



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월20일  
(11) 등록번호 10-1397243  
(24) 등록일자 2014년05월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H02J 17/00* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7029652(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2009년07월28일  
심사청구일자 2012년11월12일
- (85) 번역문제출일자 2012년11월12일
- (65) 공개번호 10-2012-0138832
- (43) 공개일자 2012년12월26일
- (62) 원출원 특허 10-2011-7004663  
원출원일자(국제) 2009년07월28일  
심사청구일자 2011년02월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/051997
- (87) 국제공개번호 WO 2010/014634  
국제공개일자 2010년02월04일
- (30) 우선권주장  
12/510,123 2009년07월27일 미국(US)  
61/084,246 2008년07월28일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현  
JP10069533 A  
JP2000050534 A  
JP2004166384 A  
KR1020070044639 A

전체 청구항 수 : 총 31 항

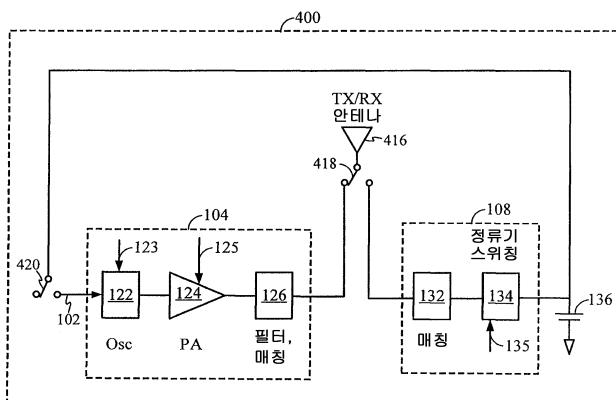
심사관 : 꽈인구

(54) 발명의 명칭 기생 공진 탱크를 포함하는 전자 디바이스들을 위한 무선 전력 송신

## (57) 요약

예시적인 실시형태들은 무선 전력 전달에 관한 것이다. 무선 전력 수신기는, 자기 근접장을 생성하는 송신기의 송신 안테나와 결합하기 위한 수신 안테나를 포함한다. 수신 안테나는 자기 근접장으로부터 무선 전력을 수신하고, 공진 탱크 및 공진 탱크에 무선으로 결합된 기생 공진 탱크를 포함한다. 무선 전력 송신기는 수신 기의 수신 안테나와 결합하기 위한 송신 안테나를 포함한다. 송신 안테나는 무선 전력의 송신을 위한 자기 근접장을 생성하고, 공진 탱크 및 공진 탱크에 결합된 기생 공진 탱크를 포함한다.

대 표 도 - 도6



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

무선 전력 전달을 위한 장치로서,

안테나 회로; 및

상기 안테나 회로에 결합된 전력 회로를 포함하고,

상기 전력 회로는,

제 1 부하를 충전시키거나 또는 작동시키기에 충분한 제 1 레벨로 무선 전력을 출력하기 위하여 상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하고, 및

제 2 부하를 작동시키거나 또는 충전시키기에 충분한 제 2 레벨로 자기장을 통하여 상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하에 선택적으로 제공하도록 구성되는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 안테나 회로는 상기 자기장을 통하여 수신된 상기 전력에 기초하여 교류를 생성하도록 구성되고, 상기 전력 회로는 상기 제 2 부하를 작동시키거나 또는 충전시키기 위해 상기 교류를 직류 (DC) 로 변환하도록 구성되는 전력 변환 유닛을 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전력 변환 유닛은 또한 상기 제 1 레벨에서 무선 전력을 출력하기 위해 상기 안테나 회로로 전력 플로우를 리버스 (reverse) 하도록 구성되는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전력 변환 유닛은 하나 이상의 스위치를 갖는 동기 전류기를 포함하고, 상기 전력 변환 유닛은 또한 하나 이상의 스위치를 구동하도록 사용되는 과형의 위상을 변경하여 상기 제 1 레벨에서 무선 전력을 출력하기 위해 상기 안테나 회로로 상기 전력 플로우를 리버스하도록 구성된 제어 회로를 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 전력 변환 유닛은 상기 교류를 정류하도록 구성된 하나 이상의 스위치를 갖는 동기 전류기를 포함하고, 상기 전력 변환 유닛은 상기 교류로 상기 하나 이상의 스위치를 구동하도록 사용되는 과형을 동기화하도록 구성되는 제어 회로를 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 과형을 동기화하기 위한 상기 동기 전류기의 상기 하나 이상의 스위치를 구동하는 상기 과형의 위상을 변경하도록 구성되는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 제어 회로는 전압 레벨 또는 전류 레벨 중 적어도 하나를 감지하도록 구성되는 전압 및 전류 감지 회로를

포함하고, 상기 제어 회로는 상기 전압 레벨 또는 상기 전류 레벨 중 적어도 하나에 기초하여 상기 파형을 동기화하도록 구성되는, 무선 전력 전달 장치.

#### 청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 전력 변환 유닛은 하나 이상의 스위치를 갖는 동기 정류기를 포함하고, 상기 전력 변환 유닛은, 상기 하나 이상의 스위치를 구동하는 파형을 제공하여 상기 제 1 레벨에서 무선 전력을 출력하기 위해 상기 안테나 회로로 전력 플로우를 리버스하도록 구성되는 제어 회로를 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 전력 회로는, 입력 신호로 상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하도록 구성되는 송신 회로, 및 상기 수신된 전력을 상기 제 2 부하로 선택적으로 제공하도록 구성된 수신 회로를 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 전력 회로는 또한 제 1 위치에서 상기 송신 회로에 상기 안테나 회로를 선택적으로 결합시키고 제 2 위치에서 상기 수신 회로에 상기 안테나 회로를 선택적으로 결합시키도록 구성되는 스위치를 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 부하는 배터리를 포함하고, 상기 전력 회로는 상기 배터리에 저장된 에너지를 사용하여 상기 송신 회로에 입력 전력을 제공하도록 구성되고,

상기 장치는, 또한 상기 입력 전력을 제공하기 위한 상기 송신 회로에 상기 배터리를 선택적으로 결합시키도록 구성되는 스위치를 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 안테나 회로는 공진 주파수를 갖고, 입력 신호는 제 1 주파수에서 상기 안테나 회로를 구동하고, 상기 수신된 전력은 상기 자기장을 통해 수신되고 상기 안테나 회로가 공진하는 제 2 주파수를 갖는 교류를 생성하는, 무선 전력 전달 장치.

#### 청구항 13

무선 전력 전달을 위한 방법으로서,

제 1 부하를 충전시키거나 또는 작동시키기에 충분한 제 1 레벨로 무선 전력을 출력하기 위하여 안테나 회로를 선택적으로 구동하는 단계, 및

제 2 부하를 작동시키거나 또는 충전시키기에 충분한 제 2 레벨로 자기장을 통하여 상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하에 선택적으로 제공하는 단계를 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하에 선택적으로 제공하는 단계는,

상기 자기장을 통하여 수신된 전력에 기초하여 상기 안테나 회로에 의해 생성된 교류를 수신하는 단계; 및

상기 제 2 부하를 작동시키거나 또는 충전시키기 위해 전력 변환 유닛을 통하여 상기 교류를 직류 (DC)로 변환

하는 단계를 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하는 단계는,

상기 제 1 레벨에서 무선 전력을 출력하기 위하여 상기 전력 변환 유닛의 전력 플로우를 상기 안테나 회로로 리버스 (reverse) 하는 단계를 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 전력 변환 유닛은 동기 정류기를 포함하고,

상기 방법은 상기 동기 정류기의 하나 이상의 스위치를 구동하도록 사용되는 파형의 위상을 변경하여 상기 제 1 레벨에서 무선 전력을 출력하기 위해 상기 안테나 회로로 전력 플로우를 리버스하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 전력 변환 유닛은 동기 정류기를 포함하고,

상기 방법은 상기 교류로 상기 동기 정류기의 하나 이상의 스위치를 구동하도록 사용되는 파형을 동기화하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 파형을 동기화하기 위한 상기 동기 정류기의 상기 하나 이상의 스위치를 구동하는 상기 파형의 위상을 변경하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 19

제 17 항에 있어서,

전압 레벨 또는 전류 레벨 중 적어도 하나를 감지하는 단계를 더 포함하고,

상기 동기화하는 단계는 상기 전압 레벨 또는 상기 전류 레벨 중 적어도 하나에 기초하여 상기 파형을 동기화하는 단계를 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 전력 변환 유닛은 동기 정류기를 포함하고,

상기 방법은 상기 동기 정류기의 하나 이상의 스위치들을 구동하는 파형을 제공하여 상기 안테나 회로에 입력 신호를 제공하기 위해 상기 전력 플로우를 리버스 하는 단계를 더 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 21

제 13 항에 있어서,

상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하는 단계는 송신 회로를 사용하여 상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하는 단계를 포함하고, 상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하로 선택적으로 제공하는 단계는 수신 회로를 사용하여 상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하로 선택적으로 제공하는 단계를 포함하고,

상기 방법은 스위치를 사용하여 상기 송신 회로에 상기 안테나 회로를 선택적으로 결합시키는 단계, 및 상기 스위치를 사용하여 상기 수신 회로에 상기 안테나 회로를 선택적으로 결합시키는 단계를 더 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 2 부하는 배터리를 포함하고,

상기 방법은, 상기 배터리에 저장된 에너지를 사용하여 상기 송신 회로에 입력 전력을 제공하는 단계를 더 포함하고, 상기 입력 전력을 제공하기 위하여 상기 송신 회로에 상기 배터리를 선택적으로 결합시키는 단계를 더 포함하는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 23

제 13 항에 있어서,

상기 안테나 회로는 공진 주파수를 갖고,

상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하는 단계는, 제 1 주파수를 갖는 입력 신호로 상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하는 것을 포함하고, 상기 수신된 전력은 상기 안테나 회로가 공진하는 제 2 주파수를 갖는 교류를 생성하도록 구성되는, 무선 전력 전달 방법.

### 청구항 24

무선 전력 전달을 위한 장치로서,

안테나 회로; 및

전력을 제공하는 수단을 포함하고,

상기 전력을 제공하는 수단은,

제 1 부하를 충전시키거나 또는 작동시키기에 충분한 제 1 레벨로 무선 전력을 출력하기 위하여 상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하는 수단, 및

제 2 부하를 작동시키거나 또는 충전시키기에 충분한 제 2 레벨로 자기장을 통하여 상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하에 선택적으로 제공하는 수단을 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 안테나 회로는 상기 자기장을 통하여 수신된 상기 전력에 기초하여 교류를 생성하도록 구성되고, 상기 전력을 제공하는 수단은 상기 제 2 부하를 작동시키거나 또는 충전시키기 위해 상기 교류를 직류 (DC)로 변환하는 수단을 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 변환하는 수단은, 상기 제 1 레벨로 무선 전력을 출력하기 위하여 상기 안테나 회로로 전력 플로우를 리버스 (reverse) 하는 수단을 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 변환하는 수단은, 하나 이상의 스위치를 포함하는 동기 정류를 위한 수단을 포함하고,

상기 변환하는 수단은 또한 상기 하나 이상의 스위치를 구동하도록 사용되는 과정의 위상을 변경하여 상기 제 1 레벨에서 무선 전력을 출력하기 위해 상기 안테나 회로로 상기 전력 플로우를 리버스하는 수단을 포함하는, 무

선 전력 전달 장치.

### 청구항 28

제 24 항에 있어서,

상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하는 수단은 송신 회로를 포함하고, 상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하에 선택적으로 제공하는 수단은 수신 회로를 포함하고,

상기 장치는 또한 상기 송신 회로에 상기 안테나 회로를 선택적으로 결합시키는 수단 및 상기 수신 회로에 상기 안테나 회로를 선택적으로 결합시키는 수단을 포함하는, 무선 전력 전달 장치.

### 청구항 29

제 1 부하를 충전시키거나 또는 작동시키기에 충분한 제 1 레벨로 무선 전력을 출력하기 위하여 안테나 회로를 선택적으로 구동하기 위한 코드, 및

제 2 부하를 작동시키거나 또는 충전시키기에 충분한 제 2 레벨로 자기장을 통하여 상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하에 선택적으로 제공하기 위한 코드를 포함하는, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

### 청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 안테나 회로에 의해 수신된 전력을 상기 제 2 부하에 선택적으로 제공하기 위한 코드는, 동기 정류기의 하나 이상의 스위치를 구동하도록 사용되는 파형을 제공하는 코드를 포함하고, 상기 동기 정류기는 상기 제 1 부하를 작동시키거나 또는 충전시키기 위해 상기 자기장을 통하여 상기 안테나 회로에서 생성된 교류를 직류 (DC)로 변환하도록 구성된, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

### 청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 안테나 회로를 선택적으로 구동하기 위한 코드는, 상기 안테나 회로로 상기 제 1 레벨에서 무선 전력을 출력하기 위해 전력 플로우를 리버스하도록 상기 파형의 위상을 변경하기 위한 코드를 포함하는, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

## 명세서

### 배경기술

[0001]

35 U.S.C. § 119 하의 우선권의 주장

[0002]

본원은, 2008년 7월 28일자로 출원된 발명의 명칭이 "WIRELESS POWERING & CHARGING" 인 미국 가특허 출원 제 61/084,246 호에 대한 35 U.S.C. § 119(e) 하에서의 우선권을 주장하며, 그 개시는 전체가 참조로 본원에 통합된다.

[0003]

통상적으로, 무선 전자 디바이스와 같은 각각의 배터리 전원공급되는 디바이스는 자신의 고유의 충전기 및 일반적으로 교류 전류 (AC) 전력 콘센트인 전력 소스를 요구한다. 그러한 유선 구성은 다수의 디바이스들이 충전을 필요로 하는 경우에 불편하게 된다.

[0004]

충전될 전자 디바이스에 결합된 수신기 및 송신기 사이의 오버-더-에어 (over-the-air) 또는 무선 전력 송신을 사용하는 접근법들이 개발되고 있다. 일반적으로, 그러한 접근법들은 2 개의 분류들에 속한다. 하나는 충전될 디바이스 상의 수신 안테나와 송신 안테나 사이의 평면파 방사 (또는 원격장 방사라 호칭됨) 의 결합에 기초한다. 수신 안테나는 방사된 전력을 수집하고, 그 전력을 정류하여 배터리를 충전한다. 일반적으로, 안테나들은 방사 또는 수신 효율을 개선하기 위해 공진 길이로 이루어진다. 이 접근법은, 전력 결합이 안테나들 사이의 거리에 따라 급격하게 감소하는 사실을 경험한다. 따라서, 적당한 거리들 (예컨대, 0.5 내지 2 미터의 범위 이내)에 결친 충전이 비효율적이게 된다. 또한, 송신 시스템이 평면파들을 방사하므로, 필터링을 통해 적절하게 제어되지 않는 경우에, 의도되지 않은 방사가 다른 시스템들과 간섭할 수 있다.

[0005]

무선 에너지 송신에 대한 다른 접근법들은, 예컨대 "충전 매트 (charging mat)" 또는 표면에 임베딩된 송신 안

테나와 충전될 호스트 전자 디바이스에 임베딩된 수신 안테나 (및 정류 회로) 사이의 유도성 결합에 기초한다.

이 접근법은 송신 및 수신 안테나들 사이의 간격이 매우 가까워야만 (예컨대, 수 센티미터 이내) 하는 단점을 갖는다. 이 접근법이 다수의 디바이스들을 동일한 영역에서 동시에 충전하는 능력을 가짐에도, 통상적으로 영역이 매우 작고 사용자가 디바이스들을 특정 영역에 정확히 위치시킬 것을 요구한다. 따라서, 송신 및 수신 안테나들의 유연성 있는 배치 및 배향을 수용하는 무선 충전 배열을 제공할 필요가 있다.

## 발명의 내용

### 도면의 간단한 설명

[0006]

도 1은 무선 전력 송신 시스템의 간략화된 블록도를 예시한다.

도 2는 무선 전력 송신 시스템의 간략화된 개략도를 예시한다.

도 3은 예시적인 실시형태들에 따른, 루프 안테나의 개략도를 예시한다.

도 4a 내지 도 4c는 예시적인 실시형태들에 따른, 송신기 및 수신기를 포함하는 무선 전력 송신 시스템의 물리적인 구현을 예시한다.

도 5a 및 도 5b는 예시적인 실시형태들에 따른, 송신기, 에너지 릴레이, 및 수신기의 물리적인 구현을 예시한다.

도 6은 예시적인 실시형태에 따른, 무선으로 송신된 전력을 수신하고 무선 전력을 송신하도록 구성된 디바이스를 예시한다.

도 7은 유선 전력 송신 시스템을 예시한다.

도 8은 다양한 예시적인 실시형태들에 따른, 무선 전력 송신 시스템의 기능 블록도를 예시한다.

도 9는 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 1 결합 변형의 회로도를 예시한다.

도 10은 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 2 결합 변형의 회로도를 예시한다.

도 11은 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 3 결합 변형의 회로도를 예시한다.

도 12는 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 4 결합 변형의 회로도를 예시한다.

도 13은 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 5 결합 변형의 회로도를 예시한다.

도 14는 예시적인 실시형태에 따른, 저 주파수/고 주파수 (LF-HL) 송신기를 예시한다.

도 15a 내지 도 15c는 예시적인 실시형태에 따른, 다중 스테이지 송신 전력 변환 유닛들의 다양한 구성들을 예시한다.

도 16a 내지 도 16d는 예시적인 실시형태들에 따른, 단일 스테이지 송신 전력 변환 유닛들의 다양한 구성들을 예시한다.

도 17은 예시적인 실시형태에 따른, LF-HF 수신기를 예시한다.

도 18a 내지 도 18h는 다양한 예시적인 실시형태들에 따른, 수신 전력 변환 유닛의 다양한 구성들을 예시한다.

도 19는 예시적인 실시형태에 따른, 무선 전력을 수신하는 방법의 플로우차트를 예시한다.

도 20은 예시적인 실시형태에 따른, 무선 전력을 송신하는 방법의 플로우차트를 예시한다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007]

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.

[0008]

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 실시형태들

에 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 없어도 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.

[0009] 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 결합된 공진 (즉, 공진 유도) 을 포함한다. 그러나, 예컨대 135 kHz (LF) 또는 13.56 MHz (HF) 미만과 같은, 비교적 높은 방사 레벨들에서의 라이센스-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 표준들에 따라야만 한다. 제한하지 않는 예로써, 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.

[0010] \*도 1은 다양한 예시적인 실시형태들에 따른, 무선 전력 송신 시스템 (100) 을 예시한다. 에너지 전달을 제공하기 위한 자기장 (106) 을 생성하기 위해 입력 전력 (102) 이 송신기 (104) 에 제공된다. 수신기 (108) 는 자기장 (106) 에 결합하고, 출력 전력 (110) 에 결합된 디바이스 (미도시) 에 의한 저장 또는 소모를 위해 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 구성되고, 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.

[0011] 송신기 (104) 는 에너지 송신을 위한 수단을 제공하기 위한 송신 안테나 (114) 를 더 포함하며, 수신기 (108) 는 에너지 수신을 위한 수단을 제공하기 위한 수신 안테나 (118) 를 더 포함한다. 송신 및 수신 안테나들은 이들과 연관될 애플리케이션들 및 디바이스들에 따라 사이징 (size) 된다. 언급된 바와 같이, 전자기파로 대부분의 에너지를 원격으로 전파하는 것보다, 송신 안테나의 근접장에서의 에너지의 대부분을 수신 안테나에 결합시킴으로써, 효율적인 에너지 전달이 발생한다. 이 근접장에서, 송신 안테나 (114) 와 수신 안테나 (118) 사이에서 결합이 확립될 수도 있다. 본 명세서에서, 이러한 근접장 결합이 발생할 수도 있는 안테나들 (114 및 118) 주위의 영역은 결합-모드 영역이라 지칭된다.

[0012] 도 2는 무선 전력 송신 시스템의 간략화된 개략도를 도시한다. 입력 전력 (102) 에 의해 구동되는 송신기 (104) 는 발진기 (122), 전력 증폭기 (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 증폭량으로 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.

[0013] 도 2에서 도시된 바와 같이, 수신기 (108) 는 매칭 회로 (132), 및 정류기 및 스위칭 회로 (134) 를 포함하여, DC 전력 출력을 생성함으로써 배터리 (136) 를 충전할 수도 있거나, 또는 수신기에 결합된 디바이스 (미도시) 에 전원공급할 수도 있다. 매칭 회로 (132) 는 수신 안테나 (118) 에 수신기 (108) 의 임피던스를 매칭시키기 위해 포함될 수도 있다.

[0014] 도 3에서 예시된 바와 같이, 예시적인 실시형태들에서 사용되는 안테나들은 "루프" 안테나 (150) 로서 구성될 수도 있으며, 그 루프 안테나 (150) 는 또한 "자기" 또는 "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 내에서 다른 컴포넌트들의 배치를 허용한다. 또한, 공심 코어 루프는 송신 안테나 (114) (도 2) 의 평면 내에서의 수신 안테나 (118) (도 2) 의 배치를 더 용이하게 가능하게 할 수도 있으며, 여기서 송신 안테나 (114) (도 2) 의 결합된-모드 영역이 더 효

과적일 수도 있다.

[0015] 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 안테나의 근접장으로부터의 에너지를, 송신 안테나로부터 자유 공간으로 에너지를 전파하는 것보다 그러한 근접장이 확립되는 인근에 상주하는 수신 안테나에 결합시킴으로써 에너지의 전달이 발생한다.

[0016] 루프 또는 자기 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. 비제한적인 예로서, 캐피시터 (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 또는 자기 안테나의 직경이 증가함에 따라, 근접장의 효율적인 에너지 전달 영역이 "근방 (vicinity)" 결합된 디바이스들에 대해 증가한다. 당연히, 다른 공진 회로들이 가능하다. 다른 비제한적인 예로서, 루프 안테나의 2 개의 단자들 사이에서 병렬로 캐피시터가 배치될 수도 있다. 또한, 당업자는, 송신 안테나들에 대해, 공진 신호 (156) 가 루프 안테나 (150) 에 대한 입력일 수도 있다는 것을 인식할 것이다.

[0017] 본 발명의 예시적인 실시형태들은 서로의 근접장에 있는 2 개의 안테나들 사이에서 전력을 결합시키는 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 대한 더 적은 영향을 미치므로, 단일 및 다중-턴 루프 안테나들과 같은 자기 탑입 안테나들이 송신 (Tx) 및 수신 (Rx) 안테나 시스템들 양자 모두에 대해 사용된다. 또한, "전기" 안테나들 (예컨대, 다이폴들 및 모노폴들) 또는 자기 및 전기 안테나들의 조합이 또한 고려된다.

[0018] Tx 안테나는, 이전에 언급된 원격장 및 유도성 접근법들에 의해 허용되는 것보다 상당히 더 긴 거리들에서 작은 Rx 안테나에 대한 양호한 결합 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 결합-모드 영역 (즉, 근접장 이내) 내에 호스트 디바이스 상의 Rx 안테나가 배치되면 고 결합 효율들 (예컨대, 30%) 이 달성될 수 있다.

[0019] 본 명세서에서 개시되는 다양한 예시적인 실시형태들은 상이한 결합 변형들을 식별하고, 그 상이한 결합 변형들은 상이한 전력 변환 접근법들, 및 디바이스 배치 유연성을 포함하는 송신 범위 (예컨대, 사실상 제로 (zero) 거리에서의 충전 패드 솔루션들에 대한 매우 가까운 "근접 (proximity)" 결합, 또는 단거리 무선 전력 솔루션들에 대한 "근방" 결합) 에 기초한다. 매우 가까운 근접 결합 애플리케이션들 (강하게 결합된 체제, 통상적으로 결합 인자  $k > 0.1$ ) 은 통상적으로 안테나들의 사이즈에 따라 대략 수 밀리미터 또는 센티미터인 짧은 또는 매우 짧은 거리들에 걸친 에너지 전달을 제공한다. 근방 결합 애플리케이션들 (느슨하게 결합된 체제, 통상적으로 결합 인자  $k < 0.1$ ) 은 통상적으로 안테나들의 사이즈에 따라 10 내지 2 m 의 범위의 거리들에 걸친 비교적 저 효율의 에너지 전달을 제공한다.

[0020] 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, "근접" 결합 및 "근방" 결합은 안테나/결합 네트워크에 전력 소스/싱크를 매칭시키는 상이한 방법들로서 고려될 수도 있다. 또한, 다양한 예시적인 실시형태들은, LF 및 HF 애플리케이션들, 및 송신기 및 수신기에 대한, 시스템 파라미터들, 설계 타겟들, 구현 변형들, 및 사양들을 제공한다. 이들 파라미터들 및 사양들의 일부는, 예컨대 요구되는 대로, 변화하여, 특정 전력 변환 접근법과 더 우수하게 매칭할 수도 있다. 시스템 설계 파라미터들은 다양한 우선순위들 및 트레이드오프들을 포함할 수도 있다. 구체적으로, 송신기 및 수신기 서브시스템 고려사항들은 저-비용 구현을 발생시키는 회로의 저 복잡성, 고 송신 효율을 포함할 수도 있다.

[0021] 도 4a 내지 도 4c는 예시적인 실시형태들에 따른, 송신기 및 수신기를 포함하는 무선 전력 송신 시스템의 물리적인 구현을 예시한다. 도 4a의 일 예시적인 실시형태에서, 송신기는 송신 안테나 (202) 를 포함하는 단일 디바이스 충전 패드 (Single Device Charging Pad; SDCP) (200) 내에서 구성될 수도 있다. 또한, SDCP (200) 는, 도 4a에서 예시된, 송신 안테나 (206) 및 송신 안테나 (208) 를 포함하는 다중 디바이스 충전 패드 (204) 로 스케일링 가능하고 확장되어, 복수의 SDCP들을 포함할 수도 있다. 도 4b는, 디바이스 (210) 에서

무선으로 전달된 전력을 수신하기 위한 수신 안테나 (미도시) 를 포함하는 디바이스 (예컨대, 셀폰, PDA, MP3 플레이어 등) 와 결합하는 송신 안테나 (미도시) 를 포함하는 SDCP (200) 를 예시한다. 또한, 도 4b는, 각각 디바이스 (212) 및 디바이스 (214) 를 충전하기 위한, 제 1 송신 안테나 (미도시) 및 제 2 송신 안테나 (미도시) 를 포함하는 다중 디바이스 충전 패드 (204) 를 예시한다. 유사하게, 도 4c는, 디바이스 (216) 에서 무선으로 전달된 전력을 수신하기 위한 수신 안테나 (미도시) 를 포함하는 다른 폼 팩터 마이크로 디바이스 (216) (예컨대, 무선 헤드셋 등) 와 결합하는 송신 안테나 (미도시) 를 포함하는 SDCP (200) 를 예시한다. 또한, 도 4c는, 각각 디바이스 (218) 및 디바이스 (220) 를 충전하기 위한, 제 1 송신 안테나 (미도시) 및 제 2 송신 안테나 (미도시) 를 포함하는 다중 디바이스 충전 패드 (204) 를 예시한다.

[0022] SDCP들은 다양하게 구성되고 다양하게 가능할 수도 있으며, 제한하지 않는 예로써, SDCP 는 대략 4 와트의 충전 전력을 요구하는 중간 사이즈 디바이스들에 대한 고 효율 충전을 위해 구성될 수도 있다. 다르게는, SDCP 는, 1 와트 미만의 충전 전력을 요구하는, 헤드셋들, MP3 플레이어들 등과 같은 작은 폼 팩터의 매우 낮은 전력 디바이스들에 대한 중간 효율 충전을 위해 구성될 수도 있다.

[0023] 도 5a 및 도 5b는 예시적인 실시형태들에 따른, 송신기, 에너지 릴레이, 및 수신기를 포함하는 무선 전력 송신 시스템의 물리적인 구현을 예시한다. 무선 전력 전달은, "에너지 릴레이" 코일/안테나/루프 또는 "중계기" 코일/안테나/루프라 또한 알려진 기생 공진 안테나를 사용하여 확장될 수도 있다. 송신기와 수신기 사이의 "근방" 결합이 고 효율 에너지 전달을 제공하지 않을 수도 있는 한편, "근접" 결합은 송신기 안테나에 대한 (디바이스가 부착된) 수신기의 배치에서 유연성을 제공한다.

[0024] 도 5a는 예시적인 실시형태에 따른, 중간 에너지 릴레이를 포함하는 무선 전력 송신 시스템의 구성을 예시한다. 무선 전력 송신 시스템 (250) 은 SDCP 로서 예시된 송신기 (252) 를 포함한다. 송신기 (252) 는 송신 안테나 (254) 를 더 포함하며, 송신기 (252) 는 입력 전력 (256) 을 수신한다.

[0025] 무선 전력 송신 시스템 (250) 은, 각각의 디바이스들에 결합되거나 또는 각각의 디바이스들 내에 통합되고 송신기 (252) 로부터 떨어져 위치된 하나 이상의 수신기들 (260) 을 더 포함한다. 무선 전력 송신 시스템 (250) 은 릴레이 안테나 (272) 를 포함하는 에너지 릴레이 (270) 를 더 포함한다. 도 5a에서 예시된 바와 같이, 에너지 릴레이 (270) 는 송신기 (252) 와 수신기(들) (260) 사이에서 중간 에너지 릴레이로서 동작하며, 송신기 와 수신기(들) 사이의 결합은 "근방" 결합이라 지칭될 수도 있다.

[0026] 동작에서, 송신기 (252) 는 릴레이 안테나 (272) 주위의 자기 근접장 (magnetic near field) 의 생성을 발생시키는 에너지 릴레이 (270) 의 "여자기 (exciter)" 로서 기능한다. 그 후, 에너지 릴레이 (270) 의 자기 근접장은 수신기(들) (260) 의 수신 안테나(들) (262) 에 결합한다. 따라서, 중간 에너지 릴레이 (270) 는 송신 안테나 (254) 에서 나타나는 에너지의 전달을 용이하게 하여, 수신 안테나(들) (262) 에서 효과적으로 수신되도록 한다. 예로써, 에너지 릴레이 (270) 에 대한 통상적인 Q-값은 대략 300 과 800 사이의 Q-값 정도일 수 있다.

[0027] 도 5b는 예시적인 실시형태에 따른, 에워싸는 에너지 릴레이를 포함하는 무선 전력 송신 시스템의 구성을 예시한다. 무선 전력 송신 시스템 (280) 은 SDCP 로서 예시된 송신기 (282) 를 포함한다. 송신기 (282) 는 송신 안테나 (284) 를 더 포함하며, 송신기 (282) 는 입력 전력 (286) 을 수신한다.

[0028] 무선 전력 송신 시스템 (280) 은 각각의 디바이스들에 결합되거나 또는 각각의 디바이스들 내에 통합되고 송신기 (282) 로부터 떨어져 위치된 하나 이상의 수신기들 (290) 을 더 포함한다. 무선 전력 송신 시스템 (280) 은 릴레이 안테나 (302) 를 포함하는 에너지 릴레이 (300) 를 더 포함한다. 도 5b에서 예시된 바와 같이, 에너지 릴레이 (300) 는 송신기 (282) 와 수신기(들) (290) 사이에서 중간 에너지 릴레이로서 동작하며, 송신기 와 수신기(들) 사이의 결합은 또한 "근방" 결합이라 지칭될 수도 있다.

[0029] 동작에서, 송신기 (282) 는 릴레이 안테나 (302) 주위의 자기 근접장의 생성을 발생시키는 에너지 릴레이 (300) 의 "여자기" 로서 기능한다. 그 후, 에너지 릴레이 (300) 의 자기 근접장은 수신기(들) (290) 의 수신 안테나(들) (292) 에 결합한다. 따라서, 중간 에너지 릴레이 (300) 는 송신 안테나 (284) 에서 나타나는 에너지의 전달을 용이하게 하여, 수신기 안테나(들) (292) 에서 효과적으로 수신되도록 한다. 예로써, 에너지 릴레이 (300) 의 통상적인 Q-값은 대략 300 과 800 사이의 Q-값 정도일 수도 있다.

[0030] 도 6은 예시적인 실시형태에 따른, 무선으로 송신된 전력을 수신하고 무선 전력을 송신하도록 구성된 디바이스를 예시한다. 디바이스 (400) 는 도 2에 대하여 상술된, 송신기 (104) 및 수신기 (108) 를 포함한다. 디바이스 (400) 는 예시적인 실시형태에 대해 송신기 (104) 와 수신기 (108) 사이의 스위치 (418) 에 따라 스위

청 가능한 송신/수신 안테나 (416) 를 더 포함하며, 여기서 수신기는 또 다른 수신기에 대한 송신기로서 동작하도록 재구성가능할 수도 있다. 또한, 디바이스 (400) 는 스위치 (420) 에 따라 스위칭 가능하게 결합되어 수신기 (108) 로부터 전하를 수신하거나 또는 입력 전력 (102) 을 송신기 (104) 에 제공하는 배터리 (136) 를 더 포함한다.

[0031] \*수신기로서의 동작에서, 디바이스 (400) 는 개별적인 송신기 (미도시) 로부터 무선으로 송신된 전력을 수신하고, 수신기로서의 디바이스 동작 동안에 무선 수신 전력을 배터리 (136) 에 저장하도록 구성될 수도 있다. 송신기로서의 동작에서, 디바이스 (400) 는 배터리 (136) 에 저장된 에너지를 입력 전력 (102) 으로서 사용하여 자기 근접장을 생성하도록 구성될 수도 있다.

[0032] 도 7은 유선 전력 송신 시스템을 예시한다. 유선 전력 송신 시스템 (500) 은 AC 주파수  $f_{AC}$  에서 동작하는 AC 입력 전력,  $I_{AC}$ ,  $V_{AC}$  를 포함한다. 입력 전력은 스위칭 주파수  $f_{SW}$  에서 동작하는 AC-DC 변환기 (502) 에 입력된다. DC 코드 (504) 는 DC 전력  $V_{DCL}$ ,  $I_{DCL}$  을 디바이스 (506) 에 제공하는 한편, 스위치 (508) 는 선택적으로 입력 전력을 배터리 (510) 에 제공한다.

[0033] 송신 효율이 계산될 수도 있으며, AC 입력 전력  $P_{ACin}$  은 다음과 같이 정의된다.

$$P_{ACin} = \frac{1}{T_{AC}} \int_0^{T_{AC}} v_{AC}(t) \cdot i_{AC}(t) dt ; \quad T_{AC} = \frac{1}{f_{AC}}$$

[0034]

[0035] 그리고, 단말기들을 충전하는 디바이스 입력에서의 DC 입력 전력  $P'_{DCL}$  은 다음과 같이 정의된다.

$$P'_{DCL} = \frac{1}{T_{sw}} \int_0^{T_{sw}} v'_{DCL}(t) \cdot i'_{DCL}(t) dt ; \quad T_{sw} = \frac{1}{f_{sw}}$$

[0036]

[0037] 그리고, 배터리 단말기들에서의 DC 입력 전력  $P_{DCL}$  은 다음과 같이 정의된다.

$$P_{DCL} = \frac{1}{T_{sw}} \int_0^{T_{sw}} v_{DCL}(t) \cdot i_{DCL}(t) dt ; \quad T_{sw} = \frac{1}{f_{sw}}.$$

[0038]

[0039] 따라서, 디바이스 단말기들에서 정의된 효율은 다음과 같이 정의된다.

$$\eta' = \frac{P'_{DCL}}{P_{ACin}}$$

[0040]

[0041] 그리고, 전체 (엔드-엔드) 효율은 다음과 같이 정의된다.

$$\eta = \frac{P_{DCL}}{P_{ACin}}$$

[0042]

[0043] 그리고, 통상적인 측정된 효율은 대략 60% 내지 70% 이다.

[0044] 도 8은 다양한 예시적인 실시형태들에 따른, 무선 전력 송신 시스템의 기능 블록도를 예시한다. 결합 변형들을 예시하는 후속하는 도면들에서의 비교를 위해, 입력 포트 (602) 및 출력 포트 (610) 를 포함하는 다양한 포트들이 도 8에서 식별된다. 무선 전력 송신 시스템 (600) 은 송신기 (604) 및 수신기 (608) 를 포함한다.

입력 전력 ( $P_{TXin}$ ) 은, 에너지 전달을 제공하기 위한 결합  $k$  (606) 를 갖는 대부분 비-방사 (non-radiative) 인 장을 생성하기 위해 송신기 (604) 에 제공된다. 수신기 (608) 는 비-방사장 (606) 에 결합하고, 출력 포트 (610) 에 결합된 배터리 또는 부하 (636) 에 의한 저장 또는 소모를 위한 출력 전력 ( $P_{RXout}$ ) 을 생성한다.

송신기 (604) 및 수신기 (608) 양자 모두는 거리만큼 분리된다. 일 예시적인 실시형태에서, 송신기 (604) 및 수신기 (608)는 상호 공진 관계에 따라 구성되며, 수신기 (608)의 공진 주파수  $f_0$  와 송신기 (604)의 공진 주파수가 매칭되는 경우에, 수신기 (608)가 방사된 장 (606)의 "근접장"에 위치되는 동안 송신기 (604)와 수신기 (608) 사이의 송신 손실들이 최소가 된다.

[0045] 송신기 (604)는 에너지 송신을 위한 수단을 제공하기 위한 송신 안테나 (614)를 더 포함하며, 수신기 (608)는 에너지 수신을 위한 수단을 제공하기 위한 수신 안테나 (618)를 더 포함한다. 송신기 (604)는 AC-AC 변환기로서 적어도 부분적으로 기능하는 송신 전력 변환 유닛 (620)을 더 포함한다. 수신기 (608)는 AC-DC 변환기로서 적어도 부분적으로 기능하는 수신 전력 변환 유닛 (622)을 더 포함한다. 다양한 내부 포트 전류들, 전압들, 및 전력이 후속하는 도면들에서의 다양한 결합 변형들의 비교를 위해 도 8에서 식별된다.

[0046] 도 9는 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 1 결합 변형의 회로도를 예시한다. 예컨대, 도 9의 결합 변형 (630)은, 도 4a 내지 도 4c의 단일 디바이스 충전 패드 (SDCP) (200)에서 적용성을 발견하는 "근접" 결합 변형을 예시한다. 결합 변형 (630)은 송신 안테나 (614') 및 수신 안테나 (618')로서 예시된 결합된 직렬 탱크 회로들을 포함한다. 송신 안테나 (614')는 캐퍼시터 ( $C_1$ ) 및 인덕터 ( $L_1$ )로 구성된 직렬 탱크 회로를 포함하며, 수신 안테나 (618')는 캐퍼시터 ( $C_2$ ) 및 인덕터 ( $L_2$ )로 구성된 다른 직렬 탱크 회로를 포함한다.

[0047] 일반적으로, 결합된 직렬 탱크 회로들은, 결합 인자 ( $k_{12}$ ) 및/또는 수신기 부하 (미도시)가 변경되지 않는 경우에 디튜닝 (detuning) 효과들을 나타내지 않는다. 또한, 이론적으로, 오픈 단자들을 갖는 직렬 탱크 회로는 송신기에 매우 근접하여 에너지를 흡수하지 않으며, 이는, 수신 단자들에서의 부하와 무관하게 전력의 비교적 많은 양을 흡수할 수도 있는 병렬 L-C 구조를 포함하는 다른 결합 변형들과 대조된다. 따라서, 결합된 직렬 탱크들의 결합 변형 (630)은, 도 4a 내지 도 4c에 대하여 예시된 바와 같은 단일 또는 다중 수신기 구성에 대해 효율적인 무선 전력 송신을 제공한다.

[0048] 도 10은 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 2 결합 변형의 회로도를 예시한다. 도 10의 결합 변형 (650)은 "근방" 결합 변형을 예시하며, "근방" 결합에 대해 사용되는 하이-Q 공진 탱크 회로에 결합하기 위해 사용될 수도 있다. 결합 변형 (650)은 전력 변환 회로와 매칭하도록 임피던스들을 변환하여, 개선되거나 또는 높은 전달 효율을 발생시킨다. 구체적으로, 결합 변형 (650)은 공진 송신 안테나 (614'') 및 공진 수신 안테나 (618'')를 포함한다.

[0049] 송신 안테나 (614'')는, 캐퍼시터 ( $C_1$ ) 및 인덕터 ( $L_1$ )를 포함하는 하이-Q 탱크 공진기 (652), 및 결합 루프/코일 (654)을 포함한다. 결합 루프/코일 (654)은 하이-Q 탱크 공진기 (652)에 송신기의 다른 부분들을 매칭시킨다. 수신 안테나 (618'')는, 캐퍼시터 ( $C_2$ ) 및 인덕터 ( $L_2$ )를 포함하는 하이-Q 탱크 공진기 (656), 및 결합 루프/코일 (658)을 포함한다. 결합 루프/코일 (658)은 하이-Q 탱크 공진기 (656)에 수신기의 다른 부분들을 매칭시킨다.

[0050] 도 11은 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 3 결합 변형의 회로도를 예시한다. 결합 변형 (670)은 유도성 결합 대신에 용량성 결합을 사용하여, 도 8의 송신 및 수신 전력 변환 유닛들과 매칭하도록 하이-Q 병렬 탱크의 고 임피던스를 변환한다. 구체적으로, 결합 변형 (670)은 송신 안테나 (614'') 및 수신 안테나 (618'')를 포함한다.

[0051] 송신 안테나 (614'')는, 캐퍼시터 ( $C_1$ ) 및 인덕터 ( $L_1$ )를 포함하는 하이-Q 병렬 탱크 공진기 (672), 및 결합 캐퍼시터 (674)를 포함한다. 결합 캐퍼시터 (674)는 하이-Q 병렬 탱크 공진기 (672)에 송신기의 다른 부분들을 매칭시킨다. 수신 안테나 (618'')는, 캐퍼시터 ( $C_2$ ) 및 인덕터 ( $L_2$ )를 포함하는 하이-Q 병렬 탱크 공진기 (676), 및 결합 캐퍼시터 (678)를 포함한다. 결합 캐퍼시터 (678)는 하이-Q 병렬 탱크 공진기 (676)에 수신기의 다른 부분들을 매칭시킨다.

[0052] 도 12는 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 4 결합 변형의 회로도를 예시한다. 결합 변형 (690)은, 송신 또는 수신 전력 변환의 임피던스 매칭에 대하여 몇몇 예시적인 실시형태들에서 특정 이점들을 제공할 수도 있는 직렬 및 병렬 탱크 회로들의 하이브리드 구성을 사용한다. 구체적으로, 결합 변형 (690)은 송신 안테나 (614'') 및 수신 안테나 (618'')를 포함한다.

[0053] 송신 안테나 (614'')는 도 9의 송신 안테나 (614')와 유사하게 구성될 수도 있다. 송신 안테나

(614'') 는 캐페시터 ( $C_1$ ) 및 인덕터 ( $L_1$ ) 를 포함하는 직렬 탱크 공진기 (692) 를 포함하며, 수신 안테나 (618'') 는 캐페시터 ( $C_2$ ) 및 인덕터 ( $L_2$ ) 를 포함하는 병렬 탱크 공진기 (696) 를 포함한다.

[0054] \*도 13은 예시적인 실시형태에 따른, 송신 및 수신 안테나들 사이의 제 5 결합 변형의 회로도를 예시한다. 도 13의 결합 변형 (700) 은, "근방" 결합에 대한 직렬 공진 회로들을 사용하여, 일반적으로 "근접" 결합에 대해 설계된 시스템을 확장하기 위한 실시형태를 예시한다. 결합 변형 (700) 은 송신 안테나 (614'') 및 수신 안테나 (618'') 를 포함한다. 송신 안테나 (614'') 는 캐페시터 ( $C_1$ ) 및 인덕터 ( $L_1$ ) 를 포함하는 직렬 탱크 공진기 (704) 를 포함하며, 수신 안테나 (618'') 는 캐페시터 ( $C_2$ ) 및 인덕터 ( $L_2$ ) 를 포함하는 직렬 탱크 공진기 (706) 를 포함한다. 또한, 송신 안테나 (614'') 및 수신 안테나 (618'') 는 하나 이상의 기생 하이-Q 공진기들 (702) 을 포함할 수도 있다.

[0055] 결합 변형 (700) 에서, 기생 하이-Q 공진기 (702) 는, 송신 안테나 (614'') 에서 기생 하이-Q 공진기 (702A) 로서, 수신 안테나 (618'') 에서 기생 하이-Q 공진기 (702B) 로서, 또는 송신 안테나 (614'') 및 수신 안테나 (618'') 양자 모두에서 기생 하이-Q 공진기들 (702A, 702B) 로서 부가된다. 또한, 결합 인자들 ( $k_{11}$  및/또는  $k_{22}$ ) 을 변경함으로써 매칭이 제어될 수 있다. 예로써, 기생 하이-Q 공진기 (702A) 에 대한 통상적인 Q-값은 대략 300 보다 더 큰 Q-값 정도일 수도 있으며, 기생 하이-Q 공진기 (702B) 에 대한 Q-값은 대략 80 과 200 사이의 Q-값 정도일 수도 있다.

[0056] 또한, 기생 탱크들은 결합 변형들의 입력 포트 (602) (도 8) 및 출력 포트 (610) (도 8) 에서 임피던스 컨디셔닝을 위해 사용될 수도 있으며, 이 경우에 디바이스 배치로 인해 결합 인자 ( $k_{12}$ ) 가 변할 것이다. 구체적으로, 결합 인자 ( $k_{12}$ ) 가 변하는 경우에, 입력 포트 (602) 에서 관측된 임피던스 및 출력 포트 (610) 에서의 최적의 부하 임피던스가 극적으로 변화하여, 송신 및 수신 전력 변환기들 (620, 622) (도 8) 에 의해 일반적으로 달성되는 전력 전달 링크의 양측들 상에서의 임피던스 적응에 대한 필요성을 발생시킬 수도 있다. 기생 탱크의 직렬 탱크 ( $k_{11}$ ) 에 대한 고정된 결합을 갖는 기생 탱크의 사용은 그 임피던스를 어느 정도 안정화할 수도 있는 한편, 송신 및 수신 전력 변환 유닛들 (620, 622) 에 대한 요구조건들을 완화한다.

[0057] 일반적으로, 공진 안테나 시스템들은 외래 (extraneous) 오브젝트들로부터 디튜닝 효과들을 경험하기 쉽다. 통상적으로, 수신 안테나가 호스트 디바이스에 통합되는 경우에, 자기 및 전기장들에 대한 디바이스의 바디의 영향들로 인해 디튜닝된다. 이 효과는 설계 및 컴포넌트 선택에 의해 고려될 수 있다. 이는, 디바이스의 배치에 따라 디튜닝이 변화할 수도 있는 송신 안테나와 대조적이다. 또한, 일반적으로, 디바이스의 바디에서의 에디 전류 손실들 및 유전체 손실들로 인해 무부하 (unloaded) Q-팩터가 드롭 (drop) 될 것이다.

[0058] "근접" 결합이 관여되는 한, 공진 안테나들에 높은 부하가 걸릴 것이므로 (즉, 낮은 부하 Q-팩터들), 안테나들의 공진 주파수의 튜닝이 덜 필요할 수도 있다. 이는, "근방" 결합에 대해 설계된 시스템에서 상이할 수도 있으며, 여기서 동작 Q-팩터들이 높을 것이며, 따라서 임의의 디튜닝 효과들에 대한 보상을 요구한다. 또한, 디바이스에서의 손실들에 의한 Q-드롭은 보상될 수 없고 수용되어야만 한다. 솔루션에 따라, 이는 송신기 및 수신기 양자 모두에 영향을 미칠 수 있다.

[0059] 도 8 내지 도 13을 참조하여 상술된 바와 같이, 무선 전력 송신 시스템 (600) 은 도 8에서 예시된 바와 같이 송신기 (604) 및 수신기 (608) 를 포함한다. 무선 전력 송신 시스템들은 "저" 및 "고" 주파수들을 포함하는 다양한 공진 주파수들에서 동작하도록 구성될 수도 있다. 저 및 고 주파수 실시형태들의 예가 설명된다. 저 주파수 (LF) 실시형태가 설명되며, 여기서 송신 주파수,  $f_0 = 135 \text{ kHz}$  (RFID 시스템들에 대한 LF ISM-대역) 이다. 고 주파수 (HF) 실시형태가 설명되며, 여기서 송신 주파수,  $f_0 = 13.56 \text{ MHz}$  (RFID 시스템들에 대한 HF ISM-대역) 이다. 다음의 도면들에서, LF 와 HF 시스템들 사이의 차이가 식별된다.

[0060] 송신기에 대하여, 저 주파수 또는 고 주파수 (LF-HF) 송신기는 2 개의 메인 부분들로 구성되며, 그 2 개의 메인 부분들은, (1) 송신 전력 변환 유닛 및 (2) 송신 안테나 (결합 유닛) 이다. 기본적으로, 송신 안테나는 루프/코일 안테나 및 안티-리액터 (캐페시터) 로 구성되어 공진 상태의 시스템을 얻는다.

[0061] 도 14는 예시적인 실시형태에 따른 LF-HF 송신기를 예시한다. LF-HF 송신기 (800) 는, 캐페시터 ( $C_1$ ) 및 인덕터 ( $L_1$ ) 를 포함하는 직렬 공진 탱크 회로 (804) 로서 예시된 송신 안테나 (802) 를 포함한다. 또한, 도

14는 안테나의 인근에서의 오브젝트들의 공진 약화 (dampening) 효과로 인한 안테나의 내부 손실들 및 외부 손실들을 나타내는 동등한 저항기 (806)를 예시한다. LF-HF 송신기 (800)는, AC-AC 변환기 서브유닛 (810), 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (812), 및 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (812)에 전력을 공급하기 위한 보조 변환기 (814)로 구성된 송신 전력 변환 유닛 (808)을 더 포함한다.

[0062] 도 15a 내지 도 15c는 예시적인 실시형태들에 따른, 다중 스테이지 송신 전력 변환 유닛들의 다양한 구성들을 예시한다. 도 15a는, LF-HF 전력을 생성하기 위한 LF-HF 송신 전력 변환 유닛의 일반화된 2-스테이지 예시적인 실시형태를 예시하며, 그 실시형태는 제 1 스테이지에서 AC-DC 변환을 포함하고 이어서 LF-HF 전력 스테이지를 포함한다. LF-HF 송신 전력 변환 유닛 (808A)은, 가변 출력 전력을 갖는 AC-DC 변환기 (820), 및 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (812)의 일부를 형성하는 주파수 생성기 (미도시)에 의해 구동되는 LF-HF 전력 스테이지 (822)를 포함한다. 보조 변환기 (814)는 일반적으로 더 낮고 고정된 전압에서 공급 전력을 제공한다. 도 15a의 이중 스테이지 접근법의 일 이익은, 결합 네트워크로의 전력 ( $P_{Txout}$ )을 제어하기 위해 사용될 수 있는 전력 스테이지의 가변 DC 공급이다.

[0063] 도 15b는 LF-HF 전력을 생성하기 위한 LF-HF 송신 전력 변환 유닛의 예시적인 실시형태를 예시하며, 그 실시형태는 하프 브리지 인버터 전력 스테이지를 포함한다. LF-HF 송신 전력 변환 유닛 (808A')은 하프 브리지 인버터 (832)를 형성하는 구성에서 2 개의 FET 스위치들 (830A, 830B)을 포함한다. 바람직하게 고 효율을 달성하기 위해, 하프 브리지 인버터 (832)는 전압 전류 제로 크로싱 (zero crossing) 들에서 스위칭한다. 따라서, 예컨대,  $f_0 = 135 \text{ kHz}$  게이트 구동 파형을 갖는 LF 및  $f_0 = 13.56 \text{ MHz}$  게이트 구동 파형을 갖는 HF에 대한 듀티 싸이클은 50 % 주위에서 고정된다. PWM 제어된 가변 출력 전압 ( $V_{DC1}$ )을 제공하는 DC-DC 변환기 (834)에 의해 전력 제어가 달성된다. 또한, 50% 듀티 싸이클은 고조파 양을 최소화한다. 그럼에도 불구하고, 몇몇 경우들에서, 하프 브리지 인버터 (832)의 부가적인 PWM 제어가 유용할 수도 있다.

[0064] DC-DC 변환기 (834)는 동작 주파수 또는 요구조건들에 대해 조정된 다른 주파수 (예컨대, 200 kHz 이상)에서 스위칭될 수도 있다. 송신 전력 변환 유닛 (808A')의 출력에서의 컨디셔닝 네트워크 (836)는 결합 네트워크에 따라 고조파들을 억제하고/하거나 효율을 증가시키도록 기능할 수도 있다. 본 예시적인 실시형태에서, 다중 FET 스위치들 (830)이 요구될 수도 있는 한편, 단일 FET 전력 스테이지들과 비교하여 통상적으로 FET들에 대한 더 적은 전압 스트레스가 존재하며, 따라서 더 적은 코스트 디바이스들이 사용될 수도 있다. 또한, 본 예시적인 실시형태에서, 하프 브리지 인버터 전력 스테이지는 전압 소스 (저 임피던스)처럼 동작하며, 따라서 전류들 및/또는 전력이 FET 정격들을 초과하지 않는 한 임의의 부하 임피던스를 구동할 수도 있다. 하프 브리지 인버터는 직렬 공진 탱크들을 구동하는데 특히 적합하다.

[0065] 도 15c는 LF-HF 전력을 생성하기 위한 LF-HF 송신 전력 변환 유닛의 다른 예시적인 실시형태를 예시하며, 그 실시형태는 "부스트 변환기" 형 또는 클래스 E 구성된 전력 스테이지를 포함한다. LF-HF 송신 전력 변환 유닛 (808A'')은 '부스트 변환기' 형 또는 클래스 E 회로를 형성하도록 구성된 하나의 FET 스위치 (830)를 포함하며, FET 스위치 "온-타임"은 0 볼트에서 발생한다 (클래스 E 또는 소프트 스위칭 접근법).

[0066] LF-HF 송신 전력 변환 유닛이 직렬 공진 탱크로서 구성된 송신 안테나를 구동하는 경우에, 이 직렬 공진 탱크는 클래스 E 동작에 대해 통상적으로 이용되는 직렬 C-L-R<sub>g</sub> 부하 네트워크의 일부로서 기능한다. 게이트 구동은 임피던스 매칭 또는 전력 제어 목적들을 위해 제어되는 부가적인 PWM 일 수도 있다. 일반적으로, 가장 높은 효율은 50 % 듀티 싸이클에서 달성된다. DC-DC 스텝 다운 변환기 (842)는 동작 주파수 또는 요구조건들에 대해 조정된 다른 주파수 (예컨대, 200 kHz 이상)에서 스위칭될 수도 있다. 송신 전력 변환 유닛 (808A'')의 출력에서의 컨디셔닝 네트워크 (844)는 결합 네트워크에 따라 고조파들을 억제하고/하거나 효율 및 매칭을 증가시키도록 기능할 수도 있다.

[0067] 도 16a 내지 도 16d는 예시적인 실시형태들에 따른, 단일 스테이지 송신 전력 변환 유닛들의 다양한 구성들을 예시한다. 단일 스테이지 접근법을 사용하여 메인 AC 전압으로부터 직접 LF-HF 전력을 생성하는 것이 도 16a에서 예시된다. DC 공급 전압이 고정되고 높을 수도 (예컨대, 120 내지 315 VDC 범위 이내) 있으므로, 스위칭 파형 (PWM)의 듀티 싸이클의 수단에 의해 전력 제어가 달성될 수 있다. 이 접근법에서, AC-AC 변환기 (850)는 변압기 분리된 AC-DC 전력 공급기의 일부로서 고려될 수도 있다. 결합 네트워크는 분리 변압기로서 작용하지만 고 누설 또는 표유 인덕턴스를 갖는다. 송신 전력 변환 유닛 (808B)은 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (812), 및 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (812)에 전력을 공급하기 위한 보조 변환기 (814)를 더 포함한다.

- [0068] 도 16b는 LF-HF 전력을 생성하기 위한 LF-HF 송신 전력 변환 유닛의 예시적인 실시형태를 예시한다. LF-HF 송신 전력 변환 유닛 (808B')은 하나의 FET 스위치 (830)를 포함하며, LF-HF 송신 전력 변환 유닛 (808B')에서의 출력 전력 제어는 LF에 대한  $f_0 = 135 \text{ kHz}$  및 HF에 대한  $f_0 = 13.56 \text{ MHz}$ 의 PWM 케이트 구동 과정을 사용하여 달성되며, 이는 저 듀티 사이클들 (즉, 도통각)에서 효율이 다소 절충될 수도 있다는 것을 의미한다. 그러나, 타겟 전력을 달성하기 위해 필요한 듀티 사이클은 변압비  $n : 1$  ( $n > 1$ )로 결합 네트워크를 설계함으로써 증가될 수 있으며, 이는 고 1차 전압이 저 2차 전압으로 변압되는 것을 의미한다.
- [0069] LF-HF 송신 전력 변환 유닛이 직렬 공진 탱크로서 구성된 송신 안테나를 구동하는 경우에, 이 직렬 공진 탱크는 클래스 E 동작에 대해 통상적으로 이용되는 직렬 C-L-R<sub>L</sub> 부하 네트워크의 일부로서 기능한다. 송신 전력 변환 유닛 (808B')의 출력에서의 컨디셔닝 네트워크 (844)는 결합 네트워크에 따라 고조파들을 억제하고/하거나 효율 및 매칭을 증가시키도록 기능할 수도 있다. 이는, 듀티 사이클이 감소함에 따라 고조파 양이 증가하므로, PWM 접근법에 대해 특히 중요할 수도 있다.
- [0070] 도 16c는 LF-HF 전력을 생성하기 위한 LF-HF 송신 전력 변환 유닛의 다른 예시적인 실시형태를 예시한다. LF-HF 송신 전력 변환 유닛 (808B'')은 전력 스테이지를 형성하는 하나의 FET 스위치 (830)를 포함한다. 송신 안테나 (802)의 공진 탱크 회로 (804)는 DC 공급 전압과 접지 사이에서 '부유 (suspend)' 되며, 전력 스테이지는 결과의 탱크 회로의 '핫 엔드 (hot end)'에 연결된다.
- [0071] 도 16d는 LF-HF 전력을 생성하기 위한 LF-HF 송신 전력 변환 유닛의 다른 예시적인 실시형태를 예시한다. LF-HF 송신 전력 변환 유닛 (808B''')은 센트 인덕턴스, 인더터 (852)와 직렬로 동작하는 FET 스위치 (830)를 포함한다. LF-HF 송신 전력 변환 유닛 (808B''')은 직렬 공진 탱크로서 구성된 송신 안테나 (802)를 구동할 수도 있다.
- [0072] 수신기에 대하여, LF-HF 수신기는 2개의 메인 부분들로 구성되며, 그 2개의 메인 부분들은, (1) 수신 안테나 (결합 유닛) 및 (2) 수신 전력 변환 유닛이다. 기본적으로, 수신 안테나는 루프/코일 안테나 및 안티-리액터 (캐패시터)로 구성되어 공진 상태의 시스템을 얻는다.
- [0073] 도 17은 예시적인 실시형태에 따른 LF-HF 수신기를 예시한다. LF-HF 수신기 (900)는 캐패시터 (C<sub>2</sub>) 및 인덕터 (L<sub>2</sub>)를 포함하는 직렬 공진 탱크 회로 (904)로서 예시된 수신 안테나 (902)를 포함한다. 또한, 도 17은, 안테나의 인근에서의 오브젝트들의 공진 약화 효과로 인한 안테나의 내부 손실들 및 외부 손실들을 나타내는 동등한 저항기 (906)를 예시한다. LF-HF 수신기 (900)는, AC-DC 변환기 서브유닛 (910) 및 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (912)으로 구성된 수신 전력 변환 유닛 (908)을 더 포함한다. 도 17은 또한, 디바이스의 부하 (916)에 결합하는 LF-HF 수신기 (900)를 예시한다.
- [0074] 일반적으로, 또한, 송신 안테나 (802)의 다양한 상기 설명들은 수신 안테나 (902)에 대해 적용성을 발견한다. 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (912)을 공급하기 위해 요구되는 전력은 수신 전력 변환 유닛 (908)으로부터 수신될 수도 있다. 일 예시적인 실시형태에서, 수신 전력 변환 유닛 (908)은, 수신 안테나로부터 수신된 전력이 임계치를 초과하는 경우에, 수신 전력 변환 유닛 (908)에 전력을 제공하기 위한 부하 (916) (예컨대, 배터리)의 임의의 능력에 무관하게, 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (912)을 공급하기에 충분한 전력을 생성함으로써, '최소 모드'에서 동작한다. 주파수 생성 및 제어 유닛 (908)이 완전히 동작하면, 수신 전력 변환 유닛 (908)은 "노멀 모드"로 진입하고, 부하 (916)에 전력을 전달한다.
- [0075] 수신 전력 변환 유닛 (908)에서, 주파수들은 DC-DC 변환 및/또는 동기 정류에 대해 요구될 수도 있다. 동기 정류기를 이용하여, 전력 플로우가 반전되어, 수신기가 전력 송신기로서 작용할 수도 있다. 최소 모드에서, AC-DC 변환기 (910)는, 충전 전압 및 전류를 감지하기 위한 부가적인 컴포넌트들, 및 부하 (916) (예컨대, 배터리)를 연결해제하기 위한 스위치 (미도시)를 갖는 수동 다이오드 정류기로서 수행한다. 또한, 도 17은 포트들 및 인터페이스들을 예시하고, 포트 전류들, 전압들, 및 전력들을 지정한다.
- [0076] 도 18a 내지 도 18h는 다양한 예시적인 실시형태들에 따른, 수신 전력 변환 유닛들의 다양한 구성들을 예시한다. 도 18a는 예시적인 실시형태에 따른 수신 전력 변환 유닛을 예시한다. LF-HF 수신 전력 변환 유닛 (908A)은 AC 정류기 (920) 및 DC-DC 변환기 유닛 (922)을 포함한다. DC-DC 변환기 유닛 (922)은 AC 정류기 (920)의 입력 포트에서 결합 네트워크에 의해 관측된 부하 임피던스를 조정하여 전달 효율을 최대화하기 위해 사용된다. 다양한 부하 범위들에서, 부하 임피던스가 변경되지 않는 경우에 효율은 크게 변하지 않는다. 또한, 수신 부하 임피던스 제어는 결합 네트워크의 송신 포트에서 임피던스를 컨디셔닝하기 위해

사용될 수도 있다.

[0077] 도 18b는 LF-HF 수신 전력 변환 유닛의 다른 예시적인 실시형태를 예시한다. LF-HF 수신 전력 변환 유닛 (908A')은 퀘드 다이오드 전파 풀 브리지 정류기 (920') 및 DC-DC 변환기 유닛 (922')을 포함한다. 또한, 정류기 (920)의 정류기 구조 변형들이 고려된다.

[0078] 다양한 실제 실시형태들에서, 부하 (916) (예컨대, 배터리)는 저 전압 (예컨대, 4 V) 및 고 전류 (예컨대, 1 A)를 가지며, 따라서 저 저항 (예컨대, 4 Ω) 요구 스텝 다운 변환기를 부여한다. 따라서, DC-DC 변환기가 정류기 (920)로 하여금 다이오드의 임계 전압들이 덜 영향을 미치는 더 높은 입력 전압들 ( $V_{A2}$ )에서 동작되게 허용하고, 따라서 정류기 (920)의 효율을 증가시키므로, DC-DC 변환기의 사용이 특히 유리하다. 이론적으로, DC-DC 스텝 다운 변환기 (922')는 효율을 최대화하기 위해 결정된 다른 주파수에서 스위칭할 수도 있다. 부하 전류는 PWM 스위칭 파형의 뉴터 쌔이클의 수단에 의해 조절될 수 있다.

[0079] 도 18c는 LF-HF 수신 전력 변환 유닛의 다른 예시적인 실시형태를 예시한다. LF-HF 수신 전력 변환 유닛 (908B)은 동기 정류에 기초하며, 이는 능동 FET 스위치들 (미도시)이 수신된 LF-HF 전력을 정류하기 위해 사용된다는 것을 의미한다. 스위칭 파형은 수신된 신호에 동기해야만 하며, 파형의 위상이 조정되어야만 한다. 조정은 전압/전류 감지를 사용하여 달성될 수도 있다.

[0080] 주파수 생성 및 제어 유닛 (912)은 스위칭 파형들을 생성하고, PWM의 수단에 의해 부하 전력 및 임피던스 제어를 수행할 수도 있다. 이 예시적인 실시형태에서, AC-DC 변환기 (924)는 변압기-분리된 AC-DC 전력 공급기의 2차 부분으로서 고려될 수도 있다. 결합 네트워크는 분리 변압기로서 작용하지만 고 누설 또는 표유 인더턴스를 갖는다.

[0081] 도 18d는 AC-DC 변환기의 예시적인 실시형태들을 예시한다. 예시적인 실시형태들에서, 또한, AC-DC 변환기 (924A) 및 AC-DC 변환기 (924B)는 단일 FET 동기 정류기 (926)에 따라 동기 정류를 수행하도록 구성된다. 클럭 복원 및 위상 각 제어 (928)가 수신된 파형에 FET 구동 파형을 적절하게 정렬시키기 위해 요구되어, 동기 정류기가 우측 V-I 사분면에서 동작하도록 한다. 이들 기능들은 주파수 생성 및 제어 서브유닛 (912)의 일부로서 고려될 수도 있다. FET 동기 정류기 (926)는 감소된/증가된 뉴터 쌔이클들로 동작되어, 변환기 입력 임피던스 및 전력을 제어할 수도 있다. AC-DC 변환기 (924A)는 수신 안테나에서의 병렬 공진 탱크에서 적용성을 발견하며, AC-DC 변환기 (924B)는 수신 안테나에서의 직렬 공진 탱크에서 적용성을 발견한다.

[0082] AC-DC 변환기 (924A)가 수신 안테나에서의 직렬 공진 탱크에 결합하는 경우에, FET 스위칭 스트레스를 회피하기 위해, 병렬 캐패시터 ( $C_{P2}$ ) (930) 및 FET 동기 정류기 (926)에 의한 0 볼트에서의 스위칭이 필요할 수도 있다. 그러나, 캐패시터 ( $C_{P2}$ ) (930)는 변환기 입력 임피던스를 감소시키는 경향이 있으며, 이는 강하게 결합된 체제 (매우 근접한 송신기 및 수신기)에서 역효과를 낼 수도 있다. AC-DC 변환기 (924B)가 수신 안테나에서의 병렬 공진 탱크에 결합하는 경우에, 직렬 인더터 ( $L_{S2}$ ) (932)가 필요할 수도 있고, FET 동기 정류기 (926)는 FET 스위칭 스트레스를 회피하기 위해 0 전류에서만 오픈되어야 한다.

[0083] 도 18e는 LF-HF 수신 전력 변환 유닛의 다른 예시적인 실시형태를 예시한다. LF-HF 수신 전력 변환 유닛 (908C)은 수동 다이오드 정류기 (934)에 기초하고, 매우 작은 품 팩터 마이크로 전력 디바이스들에 특히 적합하다고 고려되며, 여기서 극한의 전달 효율이 주요 문제가 되지 않을 수도 있다. 그러나, 일반적으로, 수동 다이오드 정류기들은 부하 임피던스 매칭 및 출력 전력에 관하여 제어하기에 어려울 수도 있다. 따라서, 수신기는, 예상된 적용 또는 사용 경우에서 가장 가능성 있는 결합 체제에 대해 설계되고 최적화되어야 한다. 예컨대, 정적 FET 스위치들을 사용하여 다이오드 정류기의 구성을 변경함으로써, 제한된 제어는 동일하게 통합될 수도 있다. 다이오드 정류기들 및 일반적인 정류기들은 다음과 같이 분류될 수도 있다.

	전류 싱크	전압 싱크
단일 다이오드 (반파)	타입 a	타입 b
이중 다이오드 (전파, 하프 브리지)	타입 c	타입 d
퀘드 다이오드 (전파, 풀 브리지)	타입 e	타입 f

[0084]

[0085] 도 18f는 수동 다이오드 정류기의 예시적인 실시형태들을 예시한다. 예시적인 실시형태들에서, 수동 다이오드 정류기 (934A)는 수신 안테나에서의 병렬 공진 탱크와 협력하기에 적합한 구조이다. 수동 다이오드 정

류기 (934A) 는 그것의 부하 임피던스보다 더 높은 입력 임피던스를 나타내며, 따라서 전압 다운 변환을 수행한다. 수동 다이오드 정류기 (934B) 는 수신 안테나에서의 직렬 공진 탱크와 협력하기에 적합한 구조이다.

[0086] 수동 다이오드 정류기 (934A) 가 수신 안테나에서의 직렬 공진 탱크에 결합하는 경우에, 다이오드 스위칭 스트레스를 회피하기 위해 병렬 캐패시터 ( $C_{P2}$ ) (936) 가 필요할 수도 있다. 그러나, 캐패시터 ( $C_{P2}$ ) (936) 는 변환기 입력 임피던스를 감소시키는 경향이 있고, 이는 강하게 결합된 체제 (즉, 매우 근접한 내의 송신기 및 수신기) 에서 역효과를 낳을 수도 있다. 수동 다이오드 정류기 (934B) 가 수신 안테나에서의 병렬 공진 탱크에 결합하는 경우에, 다이오드 스위칭 스트레스를 회피하기 위해 직렬 인덕터 ( $L_{S2}$ ) (938) 가 필요할 수도 있다.

[0087] 도 18g는 수동 다이오드 정류기의 예시적인 실시형태들을 예시한다. 예시적인 실시형태들에서, 수동 다이오드 정류기들 (934C, 934D) 은 이중 다이오드 정류기들이다. 수동 다이오드 정류기 (934C) 는 수신 안테나에서의 병렬 공진 탱크와 협력하기에 적합한 구조이다. 수동 다이오드 정류기 (934C) 는, 그것의 부하 임피던스보다 더 높고, 수동 다이오드 정류기 (934A) 에서 달성된 것보다 더 높은 입력 임피던스를 나타낸다. 수동 다이오드 정류기 (934D) 는 수동 다이오드 정류기 (934B) 에 대한 이중 다이오드 구조이며, 수신 안테나에서의 직렬 공진 탱크로부터 구동되기에 더 적합하다. 그러나, 수동 다이오드 정류기 (934D) 는 그것의 부하 임피던스보다 더 낮고, 수동 다이오드 정류기 (934B) 에서 달성된 것보다 더 낮은 입력 임피던스를 나타낸다.

[0088] 수동 다이오드 정류기 (934C) 가 수신 안테나에서의 직렬 공진 탱크에 결합하는 경우에, 다이오드 스위칭 스트레스 (고  $dV/dt$ ) 를 회피하기 위해 병렬 캐패시터 ( $C_{P2}$ ) (940) 가 요구될 수도 있다. 그러나, 병렬 캐패시터 ( $C_{P2}$ ) (940) 는 변환기 입력 임피던스를 감소시키는 경향이 있고, 이는 강하게 결합된 체제 (매우 근접한 송신기 및 수신기) 에서 역효과를 낳을 수도 있다. 수동 다이오드 정류기 (934D) 가 수신 안테나에서의 병렬 공진 탱크에 결합하는 경우에, 다이오드 스위칭 스트레스 (고  $dI/dt$ ) 를 회피하기 위해 직렬 인덕터 ( $L_{S2}$ ) (942) 가 필요할 수도 있다.

[0089] 도 18h는 수동 다이오드 정류기의 예시적인 실시형태들을 예시한다. 예시적인 실시형태들에서, 수동 다이오드 정류기들 (934E, 934F) 은 쿼드 다이오드 정류기들이며, '푸시-풀' (안티-위상) 에서 동작되는 하프 브리지 (클래스 D) 정류기들의 일부로서 고려될 수도 있다. 수동 다이오드 정류기 (934E) 는 전류 싱크로서 동작하고, 수신 안테나에서의 병렬 공진 탱크와 협력하기에 적합한 구조이다. 수동 다이오드 정류기 (934E) 는 그 것의 부하 임피던스보다 더 높고, 수동 다이오드 정류기 (934C) 에서 달성된 것의 2 배인 입력 임피던스를 나타낸다. 수동 다이오드 정류기 (934F) 는 전압 싱크로서 동작하고, 수동 다이오드 정류기 (934D) 의 이중 구조이며, 따라서 수신 안테나에서의 직렬 공진 탱크로부터 구동되기에 더 적합하다. 그러나, 수동 다이오드 정류기 (934F) 는 그것의 부하 임피던스보다 더 낮지만 수동 다이오드 정류기 (934D) 의 입력 임피던스의 2 배인 입력 임피던스를 나타내며, 이는 강하게 결합된 체제에서 유리하다.

[0090] 수동 다이오드 정류기 (934E) 가 수신 안테나에서의 직렬 공진 탱크에 결합하는 경우에, 다이오드 스위칭 스트레스 (고  $dV/dt$ ) 를 회피하기 위해 병렬 캐패시터 ( $C_{P2}$ ) (944) 가 요구될 수도 있다. 그러나, 병렬 캐패시터 ( $C_{P2}$ ) (944) 는 변환기 입력 임피던스를 감소시키는 경향이 있고, 이는 강하게 결합된 체제 (매우 근접한 송신기 및 수신기) 에서 역효과를 낳을 수도 있다. 수동 다이오드 정류기 (934F) 가 수신 안테나에서의 병렬 공진 탱크에 결합하는 경우에, 다이오드 스위칭 스트레스 (고  $dI/dt$ ) 를 회피하기 위해 직렬 인덕터 ( $L_{S2}$ ) (946) 가 필요할 수도 있다.

[0091] 도 19는 예시적인 실시형태에 따른, 무선 전력을 수신하는 방법의 플로우차트를 예시한다. 무선 전력을 수신하는 방법 (1000) 은 본 명세서에서 설명된 다양한 구조들 및 회로들에 의해 지지된다. 방법 (1000) 은, 수신 안테나와 송신 안테나가 근접 결합되는 경우에 송신 안테나에 의해 생성된 자기 근접장에서의 무선 전력을 수신 안테나의 직렬 구성된 공진 탱크에서 수신하는 단계 (1002) 를 포함한다. 방법 (1000) 은, 수신 안테나와 송신 안테나가 근접 결합되는 경우에 송신 안테나에 의해 생성된 자기 근접장에서의 무선 전력을 수신 안테나의 직렬 구성된 공진 탱크에서 수신하는 단계 (1004) 를 더 포함한다. 또한, 방법 (1000) 은, 수신 안테나와 송신 안테나가 근방 결합되는 경우에 송신 안테나에 의해 생성된 자기 근접장의 무선 전력을 수신 안테나의 기생 공진 탱크에서 수신하는 단계 (1006) 를 더 포함한다. 방법 (1000) 은 무선 전력을 정류하는 단계 (1008) 를 더 포함한다.

[0092] 도 20은 예시적인 실시형태에 따른, 무선 전력을 송신하는 방법의 플로우차트를 예시한다. 무선 전력을 송

신하는 방법 (1100) 은 본 명세서에서 설명된 다양한 구조들 및 회로들에 의해 지지된다. 방법 (1100) 은, 수신 안테나와 송신 안테나가 근접 결합되는 경우에 자기 근접장에서의 무선 전력을 송신 안테나의 직렬 구성된 공진 탱크에서 생성하는 단계 (1102) 를 포함한다. 방법 (1100) 은, 수신 안테나와 송신 안테나가 근방 결합되는 경우에 자기 근접장의 무선 전력을 송신 안테나의 기생 공진 탱크에서 생성하는 단계 (1104) 를 더 포함한다.

[0093] \*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.

[0094] 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 방식들로 설명된 기능을 구현할 수도 있지만, 그러한 구현 판정들이 본 발명의 예시적인 실시형태들의 범위로부터 벗어나게 하는 것으로 해석되서는 안된다.

[0095] 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.

[0096] 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 소거 가능한 프로그래머블 ROM (EEPROM), 레지스터들, 하드 디스크, 탈착식 디스크, CD-ROM, 또는 공지의 저장 매체의 임의의 다른 형태에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서에 결합되어, 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.

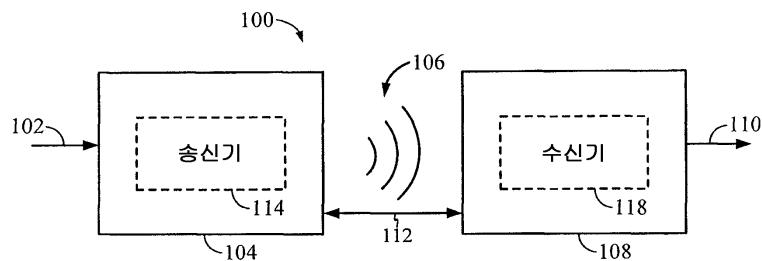
[0097] 하나 이상의 예시적인 실시형태들에서, 설명된 제어 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우에, 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상의 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장되거나 또는 송신될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 하나의 위치로부터 다른 위치로의 컴퓨터 프로그램의 전달을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 및 컴퓨터 저장 매체 양자 모두를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 예로써, 제한하지 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), 레이

저 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.

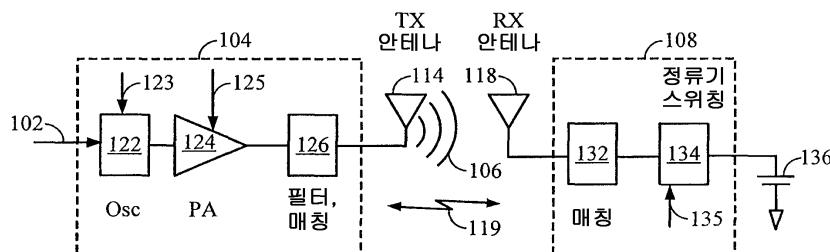
[0098] 개시된 예시적인 실시형태들의 이전의 설명은 당업자로 하여금 본 발명을 만들거나 또는 사용할 수 있게 하기 위해 제공된다. 이들 예시적인 실시형태들에 대한 다양한 변형들이 당업자에게 용이하게 명백하게 될 것이며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 사상 또는 범위로부터 벗어나지 않으면서 다른 실시형태들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 본 명세서에 나타낸 실시형태들에 제한되지 않고, 본 명세서에서 개시되는 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위가 부여되도록 의도된다.

## 도면

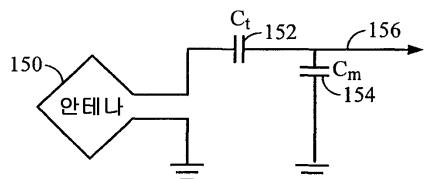
### 도면1



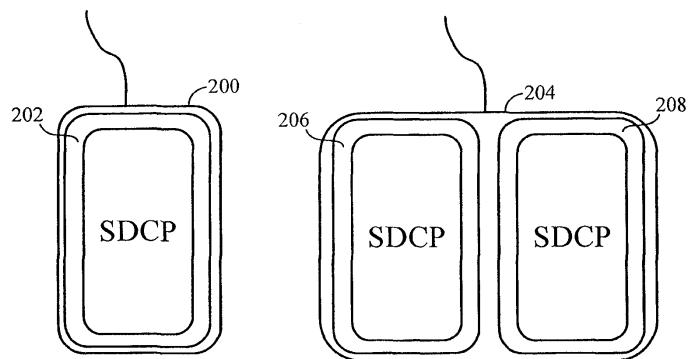
### 도면2



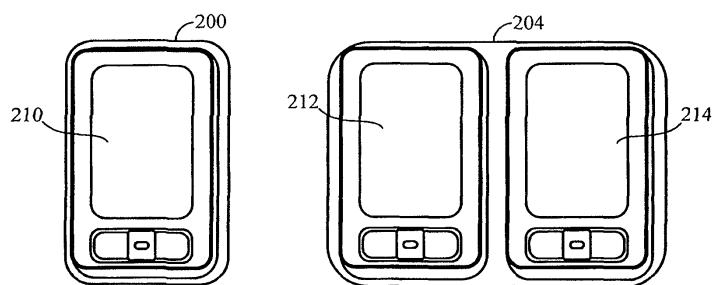
### 도면3



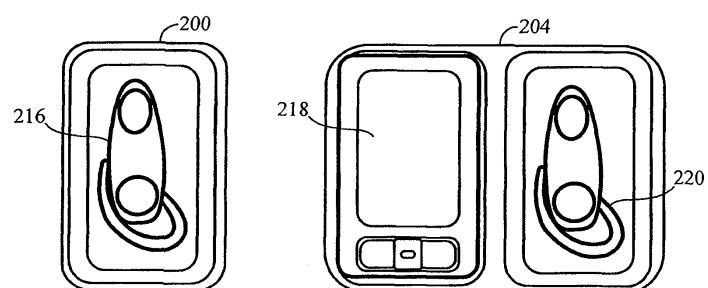
도면4a



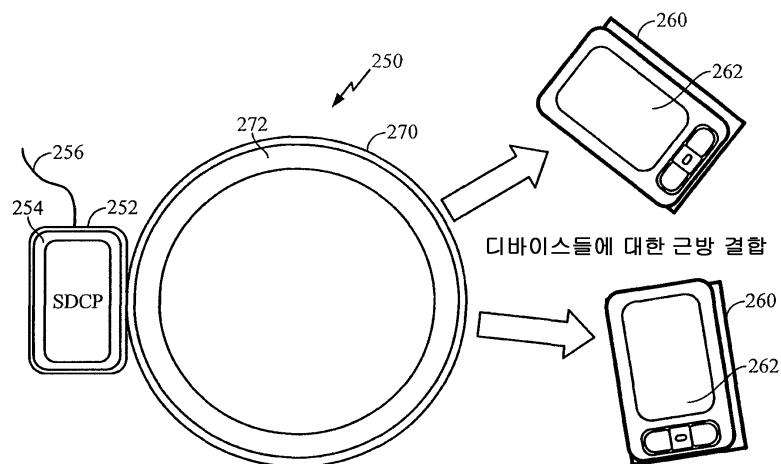
도면4b



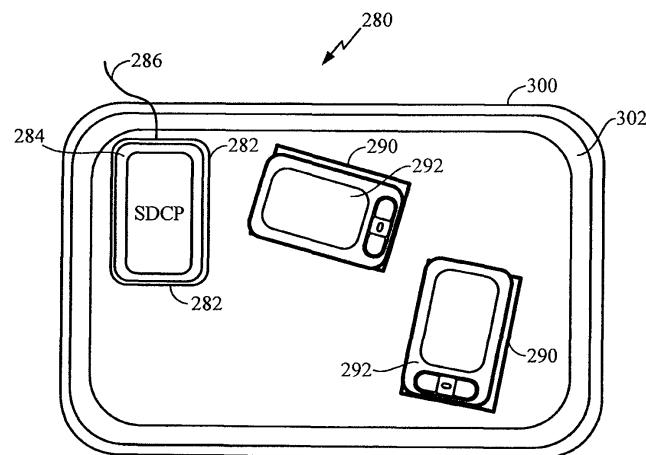
도면4c



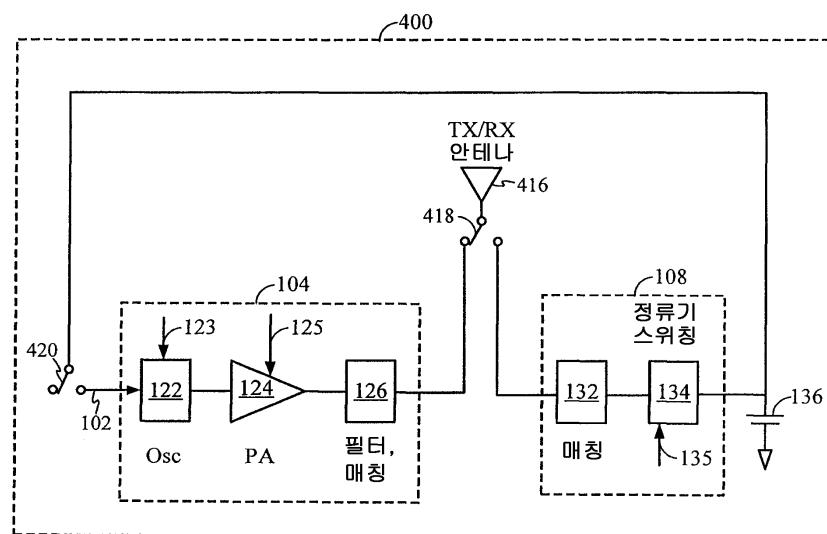
도면5a



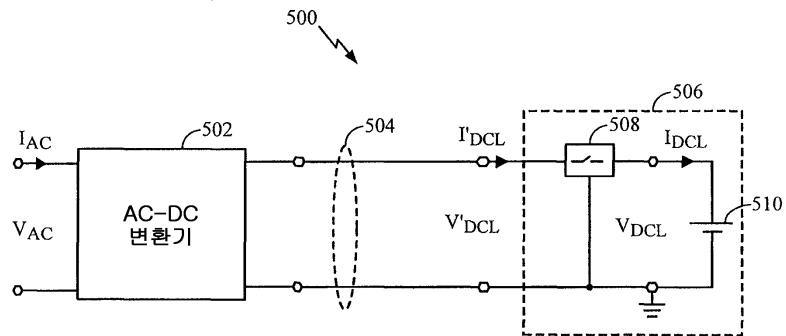
도면5b



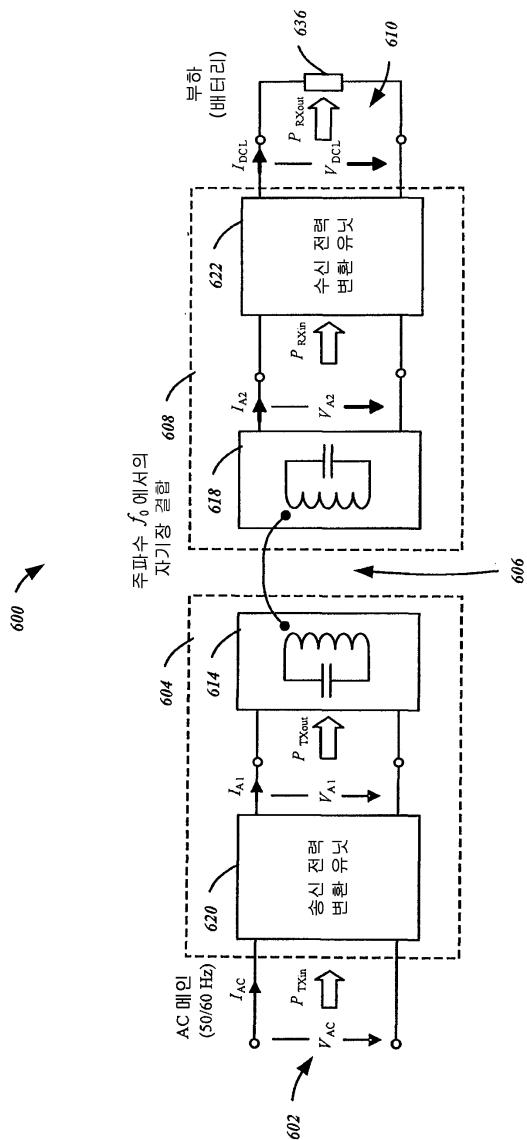
도면6



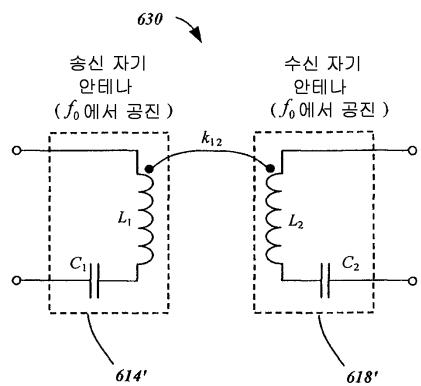
도면7



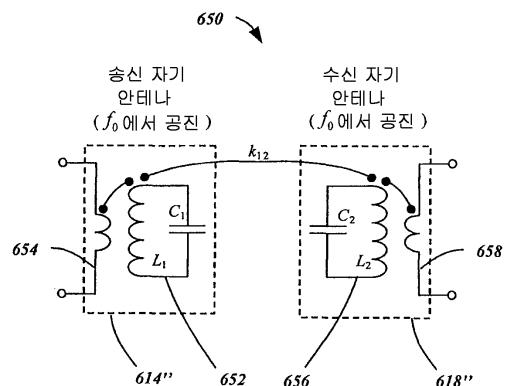
도면8



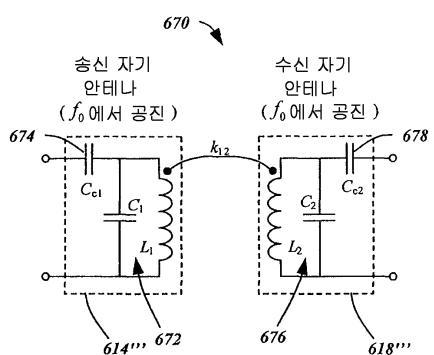
## 도면9



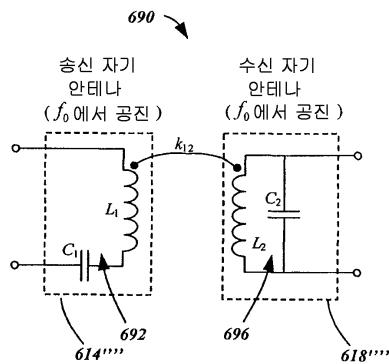
## 도면10



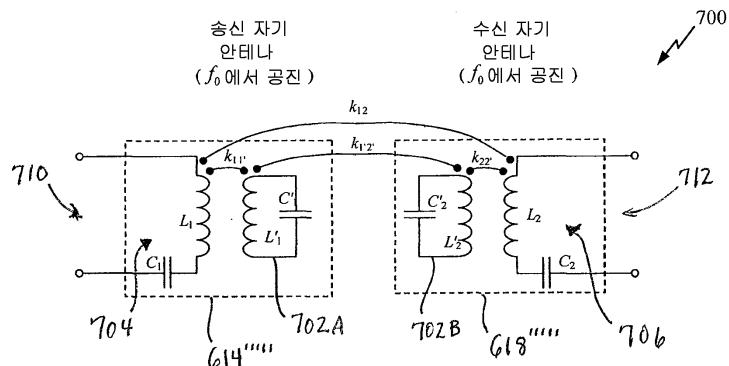
## 도면11



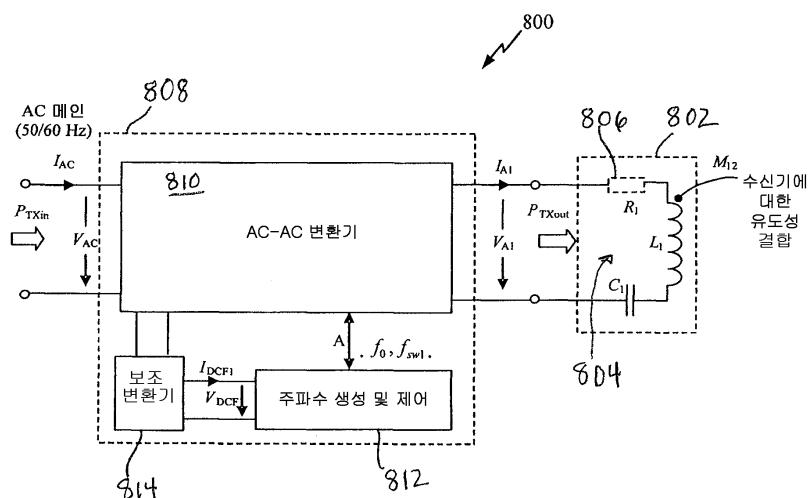
## 도면12



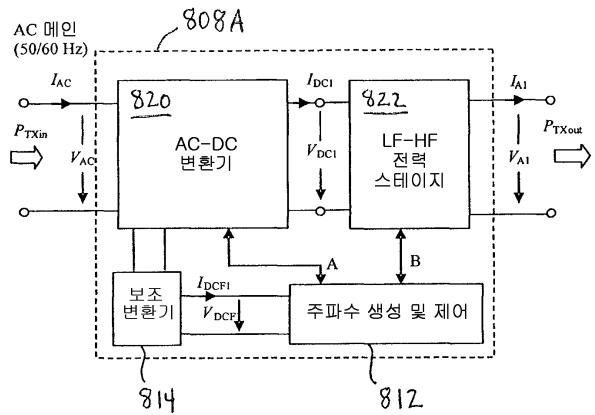
## 도면13



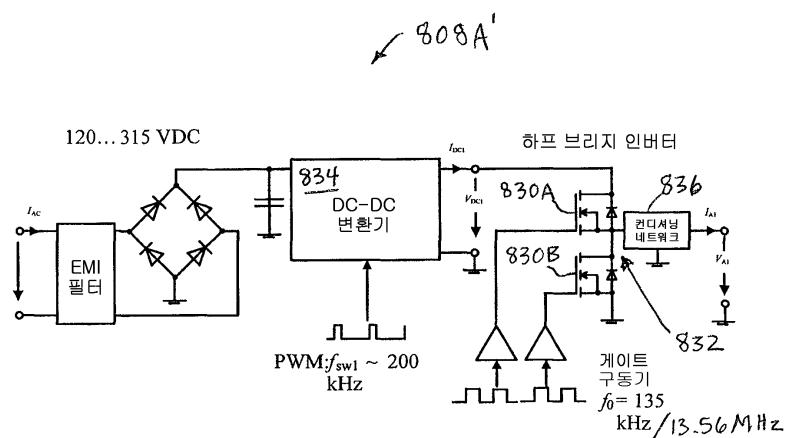
## 도면14



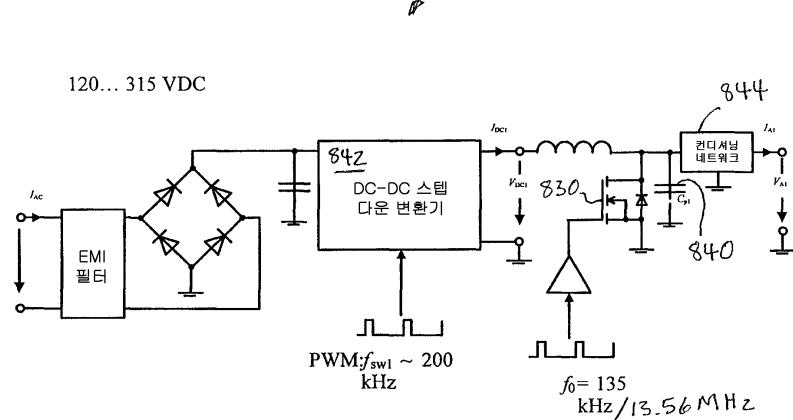
도면15a



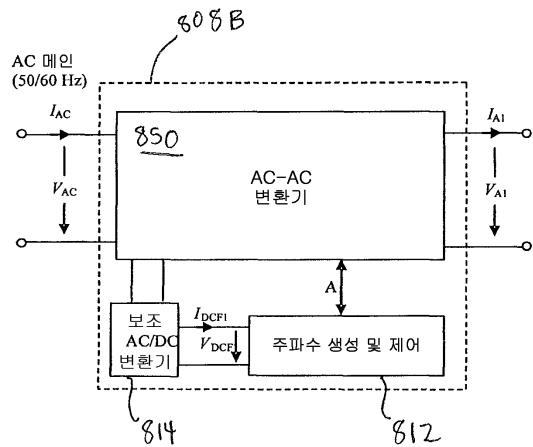
도면15b



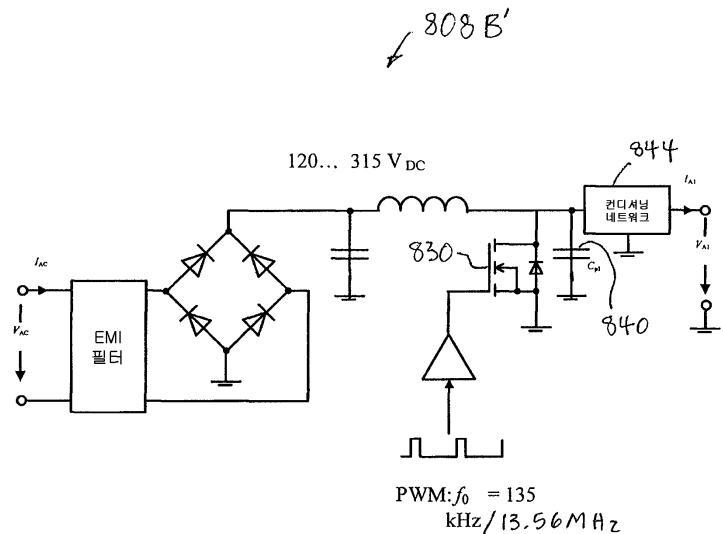
도면15c



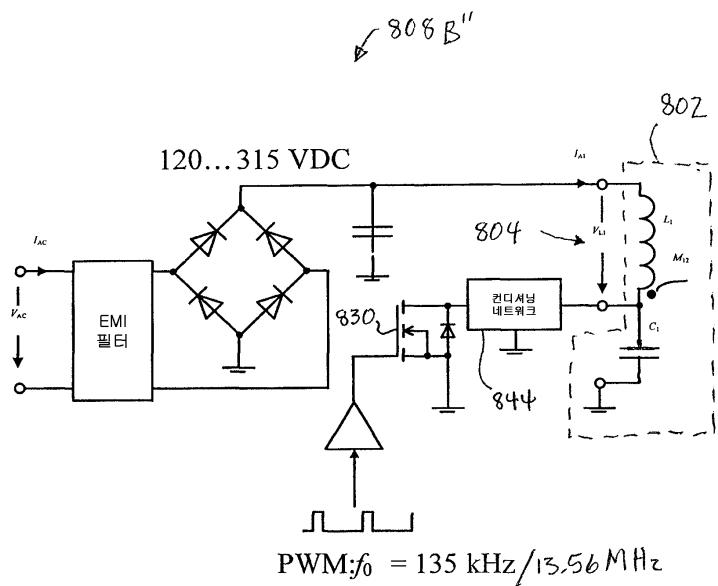
도면16a



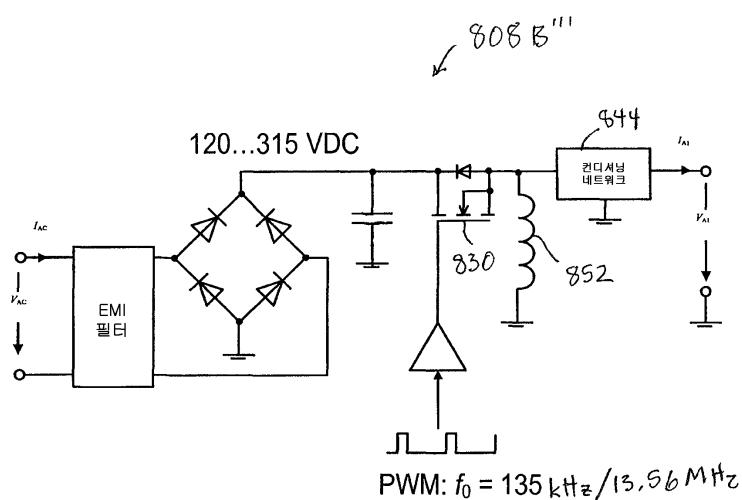
도면16b



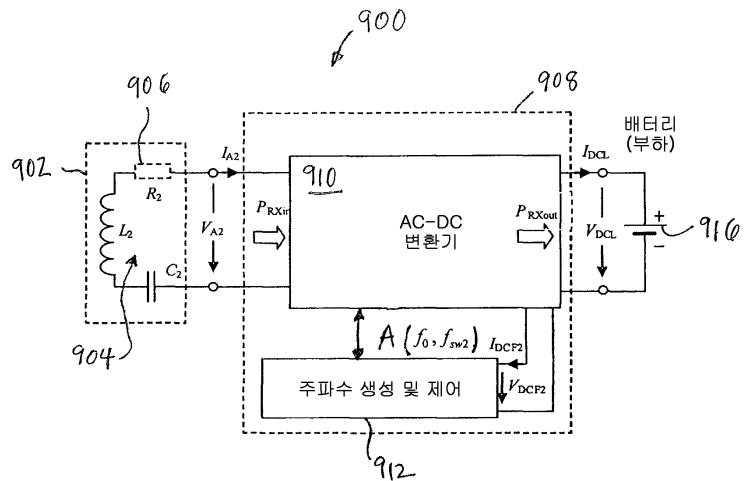
### 도면 16c



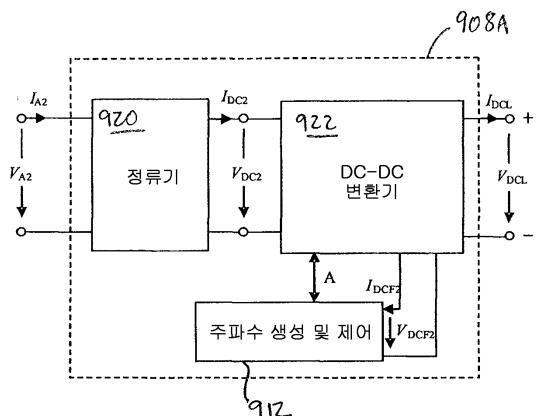
### 도면 16d



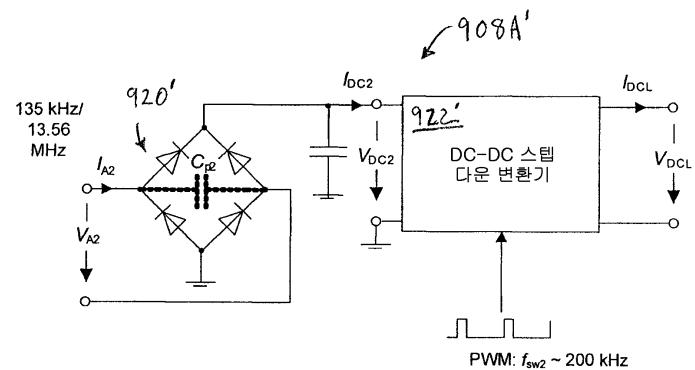
### 도면17



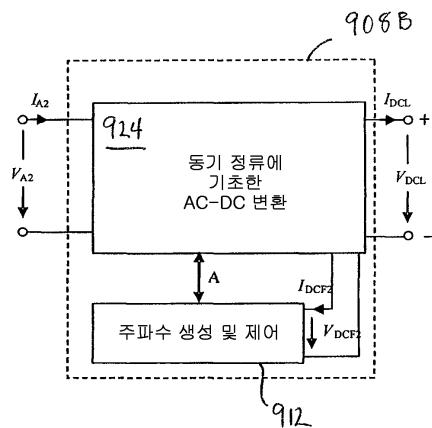
### 도면18a



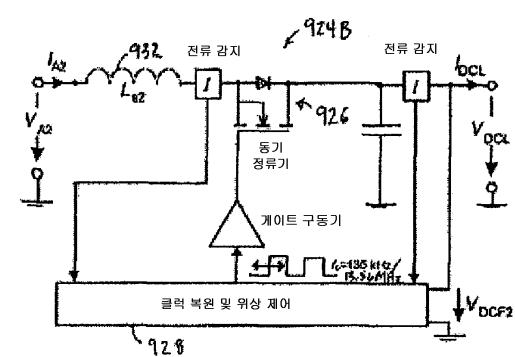
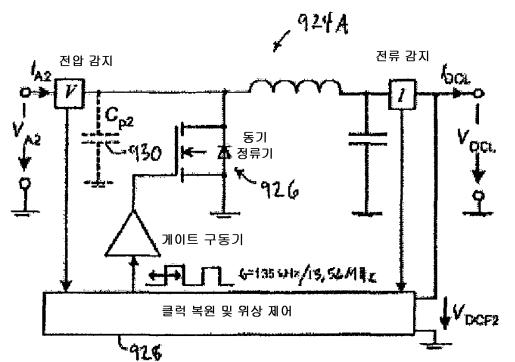
### 도면 18b



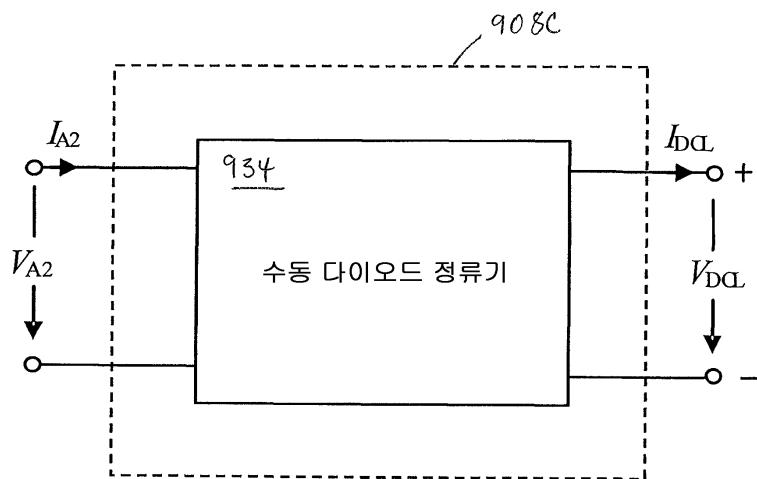
도면18c



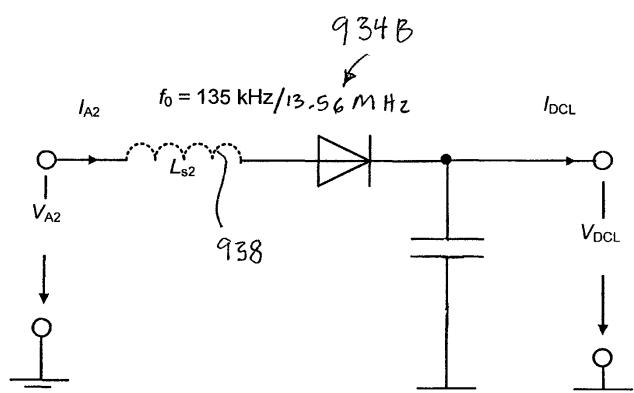
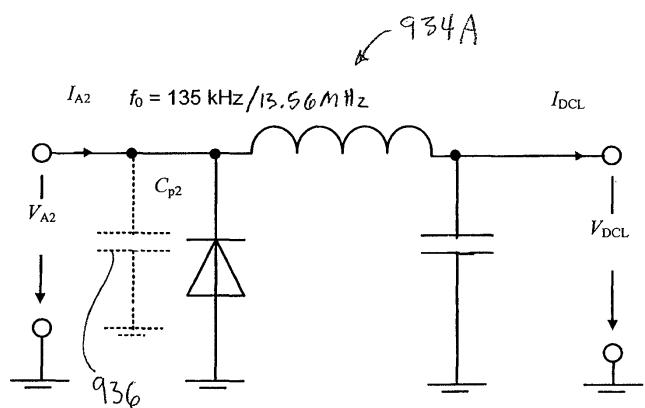
도면18d



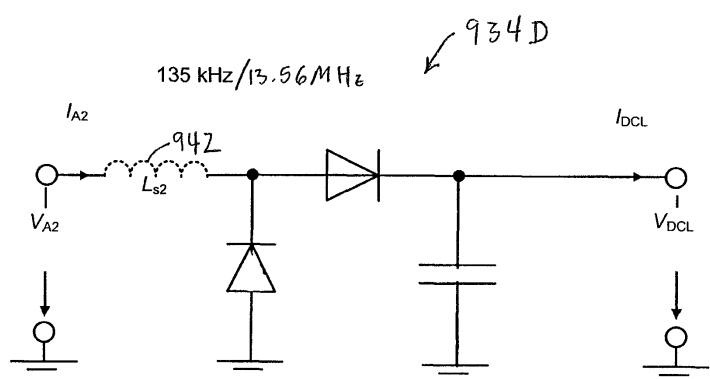
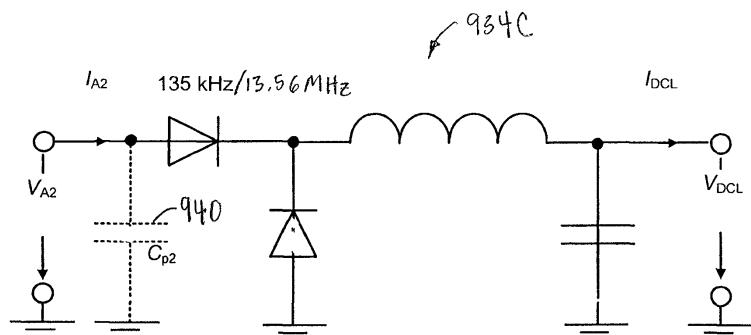
도면18e



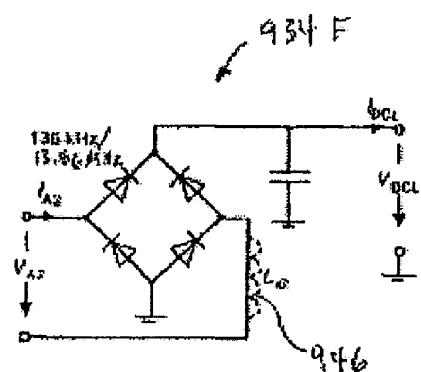
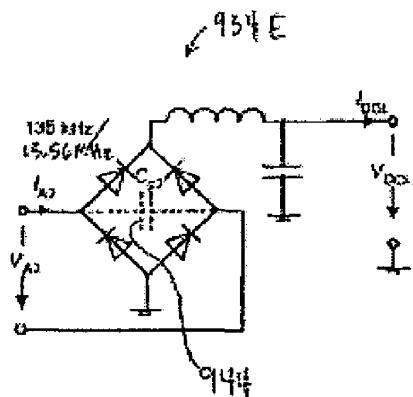
도면18f



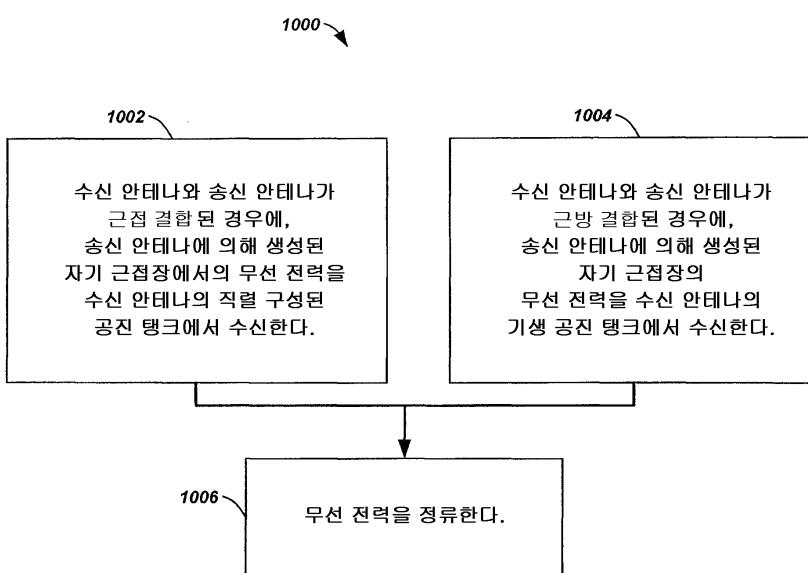
도면18g



## 도면18h



## 도면19



## 도면20

