(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0064577
(43) 공개일자 2018년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/90 (2016.01) *G01R 27/26* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/90 (2016.02)
G01R 27/2605 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0147465
(22) 출원일자 2016년11월07일
심사청구일자 2016년11월07일
기술이전 희망 : **기술양도**

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
최성진
울산광역시 남구 북부순환도로 35, 107동 901호 (무거동, 무거위브자이)
정채호
울산광역시 남구 번영로 223, 102-1001호 (신정동, 극동스타클래스)
(74) 대리인
김종선, 이형석

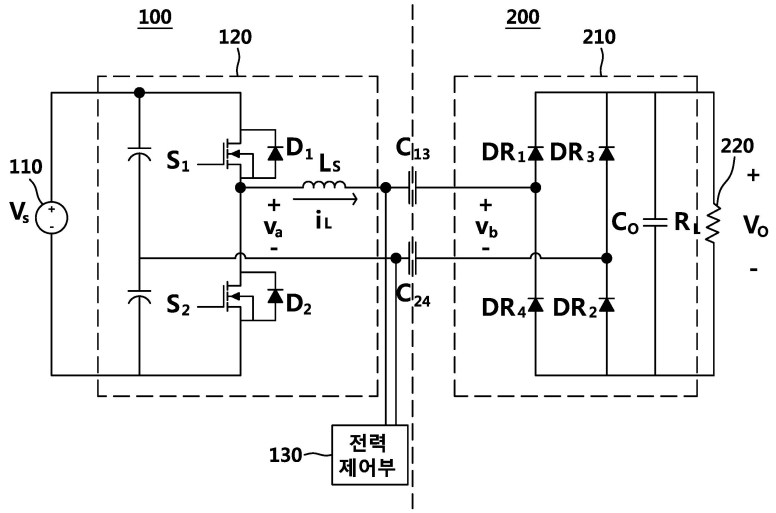
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 직류 전력을 공급하는 전원부; 상기 공급된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하고, 상기 변환된 교류 전력을 전계결합형 송신 전극을 통해 전계결합형 수신 전극이 구비된 전력 수신 장치에 무선으로 전송하는 송신부; 및 상기 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 전력 제어부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345247652
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 이공학개인기초연구지원
연구과제명 전계결합형 면대면 무선에너지 전송시스템 구축을 위한 송수신 회로 기술 연구
기 여 율 1/1
주관기관 울산대학교
연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

직류 전력을 공급하는 전원부;

상기 공급된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하고, 상기 변환된 교류 전력을 전계결합형 송신 전극을 통해 전계결합형 수신 전극이 구비된 전력 수신 장치에 무선으로 전송하는 송신부; 및

상기 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 전력 제어부

를 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송신 전극 및 상기 전력 제어부와 연결되고, 상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지에 따라 전력 전송의 온 및 오프를 제어하는 릴레이

를 더 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전력 제어부는,

상기 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 일치하는 일치비율에 따라 접촉 상태를 완전정렬, 부분정렬 및 분리 중에서 어느 하나로 판단하는 전계결합형 무선 전력 전송 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 송신 전극은 제1 및 제2 송신 전극으로 이루어지고,

상기 제어부는, 상기 제1 송신 전극과 연결된 출력 노드로 커패시턴스 측정용 전압을 인가하고, 상기 제2 송신 전극과 연결된 입력 노드에 걸리는 전압값을 읽어 상기 제1 및 제2 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하고, 상기 송신부가 상기 전력 수신 장치에 접촉되는지를 감지하는 전계결합형 무선 전력 전송 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전력 제어부는,

상기 제1 및 제2 송신 전극으로 이루어지는 송신 전극과 각각 연결되는 입력 및 출력 노드;

커패시턴스 측정용 전압을 발생시키는 전압 소스;

상기 전압 소스 및 상기 출력 노드 사이에 직렬 연결되는 제1 저항;

상기 입력 노드와 병렬 연결되는 제1 커패시터;

상기 입력 노드와 병렬 연결되는 제2 저항;

상기 입력 노드에 걸리는 전압을 측정하는 전압 측정부; 및

상기 측정된 전압을 기초로 상기 제1 및 제2 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 전력 수신 장

치가 상기 송신부에 접촉되는지를 감지하는 제어부

를 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 부분정렬로 판단된 경우, 상기 송신부의 구동 주파수를 상승시켜 부분정렬로 인해 감소되는 커패시턴스 변화량을 보상하는 정렬 보상부

를 더 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 정렬 보상부는,

인가되는 입력에 따라 발진 주파수를 제어하여 전압 신호를 생성하는 전압제어발진기; 및

상기 송신부에 구비된 인덕터에 흐르는 전류 신호를 검출하고, 상기 검출된 전류 신호의 위상과 상기 전압제어발진기에서 생성된 전압 신호의 위상을 비교하여 전류 신호 및 전압 신호의 위상 오차 신호를 상기 전압제어발진기로 출력하는 위상 검출기를 포함하고,

상기 전압제어발진기는 상기 출력된 위상 오차 신호에 따라 상기 송신부의 구동 주파수를 제어하는 전계결합형 무선 전력 전송 장치.

청구항 8

송신부를 포함하는 무선 전력 전송 장치에 의해 수행되는 전계결합형 무선 전력 전송 방법에 있어서,

직류 전력을 공급하는 단계;

상기 공급된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하고, 상기 변환된 교류 전력을 전계결합형 송신 전극을 통해 전계결합형 수신 전극이 구비된 전력 수신 장치에 무선으로 전송하는 단계; 및

상기 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 단계

를 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지에 따라 전력 전송의 온 및 오프를 제어하는 단계

를 더 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 일치하는 일치비율에 따라 접촉 상태를 완전정렬, 부분정렬 및 분리 중에서 어느 하나로 판단하는 단계;

를 더 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 단계는,

상기 송신 전극은 제1 및 제2 송신 전극으로 이루어지고, 상기 제1 송신 전극과 연결된 출력 노드로 커패시턴스

측정용 전압을 인가하는 단계;

상기 제2 송신 전극과 연결된 입력 노드에 걸리는 전압값을 읽어 상기 제1 및 제2 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하는 단계; 및

상기 송신부가 상기 전력 수신 장치에 접촉되는지를 감지하는 단계

를 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 단계는,

제1 및 제2 송신 전극으로 이루어지는 송신 전극과 각각 연결되는 입력 및 출력 노드에서 입력 노드에 걸리는 전압을 측정하고, 상기 측정된 전압을 기초로 상기 제1 및 제2 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 전력 수신 장치가 상기 송신부에 접촉되는지를 감지하는 전계결합형 무선 전력 전송 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 부분정렬로 판단된 경우, 상기 송신부의 구동 주파수를 상승시켜 부분정렬로 인해 감소되는 커패시턴스 변화량을 보상하는 단계

를 더 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 커패시턴스 변화량을 보상하는 단계는,

인가되는 입력에 따라 발진 주파수를 제어하여 전압 신호를 생성하는 단계;

상기 송신부에 구비된 인덕터에 흐르는 전류 신호를 검출하고, 상기 검출된 전류 신호의 위상과 상기 생성된 전압 신호의 위상을 비교하여 전류 신호 및 전압 신호의 위상 오차 신호를 출력하는 단계; 및

상기 출력된 위상 오차 신호에 따라 상기 송신부의 구동 주파수를 제어하는 단계

를 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 전력 수신 장치의 존재 여부 또는 전력 수신 장치와의 정렬 상태를 용이하게 감지할 수 있는, 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 무선전력 전송 장치는 성장할 것으로 전망되고 있다. 무선전력 전송 장치는 현재 계속해서 연구되고 있지만 아직 인프라 구축이 안 되어 있다. 이에 따른 호환성 확보가 더 필요하기 때문에 규격의 중요성이 증대되고 있다. 무선전력 전송을 상용화하기 위해선 호환성을 위한 전력 전송 장치와 전력 수신 장치의 규격이 필수적이다. 이때, 규격을 구성하는 필수적인 부분인 전력 수신 장치를 감지하는 방법에 대한 알고리즘이 필요하다.

[0003] 무선전력 전송 장치에서 전력 수신 장치가 없을 때 송신부 회로가 켜지는 것은 대기전력 낭비가 된다. 또한, 이러한 경우, 송신부 전극 사이에 전압이 존재하기 때문에 위험할 수 있다. 특히, 시스템의 규모가 커질수록 대기전력 낭비와 위험성은 매우 커진다.

[0004] 그러므로 약속된 전력 수신 장치가 송신부 위에 올라왔을 때에만 송신부 회로가 켜지도록 하기 위한 알고리즘이

구현되어야 한다. 아직까지 전계결합 방식을 이용한 무선전력 전송 장치에서는 전력 수신 장치를 감지하는 기술에 대한 고려 없었다.

[0005] 다만, 센서 등을 추가하여 전력 수신 장치를 감지하는 기술이 연구되고 있다. 하지만, 이러한 기술에서는 추가적인 구성이 꼭 필요하다. 그러므로 전계결합 방식을 이용한 무선전력 전송 장치에서 센서 등의 추가적인 구성 없이도 전력 수신 장치를 감지하는 기술이 필요한 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1305657호(2013.09.02. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시 예들은 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 전력 수신 장치의 존재 여부 또는 전력 수신 장치와의 정렬 상태를 용이하게 감지할 수 있는, 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0008] 본 발명의 실시 예들은 송신 전극 간 커패시턴스의 변화량을 이용해 별도의 센서 추가 없이 저비용으로 전력 수신 장치를 효과적으로 감지할 수 있는, 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 제1 측면에 따르면, 직류 전력을 공급하는 전원부; 상기 공급된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하고, 상기 변환된 교류 전력을 전계결합형 송신 전극을 통해 전계결합형 수신 전극이 구비된 전력 수신 장치에 무선으로 전송하는 송신부; 및 상기 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 전력 제어부를 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 장치가 제공될 수 있다.

[0010] 상기 장치는, 상기 송신 전극 및 상기 전력 제어부와 연결되고, 상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지에 따라 전력 전송의 온 및 오프를 제어하는 릴레이를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 전력 제어부는, 상기 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 일치하는 일치비율에 따라 접촉 상태를 완전정렬, 부분정렬 및 분리 중에서 어느 하나로 판단할 수 있다.

[0012] 상기 송신 전극은 제1 및 제2 송신 전극으로 이루어지고, 상기 제어부는, 상기 제1 송신 전극과 연결된 출력 노드로 커패시턴스 측정용 전압을 인가하고, 상기 제2 송신 전극과 연결된 입력 노드에 걸리는 전압값을 읽어 상기 제1 및 제2 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하고, 상기 송신부가 상기 전력 수신 장치에 접촉되는지를 감지할 수 있다.

[0013] 상기 전력 제어부는, 상기 제1 및 제2 송신 전극으로 이루어지는 송신 전극과 각각 연결되는 입력 및 출력 노드; 커패시턴스 측정용 전압을 발생시키는 전압 소스; 상기 전압 소스 및 상기 출력 노드 사이에 직렬 연결되는 제1 저항; 상기 입력 노드와 병렬 연결되는 제1 커패시터; 상기 입력 노드와 병렬 연결되는 제2 저항; 상기 입력 노드에 걸리는 전압을 측정하는 전압 측정부; 및 상기 측정된 전압을 기초로 상기 제1 및 제2 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 전력 수신 장치가 상기 송신부에 접촉되는지를 감지하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 장치는, 상기 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 부분정렬로 판단된 경우, 상기 송신부의 구동 주파수를 상승시켜 부분정렬로 인해 감소되는 커패시턴스 변화량을 보상하는 정렬 보상부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 상기 정렬 보상부는, 인가되는 입력에 따라 발진 주파수를 제어하여 전압 신호를 생성하는 전압제어발진기; 및 상기 송신부에 구비된 인덕터에 흐르는 전류 신호를 검출하고, 상기 검출된 전류 신호의 위상과 상기 전압제어발진기에서 생성된 전압 신호의 위상을 비교하여 전류 신호 및 전압 신호의 위상 오차 신호를 상기 전압제어발진기로 출력하는 위상 검출기를 포함하고, 상기 전압제어발진기는 상기 출력된 위상 오차 신호에 따라 상기 송

신부의 구동 주파수를 제어할 수 있다.

[0016] 한편, 본 발명의 제2 측면에 따르면, 송신부를 포함하는 무선 전력 전송 장치에 의해 수행되는 전계결합형 무선 전력 전송 방법에 있어서, 직류 전력을 공급하는 단계; 상기 공급된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하고, 상기 변환된 교류 전력을 전계결합형 송신 전극을 통해 전계결합형 수신 전극이 구비된 전력 수신 장치에 무선으로 전송하는 단계; 및 상기 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 단계를 포함하는 전계결합형 무선 전력 전송 방법이 제공될 수 있다.

[0017] 상기 방법은, 상기 송신부 및 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지에 따라 전력 전송의 온 및 오프를 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 방법은, 상기 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 일치하는 일치비율에 따라 접촉 상태를 완전정렬, 부분정렬 및 분리 중에서 어느 하나로 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 단계는, 상기 송신 전극은 제1 및 제2 송신 전극으로 이루어지고, 상기 제1 송신 전극과 연결된 출력 노드로 커패시턴스 측정용 전압을 인가하는 단계; 상기 제2 송신 전극과 연결된 입력 노드에 걸리는 전압값을 읽어 상기 제1 및 제2 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하는 단계; 및 상기 송신부가 상기 전력 수신 장치에 접촉되는지를 감지하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 상기 전력 수신 장치가 접촉되는지를 감지하는 단계는, 제1 및 제2 송신 전극으로 이루어지는 송신 전극과 각각 연결되는 입력 및 출력 노드에서 입력 노드에 걸리는 전압을 측정하고, 상기 측정된 전압을 기초로 상기 제1 및 제2 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 상기 전력 수신 장치가 상기 송신부에 접촉되는지를 감지할 수 있다.

[0021] 상기 방법은, 상기 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 부분정렬로 판단된 경우, 상기 송신부의 구동 주파수를 상승시켜 부분정렬로 인해 감소되는 커패시턴스 변화량을 보상하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0022] 상기 커패시턴스 변화량을 보상하는 단계는, 인가되는 입력에 따라 발진 주파수를 제어하여 전압 신호를 생성하는 단계; 상기 송신부에 구비된 인덕터에 흐르는 전류 신호를 검출하고, 상기 검출된 전류 신호의 위상과 상기 생성된 전압 신호의 위상을 비교하여 전류 신호 및 전압 신호의 위상 오차 신호를 출력하는 단계; 및 상기 출력된 위상 오차 신호에 따라 상기 송신부의 구동 주파수를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 실시 예들은 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 전력 수신 장치의 존재 여부 또는 전력 수신 장치와의 정렬 상태를 용이하게 감지할 수 있다.

[0024] 본 발명의 실시 예들은 송신 전극 간 커패시턴스의 변화량을 이용해 별도의 센서 추가 없이 저비용으로 전력 수신 장치를 효과적으로 감지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 전력 수신 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 송신 전극 및 수신 전극의 기생 커패시터에 대한 설명도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 무선 전력 전송 장치의 전력 제어부에서 커패시턴스를 측정하는 회로 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 도 3의 전력 제어부를 등가회로로 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 전력 수신 장치의 구성도이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치에서 정렬 오차가 발생했을 때 보정하는 회로를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치에서 정렬 오차로 인해 변하는 이득과 위상을 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 전력 전송 장치에서의 이탈거리에 따른 커패시턴스 변화량을 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 분리 시와 완전정렬 시의 전압 차이를 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 전력 수신 장치의 하드웨어 구조를 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 방법에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명에 따른 동작 및 작용을 이해하는 데 필요한 부분을 중심으로 상세히 설명한다. 본 발명의 실시 예를 설명하면서, 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려졌고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

[0027] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 동일한 명칭의 구성 요소에 대하여 도면에 따라 다른 참조부호를 부여할 수도 있으며, 서로 다른 도면임에도 동일한 참조부호를 부여할 수도 있다. 그러나 이와 같은 경우라 하더라도 해당 구성 요소가 실시 예에 따라 서로 다른 기능을 갖는다는 것을 의미하거나, 서로 다른 실시 예에서 동일한 기능을 갖는다는 것을 의미하는 것은 아니며, 각각의 구성 요소의 기능은 해당 실시 예에서의 각각의 구성 요소에 대한 설명에 기초하여 판단하여야 할 것이다.

[0028] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 전력 수신 장치의 구성도이다.

[0029] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치(100)는 송신부(120) 및 전력 제어부(130)를 포함한다.

[0030] 무선 전력 전송 장치(100)는 수신부(210) 및 부하부(220)를 구비한 전력 수신 장치(200)와 전계결합한다. 그리고 무선 전력 전송 장치(100)는 전계결합을 통해 무선 전력을 전력 수신 장치(200)에 전송한다. 여기서, 전력 수신 장치(200)는 사용자 단말일 수 있다.

[0031] 본 발명의 제1 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치(100)는 전계결합형 방식으로 무선전력을 전력 수신 장치(200)에 전송할 때, 전력 수신 장치(200)의 존재 여부를 존재 감지 알고리즘을 통해 효과적으로 판단한다.

[0032] 이하, 도 1의 전계결합형 무선 전력 전송 장치(100)의 각 구성요소들의 구체적인 구성 및 동작을 설명한다.

[0033] 우선, 전원부(110)는 전계결합형 무선 전력 전송을 위한 직류 전력을 공급한다.

[0034] 송신부(120)는 전원부(110)에서 공급된 직류 전력을 교류 전력으로 변환한다. 송신부(120)는 제1 및 제2 스위치(S_1, S_{12})를 구비하고, 제1 및 제2 스위치(S_1, S_2)를 이용하여 직류 전력을 교류 전력으로 변환한다. 송신부(120)는 그 변환된 교류 전력을 전계결합형 송신 전극을 통해 전계결합형 수신 전극이 구비된 전력 수신 장치(200)에 무선으로 전송한다.

[0035] 전력 제어부(130)는 송신부(120)에 구비된 송신 전극 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 송신부(120) 및 전력 수신 장치(200)가 접촉되는지를 감지한다.

[0036] 여기서, 전력 제어부(130)는, 송신 전극 및 상기 수신 전극의 접촉면이 일치하는 일치비율에 따라 접촉 상태를 완전정렬, 부분정렬 및 분리 중에서 어느 하나로 판단할 수 있다.

[0037] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 무선 전력 전송 장치(100)는 하프 브릿지 공진형 컨버터(Half-bridge resonant converter) 형태로 구현될 수 있다.

[0038] 한편, 등가 저항 및 링크 커패시턴스를 살펴보면, LC 공진 네트워크에서 바라본 등가저항 R_{ac}와 R_L의 상관관계는 하기의 [수학식 1]과 같이 구할 수 있다.

수학식 1

[0039] $$R_{ac} = \frac{V_b}{I_L} = \frac{8}{\pi^2} \times \frac{V_O}{I_O} = \frac{8}{\pi^2} R_L$$

[0040] 여기서, R_{ac} 는 풀 브릿지 정류기(Full-bridge Rectifier)를 포함하여 송신부에서 바라본 등가저항, R_L은 최종적인 DC회로 전압과 전류의 비, V_b 는 R_{ac} 양단에 전달 된 AC 출력 전압, I_L은 인덕터에 흐르는 전류, V_O는 부하에 걸리는 DC 출력전압, I_O 는 부하 전류를 나타낸다.

[0041] 링크 커패시턴스의 직렬연결로써 C_r 은 하기의 [수학식 2]로 나타낼 수 있다.

수학식 2

[0042] $$C_r = \frac{C_{13} C_{24}}{C_{13} + C_{24}}$$

[0043] 여기서, C_{13} 은 도 2의 송신수 및 전력 수신 장치 간의 전력전송 링크 커패시터 한 쌍, C_{24}는 도 2의 송신수 및 전력 수신 장치 간의 전력전송 링크 커패시터 나머지 한 쌍 그리고 C_r은 위의 두 커패시터를 고려한 직렬 커패시턴스를 나타낸다. 이때, 통상적으로 도 2의 1면, 3면 사이 커패시턴스와 2면, 4면 사이 커패시턴스 값이 도 2의 다른 커패시턴스 값들보다 매우 크므로 C_r 을 [수학식 2]와 같이 나타낼 수 있다.

[0044] 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 송신 전극 및 수신 전극의 기생 커패시터에 대한 설명도이다.

[0045] 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 송신부(120)는 제1 및 제2 송신 전극(121 및 122)으로 이루어진 송신 전극(125)을 포함한다. 또한, 전력 수신 장치(200)는 제1 및 제2 수신 전극(211 및 212)으로 이루어진 수신 전극(215)을 포함한다.

[0046] 그리고 송신 전극(125) 및 수신 전극(215)이 근접되어 전계결합되면 송신 전극(125) 및 수신 전극(215) 사이에는 기생 커패시터(Parasitic Capacitor)가 발생하게 된다.

[0047] 제어부는 제1 송신 전극(121)과 연결된 출력 노드로 커패시턴스 측정용 전압을 인가하고, 제2 송신 전극(122)과 연결된 입력 노드에 걸리는 전압값을 읽어 제1 및 제2 송신 전극(121 및 122) 간의 커패시턴스 변화량을 인식한다. 이어서, 제어부는 그 인식 결과를 기초로 하여 송신부(120)가 전력 수신 장치(200)에 접촉되는지를 감지한다.

[0048] 기생 커패시터에 대해서 살펴보면, 무선 전력 전송 장치(100)의 송신부(120)와 전력 수신 장치(200)는 총 4개의 전극을 이용해 전계 결합하게 된다. 송신부(120) 및 전력 수신 장치(200) 각각의 전극을 통하여 교류 전력이 전송된다. 이때 크로스 커플링(Cross Coupling)에 의해 도 2의 (b)와 같이 C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{23}, C_{24}, C_{34} 최대 6개의 다른 기생 커패시터들이 발생하게 된다.

[0049] 기생 커패시터에 의해 송신부(120)와 전력 수신 장치(200) 간의 접촉이 있을 경우에 송신부(120)의 두 전극 간에 커패시턴스 변화가 발생하게 된다. 제어부는 이 변화를 이용해 부하 여부 즉, 전력 수신 장치(200)의 존재 여부를 판단한다.

[0050] 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 무선 전력 전송 장치의 전력 제어부에서 커패시턴스를 측정하는 회로 구성을 나타낸 도면이다.

[0051] 도 3에 도시된 바와 같이, 전력 제어부(130)는, 입력 및 출력 노드(131 및 132), 전압 소스(133), 제1 저항(134), 제1 커패시터(135), 제2 저항(136), 전압 측정부(137) 및 제어부(138)를 포함한다.

[0052] 입력 및 출력 노드(131 및 132)는 제1 및 제2 송신 전극(121 및 122)으로 이루어지는 송신 전극(125)과 각각 연결된다.

[0053] 전압 소스(133)는 커패시턴스 측정용 전압을 발생시킨다.

[0054] 제1 저항(134)은 전압 소스(133) 및 상기 출력 노드(131) 사이에 직렬 연결된다.

[0055] 제1 커패시터(135)는 입력 노드(132)와 병렬 연결된다.

[0056] 제2 저항(136)은 입력 노드(132)와 병렬 연결된다.

[0057] 전압 측정부(137)는 입력 노드(132)에 걸리는 전압을 측정한다.

[0058] 제어부(138)는 전압 측정부(137)에서 측정된 전압을 기초로 제1 및 제2 송신 전극(121 및 122) 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 전력 수신 장치(200)가 송신부(120)에 접촉되는지를 감지한다.

[0059] 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 도 3의 전력 제어부를 등가회로로 나타낸 도면이다.

[0060] 무선 전력 전송 장치(100)에서 송신부(120)와 연결된 전력 제어부(130)와 송신부(120)의 제1 및 제2 전극을 도 3과 같이 연결하면 연결된 등가회로는 도 4에 도시된 회로 구성과 같이 나타내진다.

[0061] 전력 제어부(130)에 의해 제1 및 제2 송신 전극(121 및 122) 간의 커패시턴스를 측정하는 일례를 살펴보기로 한다.

[0062] 제어부(138)는 도 3에 도시된 회로에서 출력(Output) 노드로 전압 소스(133)의 5V 출력을 입력한다. 그러면, 전압 측정부(137)는 입력(Input) 노드에 걸리는 전압인 V_{sense} 전압값을 바로 측정한다. 여기서, 전압 측정부(137)는 아날로그-디지털 변환기(Analog to Digital Converter, ADC)로 이루어질 수 있다. 회로의 V_{sense} 전압값을 전달함수인 하기의 [수학식 3]을 통해 구하면 다음과 같다.

수학식 3

[0063]
$$V_{sense} = V_O \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{parst}} e^{-\frac{t}{R_i(C_{parst}+C_{12})}}$$

[0064] 여기서, V_{sense} 는 전력 제어부(130)의 입력 노드(132)에 걸리는 전압, V_O는 전력제어부(130) 내부의 전압 소스(133)의 전압, C_{12} 는 두 링크 커패시터의 송신부 측 구리판 사이의 커패시턴스, C_{parst}는 전력 제어부(130)의 입력 노드(132)에 존재하는 기생 커패시턴스, R_i 는 전압 소스(133)의 테브낭 등가 임피던스를 나타낸다.

[0065] 전압 측정부(137)는 출력 노드(131)에서 5V 출력을 내보내자마자 입력 노드(132)에서 V_{sense} 전압값을 읽는다. 따라서, 지수 함수 부분의 시간 축 값을 t=0으로 보고 지수함수의 계수 부분의 값이 바로 읽어진다.

[0066] 이 값을 다시 해석하면 두 전극 간의 커패시턴스 C_{12}는 하기의 [수학식 4]와 같이 구해진다.

수학식 4

[0067]
$$C_{12} = C_{parst} \frac{V_{sense}}{V_O - V_{sense}}$$

[0068] 상기 식의 유도과정에서, R_i 및 R_O 는 전력 제어부 포트의 입출력 등가 임피던스로서, 전력 제어부(130)에 어

떤 마이크로프로세서가 사용되는지에 따라 값이 약간의 차이가 존재한다. 하지만, 통상R_O는 매우 크므로 무시하였다.

[0069] 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 전력 수신 장치의 구성도이다.

[0070] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치(100)는 전원부(110), 송신부(120), 전력 제어부(130) 및 릴레이(140)를 포함한다.

[0071] 전원부(110)는 직류 전력을 공급한다.

[0072] 송신부(120)는 전원부(110)에서 공급된 직류 전력을 교류 전력으로 변환하고, 그 변환된 교류 전력을 전계결합형 송신 전극(125)을 통해 전계결합형 수신 전극(215)이 구비된 전력 수신 장치(200)에 무선으로 전송한다.

[0073] 릴레이(140)는 송신부(120)의 송신 전극(125)을 송신부(120)의 인덕터와 연결하거나, 전력 제어부(130)와 연결한다. 구체적으로 살펴보면, 릴레이(140)는 송신부(120)의 제1 송신 전극(121)의 앞 단과, 인덕터 및 전력 제어부(130) 사이에 연결되어 있다. 우선 릴레이(140)는 송신부(120)의 인덕터와 제1 송신 전극(121)을 연결해 교류 전력을 제1 송신 전극(121)으로 전달할 수 있다. 다음으로, 릴레이(140)는 제1 송신 전극(121)을 전력 제어부(130)와 연결시킬 수 있다.

[0074] 전력 제어부(130)는 제1 송신 전극(121)과 연결된 상태에서 송신부(120)에 구비된 송신 전극(125) 간의 커패시턴스 변화량을 인식하여 송신부(120) 및 전력 수신 장치(200)가 접촉되는지를 감지한다. 여기서, 전력 제어부(130)는 릴레이(140)를 이용해서 송신부(120)의 인덕터와 제1 송신 전극(121) 간의 결선을 분리해 전력전송을 끊는다. 이어서, 전력 제어부(130)는 제1 송신 전극(121)을 전력 제어부(130)와 연결하기 때문에 커패시턴스를 측정하는 동안은 전력 전송할 수 없다.

[0075] 전력 제어부(130)는 그 감지된 결과에 따라 릴레이(140)를 스위칭시켜 전력 전송의 온 및 오프를 제어할 수 있다. 만약, 송신부(120) 및 전력 수신 장치(200)가 접촉되면, 릴레이(140)는 송신부(120)의 인덕터와 제1 송신 전극(121)을 연결해 교류 전력을 제1 송신 전극(121)으로 전달한다. 반면, 송신부(120) 및 전력 수신 장치(200)가 접촉되지 않으면, 릴레이(140)는 송신부(120)의 인덕터와 제1 송신 전극(121) 간의 연결을 해제시켜 제1 송신 전극(121)으로 전달되는 교류 전력을 차단한다.

[0076] 또한, 전력 제어부(130)는, 송신 전극(125) 및 수신 전극(215)의 접촉면이 일치하는 일치비율에 따라 접촉 상태를 완전정렬, 부분정렬 및 분리 중에서 어느 하나로 판단할 수 있다.

[0077] 도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치에서 정렬 오차가 발생했을 때 보정하는 회로를 나타낸 도면이다.

[0078] 도 6은 전계결합형 무선 전력 전송 장치에서 전력전송이 시작된 후 송신부(120) 및 전력 수신 장치(200) 간의 부분 정렬, 즉 정렬 오차가 발생했을 때 보정하는 회로가 도시되어 있다. 다시 말해, 도 6은 도 5의 회로를 간단히 한 후 부분 정렬일 경우에 변하는 주파수 특성을 보상하는 정렬 보상부(150)를 추가한 것이다.

[0079] 도 6에 도시된 바와 같이, V_a는 L_s 앞단에 걸리는 전압과 같고, I_L는 L_s에 흐르는 전류이다. R_{ac}와 C_r은 상기의 [수학식 1]과 [수학식 2]에 표기된 바와 같이, 송신부에서 바라본 등가저항과 직렬 커패시턴스를 나타낸다. 여기서 Z_i는 송신부(120)의 구동회로에서 본 입력임피던스이다.

[0080] 도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치에서 정렬 오차로 인해 변하는 이득과 위상을 나타낸 도면이다.

[0081] 만일 직병렬 커패시터 조합에 의해 부분정렬시, 즉 정렬이 어긋난다면 도 2의 C_r 커패시턴스 값이 줄어든다. 즉, 도 6의 회로에서 C_r 커패시턴스 값이 감소한다면 직렬 LC 공진 원리에 의해서 공진주파수가 커지게 된다. 이때, 도 7은 바뀌는 공진점에 의해 변하는 이득과 위상을 나타낸 것이다. 여기서, 최대 이득을 전달하는 지점이 오른쪽으로 움직인다. 만약 구동 주파수가 이를 추적하지 못하고 변하지 않는다면 도 7과 같이 동작점이 공진점 좌측에 있게 되서 Zi가 용량성 부하 (Capacitive)가 되어 V_a는 I_L보다 위상이 뒤지게 된다.

[0082] 다시 말해, 정렬 보상부(150)는 부분정렬시에도 전력이 안정적으로 전송되려면 줄어드는 C_r을 보상해서 구동 주파수를 상승시킨다. 이때, 부분 정렬 정도만큼 주파수를 상승시키는 정렬 보상부(150)는 위상고정루프(Phase Locked Loop, PLL)회로로 이루어질 수 있다. 즉, 정렬 보상부(150)는 송신 전극(125) 및 수신 전극(215)의 접

측면이 부분정렬로 판단된 경우, 송신부(120)의 구동 주파수를 상승시켜 부분정렬로 인해 감소되는 커패시턴스 변화량을 보상한다.

[0083] 도 6에서와 같이, 정렬 보상부(150)는 위상 검출기(Phase Detector, 151)와 전압제어발진기(Voltage Controlled Oscillator, VCO)(152)를 포함할 수 있다. 즉, 정렬 보상부(150)는 위상 검출기(151) 및 전압제어발진기(152)가 포함된 PLL 회로로 이루어질 수 있다.

[0084] 여기서, 전압제어발진기(152)는 인가되는 입력에 따라 발진 주파수를 제어하여 전압 신호를 생성한다.

[0085] 위상 검출기(151)는 송신부(120)에 구비된 인덕터 L_s에 흐르는 전류 신호 I_L를 검출하고, 그 검출된 전류 신호의 위상과 상기 전압제어발진기에서 생성된 전압 신호 V_a의 위상을 비교하여 전류 신호 및 전압 신호의 위상 오차 신호를 전압제어발진기(152)로 출력한다.

[0086] 회로에서 제1 및 제2 스위치(S_1 및 S_2)로 입력되는 게이트(Gate) 구동 신호의 주파수가 인덕터 앞단에 걸리는 전압 V_a의 주파수와 같으므로 V_a의 신호는 전압제어발진기(152)의 출력과 같다. 이때, 위상 검출기(151)는 인덕터에 흐르는 전류 I_L을 검출 해서 입력 신호로 받는다. 위상 검출기(151)는 이 I_L 신호의 위상을 전압제어발진기(152)가 생성하는 V_a 신호와 계속해서 비교한다. 위상 검출기(151)는 I_L과 V_a의 위상이 차이가 날수록 비례해서 커지는 위상 오차 신호를 전압제어발진기(152)로 출력한다. 전압제어발진기(152)는 입력받는 위상 오차 신호의 전압 값이 작아지는 방향으로 V_a의 신호의 위상을 조정한다. 이러한 위상 오차 신호의 전압 값이 작아질수록 V_a와 I_L 위상은 차이는 줄어들며 최종적으로 같아지는 값이 된다. 그러므로 정렬 보상부(150)는 부분 정렬 시 커지는 C_r을 보상할 수 있다.

[0087] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 전력 전송 장치에서의 이탈거리에 따른 커패시턴스 변화량을 나타낸 도면이다.

[0088] 송신부(120) 전극 간 커패시턴스 변화량을 측정하기 위한 실험이 수행되었으며, 그 실험 결과가 도 8에 도시되어 있다. 기생 커패시터에 의해 변화하는 커패시턴스의 값을 부하 감지에 이용하기 위해서, 송신부(120)와 전력 수신 장치(200)의 여러 조건에 따라 측정하는 실험이 수행되었다.

[0089] 여기서, 송신부(120)와 전력 수신 장치(200)의 접촉면이 100% 일치했을 때를 완전정렬, 조금이라도 접촉면이 어긋났을 때를 부분정렬, 완전히 떨어졌을 경우를 분리라고 정의한다.

[0090] X축 이탈과 Y축 이탈의 방향은 송신 전극(125)의 사각 면을 기준으로 표시될 수 있다. 그리고 전송효율을 높이기 위해 송수신부 사이에 유리(유전상수 ε_r=5.6, 이격거리 d=1.60㎜)를 삽입해 송신부(120) 및 전력 수신 장치(200) 간의 커패시턴스 값을 충분히 확보하였다.

[0091] 도 8에 도시된 바와 같이, LCR 미터를 이용해 완전정렬, 부분정렬, 분리 시에 송신부(120)의 전극 사이의 커패시턴스 값을 측정하는 실험 결과, 완전정렬 시에는 157pF으로 측정되었다. 또한, 분리 시에는 18pF이 측정되었다. 여기서, 커패시턴스가 X축으로 1㎝ 이탈하면 9 내지 17pF 감소하고 Y축으로 1㎝ 이탈하면 8 내지 16pF 감소하는 것이 도 8에 도시되어 있다.

[0092] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 분리 시와 완전정렬 시의 전압 차이를 나타낸 도면이다.

[0093] 전술된 바와 같이, 전력 제어부(130)는 마이크로 프로세서로 하드웨어를 설계해 커패시턴스를 측정한다.

[0094] 전력 제어부(130)의 하드웨어 구현에 사용된 마이크로프로세서는 앞의 등가 회로의 변수 값들은 $C_{parst} = 24pF$, $R_i = 50\Omega$, $R_o = 100M\Omega$이다.

[0095] 실제 전력 수신 장치(200)가 분리 시와 완전정렬 됐을 때 V_{sense}의 파형은 도 9과 같으며, 상기 [수학식 4]를 이용하면 도 9의 (a) 및 (b)는 각각 17pF, 147pF으로 측정된다. 이때, 커패시턴스 값이 커질수록 약간의 오차가 발생하지만, 전력 제어부(130)는 완전정렬이나 부분정렬, 분리 등 정렬도와 분리를 판단하는 것에는 문제가 없다.

[0096] 한편, 하기의 [표 1] 은 설계 사양을 나타낸 것이다.

표 1

[0097]

항목	목표값
입력전압	19V, 15V
출력전압	5V
출력전력	2.5W
동작주파수	429kHz
접촉 인식시간	10msec 이내
대기모드 전환시간	4sec 이내
대기전력 감소율	90% 이상
전극크기	20cm×5.8cm

[0098] 상기의 [표 1]을 참조하면, 출력전력은 부하에 맞게 조정되었으며, 최소의 부하감지 접촉 인식시간과 대기모드 전환시간이 나타나 있다. 전극크기도 전력을 확보하기 위한 최소한의 커패시턴스 값으로 설정되었다. 또한, 직렬 커패시턴스 값이 약 110pF이다.

[0099] 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 장치 및 전력 수신 장치의 하드웨어 구조를 나타낸 도면이다.

[0100] 전계결합형 무선 전력 전송 장치(100)에서 전력 수신 장치(200)의 존재 여부를 감지할 수 있는 검증용 하드웨어 사양에 대해서 살펴보기로 한다.

[0101] 전력 수신 장치(200)에 2.5W급 미니선풍기(820)의 부하를 연결하여 송신부(120)와 전력 수신 장치(200)가 정렬 시 미니선풍기(820)가 작동하도록 하였다. 미니선풍기(820)의 경우 디지털 멀티미터(Digital Multimeter)를 이용해 측정한 결과 전압이 5V이고, 전류가 0.34A인 1.7W 전력에서 작동하는 것을 확인 하였다.

[0102] 전력 수신 장치(200) 측에 부하를 미니선풍기(820)로 연결하여 실험하였으며, 무선전력 전송이 이루어질 경우 미니선풍기(820)가 작동된다. 송신부(120) 측에 LED(810)를 장착해서 전력 수신 장치(200)가 분리 시 LED(810)가 꺼지게 돼 대기모드에 진입하고 송신부(120)가 꺼지는 것을 확인할 수 있고, 전력 수신 장치(200)와 완전 정렬 시 LED(810)가 켜지게 돼 송신부(120)가 작동하는 것을 확인할 수 있다.

[0103] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 실시 예에 따른 전계결합형 무선 전력 전송 방법에 대한 흐름도이다.

[0104] 도 11에 도시된 바와 같이, 무선 전력 전송 장치(100)는 송신부(120)와 전력 수신 장치(200) 간 접촉이 있을 때 송신부(120)의 두 전극 사이의 커패시턴스 변화를 감지하여 대기상태 혹은 전력을 전송하도록 한다. 이러한 무선 전력 전송 장치(100)가 전력 수신 장치(200)의 존재를 감지하는 알고리즘이 도 11에 도시되어 있다.

[0105] 여기서, 전계결합 방식의 경우 송신부(120)의 전극 사이의 커패시턴스는 기생커패시턴스 영향에 의해 전력 수신 장치(200)가 존재함에 따라서 그 값이 크게 바뀐다.

[0106] 우선, 무선 전력 전송 장치(100)는 전력 수신 장치(200)의 존재 여부를 감지하기 위한 대기 상태에 진입한다(S101).

[0107] 그리고 무선 전력 전송 장치(100)는 출력 노드(131)와 송신 전극(125)을 연결한다(S102).

[0108] 이어서, 무선 전력 전송 장치(100)는 출력 노드(131)를 통해 커패시턴스 측정용 전압을 송신 전극(125)에 인가한다(S103).

[0109] 이후, 무선 전력 전송 장치(100)는 입력 노드(132)에 걸리는 전압값을 읽는다(S104).

[0110] 그리고 무선 전력 전송 장치(100)는 송신 전극간 커패시턴스를 계산한다(S105).

[0111] 무선 전력 전송 장치(100)는 송신 전극간 커패시턴스가 제1 커패시턴스를 초과하는지를 확인한다(S106).

[0112] 상기 확인 결과(S106), 송신 전극간 커패시턴스가 제1 커패시턴스를 초과하면, 무선 전력 전송 장치(100)는 송신 전극간 커패시턴스가 제2 커패시턴스를 초과하는지를 확인한다(S107).

[0113] 상기 확인 결과(S107), 송신 전극간 커패시턴스가 제2 커패시턴스를 초과하면, 무선 전력 전송 장치(100)는 전력 수신 장치(200)와 완전정렬로 감지한다(S108).

[0114] 그리고 무선 전력 전송 장치(100)는 감지된 전력 수신 장치(200)에 무선 전력을 전송한다(S109).

[0115] 이후, 무선 전력 전송 장치(100)는 기설정된 시간이 지나는지를 확인한다(S110).

[0116] 상기 확인 결과(S110), 기설정된 시간이 지나면, 무선 전력 전송 장치(100)는 송신 전극간 커패시턴스를 확인하는 S106 과정부터 다시 수행한다.

[0117] 반면, 상기 확인 결과(S110), 기설정된 시간이 지나지 않으면, 무선 전력 전송 장치(100)는 감지된 전력 수신 장치(200)에 무선 전력을 전송한다.

[0118] 한편, 상기 확인 결과(S106), 송신 전극간 커패시턴스가 제1 커패시턴스 이하이면, 무선 전력 전송 장치(100)는 전력 수신 장치(200)와 분리상태로 감지한다(S111).

[0119] 한편, 상기 확인 결과(S107), 송신 전극간 커패시턴스가 제2 커패시턴스 이하이면, 무선 전력 전송 장치(100)는 전력 수신 장치(200)와 부분정렬로 감지한다(S112).

[0120] 그리고 무선 전력 전송 장치(100)는 부분 정렬을 사용자에게 알리거나, 보상된 무선 전력을 전송한다(S113). 여기서, 송신 전극(125) 및 수신 전극(215)의 접촉면이 부분정렬로 판단된 경우, 전력 전송 장치(100)는 송신부(120)의 구동 주파수를 상승시켜 부분정렬로 인해 감소되는 커패시턴스 변화량을 보상할 수 있다. 구체적으로 살펴보면, 무선 전력 전송 장치(100)는 인가되는 입력에 따라 발진 주파수를 제어하여 전압 신호를 생성하고, 송신부(120)에 구비된 인덕터에 흐르는 전류 신호를 검출한다. 그리고 전력 전송 장치(100)는 그 검출된 전류 신호의 위상과 그 생성된 전압 신호의 위상을 비교하여 전류 신호 및 전압 신호의 위상 오차 신호를 출력하고, 그 출력된 위상 오차 신호에 따라 송신부(120)의 구동 주파수를 제어할 수 있다.

[0121] 이와 같이, 무선 전력 전송 장치(100)는 도 11에 도시된 전계결합형 무선 전력 전송 방법을 수행하여 송신부(120)의 두 전극 간 커패시턴스의 변화량을 인식할 수 있다. 이때, 무선 전력 전송 방법은 무선 전력 전송 장치(100)에 별도의 센서가 추가되지 않아도 되므로, 별도의 비용이 들지 않으면서도 용이하게 무선 전력 전송을 수행할 수 있다. 또한, 무선 전력 전송 방법은 무선 전력 전송의 효율을 높이면서 무선 전력 전송으로 인해 발생할 수 있는 위험을 방지할 수 있다.

[0122] 본 발명의 실시 예를 통해, 전계결합형 무선 전력 전송 장치(100)에서 전력 수신 장치(200)의 존재 인식을 별도의 센서 장착 없이 간단한 신호 펄스 입력만으로 송신 전극 간의 기생 커패시턴스 변화량을 통한 커패시턴스 측정 알고리즘을 이용하여 구현하였다. 본 발명의 실시 예에 따른 무선 전력 전송 방법을 이용하면 전력 수신 장치(200) 존재뿐만 아니라 정렬 정도에 따른 커패시턴스의 차이를 이용해 정렬도를 측정할 수도 있다.

[0123] 이상에서 설명한 실시 예들은 그 일 예로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0124] 100: 무선 전력 전송 장치 110: 전원부

120: 송신부 121 및 122: 제1 및 제2 송신 전극

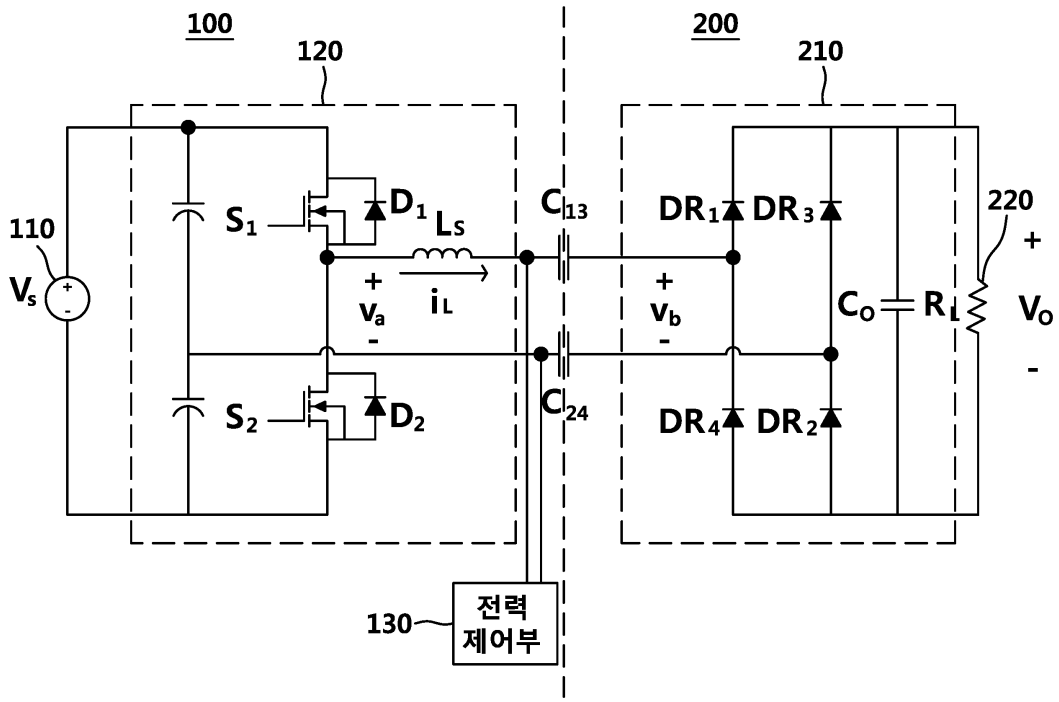
211 및 212: 제1 및 제2 수신 전극 130: 전력 제어부

140: 릴레이 200: 전력 수신 장치

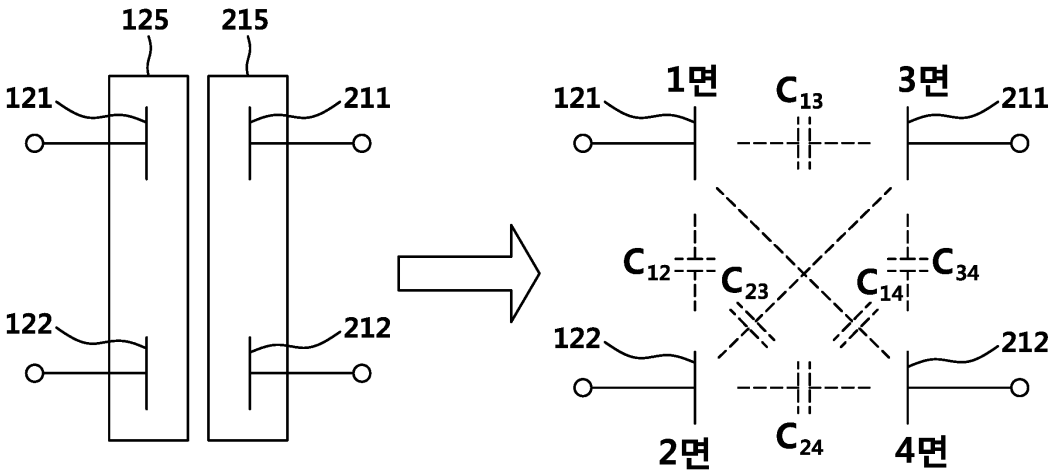
210: 수신부 220: 부하부

도면

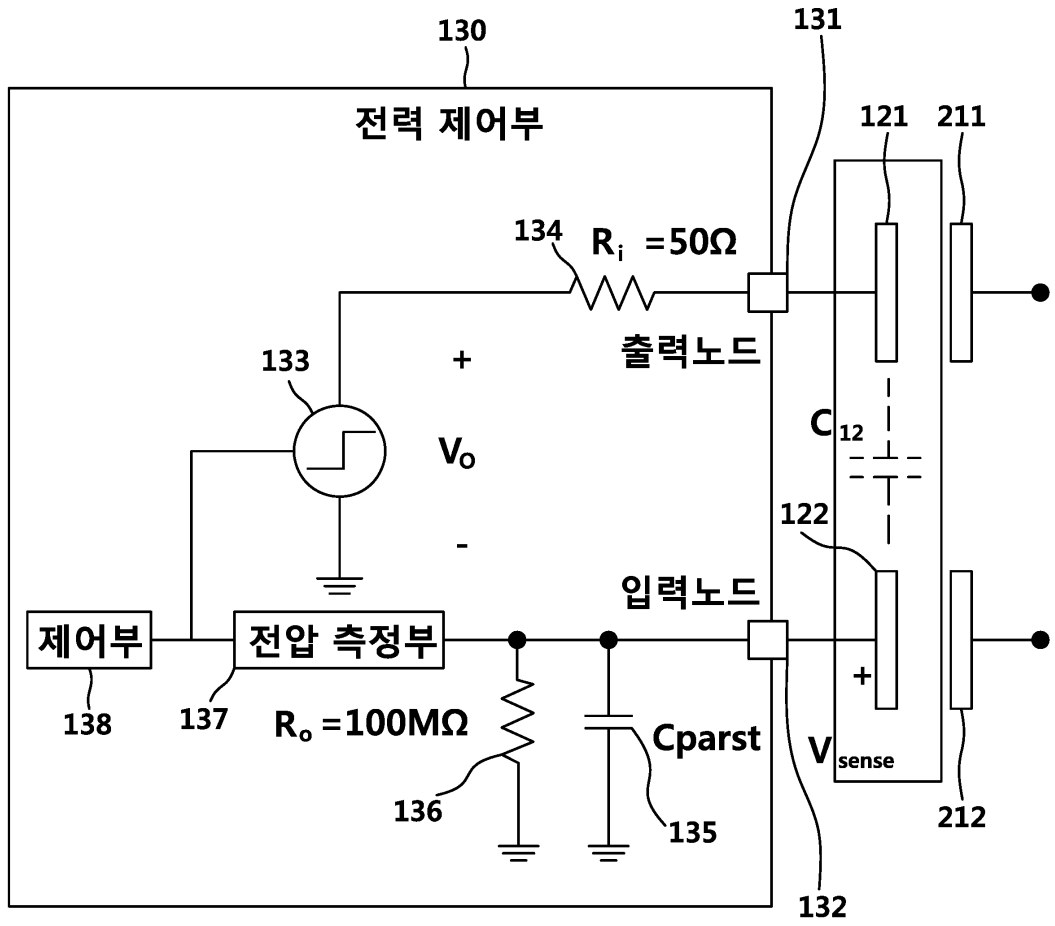
도면1


100
120
200
210
110
Vs
S1
D1
Ls
C13
DR1
DR3
220
+
Vo
-
+
va
-
iL
+
vb
-
Co
RL
S2
D2
C24
DR4
DR2
130
전력
제어부

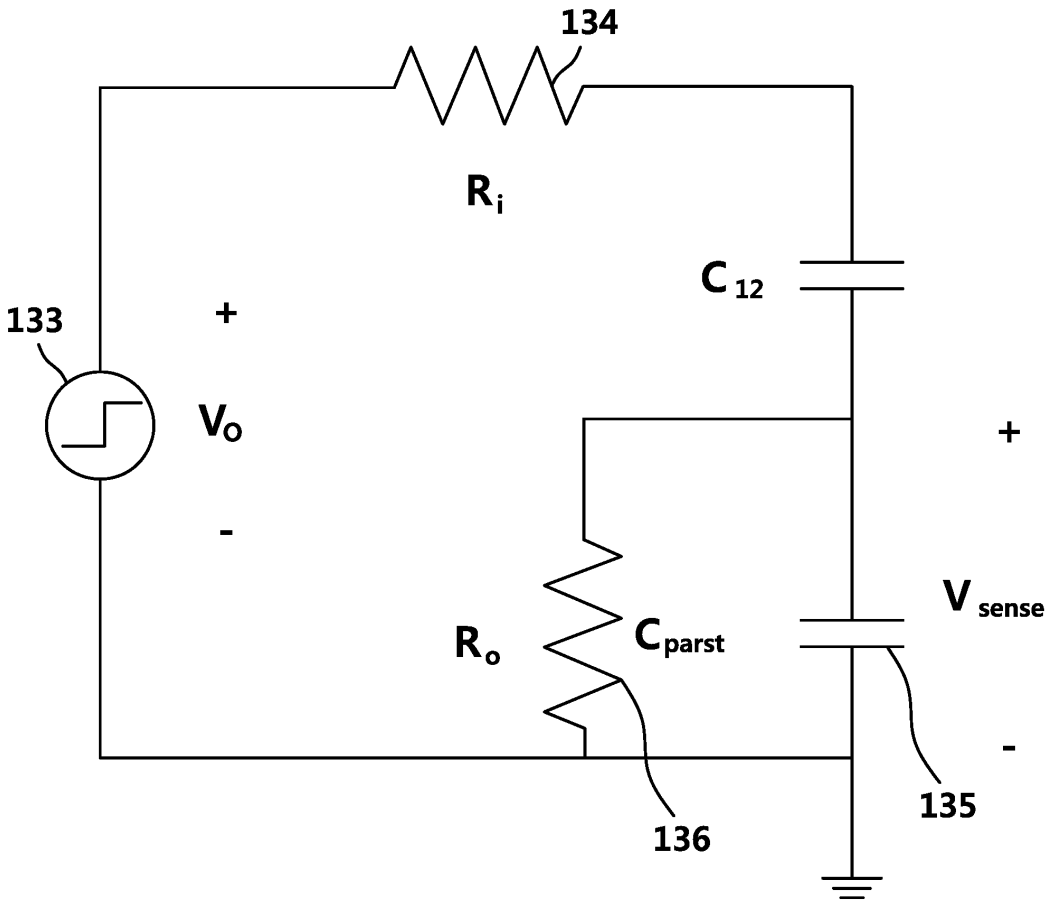
도면2


125
215
121
211
122
212
1면
C13
3면
C12
C23
C14
C34
2면
C24
4면

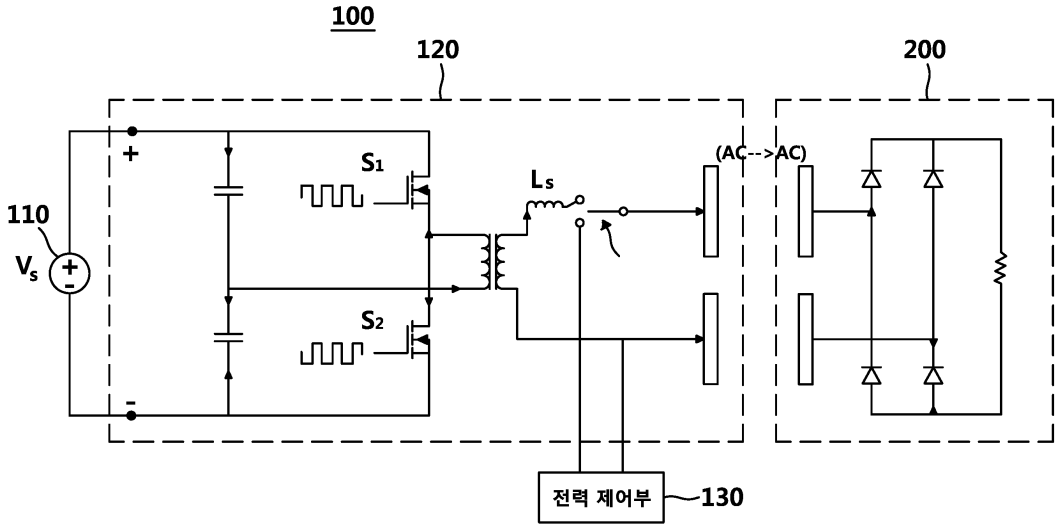
도면3


130
전력 제어부
131
121
211
134
R_i =50Ω
출력노드
133
+
V_O
-
C_{12}
122
입력노드
제어부
전압 측정부
138
137
R_o =100MΩ
136
Cparst
135
V_{sense}
+
212
132

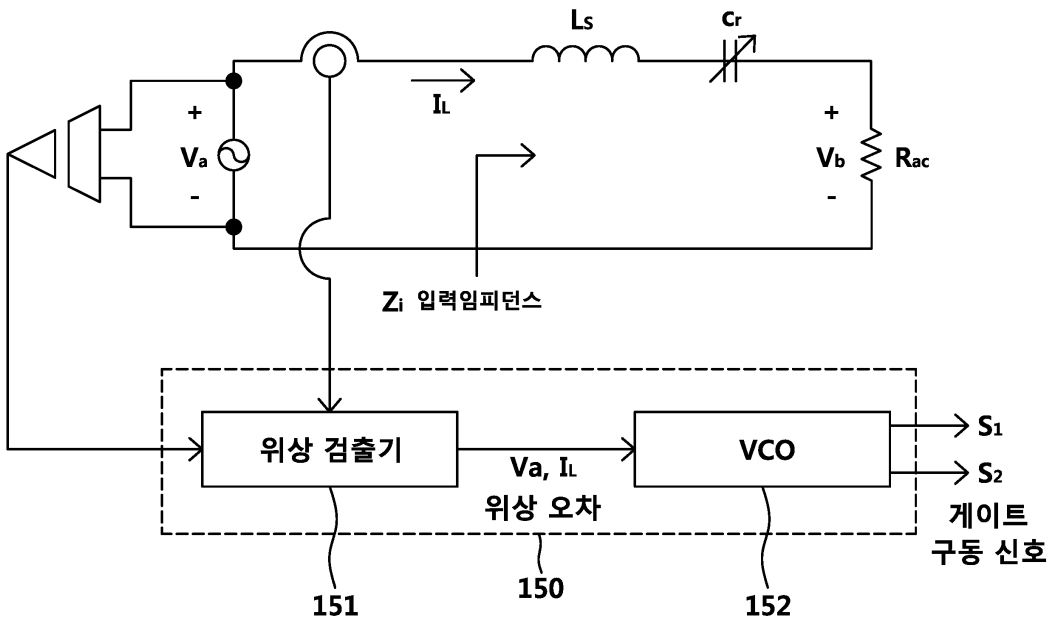
도면4


134
R_i
C_{12}
133
+
V_O
-
+
V_{sense}
R_o
C_{parst}
-
135
136

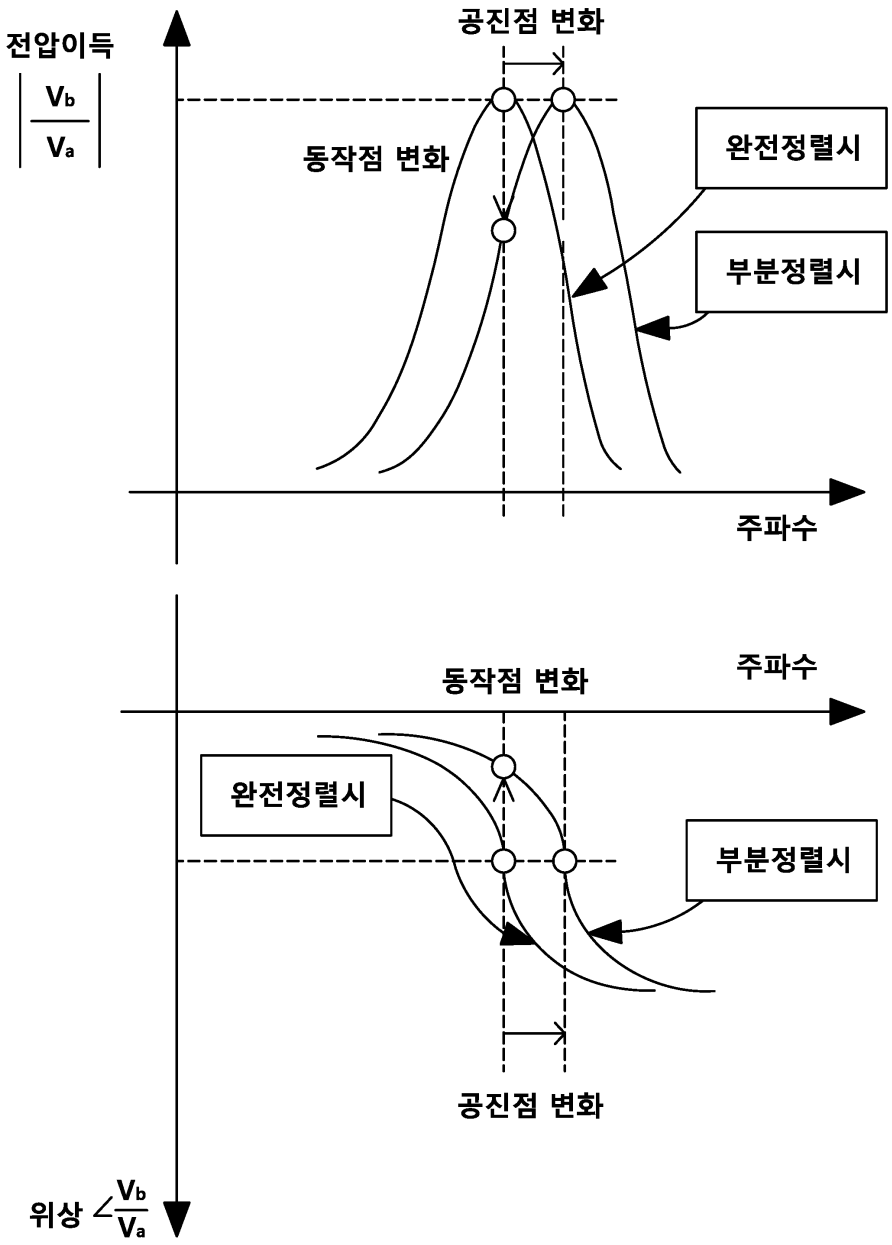
도면5


100
120
200
(AC-->AC)
110
V_s
S_1
S_2
L_s
전력 제어부
130

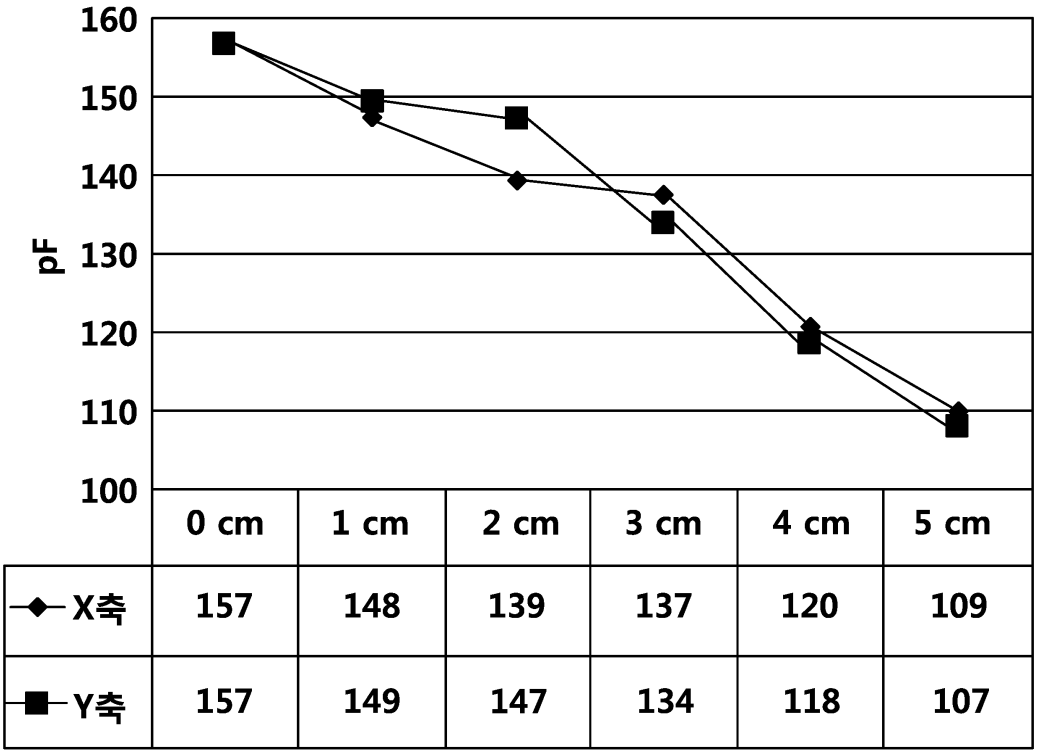
도면6


Ls
Cr
IL
+
Va
-
+
Vb
-
Rac
Zi 입력임피던스
위상 검출기
Va, IL
위상 오차
VCO
S1
S2
게이트
구동 신호
151
150
152

도면7

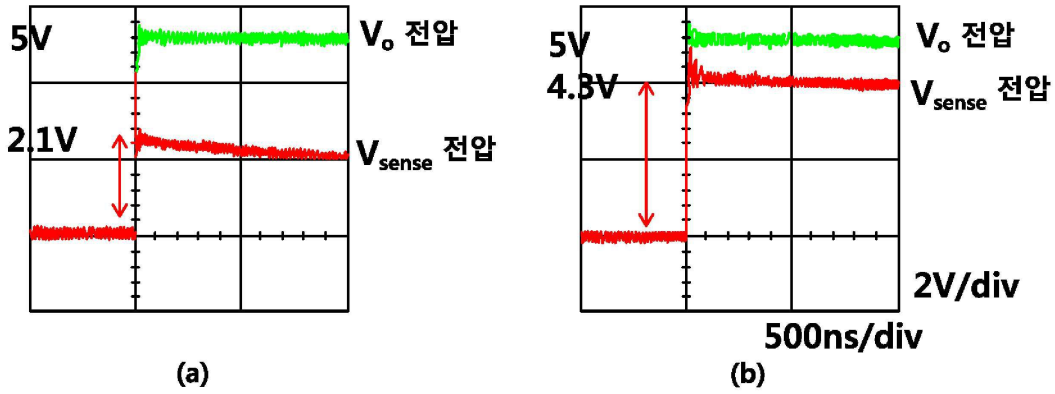

전압이득
$\left|\frac{V_b}{V_a}\right|$
공진점 변화
동작점 변화
완전정렬시
부분정렬시
주파수
동작점 변화
주파수
완전정렬시
부분정렬시
공진점 변화
위상 $\angle\frac{V_b}{V_a}$

도면8

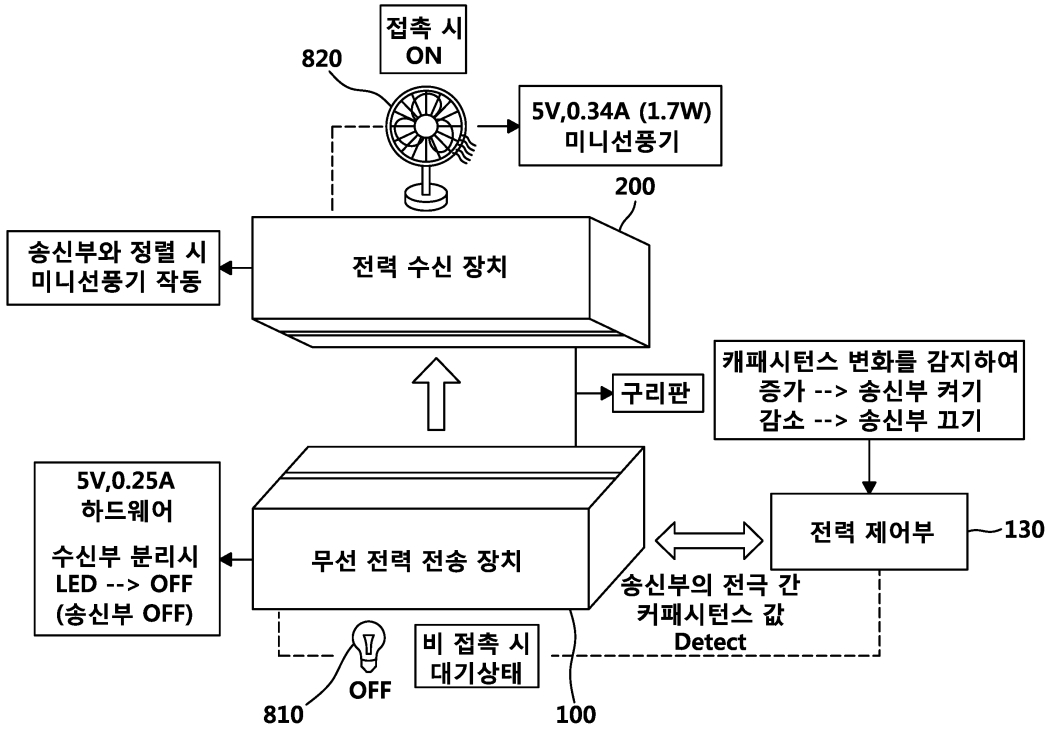


	0 cm	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
X축	157	148	139	137	120	109
Y축	157	149	147	134	118	107

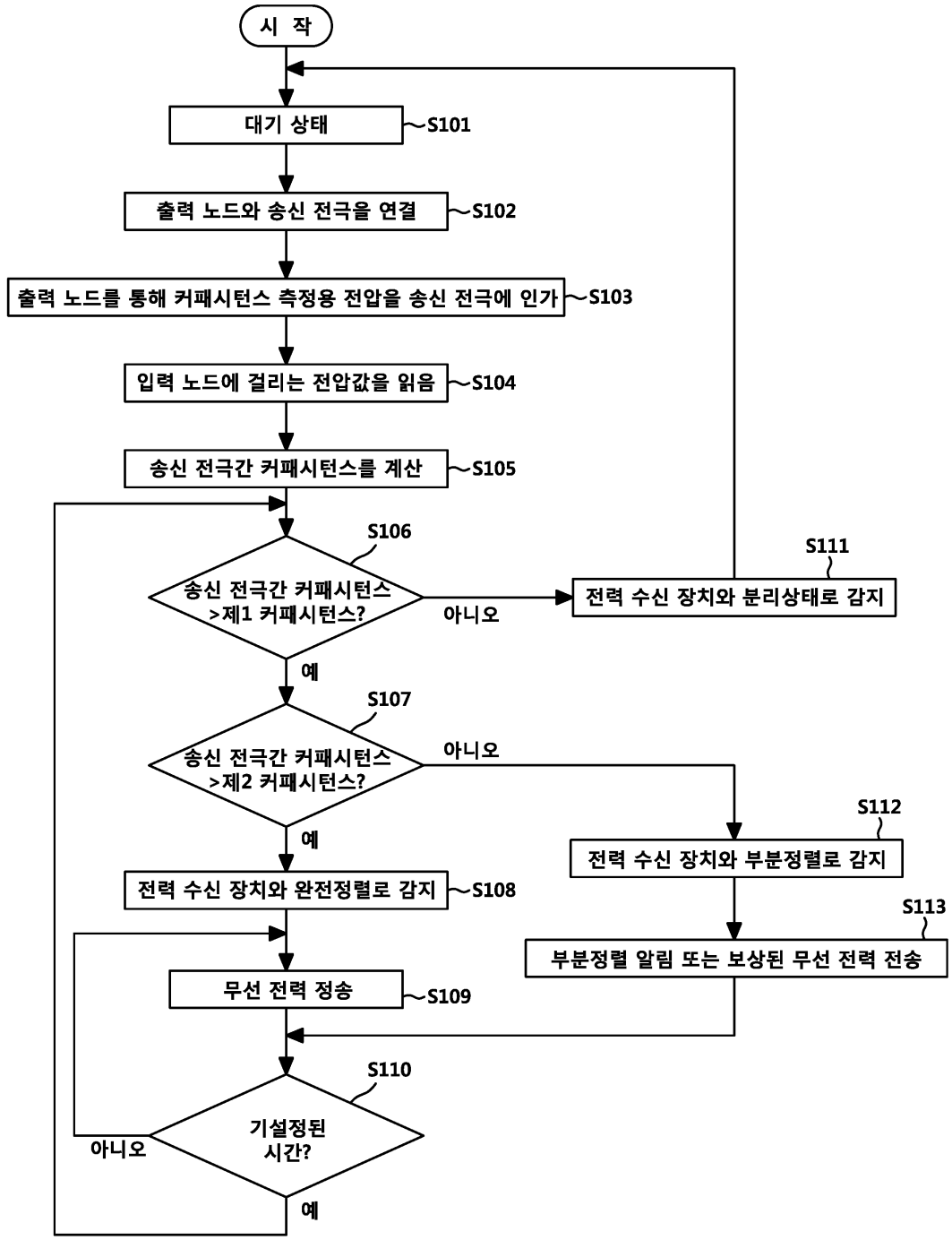
도면9



도면10


접촉 시
ON
820
5V,0.34A (1.7W)
미니선풍기
200
송신부와 정렬 시
미니선풍기 작동
전력 수신 장치
구리판
캐패시턴스 변화를 감지하여
증가 --> 송신부 켜기
감소 --> 송신부 끄기
5V,0.25A
하드웨어
수신부 분리시
LED --> OFF
(송신부 OFF)
무선 전력 전송 장치
전력 제어부
130
송신부의 전극 간
커패시턴스 값
Detect
비 접촉 시
대기상태
OFF
810
100

도면11


시 작
대기 상태
S101
출력 노드와 송신 전극을 연결
S102
출력 노드를 통해 커패시턴스 측정용 전압을 송신 전극에 인가
S103
입력 노드에 걸리는 전압값을 읽음
S104
송신 전극간 커패시턴스를 계산
S105
S106
송신 전극간 커패시턴스 >제1 커패시턴스?
아니오
S111
전력 수신 장치와 분리상태로 감지
예
S107
송신 전극간 커패시턴스 >제2 커패시턴스?
아니오
S112
전력 수신 장치와 부분정렬로 감지
예
전력 수신 장치와 완전정렬로 감지
S108
S113
부분정렬 알림 또는 보상된 무선 전력 전송
무선 전력 정송
S109
S110
기설정된 시간?
아니오
예