (214) 와 수신 안테나 (218) 는 매우 근접하여, 통상적으로 30 % 를 넘는 커플링 인자들을 발생시킨다. 따라서, 와이어 루프/코일 안테나 및 전력 변환 회로들로 구성된 다양한 송신기 및 수신기 전력 변환 개념들이 본 명세서에서 설명된다.
- [0046] 무선 전력 송신 시스템에서의 하나의 디바이스가 송신기를 포함하고, 다른 디바이스가 수신기를 포함하는 경우에 무선 전력 송신이 발생할 수도 있는 한편, 단일의 디바이스가 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기 양자 모두를 포함할 수도 있다. 따라서, 그러한 실시형태는, 전용 송신 회로 (예컨대, 송신 전력 변환 회로 및 송신 안테나) 및 전용 수신기 회로 (예컨대, 수신 안테나 및 수신 전력 변환 회로) 를 포함하도록 구성될 수 있다. 디바이스가 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기로서 동시 작용하게 구성되지 않으므로, 안테나들을

포함하는 공통 회로의 재사용이 바람직하다. 따라서, 본 명세서에서 개시되는 다양한 예시적인 실시형태들은 양방향 전력 송신, 즉, 디바이스가 디바이스에서 무선 전력을 수신하고 디바이스로부터 무선 전력을 송신하는 능력을 식별한다.

[0047] 그러한 구성의 다양한 이익들은, 디바이스가 무선 전력을 수신 및 저장한 후, 이어서, 저장된 전력을 다른 수신 또는 "흡수 (absorbing)" 디바이스에 "공여 (donate)" 하거나 또는 송신하는 능력을 포함한다. 따라서, 그러한 구성은 "피어-투-피어 (peer-to-peer)" "채리티블 (charitable)" 충전 구성이라 또한 고려될 수도 있다.

그러한 디바이스-충전 배열은, 충전이 발생하는 위치에서 상당한 편의를 제공한다 (즉, 수신기 또는 "흡수" 디바이스가 불편하게 위치되거나 또는 이용가능하지 않은 충전 패드로부터 차지를 수신할 필요가 없다).

[0048] 도 5a 및 도 5b는 예시적인 실시형태에 따른 양방향 무선 전력 디바이스를 예시한다. 전자 디바이스들 (예컨대, 이동 전화기들, 헤드셋들, MP3 플레이어들 등) 의 양방향 무선 전원공급 및 충전이 개시되며, 여기서, 도 5a에서 예시된 바와 같이, 전력 베이스 (302) (예컨대, 충전 패드) 의 전력 변환 회로 (220) 및 송신 안테나 (214) 로부터, 도 5b에서 예시된 전자 디바이스 (300) 의 양방향 전력 변환 회로 (308) 및 송수신기 안테나 (306) 를 포함하는 양방향 무선 전력 송수신기 (318) 로 전기 에너지가 무선으로 전달될 수 있다. 그 후, 도 5b를 참조하여 예시된 바와 같이, 무선으로 송신된 전력은 배터리 (310) 로서 예시된 부하에 저장된다. 그 후, 배터리 (310) 에서의 저장된 전력은, 부하 또는 배터리 (316) 에서의 소비 또는 저장을 위해, 전자 디바이스 (300) 의 양방향 전력 변환 회로 (308) 및 송수신기 안테나 (306) 를 통해 다른 전자 디바이스 (304) 의 수신 안테나 (312) 및 전력 변환 회로 (314) 로 공여된다.

[0049] 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 무선 전력 전달은, 송신기와 수신기 양자 모두가 공통 공진 주파수로 튜닝되는 경우에, 자기 또는 전기장을 통해 송신기로부터 수신기로 에너지를 효율적으로 커플링할 수 있는 커플링된 공진 (예컨대, 용량적으로 로딩된 와이어 루프/코일) 을 사용한다. 본 명세서에서 설명된 다양한 예시적인 실시형태들은, 적어도 2 개의 4 분면들에서 동작될 수 있는 양방향 전력 변환 회로 (308) 및 공진 안테나 (306) 를 포함하는 무선 전력 송수신기를 포함하며, 이는, 양방향 전력 변환 회로 (308) 가 전력 싱크 (즉, 포지티브 전력 플로우) 또는 전력 소스 (즉, 네거티브 전력 플로우) 로서 사용될 수 있다는 것을 의미한다. 전자 디바이스들에 통합된 무선 전력 송수신기 (300) 는, 유사하게 구성된 전자 디바이스들 사이에서 전기 에너지의 무선 교환을 가능하게 한다. 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 양방향 전력 변환 회로 (308) 는 동기 정류기를 포함할 수도 있다.

[0050] 언급된 바와 같이, 전자 디바이스 (300) 는 양방향 무선 전력 송신에 대해 구성된다. 도 5a를 참조하면, 수신 또는 "흡수" 모드에서, 배터리 (예컨대, 전력 저장 디바이스) (310) 는 AC 메인 공급된 전력 베이스 (예컨대, 충전 패드) (302) 로부터 무선으로 충전될 수도 있다. 도 5b를 또한 참조하면, 전자 디바이스 (300) 는, 전자 디바이스 (304) 에 전원공급하기 위해 사용되는 배터리 (316) 에서의 저장 및 동작을 위한 다른 전자 디바이스 (304) 로의 무선 전력의 송신을 위한 송신 또는 "도너 (donor)" 모드에서 역으로 동작될 수도 있다.

[0051] 도 6a 및 도 6b는 예시적인 실시형태들에 따른 양방향 무선 전력 송신에 대해 구성된 전자 디바이스에 대한 다양한 동작 컨텍스트들을 예시한다. 구체적으로, 양방향 무선 전력 송신에 대해 구성된 전자 디바이스 (300) 는, 전력 베이스 (302) 를 갖는 무선 전력 송신에 관여하며, 여기서, 전자 디바이스 (300) 는 무선 전력을 수신하고, 수신된 전력을 배터리에 저장한다. 이어서, 전자 디바이스 (300) 는 요청된 지원자들이거나 또는 그렇지 않으면 저장된 전력의 도너로서 참여된다. 따라서, 무선 전력 송신 프로세스를 통해 전자 디바이스 (300) 로부터 하나 이상의 전자 디바이스들 (304A, 304B) 이 전력을 수신한다.

[0052] 도너 모드에서 동작하는 전자 디바이스 (300) 를 갖는 무선 송신 프로세스는, 예컨대 긴급시 또는 적어도 일시적인 충전에서 다른 디바이스 (304B) 에 전력 보급을 제공하거나, 또는 헤드셋들, MP3 플레이어들과 같은 마이크로-전력 디바이스 (304A) 의 충전을 제공하기 위한 것일 수도 있다고 고려된다. 이 목적을 위해, 디바이스 (A) 는 사용자 인터페이스를 통해 또는 허용된 요청들에 응답하여 도너 모드로 설정된다. 또한, 도너 전자 디바이스 (300) 는 그 자신의 이용가능한 전력의 에너지 관리를 또한 수행하여, 도너 전자 디바이스 (300) 의 배터리 내의 저장된 전력의 과도한 고갈을 회피할 수도 있다. 따라서, 표준화된 무선 전력 인터페이스를 가정하면, 디바이스들은, 도너 전자 디바이스로서 작용할 수 있고 충분한 배터리 용량을 제공하는 임의의 무선 전력 디바이스로부터 거의 모든 곳에서 재충전되거나 또는 부분적으로 재충전될 수도 있다.

[0053] 도 7은 예시적인 실시형태에 따른 양방향 무선 전력 송신에 대해 구성된 전자 디바이스의 블록도를 예시한다. 전자 디바이스 (300) 는, 안테나 (306), 양방향 전력 변환 회로 (308), 및 배터리 (310) 에 전력을 공급하여

나 또는 호스트 디바이스 일렉트로닉스 (324) 에 직접적으로 전력을 공급하기 위한 스위치 (326) 를 포함한다.

양방향 전력 변환 회로 (308) 는 능동 정류기를 포함하며, 그 예는 동기 정류기 (320) 이고, VI-평면의 적어도 2 개의 4 분면들에서 동작될 수 있다.

[0054] 양방향 전력 변환 회로 (308) 는, 원하는 (송신 또는 수신) 모드로 동기 정류기 (320) 를 동작시키고 전자 디바이스가 도너 모드에 있는 동안 배터리 (310) 에 저장된 그 전력을 공유하는 정도를 제어하기 위해 요구되는 스위치 파형들 (328) 을 생성하기 위한 주파수 생성 및 제어 회로 (322) 를 더 포함한다. 주파수 생성 및 제어 회로 (322) 는, 배터리 관리를 또한 수행하며 도너 모드의 선택을 위한 사용자 인터페이스를 제공하는 호스트 디바이스 일렉트로닉스 (324) 내에서의 제어에 의해 제어된다. 또한, 동기 정류기 (320) 는, 배터리 (310) 로부터의 전력이 고갈되거나 또는 그렇지 않으면 이용가능하지 않은 경우에, 수신 모드 동안에 주파수 생성 및 제어 회로 (322) 에 전력을 또한 제공할 수도 있다.

[0055] 설명된 바와 같이, 양방향 전력 변환 회로 (306) 에서의 능동 정류기는 동기 정류기로서 구성될 수도 있다. 도 8은, 직렬 공진 자기 안테나를 포함하는 하프 브리지 정류기 토폴로지 (400), 및 병렬 공진 자기 안테나를 포함하는 그것의 듀얼 토폴로지 (420) 의 회로도들을 예시하며, 여기서, '듀얼' 은 전기 공학에서 공지된 전기 회로들의 이원성 (dualism) 을 지칭한다. 이하 더 설명되는 동기 정류기 회로는, 듀얼 구성으로 더 배열된 하프 브리지 인버터 (푸시-풀 클래스 D 증폭기) 토폴로지에 기초한다. 듀얼 구성은, 스위칭 손실들 및 소프트 스위칭에 대하여 더 높은 주파수들 (HF, 예컨대 > 1 MHz) 에서 성능 이익들을 제공하며, 송신 및 수신 전력 변환에 적용가능하다.

[0056] 회로 (400) 에서 예시된 바와 같이, 종래의 하프 브리지 인버터 설계들은, 스위치 트랜지스터들의 접합 캐패시턴스에 의해 발생하는 안테나 (406) 의 공진에 영향을 미치는 스위칭 손실들에 관한 단점들을 포함한다. 도 8에서 예시된 바와 같이, 제로 전류 제어에서 소프트 스위칭이 적용되더라도, 각각의 스위칭 이벤트에서, 접합 캐패시턴스  $C_j$  (402) 가 충전되고  $C_{j'}$  (404) 가 방전될 필요가 있거나, 그 역이 행해져야 할 필요가 있으며, 이는 더 높은 주파수에서 상당한 손실들을 발생한다. 이는, 접합 캐패시턴스들  $C_j$  (422) 및  $C_{j'}$  (424) 가  $C_1$  및 접합 캐패시턴스들  $C_j$  (422) 및  $C_{j'}$  (424) 로 구성된 총 캐패시턴스에 병합된다고 고려될 수도 있는 그것의 듀얼 카운터파트 (즉, 직렬-병렬 변환) 와 대조적이다. 그 후, 총 캐패시턴스가 조정되어 원하는 주파수에서 안테나 (426) 에서의 공진을 달성한다.

[0057] 회로 (420) 의 회로 토폴로지는 스위치들 ( $S_1, S_{1'}$ ) 에 걸친 저  $dV/dt$  전압으로 수행하고, 클래스 E 증폭기 회로들과 유사하게 제로 전압 스위칭을 가능하게 한다. 도 9는 예시적인 실시형태에 따른 무선 전력 송신 시스템의 회로도를 예시한다. 무선 전력 송신 시스템 (450) 은 공진 캐패시턴스  $C_1$  에 병합된 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ ) 의 스위칭 캐패시턴스로 구성된 하프 브리지 능동 정류기를 갖는 양방향 무선 전력 송수신기 (318T) (여기서 "T" 는 송수신기 구성을 표시한다) 및 수신기 (454) 를 포함한다.

[0058] 양방향 무선 전력 송수신기 (318T) 는 양방향 전력 변환 회로 (308T) 및 안테나 (306T) 를 포함한다. 양방향 전력 변환 회로 (308T) 에서, 하프 브리지 능동 정류기는, 적절한 전압 및 전류 정격들을 갖는 매칭된 필드 효과 트랜지스터 (FET) 들의 쌍과 같은 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ ) 을 포함한다. FET 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ ) 양자 모두 상에서 전압 및 전류를 센싱하기 위한 센서들 (470) 에 의해 또한 모니터링되는 주파수 생성 및 제어 회로 (322T) 에 의해 FET 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ ) 이 구동되고 정확하게 제어된다. 또한, 저 손실 제로 전압 스위칭은 송신 안테나의 탱크 회로 ( $L_1$  및  $C_1$ ) 의 정확한 튜닝에 또한 의존하여, 탱크 전압과 FET 구형 전류 파형 사이에서 임의의 위상 시프트를 제거한다. 예시적인 실시형태에서, 이러한 튜닝은 캐패시터 ( $C_1$ ) 를 조정함으로써 수행될 수도 있다.

[0059] 고조파들이 대칭 토폴로지 (푸시-풀) 에 의해 억제되는 것이 가능하더라도, 예컨대 제 3 고조파로 튜닝된 직렬 공진 L-C 회로들의 형태의 홀수 고조파 필터링이 또한 사용될 수도 있다. 이는, 송신 안테나의 탱크 회로 ( $L_1$  및  $C_1$ ) 에 걸친 고조파 주파수들로 튜닝된, 고조파 필터 (458T) 로서 예시된 추가적인 직렬 공진을 사용하여 달성될 수도 있다.

[0060] 단방향 디바이스 (수신기) (454) 에서, 하프 브리지 수동 다이오드 정류기 (460) 는 배터리 (462) (예컨대, Li-Ion) 의 저 전압/고 전류 충전에 대하여 특히 적합하다. 하프 브리지 수동 다이오드 정류기 (460) 는 배터리 (462) 의 저 부하 저항을 더 높은 임피던스로 변환하여, 수신기 효율을 개선하기 위한 실현가능한 L-C 비를

갖는 안테나 탱크 회로를 가능하게 할 수 있다.

- [0061] 도 10은 다른 예시적인 실시형태에 따른 무선 전력 송신 시스템의 회로도(10)를 예시한다. 이 예시적인 실시형태는, 하나의 배터리 동작 디바이스로부터 다른 배터리 동작 디바이스로 방향들 양자 모두에서 동일하게 에너지의 교환을 가능하게 한다. 무선 전력 송신 시스템 (500)은 양방향 무선 전력 송수신기 (318T) (여기서, "T"는 송신기 구성 또는 송신 모드를 표시한다) 및 양방향 무선 전력 송수신기 (318R) (여기서, "R"은 수신기 구성 또는 수신 모드를 표시한다)를 포함한다.
- [0062] 양방향 무선 전력 송수신기 (318T)는 양방향 전력 변환 회로 (308T) 및 안테나 (306T)를 포함한다. 양방향 전력 변환 회로 (308T)에서, 하프 브리지 능동 정류기는, 적절한 전압 및 전류 정격들을 갖는 매칭된 필드 효과 트랜지스터 (FET)들의 쌍과 같은 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ )을 포함한다. FET 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ ) 양자 모두 상에서 전압 및 전류를 감지하기 위한 센서들 (470)에 의해 또한 모니터링되는 주파수 생성 및 제어 회로 (322T)에 의해 FET 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ )이 구동되고 정확하게 제어된다. 또한, 저 손실 제로 전압 스위칭은 송신 안테나 (306T)의 탱크 회로 ( $L_1$  및  $C_1$ )의 정확한 튜닝에 또한 의존하여, 탱크 전압과 FET 구형 전류 파형 사이에서 임의의 위상 시프트를 제거한다. 예시적인 실시형태에서, 이러한 튜닝은 캐패시터 ( $C_1$ )를 조정함으로써 수행될 수도 있다.
- [0063] 고조파들이 대칭 토폴로지 (푸시-풀)에 의해 억제되는 것이 가능하더라도, 예컨대 제 3 고조파로 튜닝된 직렬 공진 L-C 회로들의 형태의 홀수 고조파 필터링이 또한 사용될 수도 있다. 이는, 송신 안테나의 탱크 회로 ( $L_1$  및  $C_1$ )에 걸친 고조파 주파수들로 튜닝된, 고조파 필터 (458T)로서 예시된 추가적인 직렬 공진을 사용하여 달성될 수도 있다.
- [0064] 양방향 무선 전력 송수신기 (318R)는 양방향 전력 변환 회로 (308R) 및 안테나 (306R)를 포함한다. 양방향 전력 변환 회로 (308R)에서, 하프 브리지 능동 정류기는, 적절한 전압 및 전류 정격들을 갖는 매칭된 필드 효과 트랜지스터 (FET)들의 쌍과 같은 스위치들 ( $Q_2$  및  $Q_{2'}$ )을 포함한다. FET 스위치들 ( $Q_2$  및  $Q_{2'}$ ) 양자 모두 상에서 전압 및 전류를 센싱하기 위한 센서들 (470)에 의해 또한 모니터링되는 주파수 생성 및 제어 회로 (322R)에 의해 FET 스위치들 ( $Q_2$  및  $Q_{2'}$ )이 구동되고 정확하게 제어된다. 구동 파형들은 위상-로킹-루프의 방식으로 계속 조정되어, 안테나 유도 전류와의 주파수 및 위상 동기를 달성함으로써, 최대 또는 원하는 DC 전력 출력을 제공할 수도 있다. 송신 모드와 반대로, 수신 모드에서의 수신 안테나의 탱크 회로 ( $L_2$  및  $C_2$ )의 튜닝에 대한 요구조건들은 덜 중요하고, 공진으로부터의 다소의 오프셋이 허용될 수도 있다. 따라서, 예컨대 캐패시터 ( $C_2$ )의 조정은 덜 정확하거나 또는 전혀 사용되지 않을 수도 있다.
- [0065] 고조파들이 대칭 토폴로지 (푸시-풀)에 의해 억제되는 것이 가능하더라도, 예컨대 제 3 고조파로 튜닝된 직렬 공진 L-C 회로들의 형태의 홀수 고조파 필터링이 또한 사용될 수도 있다. 이는, 송신 안테나의 탱크 회로 ( $L_1$  및  $C_1$ )에 걸친 고조파 주파수들로 튜닝된, 고조파 필터 (458R)로서 예시된 추가적인 직렬 공진을 사용하여 달성될 수도 있다.
- [0066] 수신 또는 흡수 모드에서, 양방향 전력 변환 회로 (308)는 동기 정류기로서 작용하며, 스위치들은 센싱된 전압에 기초하여 제어된다. 또한, 예시적인 실시형태들은 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ )에 걸쳐 셉트 다이오드들 (미도시)을 포함할 수도 있다. 이들 스위치들 ( $Q_1$  및  $Q_{1'}$ )은, 배터리가 고갈되는 경우에 회로가 자체 복원하는 것을 보장한다. 구체적으로, 회로는 수신된 고 주파수 전력을 정류하기 시작하여, 주파수 생성 및 제어 회로 (322)에 전력을 제공한다.
- [0067] 도 11은 예시적인 실시형태에 따른 무선 전력을 송수신하는 방법의 플로우차트를 예시한다. 무선 전력을 송수신하는 방법 (600)은 본 명세서에서 설명되는 다양한 구조들 및 회로들에 의해 지원된다. 방법 (600)은, 양방향 전력 변환 회로가 수신 모드로 설정되는 경우에, 자기 근접장에 응답하여 공진하는 안테나로부터 유도 전류를 수신하고, 양방향 전력 변환 회로를 통해 유도 전류를 DC 전력으로 정류하는 단계 (602)를 포함한다. 방법 (600)은, 양방향 전력 변환 회로가 송신 모드로 설정되는 경우에, 양방향 전력 변환 회로를 통해 저장된 DC 전력으로부터 안테나로 공진 주파수에서 유도 전류를 생성하고, 안테나로부터 자기 근접장을 생성하는 단계 (604)를 더 포함한다.
- [0068] 당업자는, 제어 정보 및 신호들이 다양한 상이한 기술들 및 공학기술들 중 임의의 것을 사용하여 표현될 수도

있다는 것을 이해할 것이다. 예컨대, 상기 설명 전반에 걸쳐 참조될 수도 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 자기 입자들, 광학장들 또는 광학 입자들, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 표현될 수도 있다.

[0069] 당업자는, 본 명세서에서 개시된 실시형태들에 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어로서 구현되거나, 컴퓨터 소프트웨어에 의해 제어되거나, 또는 이들 양자의 조합들로서 구현될 수도 있다는 것을 또한 인식할 것이다. 하드웨어와 소프트웨어의 교환성을 명확하게 예시하기 위해, 상술된 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들, 및 단계들은 일반적으로 이들의 기능에 관하여 설명되었다. 그러한 기능이 하드웨어로서 구현될지 또는 소프트웨어로서 제어될지는 특정한 애플리케이션 및 전체 시스템에 부과되는 설계 제약들에 의존한다. 당업자는, 각각의 특정한 애플리케이션에 대해 다양한 방식으로 설명된 기능을 구현할 수도 있지만, 그러한 구현 판정들이 본 발명의 예시적인 실시형태들의 범위로부터 벗어나게 하는 것으로 해석되서는 안된다.

[0070] 본 명세서에서 개시된 실시형태들에 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 및 회로들은 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 주문형 집적 회로 (ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그래머블 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에서 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 제어될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 다르게는, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 또한, 프로세서는, 예컨대 DSP 와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 협력하는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 그러한 구성으로서 구현될 수도 있다.

[0071] 본 명세서에서 개시된 실시형태들에 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 제어 단계들은 하드웨어로 직접 실시되거나, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 실시되거나, 또는 이들 양자의 조합으로 실시될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 랜덤 액세스 메모리 (RAM), 플래시 메모리, 판독 전용 메모리 (ROM), 전기적 프로그래머블 ROM (EPROM), 전기적으로 소거가능한 프로그래머블 ROM (EEPROM), 레지스터들, 하드 디스크, 탈착식 디스크, CD-ROM, 또는 공지의 저장 매체의 임의의 다른 형태에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서에 커플링되어, 프로세서가 그 저장 매체로부터 정보를 판독하고 그 저장 매체에 정보를 기록할 수 있다. 다르게는, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC 에 상주할 수도 있다. ASIC 는 사용자 단말기에 상주할 수도 있다. 다르게는, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기에서의 이산 컴포넌트들로서 상주할 수도 있다.

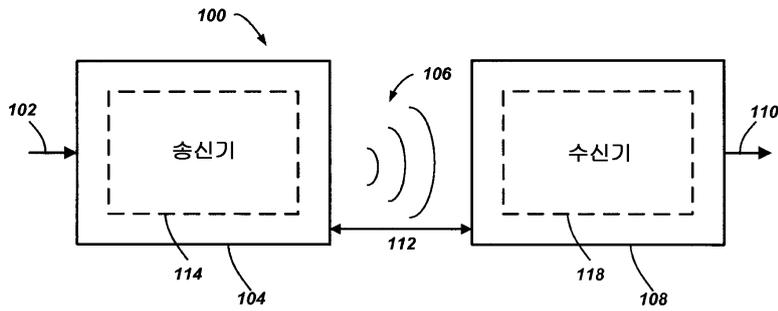
[0072] 하나 이상의 예시적인 실시형태들에서, 설명된 제어 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우에, 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상의 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장되거나 또는 송신될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 하나의 위치로부터 다른 위치로의 컴퓨터 프로그램의 전달을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 및 컴퓨터 저장 매체 양자 모두를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 예로써, 한정하지 않게, 그러한 컴퓨터 판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM, 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 컴퓨터에 의해 액세스 될 수 있고 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 운반하거나 또는 저장하기 위해 사용될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속이 컴퓨터 판독가능 매체라 적절하게 지칭된다. 예컨대, 소프트웨어가, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 꼬임 쌍, 디지털 가입자 라인 (DSL), 또는 적외선, 무선 및 마이크로파와 같은 무선 기술들을 사용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 송신되는 경우에, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 꼬임 쌍, DSL, 또는 적외선, 무선 및 마이크로파와 같은 무선 기술들이 매체의 정의에 포함된다. 여기서 사용되는 바와 같이, 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크, 및 블루레이 디스크를 포함하며, 통상적으로 디스크 (disk) 들은 자기적으로 데이터를 재생하는 한편, 디스크 (disc) 들은 레이저들로 광학적으로 데이터를 재생한다. 또한, 상기의 조합들이 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.

[0073] 개시된 예시적인 실시형태들의 이전의 설명은 당업자로 하여금 본 발명을 만들거나 또는 사용할 수 있게 하기 위해 제공된다. 이들 예시적인 실시형태들에 대한 다양한 변형들이 당업자에게 용이하게 명백하게 될 것이며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 사상 또는 범위로부터 벗어나지 않으면서 다른 실시형태들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 본 명세서에 나타난 실시형태들에 한정되지 않고, 본 명세서

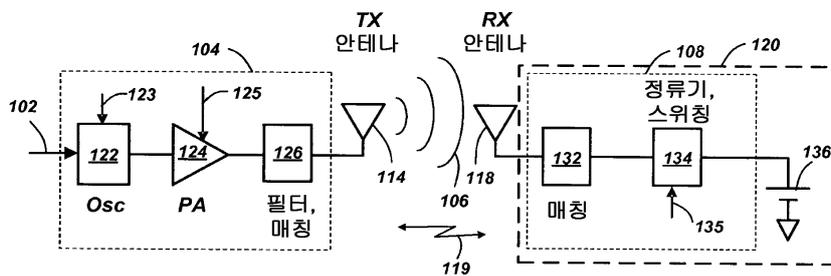
에서 개시되는 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위가 부여되도록 의도된다.

도면

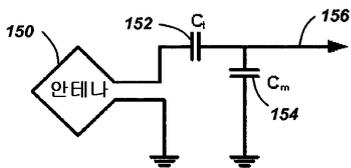
도면1



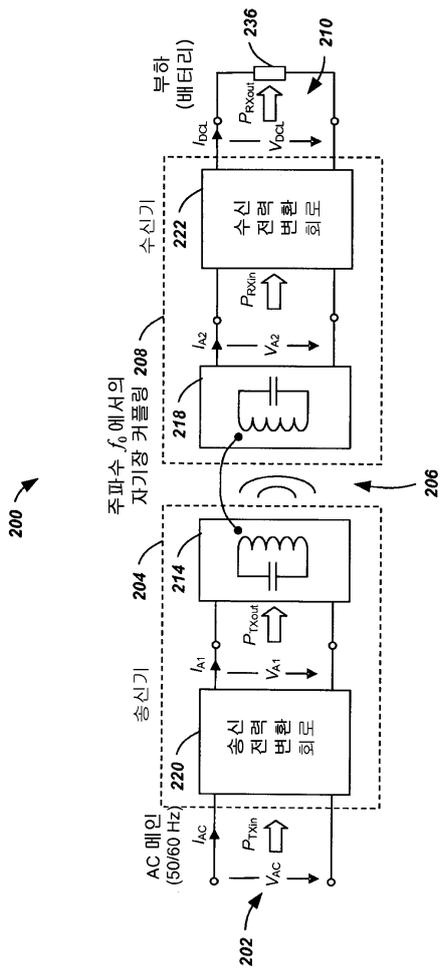
도면2



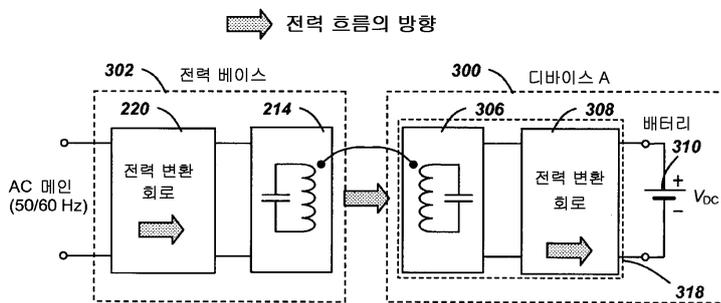
도면3



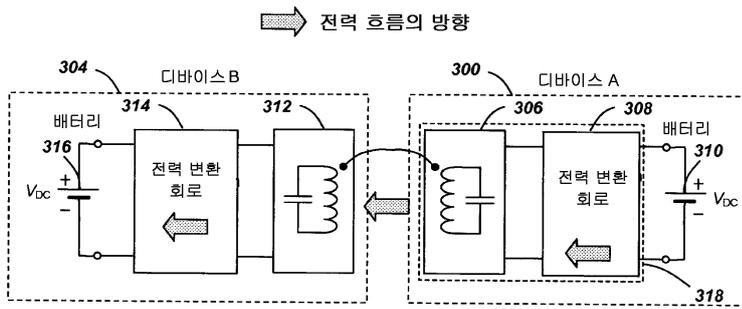
도면4



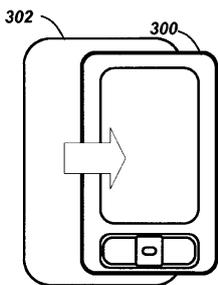
도면5a



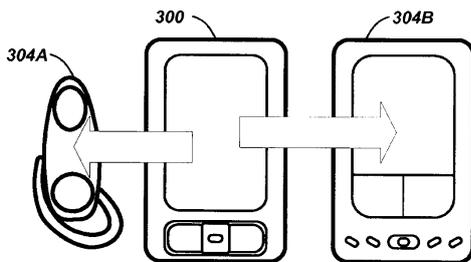
도면5b



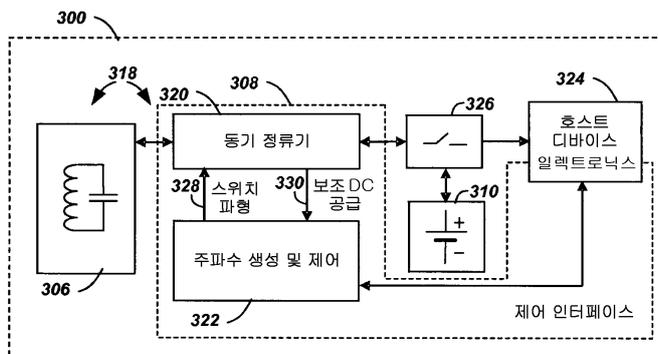
도면6a



도면6b



도면7





도면11

