



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

(45) 공고일자 2018년12월05일  
 (11) 등록번호 10-1925405  
 (24) 등록일자 2018년11월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H02J 17/00 (2006.01) H04B 5/02 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0037690  
 (22) 출원일자 2012년04월12일  
 심사청구일자 2017년03월22일  
 (65) 공개번호 10-2013-0115433  
 (43) 공개일자 2013년10월22일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020120015921 A\*  
 US20080263252 A1\*  
 KR100836631 B1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 삼성전자주식회사  
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
 (72) 발명자  
 윤승근  
 서울 서초구 서초중앙로 200, 10동 1303호 (서초동, 삼풍아파트)  
 김상준  
 서울 성북구 성북로4길 52, 212동 104호 (돈암동, 한신한진아파트)  
 권의근  
 경기 화성시 동탄중앙로 213, 245동 1304호 (반송동, 시범한빛마을금호어울림아파트)  
 (74) 대리인  
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 15 항

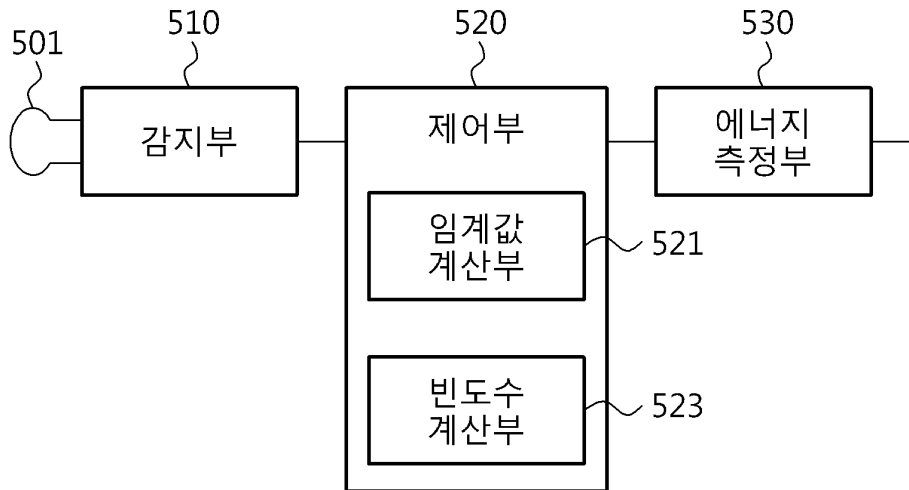
심사관 : 박형준

(54) 발명의 명칭 무선 에너지 수신 장치 및 방법, 무선 에너지 전송 장치

**(57) 요약**

에너지를 무선으로 수신하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 무선 에너지 수신 장치는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 무선으로 에너지를 수신하는 단말에 있어서, 상기 단말에 저장된 에너지의 양을 측정하고, 상기 측정된 에너지의 양이 소정의 임계 값 이하로 내려가면, 상기 단말에 포함된 상기 타겟 공진기의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경한다.

**대표도** - 도5



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 무선으로 에너지를 수신하는 단말 내의 무선 에너지 수신 장치에 있어서,

상기 단말에 저장된 에너지의 양을 측정하는 에너지 측정부; 및

상기 에너지 측정부에서 측정된 에너지의 양이 소정의 임계 값 이하로 내려가면, 상기 단말에 포함된 상기 타겟 공진기의 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경하는 제어부

를 포함하고,

상기 소정의 임계값은 상기 단말이 에너지 공급 장치와 만나는 빈도수를 기초로 결정되는, 무선 에너지 수신 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 에너지 측정부는

상기 단말에 저장된 에너지의 양을 실시간(real time)으로 측정하는 것을 특징으로 하는 무선 에너지 수신 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 빈도수 및 상기 단말의 동작시간과 상기 단말의 상기 에너지 공급장치로부터의 충전시간 간의 비율을 이용하여 상기 소정의 임계 값을 계산하는 임계값 계산부

를 포함하는 무선 에너지 수신 장치.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 임계값 계산부는

상기 단말이 한번 충전 완료 된 후부터 다음 충전이 완료되기까지의 제1 시간과 상기 제1 시간 중 상기 단말의 상기 동작시간의 비율이 최대 값을 가지는 경우의 에너지 값을 상기 소정의 임계 값으로 계산하는

무선 에너지 수신 장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 제1 시간은

상기 단말의 상기 동작시간, 상기 단말의 충전시간 및 상기 단말이 상기 에너지 공급장치의 접근을 대기하는 충전대기시간

을 포함하는 무선 에너지 수신 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 충전시간은

상기 단말의 타겟 공진기의 상태를 변경시키는 스위치와 상기 에너지 공급장치의 소스 공진기의 동작 스위치의 동기화에 소요되는 충전준비시간, 상기 소스 공진기로부터 무선으로 에너지를 수신하여 상기 단말이 충전되는 실제충전시간 및 상기 에너지 공급장치가 상기 단말의 비공진 상태를 인식하는데 필요한 충전마무리시간

을 포함하는 무선 에너지 수신 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부는

소정의 설정된 시간 동안 상기 에너지를 공급하는 에너지 공급장치로부터 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 상기 빈도수를 계산하는 빈도수 계산부

를 포함하는 무선 에너지 수신 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 타겟 공진기에 저장되는 에너지의 파형의 변화에 기초하여 상기 에너지 공급장치의 접근을 감지하는 감지부

를 더 포함하는 무선 에너지 수신 장치.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 단말에 에너지의 충전이 완료되면, 상기 타겟 공진기에 임피던스를 추가로 연결하여 상기 타겟 공진기의 상태를 공진 상태에서 비공진 상태로 변경하는

무선 에너지 수신 장치.

#### 청구항 10

소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 무선으로 에너지를 전송하는 단말 내의 무선 에너지 전송 장치에 있어서,

상기 단말에 저장된 에너지의 파형의 변화에 기초하여 상기 단말로부터 에너지를 수신하는 에너지 수신장치의 접근을 감지하는 감지부; 및

소정의 설정된 시간 동안 상기 단말과 상기 감지부에서 감지 된 에너지 수신장치가 만나는 빈도수, 상기 에너지 수신장치의 충전용량 및 상기 에너지 수신장치의 에너지 소모 속도에 기초하여 상기 에너지 수신장치의 상태를 비공진 상태에서 공진상태로 변경하는 기준이 되는 소정의 임계 값을 계산하는 제어부

를 포함하는 무선 에너지 전송 장치.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제어부는

상기 단말로부터 상기 에너지 수신장치로 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 상기 빈도수를 계산하는 빈도수 계산부

를 포함하는 무선 에너지 전송 장치.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 계산된 상기 소정의 임계 값을 상기 단말에 포함된 소스 공진기와 상기 에너지 수신장치에 포함된 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 전송하는 전송부

를 더 포함하는 무선 에너지 전송 장치.

**청구항 13**

소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 무선으로 에너지를 수신하는 단말의 무선 에너지 수신 방법에 있어서,

상기 단말에 저장된 에너지의 양을 측정하는 단계; 및

상기 측정된 에너지의 양이 소정의 임계 값 이하로 내려가면, 상기 단말에 포함된 상기 타겟 공진기의 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경하는 단계

를 포함하고,

상기 소정의 임계값은 상기 단말이 에너지 공급 장치와 만나는 빈도수를 기초로 결정되는, 무선 에너지 수신 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 타겟 공진기의 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경하는 단계는

상기 빈도수 및 상기 단말의 동작시간과 상기 단말의 상기 에너지 공급장치로부터의 충전시간 간의 비율을 이용하여 상기 소정의 임계 값을 계산하는 단계

를 포함하는 무선 에너지 수신 방법.

**청구항 15**

제13항에 있어서,

상기 타겟 공진기의 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경하는 단계는

소정의 설정된 시간 동안 상기 에너지를 공급하는 에너지 공급장치로부터 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 상기 빈도수를 계산하는 단계

를 포함하는 무선 에너지 수신 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 기술분야는 에너지를 무선으로 수신하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 스마트 폰, 태블릿 PC, 랩탑 컴퓨터와 같은 다양한 종류의 휴대용 기기들이 증가하고 있다. 또한 무선 랜 및 블루투스 등의 근거리 통신이 발전함에 따라 동일 사용자 혹은 다른 사용자의 휴대용 기기들 간의 정보 교환뿐만 아니라 여러 휴대용 기기에서 단일 어플리케이션을 구성하여 동작하는 시스템이 증가하고 있다. 이러한 시스템의 대부분은 휴대용 기기로 구성되어 있는데, 현재 휴대용 기기의 배터리는 충전 용량의 한계에 봉착하여 기존보다 자주 충전이 요구된다. 최근 이러한 문제를 해결하기 위한 방법 중의 하나로 주목받는 것이 근거리 무선 전력 전송이다.

**발명의 내용**

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0003] 일 측면에 있어서, 무선 에너지 수신 장치는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 무선으로 에너지를 수신하는 단말에 있어서, 상기 단말에 저장된 에너지의 양을 측정하는 에너지 측정부 및 상기 에너지 측정부에서 측정된 에너지의 양이 소정의 임계 값 이하로 내려가면, 상기 단말에 포함된 상기 타겟 공진기의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경하는 제어부를 포함한다.
- [0004] 상기 에너지 측정부는 상기 단말에 저장된 에너지의 양을 실시간(real time)으로 측정할 수 있다.
- [0005] 상기 제어부는 상기 단말이 상기 에너지를 공급하는 에너지 공급장치와 만나는 빈도수 및 상기 단말의 동작시간과 상기 단말의 상기 에너지 공급장치로부터의 충전시간 간의 비율에 기초하여 상기 소정의 임계 값을 계산하는 임계값 계산부를 포함할 수 있다.
- [0006] 상기 임계값 계산부는 상기 단말이 한번 충전 완료 된 후부터 다음 충전이 완료되기까지의 제1 시간과 상기 제1 시간 중 상기 단말의 상기 동작시간의 비율이 최대 값을 가지는 경우의 에너지 값을 상기 소정의 임계 값으로 계산할 수 있다.
- [0007] 상기 제1 시간은 상기 단말의 상기 동작시간, 상기 단말의 충전시간 및 상기 단말이 상기 에너지 공급장치의 접근을 대기하는 충전대기시간을 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 충전시간은 상기 단말의 타겟 공진기의 공진 상태를 변경시키는 스위치와 상기 에너지 공급장치의 소스 공진기의 동작 스위치의 동기화에 소요되는 충전준비시간, 상기 소스 공진기로부터 무선으로 에너지를 수신하여 상기 단말이 충전되는 실제충전시간 및 상기 에너지 공급장치가 상기 단말의 비공진 상태를 인식하는데 필요한 충전마무리시간을 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 제어부는 소정의 설정된 시간 동안 상기 에너지를 공급하는 에너지 공급장치로부터 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 상기 단말과 상기 에너지 공급장치가 만나는 빈도수를 계산하는 빈도수 계산부를 포함할 수 있다.
- [0010] 다른 일 측면에 있어서, 무선 에너지 수신 장치는 상기 타겟 공진기에 저장되는 에너지의 파형의 변화에 기초하여 상기 에너지 공급장치의 접근을 감지하는 감지부를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 제어부는 상기 단말에 에너지의 충전이 완료되면, 상기 타겟 공진기에 임피던스를 추가로 연결하여 상기 타겟 공진기의 공진 상태를 공진 상태에서 비공진 상태로 변경할 수 있다.
- [0012] 일 측면에 있어서, 무선 에너지 전송 장치는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 무선으로 에너지를 전송하는 단말에 있어서, 상기 단말에 저장된 에너지의 파형의 변화에 기초하여 상기 단말로부터 에너지를 수신하는 에너지 수신장치의 접근을 감지하는 감지부 및 소정의 설정된 시간 동안 상기 단말과 상기 감지부에서 감지 된 에너지 수신장치가 만나는 빈도수, 상기 에너지 수신장치의 충전용량 및 상기 에너지 수신장치의 에너지 소모 속도에 기초하여 상기 에너지 수신장치의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진상태로 변경하는 기준이 되는 소정의 임계 값을 계산하는 제어부를 포함한다.
- [0013] 상기 제어부는 상기 단말로부터 상기 에너지 수신장치로 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 상기 빈도수를 계산하는 빈도수 계산부를 포함할 수 있다.
- [0014] 다른 일 측면에 있어서, 무선 에너지 전송 장치는 상기 계산된 상기 소정의 임계 값을 상기 단말에 포함된 소스 공진기와 상기 에너지 수신장치에 포함된 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 전송하는 전송부를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 일 측면에 있어서, 무선 에너지 수신 방법은 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 무선으로 에너지를 수신하는 단말에 있어서, 상기 단말에 저장된 에너지의 양을 측정하는 단계 및 상기 에너지 측정부에서 측정된 에너지의 양이 소정의 임계 값 이하로 내려가면, 상기 단말에 포함된 상기 타겟 공진기의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경하는 단계를 포함한다.
- [0016] 상기 타겟 공진기의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경하는 단계는 상기 단말이 상기 에너지를 공급하는 에너지 공급장치와 만나는 빈도수 및 상기 단말의 동작시간과 상기 단말의 상기 에너지 공급장치로부터

의 충전시간 간의 비율에 기초하여 상기 소정의 임계 값을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 타겟 공진기의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경하는 단계는 소정의 설정된 시간 동안 상기 에너지를 공급하는 에너지 공급장치로부터 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 상기 단말과 상기 에너지 공급장치가 만나는 빈도수를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

[0018] 에너지 수신 장치들이 정해진 위치에 있지 않고 이동하거나, 에너지 공급장치가 랜덤하게 이동하는 경우에도, 에너지 수신 장치와 에너지 전송 장치가 만나는 빈도수를 이용함으로써, 에너지 수신 장치가 에너지를 충전하는데 소모하는 에너지를 최소화할 수 있다.

[0019] 에너지 충전시간 및 에너지 부족으로 인하여 에너지 수신장치의 동작이 중단되는 시간을 최소화함으로써, 에너지 수신장치의 작업 수행시간을 최대화할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0020] 도 1은 일실시예에 따른 전력 입력부와 전력 전송부, 수신부와 전력 출력부가 캐패시터 및 스위치에 의하여 물리적으로 분리된 무선 에너지 송수신 시스템의 등가회로를 나타낸 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 전력 충전부와 전송부, 충전부와 전력 출력부가 스위치에 의하여 물리적으로 분리된 무선 에너지 송수신 시스템의 등가회로를 나타낸 도면이다.

도 3은 에너지 공급장치가 고정된 에너지 수신장치가 위치한 경로를 따라 이동하는 경우를 나타낸다.

도 4는 에너지 수신장치가 고정된 위치에 있지 않거나, 에너지 공급장치가 에너지 수신장치의 위치를 따라 이동하지 않는 경우를 나타낸다.

도 5는 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 블록도이다.

도 6은 일실시예에 따른 무선 에너지 전송 장치의 블록도이다.

도 7은 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치에서, 충전 과정에 소비되는 시간을 나타낸다.

도 8은 일실시예에 따른 무선 에너지 전송 장치에서 주변에 에너지의 전송이 가능한 수신 장치가 없을 경우, 소스 공진기에 인가되는 전압의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 9는 일실시예에 따른 무선 에너지 전송 장치에서 주변에 에너지의 전송이 가능한 수신 장치가 있는 경우, 소스 공진기에 인가되는 전압의 변화 및 타겟 공진기에 인가되는 전압의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 10은 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 공진 상태 및 비공진 상태의 등가 회로를 나타낸다.

도 11은 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 상태와 충전과정을 시간의 흐름에 따라 나타낸 도면이다.

도 12는 다른 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 상태와 충전과정을 시간의 흐름에 따라 나타낸 도면이다.

도 13은 또 다른 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 상태와 충전과정을 시간의 흐름에 따라 나타낸 도면이다.

도 14는 무선 에너지 수신 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0021] 이하, 일측에 따른 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0022] 근거리 무선 전력 전송이라 함은 동작 주파수에서 파장의 길이에 비해 전력을 주고 받는 송수신 코일간의 거리가 충분히 작은 경우의 무선 전력 전송을 의미한다. 공진 특성을 이용하는 무선 전력 송수신 시스템은 전력을 공급하는 소스와 전력을 공급받는 타겟을 포함할 수 있다.

[0023] 무선 에너지 송수신 시스템은 전원 소스가 없는 정보 저장 장치의 원격 제어에 응용될 수 있다. 무선 에너지 송수신 시스템은 정보 저장 장치에 원격으로 장치를 구동할 수 있는 전력을 공급함과 동시에, 무선으로 저장 장치에 저장된 정보를 불러오는 시스템에 응용될 수 있다.

- [0024] 무선 에너지 송수신 시스템은 신호의 발생을 위해 전원 공급 장치로부터 에너지를 소스 공진기에 저장하고, 전원 공급 장치와 소스 공진기를 전기적으로 연결하는 스위치를 오프 시킴으로써, 소스 공진기의 자체 공진을 유도할 수 있다. 자체 공진 하는 소스 공진기와 상호 공진을 할 만큼 충분히 가까운 거리에 소스 공진기의 공진 주파수와 동일한 공진 주파수를 가지는 타겟 공진기가 존재하는 경우, 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 상호 공진 현상이 발생한다.
- [0025] 소스 공진기는 전원 공급 장치로부터 에너지를 공급받는 공진기를 의미하고, 타겟 공진기는 상호 공진 현상에 의해 소스 공진기로부터 에너지를 전달받는 공진기를 의미한다.
- [0026] 도 1은 일실시예에 따른 전력 입력부와 전력 전송부, 수신부와 전력 출력부가 캐패시터 및 스위치에 의하여 물리적으로 분리된 무선 에너지 송수신 시스템의 등가회로를 나타낸 도면이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 무선 에너지 송수신 시스템은 소스와 타겟으로 구성되는 소스-타겟 구조이다. 무선 에너지 송수신 시스템은 소스에 해당하는 무선 에너지 전송 장치와 타겟에 해당하는 무선 에너지 수신 장치를 포함한다. 무선 에너지는 무선 전력을 소정 시간 동안 적분하여 계산한 값이므로, 무선 에너지를 송수신 하는 것은 무선 전력을 송수신하는 것과 동일한 의미를 가진다.
- [0028] 무선 에너지 전송 장치는 전력 입력부(110), 전력 전송부(120) 및 스위치부(130)를 포함한다. 전력 입력부(110)는 전원 공급 장치를 이용하여 캐패시터  $C_1$ 에 에너지를 저장한다. 스위치부(130)는  $C_1$ 에 에너지가 저장되는 동안에는 전력 입력부(110)에  $C_1$ 를 연결하고,  $C_1$ 에 저장된 에너지를 방전하는 동안에는 전력 입력부(110)에 연결되었던  $C_1$ 를 전력 전송부(120)에 연결한다. 스위치부(130)는  $C_1$ 이 동시에 전력 입력부(110) 및 전력 전송부(120)에 연결되지 않도록 한다.
- [0029] 전력 전송부(120)는 전자기(electromagnetic) 에너지를 상호 공진을 통하여 수신부(140)로 전달(transferring)한다. 보다 구체적으로 전력 전송부(120)의 송신 코일( $L_1$ )은 수신부(140)의 수신 코일( $L_2$ )과의 상호 공진을 통해 전력을 전달한다. 송신 코일( $L_1$ )과 수신 코일( $L_2$ ) 간에 발생하는 상호 공진의 정도는 상호 인덕턴스  $M$ 의 영향을 받는다.
- [0030] 전력 전송부(120)는  $C_1$ 에 저장된 에너지를 심볼 단위마다 양자화하여 전송할 수 있다. 즉, 전력 전송부(120)는 심볼 단위마다 전송되는 에너지의 양을 다르게 제어함으로써, 정보를 전송할 수 있다. 여기서 심볼 단위는 소스와 타겟 간에 하나의 비트 정보가 전달되는 단위로, 스위치부(130)의 동작을 통하여  $C_1$ 에 에너지가 한 번 충전되고, 방전되는 기간을 의미할 수 있다.
- [0031] 전력 입력부(110)는 입력 전압( $V_{DC}$ ), 내부 저항( $R_{in}$ ) 및 캐패시터( $C_1$ )로, 전력 전송부(120)는 소스 공진기를 구성하는 기초 회로 소자( $R_1, L_1, C_1$ )로, 스위치부(130)는 적어도 하나의 스위치로 모델링 될 수 있다. 스위치로는 온/오프 기능을 수행할 수 있는 능동소자가 사용될 수 있다.  $R_1$ 은 소스 공진기의 저항 성분,  $L_1$ 은 소스 공진기의 인덕터 성분,  $C_1$ 는 소스 공진기의 캐패시터 성분을 의미한다. 입력 전압( $V_{DC}$ ) 중 캐패시터( $C_1$ )에 걸리는 전압은  $V_{in}$ 으로 표시될 수 있다.
- [0032] 무선 에너지 수신 장치는 수신부(140), 전력 출력부(150) 및 스위치부(160)를 포함한다. 수신부(140)는 전력 전송부(120)로부터 전자기(electromagnetic) 에너지를 수신한다. 수신부(140)는 수신한 전자기 에너지를 연결된 캐패시터  $C_2$ 에 저장한다. 스위치부(160)는  $C_2$ 에 에너지가 저장되는 동안에는 수신부(140)에  $C_2$ 를 연결하고,  $C_2$ 에 저장된 에너지를 부하에 전달하는 동안에는 수신부(140)에 연결되었던  $C_2$ 를 전력 출력부(150)에 연결한다. 부하의 예로 배터리가 포함될 수 있다. 스위치부(160)는  $C_2$ 가 동시에 수신부(140) 및 전력 출력부(150)에 연결되지 않도록 한다.
- [0033] 보다 구체적으로 수신부(140)의 수신 코일( $L_2$ )은 전력 전송부(120)의 송신 코일( $L_1$ )과의 상호 공진을 통하여 전력을 수신할 수 있다. 수신된 전력을 통하여 수신 코일( $L_2$ )과 연결된  $C_2$ 가 충전될 수 있다. 전력 출력부(150)는  $C_2$ 에 충전된 전력을 배터리로 전달한다. 전력 출력부(150)는 배터리 대신, 부하 또는 전력을 필요로 하는 타겟 디바이스에 전력을 전달할 수 있다.
- [0034] 수신부(140)는 전력 전송부(120)로부터 심볼 단위로 에너지를 수신하여, 수신한 에너지의 양에 따라 소스에서

전송된 정보를 복조할 수 있다.

[0035] 수신부(140)는 타겟 공진기를 구성하는 기초 회로 소자( $R_2$ ,  $L_2$ ,  $C_2$ )로, 전력 출력부(150)는 연결되는 캐패시터( $C_2$ ) 및 배터리로, 스위치부(160)는 적어도 하나의 위치로 모델링 될 수 있다. 수신 코일( $L_2$ )에서 수신되는 에너지 중, 캐패시터( $C_2$ )에 걸리는 전압은  $V_{out}$ 으로 표시될 수 있다.

[0036] 위와 같이 전력 입력부(110)와 전력 전송부(120)를 물리적으로 분리하고, 수신부(140)와 전력 출력부(150)를 물리적으로 분리하여 전력을 전송하는 이른바 RI(Resonator Isolation) 시스템은 임피던스 매칭을 사용한 기존의 방식에 비하여 여러 가지의 장점을 가진다. 첫째, DC 전원으로부터 소스 공진기에 직접 전력 공급이 가능하기 때문에, 전력 증폭기를 사용하지 않을 수 있다. 둘째, 수신단의  $C_2$ 에 충전된 전력에서 에너지를 채득(capture)하기 때문에, 정류기를 통한 정류작업이 필요 없다. 셋째, 임피던스 매칭을 할 필요가 없으므로 전송 효율이 송신단과 수신단 사이의 거리변화에 민감하지 않다. 또한, 단수의 송신단 및 단수의 수신단으로 구성된 무선 에너지 송수신 시스템으로부터 복수의 송신단 및 복수의 수신단을 포함하는 무선 에너지 송수신 시스템으로의 확장이 용이하다.

[0037]

[0038] 도 2는 일실시예에 따른 전력 충전부와 전송부, 충전부와 전력 출력부가 스위치에 의하여 물리적으로 분리된 무선 에너지 송수신 시스템의 등가회로를 나타낸 도면이다.

[0039] 도 2를 참조하면, 무선 에너지 송수신 시스템은 소스와 타겟으로 구성되는 소스-타겟 구조이다. 즉, 무선 에너지 송수신 시스템은 소스에 해당하는 무선 에너지 전송 장치와 타겟에 해당하는 무선 에너지 수신 장치를 포함한다.

[0040] 무선 에너지 전송 장치는 전력 충전부(210), 제어부(220) 및 전송부(230)를 포함할 수 있다. 전력 충전부(210)는 전원 공급 장치( $V_{in}$ )와 저항( $R_{in}$ )으로 구성될 수 있다. 전송부(230)로 동작하는 소스 공진기는 캐패시터( $C_1$ )와 인덕터( $L_1$ )로 구성될 수 있다. 전송부(230)는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 소스 공진기에 저장된 에너지를 타겟 공진기로 전송할 수 있다. 제어부(220)는 전력 충전부(210)로부터 소스 공진기에 전력을 공급하기 위해 스위치를 온(on) 할 수 있다. 전원 공급 장치( $V_{in}$ )로부터 캐패시터( $C_1$ )에 전압이 인가되고, 인덕터( $L_1$ )에 전류가 인가될 수 있다. 전원 공급 장치( $V_{in}$ )로부터 인가되는 전압으로 인하여 소스 공진기가 정상 상태에 도달하게 되면, 캐패시터( $C_1$ )에 인가되는 전압은 0이되고, 인덕터( $L_1$ )에 흐르는 전류는  $V_{in}/R_{in}$ 의 값을 가지게 된다. 정상 상태에서 인덕터( $L_1$ )에는 인가되는 전류를 통하여 전력이 충전된다.

[0041] 제어부(220)는 정상 상태에서 소스 공진기에 충전된 전력이 소정 값에 도달하면, 스위치를 오프(off)할 수 있다. 소정 값에 대한 정보는 제어부(220)에서 설정될 수 있다. 전력 충전부(210)와 전송부(230)는 분리된다. 분리가 되면, 소스 공진기는 캐패시터( $C_1$ )와 인덕터( $L_1$ )간에 자체 공진을 시작한다. 상호 인덕턴스  $M$ (270)를 고려한, 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여, 소스 공진기에 저장된 에너지는 타겟 공진기로 전달될 수 있다. 이때, 소스 공진기의 공진 주파수( $f_1$ )와 타겟 공진기의 공진 주파수( $f_2$ )는 동일하다.

[0042] 
$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}, \quad f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}}$$

[0043] 
$$f_1 = f_2$$

[0044] 전송부(230)는 소스 공진기에 저장된 에너지를 심볼 단위마다 양자화하여 전송할 수 있다. 즉, 전송부(230)는 심볼 단위마다 전송되는 에너지의 양을 다르게 제어함으로써, 정보를 전송할 수 있다. 여기서 심볼 단위는 소스와 타겟 간에 하나의 비트 정보가 전달되는 단위로, 제어부(220)의 동작을 통하여  $C_1$  및  $L_1$ 에 에너지가 한 번 충전되고, 방전되는 기간을 의미할 수 있다.

[0045] 무선 에너지 수신 장치는 충전부(240), 제어부(250) 및 전력 출력부(260)를 포함할 수 있다. 충전부(240)도 동작하는 타겟 공진기는 캐패시터( $C_2$ )와 인덕터( $L_2$ )로 구성될 수 있다. 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진



을 할 때는 소스 공진기는 전원 공급 장치( $V_{in}$ )와 분리되어 있고, 타겟 공진기는 부하(Load) 및 캐패시터( $C_L$ )와 분리되어 있다. 타겟 공진기의 캐패시터( $C_2$ )와 인덕터( $L_2$ )는 상호 공진을 통하여 전력을 충전할 수 있다. 제어부(250)는 타겟 공진기에 전력을 충전하기 위해, 스위치를 오프(off)할 수 있다. 스위치가 오프인 동안, 타겟 공진기의 공진 주파수와 소스 공진기의 공진 주파수는 일치하여, 상호 공진이 발생할 수 있다. 제어부(250)는 타겟 공진기에 충전된 전력이 소정 값에 도달하면, 스위치를 온(on)할 수 있다. 소정 값에 대한 정보는 제어부(250)에서 설정될 수 있다. 스위치가 온 되면, 캐패시터( $C_L$ )가 충전부(240)에 연결되어, 타겟 공진기의 공진 주파수가 변경된다.

$$f_2' = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2(C_2 + C_L)}}$$

- [0046]
- [0047] 따라서, 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 상호 공진이 종료된다. 보다 구체적으로는 타겟 공진기의 Q를 고려하여,  $f_2'$ 이  $f_2$ 보다 충분히 작다면, 상호 공진 채널이 소멸할 수 있다. 또한, 전력 출력부(260)는 캐패시터( $C_2$ )와 인덕터( $L_2$ )에 충전된 전력을 부하(Load)에 전달할 수 있다.
- [0048] 제어부(250)는 타겟 공진기에 충전된 전력이 소정 값 미만이 되면, 스위치를 오프(off)할 수 있다. 충전부(240)는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 다시 타겟 공진기에 전력을 충전할 수 있다.
- [0049] 충전부(240)는 전송부(230)로부터 심볼 단위로 에너지를 수신하여, 수신한 에너지의 양에 따라 소스에서 전송된 정보를 복조할 수 있다.
- [0050] 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 상호 공진이 발생할 때는 충전부(240)와 전력 출력부(260) 사이에 스위치가 연결되지 않는다. 따라서, 스위치의 연결에 따른 전송 효율의 감소를 예방할 수 있다.
- [0051] 도 1의 경우와 비교하여, 도 1의 캐패시터에 충전된 에너지를 전달하는 방식에 비해 도 2의 방식은 타겟 공진기에 저장된 에너지의 채득(capture) 시점을 제어하는 것이 좀 더 용이하다. 도 1의 캐패시터에 충전된 에너지를 전달하는 방식은 캐패시터에 충전된 에너지만 채득할 수 있지만, 도 2의 공진 주파수를 변경하여 에너지를 채득하는 방식은 타겟 공진기의 인덕터 및 캐패시터에 저장된 에너지를 채득하므로, 에너지의 채득 시점에 대한 자유도가 향상된다.
- [0052] 넓은 지역에 위치한 타겟들이 전력을 공급받기 위해서는 타겟들이 소스에 접근하거나, 소스가 각 타겟에 접근해야 가능하다. 그러나, 어느 시점에 소스와 타겟이 서로에게 근접할지 모르는 경우, 어느 시점에서 에너지의 공급이 이루어져야 하는지 소스 및 타겟 모두 예측하기 쉽지 않다. 이하에서, RI 시스템을 탑재한 소스 및 타겟이 에너지를 공급하고 충전하는 시점을 인식하고, 인식한 시점에서 동작하는 과정을 설명하도록 한다.
- [0053]
- [0054] 도 3은 에너지 공급장치가 고정된 에너지 수신장치가 위치한 경로를 따라 이동하는 경우를 나타낸다.
- [0055] 에너지 수신장치가 고정된 위치에서 이동하지 않는 경우, 에너지 공급장치는 해밀토니안(Hamiltonian) 추적 방식 등을 이용하여, 에너지 수신장치가 위치한 경로를 차례로 이동하면서, 모든 에너지 수신장치에 효과적으로 에너지를 공급할 수 있다.
- [0056] 도 4는 에너지 수신장치가 고정된 위치에 있지 않거나, 에너지 공급장치가 에너지 수신장치의 위치를 따라 이동하지 않는 경우를 나타낸다.
- [0057] 에너지 수신장치가 고정되지 않고, 이동하는 경우 또는 에너지 공급장치가 에너지 수신장치가 고정된 경우에 고정된 위치를 따라 이용하지 않는 경우, 에너지 공급장치는 랜덤하게 에너지 수신장치와 만나게 된다.
- [0058] 즉, 에너지 공급장치와 에너지 수신장치가 랜덤하게 만나는 경우, 에너지 충전 스케줄링이 쉽지 않다.
- [0059] 도 5는 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 블록도이다.
- [0060] 도 5를 참조하면, 무선 에너지 수신 장치는 감지부(510), 제어부(520) 및 에너지 측정부(530)를 포함한다. 이하

의 설명에서, 단말은 무선 에너지 수신 장치 또는 무선 에너지 수신 장치가 탑재된 전자기기를 의미한다.

- [0061] 감지부(510)는 타겟 공진기(501)에 저장되는 에너지의 파형의 변화에 기초하여 에너지 공급장치의 접근을 감지한다. 타겟 공진기(501)와 상호공진 가능한 거리에 소스 공진기가 위치하는 경우, 타겟 공진기(501)는 소스 공진기와 상호공진하고, 상호공진이 발생하면, 타겟 공진기(501)에 저장되는 에너지의 파형에 변화가 생긴다. 에너지 파형 변화의 예는 도 9와 같다. 소스 공진기는 에너지 공급장치에 탑재될 수 있다.
- [0062] 에너지 측정부(530)는 단말에 저장된 에너지의 양을 측정한다. 제어부(520)는 에너지 측정부(530)에서 측정된 에너지의 양이 소정의 임계 값 이하로 내려가면, 단말에 포함된 타겟 공진기의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경한다.
- [0063] 에너지 측정부(530)는 단말에 저장된 에너지의 양을 실시간(real time)으로 측정할 수 있다.
- [0064] 제어부(520)는 임계값 계산부(521) 및 빈도수 계산부(523)를 포함할 수 있다.
- [0065] 임계값 계산부(521)는 단말이 에너지 공급장치와 만나는 빈도수 및 단말의 동작시간과 단말의 에너지 공급장치로부터 공급되는 에너지를 통해 충전되는 시간 간의 비율에 기초하여 소정의 임계 값을 계산할 수 있다.
- [0066] 임계값 계산부(521)는 단말이 에너지 공급장치와 만나는 빈도수, 단말의 충전용량 및 단말의 작업 수행 시 소모하는 에너지의 속도에 기초하여 소정의 임계 값을 계산할 수 있다. 예를 들면, 소정의 임계 값은 단말의 충전용량 중 잔류에너지의 비율로 계산될 수 있다. 예를 들면, 충전용량이 1W인 경우에, 잔류에너지가 0.8W이면 소정의 임계 값은 0.8로 계산될 수 있다.
- [0067] 임계값 계산부(521)는 단말이 한번 충전 완료 된 후부터 다음 충전이 완료되기까지의 제1 시간과 제1 시간 중 단말의 동작시간의 비율이 최대 값을 가지는 경우의 에너지 값을 소정의 임계 값으로 계산할 수 있다.
- [0068] 제1 시간은 단말의 동작시간, 단말의 충전시간 및 단말이 에너지 공급장치의 접근을 대기하는 충전대기시간을 포함할 수 있다.
- [0069] 충전시간은 충전준비시간, 실제충전시간, 충전마무리시간을 포함할 수 있다. 충전준비시간은 단말의 타겟 공진기(501)의 공진 상태를 변경시키는 스위치와 에너지 공급장치의 소스 공진기의 동작 스위치의 동기화에 소요되는 시간을 의미한다. 실제충전시간은 상기 소스 공진기로부터 무선으로 에너지를 수신하여 상기 단말이 충전되는 시간을 의미한다. 충전마무리시간은 상기 에너지 공급장치가 상기 단말의 비공진 상태를 인식하는데 필요한 시간을 의미한다.
- [0070] 빈도수 계산부(523)는 소정의 설정된 시간 동안 에너지 공급장치로부터 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 단말과 에너지 공급장치가 만나는 빈도수를 계산할 수 있다. 또는 빈도수 계산부(523)는 단말이 에너지 공급장치로부터 충전이 시작되는 시간을 측정하고, 측정된 값을 이용하여 단말과 에너지 공급장치가 만나는 빈도수의 평균 값을 계산할 수 있다. 충전이 시작되는지 여부는 타겟 공진기(501)에 저장되는 에너지의 파형을 통해 상호공진 여부를 판단함으로써, 결정될 수 있다.
- [0071] 제어부(520)는 단말에 에너지의 충전이 완료되면, 타겟 공진기(501)에 임피던스를 추가로 연결하여 타겟 공진기(501)의 공진 상태를 공진 상태에서 비공진 상태로 변경할 수 있다. 타겟 공진기(501)의 공진 주파수가 변경되면, 타겟 공진기(501)와 소스 공진기 간의 공진 주파수가 다르게 되어, 상호 공진이 종료되고, 타겟 공진기(501)는 비공진 상태가 된다. 공진 주파수는 임피던스 값에 의해 결정되므로, 제어부(520)는 추가 임피던스 와 연결되는 스위치를 온(on)하여, 타겟 공진기(501)의 공진 주파수를 변경할 수 있다.
- [0072] 제어부(520)의 단말에 저장된 잔류 에너지(residual energy)가 소정의 임계 값 보다 큰 경우에는 타겟 공진기(501)의 공진 상태를 비공진 상태로 유지한다. 제어부(520)는 단말에 저장된 잔류 에너지가 소정의 임계 값 이하인 경우에는 타겟 공진기(501)가 에너지 공급장치의 소스 공진기와 상호공진 할 수 있도록 공진 상태로 변경한다. 단말이 공진상태를 유지함으로써, 타겟 공진기(501)와 상호공진할 수 있는 거리에 에너지 공급장치가 접근하는 경우, 단말은 빠른 시간에 충전모드로 진입할 수 있다.
- [0073] 제어부(520)는 무선 에너지 수신 장치의 전반적인 제어를 담당하고, 감지부(510) 및 에너지 측정부(530)의 기능을 수행할 수 있다. 도 5의 실시 예에서 이를 별도로 구성하여 도시한 것은 각 기능들을 구별하여 설명하기 위함이다. 따라서 실제로 제품을 구현하는 경우에 이들 모두를 제어부(520)에서 처리하도록 구성할 수도 있으며, 이들 중 일부만을 제어부(520)에서 처리하도록 구성할 수도 있다.

- [0074] 도 6은 일실시예에 따른 무선 에너지 전송 장치의 블록도이다.
- [0075] 도 6을 참조하면, 무선 에너지 전송 장치는 감지부(610), 제어부(620) 및 전송부(630)를 포함한다. 이하의 설명에서, 단말은 무선 에너지 전송 장치 또는 무선 에너지 전송 장치가 탑재된 전자기기를 의미한다.
- [0076] 감지부(610)는 단말에 저장된 에너지의 파형의 변화에 기초하여 단말로부터 에너지를 수신하는 에너지 수신장치의 접근을 감지한다.
- [0077] 제어부(620)는 소정의 설정된 시간 동안 단말과 감지부(610)에서 감지된 에너지 수신장치가 만나는 빈도수, 에너지 수신장치의 충전용량 및 에너지 수신장치에 저장된 에너지의 소모 속도에 기초하여 에너지 수신장치의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진상태로 변경하는 기준이 되는 소정의 임계 값을 계산한다.
- [0078] 에너지 수신장치의 충전용량 및 에너지의 소모 속도에 관한 정보는 미리 제어부(620)에 저장될 수 있다. 또는 에너지 수신장치로부터 관련정보를 수신할 수 있다.
- [0079] 제어부(620)는 빈도수 계산부(621)를 포함할 수 있다. 빈도수 계산부(621)는 단말로부터 에너지 수신장치로 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 빈도수를 계산할 수 있다. 충전이 시작되는지 여부는 소스 공진기(631)에 저장되는 에너지의 파형을 통해 상호공진 여부를 판단함으로써, 결정될 수 있다.
- [0080] 전송부(630)는 계산된 소정의 임계 값을 단말에 포함된 소스 공진기(631)와 에너지 수신장치에 포함된 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 전송할 수 있다.
- [0081] 제어부(620)는 무선 에너지 전송 장치의 전반적인 제어를 담당하고, 감지부(610) 및 전송부(630)의 기능을 수행할 수 있다. 도 6의 실시 예에서 이를 별도로 구성하여 도시한 것은 각 기능들을 구별하여 설명하기 위함이다. 따라서 실제로 제품을 구현하는 경우에 이들 모두를 제어부(620)에서 처리하도록 구성할 수도 있으며, 이들 중 일부만을 제어부(620)에서 처리하도록 구성할 수도 있다.
- [0082] 도 7은 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치에서, 충전 과정에 소비되는 시간을 나타낸다.
- [0083] 도 7을 참조하면, 충전시간은 충전준비시간, 실제충전시간, 충전마무리시간을 포함할 수 있다. 에너지 공급장치가 무선 에너지 수신 장치가 공진 상태인 상황에서 접근하면, 충전을 시작할 수 있다. 무선 에너지 수신 장치는 RI 시스템에서, 타겟 공진기와 소스 공진기 간에 스위치의 동작을 동기화하는데 소요되는 시간, 즉 동기화 마진(Sync. Margin) 만큼의 충전준비시간이 필요하다. 실제충전을 통해 무선 에너지 수신 장치의 충전이 완료되면, 무선 에너지 수신 장치는 비공진 상태로 변경되는데, 에너지 공급장치가 무선 에너지 수신 장치가 비공진 상태로 변경되었음을 인식하는데 걸리는 충전마무리시간이 필요하다.
- [0084] 도 8은 일실시예에 따른 무선 에너지 전송 장치에서 주변에 에너지의 전송이 가능한 수신 장치가 없을 경우, 소스 공진기에 인가되는 전압의 변화를 나타낸 그래프이다.
- [0085] 무선 에너지 전송 장치가 무선으로 에너지를 전송할 수 있는 거리에 에너지 수신장치가 없을 경우, 무선 에너지 전송 장치의 소스 공진기에 저장되는 에너지는 자연 감쇄한다. 도 8을 참조하면, 소스 공진기에 저장되는 에너지는 소스 공진기에 인가되는 전압의 측정을 통해 계산될 수 있다.
- [0086] 도 9는 일실시예에 따른 무선 에너지 전송 장치에서 주변에 에너지의 전송이 가능한 수신 장치가 있는 경우, 소스 공진기에 인가되는 전압의 변화 및 타겟 공진기에 인가되는 전압의 변화를 나타낸 그래프이다.
- [0087] 무선 에너지 전송 장치가 무선으로 에너지를 전송할 수 있는 거리에 에너지 수신장치가 있는 경우, 무선 에너지 전송 장치의 소스 공진기에 저장되는 에너지는 주기적으로 변화한다. 무선 에너지 전송 장치와 에너지 수신장치가 상호공진을 통하여 에너지를 주고 받기 때문이다
- [0088] 따라서, 에너지 수신장치가 무선 에너지 전송 장치로부터 에너지를 공급받아 충전되는 경우, 소스 공진기에 저장되는 에너지는 도 9와 같은 형태로 변화한다.
- [0089] 에너지 수신장치의 충전이 완료되면, 에너지 수신장치는 비공진 상태로 동작하고, 무선 에너지 전송 장치에 인가되는 전압의 파형은 도 8과 같은 형태를 가지게 된다.

- [0090] 무선 에너지 전송 장치는 소스 공진기에 인가되는 전압의 파형을 해석함으로써, 상호공진 가능한 에너지 수신 장치의 근접여부, 충전시작여부, 충전완료여부를 판단할 수 있다.
- [0091]
- [0092] 도 10은 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 공진 상태 및 비공진 상태의 등가 회로를 나타낸다.
- [0093] 도 10을 참조하면, (a)는 무선 에너지 수신 장치의 공진 상태를 나타내고, (b)는 무선 에너지 수신 장치의 비공진 상태를 나타낸다. 즉, 공진 상태에서 공진 주파수는  $L_{RX}$  및  $C_{RX1}$ 에 의해 결정되는데, 임피던스  $C_{RX2}$ 가 스위치  $SW_{RX}$ 를 통해 추가됨으로써, 공진 주파수가 변경되고, 타겟 공진기의 공진 주파수가 소스 공진기의 공진 주파수와 다르게 됨으로써, 상호 공진이 종료하게 된다.
- [0094] 도 11은 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 상태와 충전과정을 시간의 흐름에 따라 나타낸 도면이다.
- [0095] 일 예로, 무선 에너지 수신 장치는 수동적 충전 방식으로 동작할 수 있다. 무선 에너지 수신 장치는 에너지 공급장치로부터 충전 받는 작업을 수행하는데 필요한 최소 에너지만을 제외하고, 에너지의 잔량이 남아있는 동안에, 타겟 공진기를 비공진 상태로 유지시킬 수 있다.
- [0096] 무선 에너지 수신 장치는 에너지 잔량이 없는 경우에만 에너지 공급장치로부터 에너지를 충전 받기 때문에 에너지를 모두 소비할 때까지 아무런 방해 없이 작업을 수행할 수 있다. 도 11을 참조하면, 무선 에너지 수신 장치가 작업을 수행하는 시간은 Alive 상태로 표시될 수 있다. 이때 무선 에너지 수신 장치는 비공진 상태로 있으므로, 주변에 에너지 공급장치가 접근하더라도, 상호공진이 발생하지 않는다. 최소 에너지를 제외한 에너지 잔량이 모두 소모되는 경우, 무선 에너지 수신 장치는 공진 상태로 변경되어, 에너지 공급장치를 기다리는 동안 Idle 상태를 유지한다. Idle 상태에서, 에너지 공급장치가 접근하면, 충전을 시작할 수 있다. 충전이 완료되면, 무선 에너지 수신 장치는 다시 비공진 상태로 변경되어, Alive 상태로 변경된다.
- [0097] 도 12는 다른 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 상태와 충전과정을 시간의 흐름에 따라 나타낸 도면이다.
- [0098] 일 예로, 무선 에너지 수신 장치는 능동적 충전 방식으로 동작할 수 있다. 무선 에너지 수신 장치는 에너지 공급장치로부터 에너지의 잔량이 남아있더라도, 타겟 공진기를 공진 상태로 유지시킬 수 있다.
- [0099] 따라서, 무선 에너지 수신 장치는 작업을 수행하는 도중에도 주변에 에너지 공급장치가 접근하면 상호공진 하여 충전될 수 있다. 무선 에너지 수신 장치는 에너지를 충전하는 동안에는 작업을 수행하지 않을 수 있다.
- [0100] 에너지를 모두 소비할 때까지 에너지 공급장치와 만나지 못하는 경우, 무선 에너지 수신 장치는 Idle 상태로 충전을 대기할 수 있다. Idle 상태에서, 에너지 공급장치가 접근하면, 충전을 시작할 수 있다. 충전이 완료되면, 다시 작업을 수행할 수 있다.
- [0101] 도 13은 또 다른 일실시예에 따른 무선 에너지 수신 장치의 상태와 충전과정을 시간의 흐름에 따라 나타낸 도면이다.
- [0102] 일 예로, 무선 에너지 수신 장치는 제한적 충전 방식으로 동작할 수 있다. 무선 에너지 수신 장치는 에너지의 잔량이 소정의 임계 값 이하인 경우에는 공진 상태로 있고, 에너지 잔량이 소정의 임계 값보다 큰 경우에는 비공진 상태로 유지시킬 수 있다.
- [0103] 에너지 잔량이 소정의 임계 값 이하이면, 타겟 공진기의 공진 주파수는 메어지 공급장치의 소스 공진기의 공진 주파수와 동일하게 조정될 수 있다. 즉, 상호공진이 가능한 상태로 타겟 공진기의 공진 주파수가 조정된다. 이때, 에너지 공급장치가 상호공진 가능한 거리로 접근하면, 상호공진을 통해 무선 에너지 수신 장치는 충전될 수 있다. 충전이 완료되면, 무선 에너지 수신 장치는 비공진 상태로 변경되어, 작업을 수행할 수 있다.
- [0104] 효율적인 충전을 위해서는 무선 에너지 수신 장치가 작업을 수행하는데 사용하는 시간의 비율을 최대로 해야 한다. 소정의 임계 값이 너무 높으면 에너지 충전 하는 시간(charging time)이 많아지고, 소정의 임계 값이 너무 낮으면 수신기가 작업을 멈추고 쉬는 시간(idle time)이 길어질 수가 있다.

[0105] 무선 에너지 수신 장치와 에너지 공급장치가 만나는 빈도수  $\lambda$ 에 따라 작업 수행시간(active time)의 비율이 최대가 되는 소정의 임계 값( $\epsilon_{thr}$ )의 최적 값( $\overline{\epsilon_{thr}}$ )은 다음 식에 기초하여 결정될 수 있다.

$$\overline{\epsilon_{thr}} = \arg \max_{\epsilon} \frac{E[\text{Active time} | \lambda, \epsilon_{thr} = \epsilon]}{E[\text{Active time} + \text{Charging time} + \text{Idle time} | \lambda, \epsilon_{thr} = \epsilon]}$$

[0106] 위 식에서 최적 값  $\overline{\epsilon_{thr}}$ 은 빈도수  $\lambda$  값에 따라 변하며, 작업수행시간(Active time), 충전시간(Charging time) 및 쉬는 시간(Idle time)은 빈도수  $\lambda$ , 무선 에너지 수신장치의 충전용량, 에너지 소모 속도에 기초하여 계산될 수 있다.

[0107] 무선 에너지 전송 장치는 최적 값  $\overline{\epsilon_{thr}}$ 을 무선 에너지 수신 장치에 제공할 수 있으며 이 정보는 RI system을 통한 데이터 전송에 의해 가능하다.

[0108] 도 14는 무선 에너지 수신 방법의 흐름도이다.

[0109] 1410단계에서, 에너지 수신 장치는 단말에 저장된 에너지의 양을 측정한다.

[0110] 1420단계에서, 에너지 수신 장치는 측정된 에너지의 양이 소정의 임계 값 이하로 내려가는지 여부를 판단한다.

[0111] 1430단계에서, 에너지 수신 장치는 측정된 에너지의 양이 소정의 임계 값 이하로 내려가면, 단말에 포함된 타겟 공진기의 공진 상태를 비공진 상태에서 공진 상태로 변경한다.

[0112] 에너지 수신 장치는 단말이 에너지 공급장치와 만나는 빈도수 및 단말의 동작시간과 단말의 에너지 공급장치로부터의 충전시간 간의 비율에 기초하여 소정의 임계 값을 계산할 수 있다.

[0113] 에너지 수신 장치는 소정의 설정된 시간 동안 에너지를 공급하는 에너지 공급장치로부터 충전이 시작되는 횟수를 계산하여, 단말과 에너지 공급장치가 만나는 빈도수를 계산할 수 있다.

[0114] 일 측면에 있어서, 무선 에너지 수신 방법은 무선 센서 네트워크(WSN, Wireless Sensor Network)에서의 센서의 전력 충전에 응용될 수 있으며, 모바일 환경에서, 에너지 공급 장치가 랜덤하게 에너지 수신장치로 에너지를 공급하는 경우에 효과적으로 응용될 수 있다.

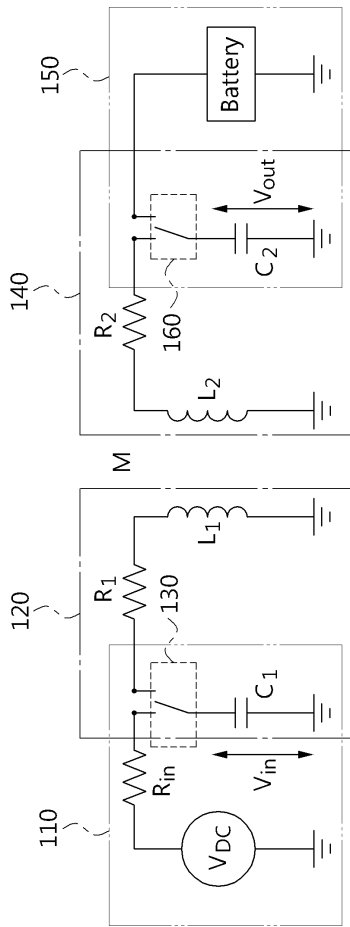
[0115] 상술한 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0116] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

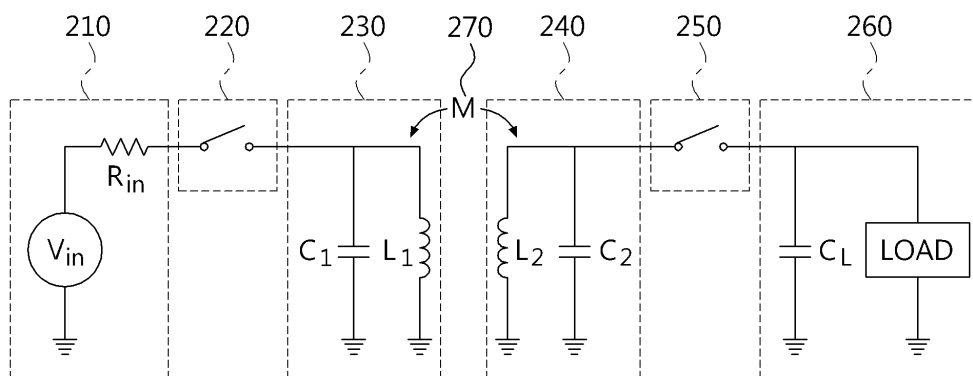
[0117] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

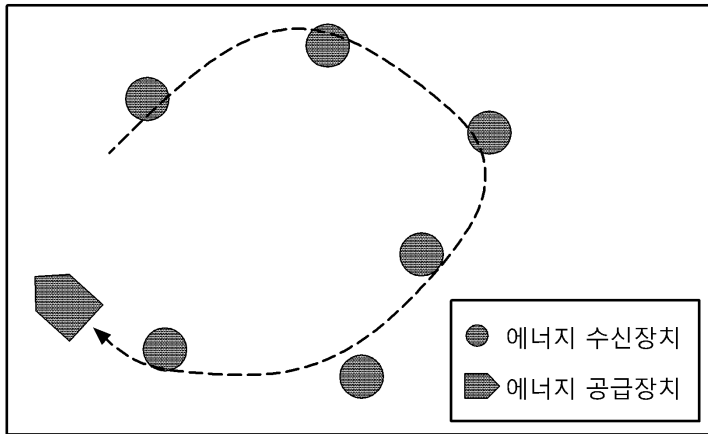
도면1



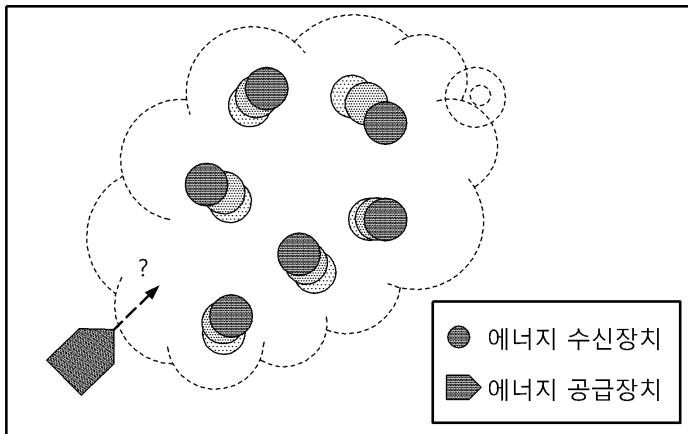
도면2



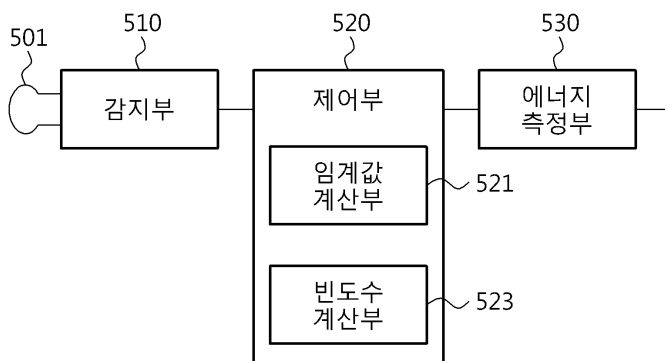
도면3



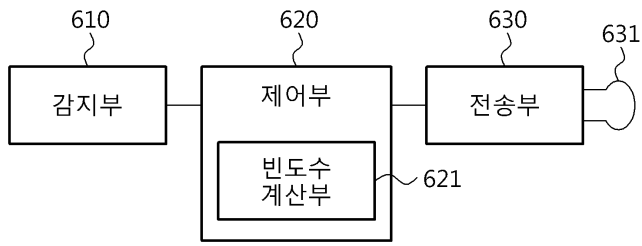
도면4



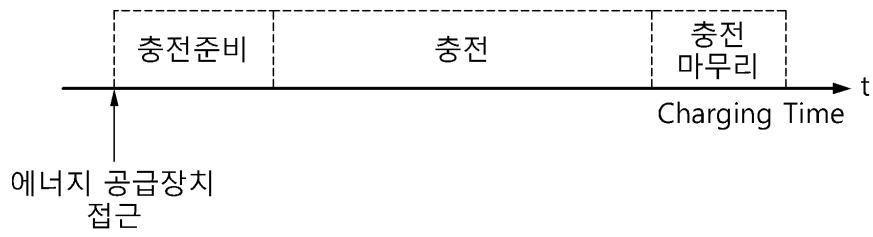
도면5



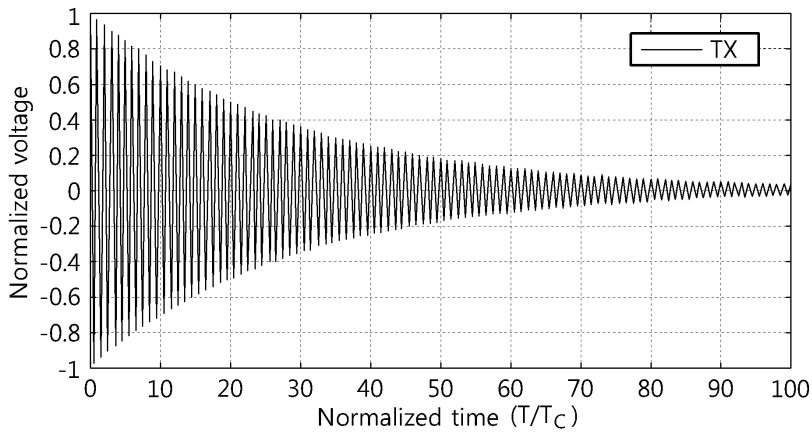
도면6



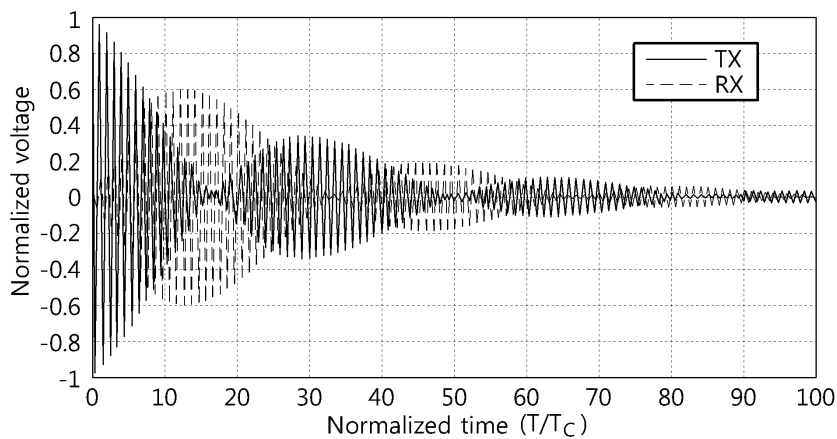
도면7



도면8

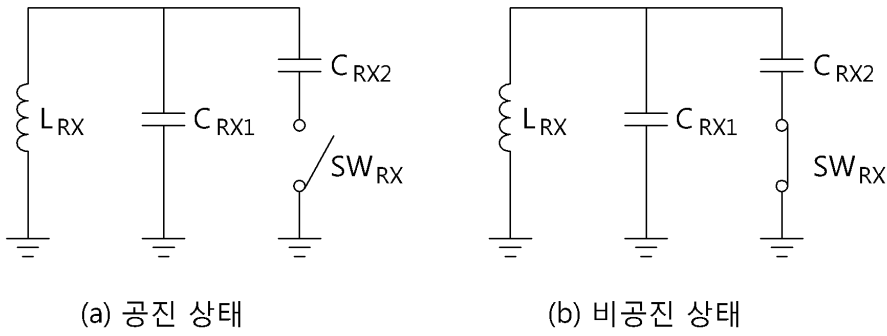


도면9

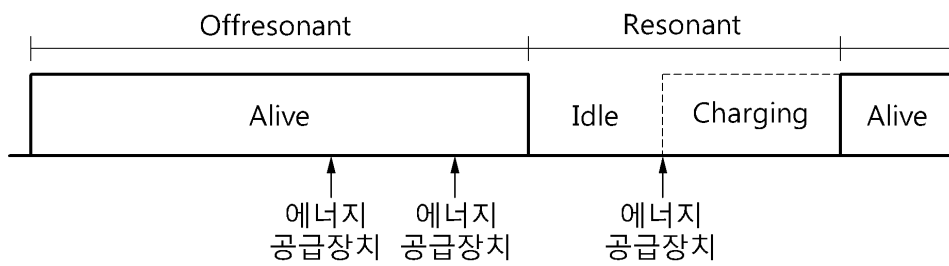




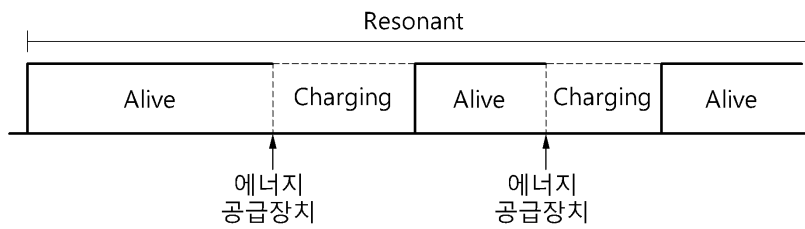
도면10



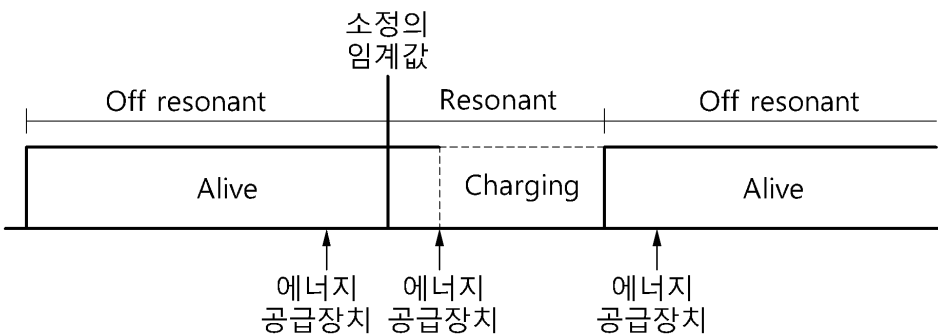
도면11



도면12



도면13



도면14

