



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0042944  
(43) 공개일자 2017년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02J 7/02 (2016.01) H02J 17/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H02J 7/025 (2013.01)  
H02J 17/00 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0142182  
(22) 출원일자 2015년10월12일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
현대자동차주식회사  
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)  
(72) 발명자  
성현욱  
경기도 화성시 동탄숲속로 96, 884동 1602호  
이우영  
경기도 용인시 수지구 손곡로 67, 306동 405호  
최규영  
경기도 수원시 영통구 권선로908번길 72, 104동 1403호  
(74) 대리인  
특허법인이상

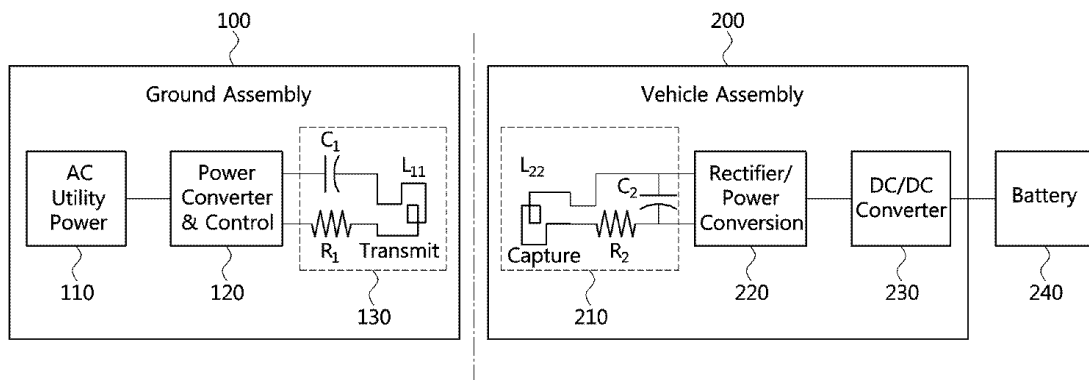
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법 및 장치

(57) 요약

목표 출력 전압을 얻기 위해 가변 스위칭 주파수를 이용하는 무선 충전 방법 및 장치가 개시된다. 차량의 무선 전력 수신 장치에서 수행되는 무선 충전 방법은, 차량의 외부에 위치한 제1 차 패드와 차량에 장착된 제2 차 패드를 초기 설정 스위칭 주파수에 기반하여 공진시키는 단계와; 제1 차 패드에 의한 제2 차 패드의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계를 포함한다. 따라서, 무선 충전용 1차/2차 패드의 앞뒤, 좌우, 상하 편차가 발생하더라도 출력 전압과 효율이 급격히 저하되지 않고 완만하게 저하될 수 있다.

대표도



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

차량의 무선 전력 수신 장치에서 수행되는 무선 충전 방법에 있어서,

상기 차량의 외부에 위치한 제1 차 패드와 상기 차량에 장착된 제2 차 패드를 초기 설정 스위칭 주파수에 기반하여 공진시키는 단계; 및

상기 제1 차 패드에 의한 상기 제2 차 패드의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 상기 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계를 포함하는,

무선 충전 방법

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계는,

상기 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 상기 스위칭 주파수를 증가 또는 감소시킴에 따른 상기 출력 전압의 변화를 센싱하여 최종 스위칭 주파수를 결정하는 것을 특징으로 하는,

무선 충전 방법.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계는,

상기 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 상기 스위칭 주파수를 증가시킨 후, 상기 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 상기 스위칭 주파수를 감소시킴으로써, 상기 최종 스위칭 주파수를 결정하는 것을 특징으로 하는,

무선 충전 방법.

#### 청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계는,

상기 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 상기 스위칭 주파수를 감소시킨 후, 상기 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 상기 스위칭 주파수를 증가시킴으로써, 상기 최종 스위칭 주파수를 결정하는 것을 특징으로 하는,

무선 충전 방법.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계는,

상기 스위칭 주파수를 가변시키는 동안에 듀티를 최대로 유지하는 것을 특징으로 하는,

무선 충전 방법.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 스위칭 주파수에 대한 튜닝을 완료한 후에,

상기 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 상기 듀티를 제어하는 단계를 더 포함하는,  
무선 충전 방법.

#### 청구항 7

청구항 1에 있어서,  
상기 초기 설정 스위칭 주파수는,  
85kHz 인 것을 특징으로 하는,  
무선 충전 방법.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,  
상기 미리 설정된 범위는,  
81kHz 이상 90kHz 이하인 것을 특징으로 하는,  
무선 충전 방법.

#### 청구항 9

차량의 무선 전력 수신 장치에 있어서,  
상기 차량의 외부에 위치한 제1 차 패드와 공진하는 제2 차 패드; 및  
상기 제1 차 패드에 의한 상기 제2 차 패드의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 가변시키는 DC/DC 컨버터를 포함하는,  
무선 전력 수신 장치.

#### 청구항 10

청구항 9에 있어서,  
상기 제2 차 패드는 캐패시터가 적용된 것을 특징으로 하는,  
무선 전력 수신 장치.

#### 청구항 11

청구항 9에 있어서,  
상기 DC/DC 컨버터는,  
상기 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 상기 스위칭 주파수를 증가 또는 감소시킴에 따른 상기 출력 전압의 변화에 기반하여 결정된 최종 스위칭 주파수로 동작하는 것을 특징으로 하는,  
무선 전력 수신 장치.

#### 청구항 12

청구항 11에 있어서,  
상기 최종 스위칭 주파수는,  
상기 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 상기 스위칭 주파수를 증가시킨 후, 상기 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 상기 스위칭 주파수를 감소시킴으로써 결정되는 것을 특징으로 하는,  
무선 전력 수신 장치.

#### 청구항 13

청구항 11에 있어서,  
상기 최종 스위칭 주파수는,  
상기 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 상기 스위칭 주파수를 감소시킨 후, 상기 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 상기 스위칭 주파수를 증가시킴으로써 결정되는 것을 특징으로 하는,  
무선 전력 수신 장치.

**청구항 14**

청구항 9에 있어서,  
상기 DC/DC 컨버터는,  
상기 스위칭 주파수를 가변시키는 동안에 듀티를 최대로 유지하는 것을 특징으로 하는,  
무선 전력 수신 장치.

**청구항 15**

청구항 14에 있어서,  
상기 DC/DC 컨버터는,  
상기 스위칭 주파수를 가변시켜 최종 스위칭 주파수를 결정한 후에,  
상기 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 상기 듀티를 제어하는 것을 특징으로 하는,  
무선 전력 수신 장치.

**청구항 16**

차량을 위한 무선 충전 시스템에 있어서,  
상기 차량의 외부에 위치하여 전원을 공급받는 제1 차 패드;  
상기 차량에 장착되어 상기 제1 차 패드에 의해 공진하는 제2 차 패드; 및  
상기 차량에 장착되어 상기 제2 차 패드의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 가변시키는 DC/DC 컨버터를 포함하는,  
무선 충전 시스템.

**청구항 17**

청구항 16에 있어서,  
상기 제1차 패드와 상기 제2 차 패드는 커패시터가 적용된 것을 특징으로 하는,  
무선 충전 시스템.

**청구항 18**

청구항 16에 있어서,  
상기 DC/DC 컨버터는,  
상기 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 상기 스위칭 주파수를 증가 또는 감소시킴에 따른 상기 출력 전압의 변화에 기반하여 결정된 최종 스위칭 주파수로 동작하는 것을 특징으로 하는,  
무선 충전 시스템.

**청구항 19**

청구항 16에 있어서,

상기 DC/DC 컨버터는,  
 상기 스위칭 주파수를 가변시키는 동안에 듀티를 최대로 유지하는 것을 특징으로 하는,  
 무선 충전 시스템.

**청구항 20**

청구항 19에 있어서,  
 상기 DC/DC 컨버터는,  
 상기 스위칭 주파수를 가변시켜 최종 스위칭 주파수를 결정한 후에,  
 상기 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 상기 듀티를 제어하는 것을 특징으로 하는,  
 무선 충전 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 차량 무선 충전에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 목표 출력 전압을 얻기 위해 가변 스위칭 주파수를 이용하는 무선 충전 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 세계적으로 환경오염 및 석유 에너지 고갈에 대한 대책으로 친환경 전기자동차(electric vehicle, EV)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이러한 추세에 따라 플러그인 하이브리드 자동차 및 전기 자동차에 대한 수요 및 개발이 확대됨에 따라 고전압 배터리 충전용 컨버터(On-Board Charger, OBC)는 자동차 산업의 필수 부품으로 부상하였다.

[0003] 한편, 최근에는 고객의 편의성 극대화를 위해 커넥터를 이용한 충전방식이 아닌, 커넥터 없이 무선으로 전력을 전달하여 고전압 배터리를 충전하는 무선 전력 전송(wireless power transfer, WPT) 기술의 도입에 대한 필요성이 대두되고 있다.

[0004] 무선 전력 전송 기술은 개인 휴대기기 충전과 전기자동차 충전을 중심으로 비약적인 발전을 이루고 있다. 그 가운데, 전기자동차 충전은 친환경 전기자동차 및 하이브리드 자동차에 대한 연구가 활발하게 진행됨에 따라 전기 자동차 배터리 충전의 자유도를 제공함과 동시에 단락, 단선으로부터 안전한 무선 충전 기술에 대한 연구도 함께 진행되고 있다.

[0005] 전기 자동차 충전을 위한 무선 충전 시스템에서 1차/2차 패드는 등가 회로 상 변압기로 등가화가 가능한데, 일반적인 컨버터 변압기에 비해 1차/2차 패드 간의 Air-gap이 매우 커서 커플링 계수가 매우 낮다. 즉, 자화 인덕턴스(Lm)에 비해 누설 인덕턴스(Llk)가 매우 크기 때문에 출력으로 전력을 전달하는데 어려움이 있다.

[0006] 따라서 1차/2차 패드에 커패시터를 적용하여 패드의 인덕턴스와 커패시터를 공진(resonance)시키는 방식을 적용하고 있다.

[0007] 그러나, 1차/2차 패드간 편차(Misalignment)가 발생하면 자화 인덕턴스와 누설 인덕턴스가 변하고, 이로 인해 공진이 틀어져 출력으로 전달되는 파워가 낮아지고 효율도 낮아지는 문제점이 있다.

[0008] 또한, 양산 시 1차/2차 패드의 제작 공차(manufacturing tolerance)와 커패시터의 제작 공차로 인해 공진이 틀어져 출력 파워와 효율이 감소하는 문제가 발생할 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 제공하는데 있다.

[0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은, 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 장치를 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 차량의 무선 전력 수신 장치에서 수행되는 무선 충전 방법은, 차량의 외부에 위치한 제1 차 패드와 차량에 장착된 제2 차 패드를 초기 설정 스위칭 주파수에 기반하여 공진시키는 단계와; 제1 차 패드에 의한 제2 차 패드의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계를 포함한다.

[0012] 여기에서, 상기 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계는, 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 스위칭 주파수를 증가 또는 감소시킴에 따른 출력 전압의 변화를 센싱하여 최종 스위칭 주파수를 결정할 수 있다.

[0013] 여기에서, 상기 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계는, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 증가시킨 후, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 감소시킴으로써, 최종 스위칭 주파수를 결정할 수 있다.

[0014] 여기에서, 상기 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계는, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 감소시킨 후, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 증가시킴으로써, 최종 스위칭 주파수를 결정할 수 있다.

[0015] 여기에서, 상기 스위칭 주파수를 튜닝하는 단계는, 스위칭 주파수를 가변시키는 동안에 듀티를 최대로 유지할 수 있다.

[0016] 여기에서, 상기 방법은, 상기 스위칭 주파수에 대한 튜닝을 완료한 후에, 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 듀티를 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 여기에서, 상기 초기 설정 스위칭 주파수는, 85kHz 일 수 있다.

[0018] 여기에서, 상기 미리 설정된 범위는, 81kHz 이상 90kHz 이하일 수 있다.

[0019] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 무선 전력 수신 장치는, 차량의 외부에 위치한 제1 차 패드와 공진하는 제2 차 패드와; 제1 차 패드에 의한 제2 차 패드의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 가변시키는 DC/DC 컨버터를 포함한다.

[0020] 여기에서, 상기 제2 차 패드는 캐패시터가 적용될 수 있다.

[0021] 여기에서, 상기 DC/DC 컨버터는, 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 스위칭 주파수를 증가 또는 감소시킴에 따른 출력 전압의 변화에 기반하여 결정된 최종 스위칭 주파수로 동작할 수 있다.

[0022] 여기에서, 상기 최종 스위칭 주파수는, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 증가시킨 후, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 감소시킴으로써 결정될 수 있다.

[0023] 여기에서, 상기 최종 스위칭 주파수는, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 감소시킨 후, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 증가시킴으로써 결정될 수 있다.

[0024] 여기에서, 상기 DC/DC 컨버터는, 스위칭 주파수를 가변시키는 동안에 듀티를 최대로 유지할 수 있다.

[0025] 여기에서, 상기 DC/DC 컨버터는, 스위칭 주파수를 가변시켜 최종 스위칭 주파수를 결정한 후에, 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 듀티를 제어할 수 있다.

[0026] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 무선 충전 시스템은, 차량의 외부에 위치하여 전원을 공급받는 제1 차 패드와; 차량에 장착되어 제1 차 패드에 의해 공진하는 제2 차 패드와; 차량에 장착되어 제2 차 패드의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 가변시키는 DC/DC 컨버터를 포함한다.

[0027] 여기에서, 상기 제1차 패드와 상기 제2 차 패드는 캐패시터가 적용될 수 있다.

[0028] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 차량 어셈블리의 무선 충전 제어 방법은, 차량 외부에 위치한 그라운드 어셈블리의 1차 코일과 자기 결합하고 차량에 탑재되는 차량 어셈블리의 2 차 코일이 그라운드 어셈블리로부터 제1 주파수로 무선 전력을 받을 때, 제1주파수와 다른 제2주파수들로 순차적으로 변경하는 단계, 제2 주파수들에서의 무선 전력의 파라미터들을 검출하는 단계, 및 상기의 제1 주파수를, 무선 전력의 파라미터들을 토대로 추출한

가장 큰 출력 전압, 출력 파워 또는 효율을 나타내는 제3 주파수로 변경하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0029] 여기에서, 무선 전력들의 파라미터를 검출하는 단계는, 2차 코일에 연결되는 컨버터에서 컨버터의 출력 제어를 위한 스위치의 듀티비를 최대로 하는 것을 포함할 수 있다.
- [0030] 여기에서, 무선 충전 제어 방법은 차량 어셈블리가 무선 전력의 파라미터들과 제3 주파수에 의해 결정되는 1차 코일과 2차 코일의 얼라인먼트 오차를 조정하기 위한 위치 보정 신호를 그라운드 어셈블리로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 전기차 무선 충전 시스템의 차량 어셈블리는, 차량 외부에 위치한 그라운드 어셈블리의 1차 코일과 자기 결합하고 차량에 탑재되는 차량 어셈블리의 2차 코일이 그라운드 어셈블리로부터 제1 주파수로 무선 전력을 받을 때 제1주파수와 다른 제2주파수들로 순차적으로 변경하는 주파수 변경부, 제2 주파수들에서의 무선 전력의 파라미터들을 검출하는 검출부, 및 상기의 제1 주파수를, 무선 전력의 파라미터들을 토대로 추출한 가장 큰 출력 전압, 출력 파워 또는 효율을 나타내는 제3 주파수로 변경하는 주파수 설정부를 포함한다.
- [0032] 여기에서, 차량 어셈블리는 2차 코일에 연결되는 컨버터에서 컨버터의 출력 제어를 위한 스위치의 듀티비를 최대로 제어하는 스위칭 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 여기에서, 무선 전력의 파라미터들과 제3 주파수에 의해 결정되는 1차 코일과 2차 코일의 얼라인먼트 오차를 조정하기 위한 위치 보정 신호를 생성하는 위치 보정 신호 생성부를 더 포함할 수 있다.
- [0034] 여기에서, 주파수 변경부, 검출부, 주파수 설정부, 스위칭 제어부, 위치 보정 신호 생성부 또는 이들의 조합은 차량 어셈블리의 저장 수단에 저장되는 프로그램이나 기능모듈들로서 차량 어셈블리의 컨트롤러 또는 컨트롤러 엘리먼트에 의해 수행될 수 있다. 컨트롤러 또는 컨트롤러 엘리먼트의 적어도 일부는 DC-DC 컨버터의 제어를 위해 이용될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 전기차 무선 충전 시스템의 그라운드 어셈블리의 동작 방법은, 차량에 탑재된 차량 어셈블리의 2차 코일과 자기 결합하고 차량 외부에 위치하는 그라운드 어셈블리의 1차 코일이 제1 주파수로 무선 전력을 전송하는 단계, 제1 주파수로 무선 전력을 전송하는 중에 차량 어셈블리 측에서 제1주파수와 다른 제2주파수들로 주파수를 순차적으로 변경함에 따라 무선 전력의 파라미터들을 검출하는 단계, 및 검출된 무선 전력의 파라미터들을 차량 어셈블리로 전송하는 단계를 포함한다. 여기서, 차량 어셈블리는 무선 전력의 파라미터들을 토대로 제2 주파수들 중 최대 출력 전압, 최대 출력 파워 또는 최대 효율을 나타내는 제3 주파수를 계산할 수 있다.
- [0036] 여기에서, 그라운드 어셈블리의 동작 방법은, 무선 전력의 파라미터들과 제3 주파수에 의해 결정되는 1차 코일과 2차 코일의 얼라인먼트 오차를 조정하기 위한 위치 보정 신호를 차량 어셈블리로부터 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0037] 상기와 같은 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법은, 무선 충전 용 1차/2차 패드의 앞뒤, 좌우, 상하 편차가 발생하더라도 출력 전압과 효율이 급격히 저하되지 않고 완만하게 저하되는 장점이 있다.
- [0038] 또한, 최적 스위칭 주파수를 찾는 동안 듀티를 최대로 적용하기 때문에 ZVS영역이 넓어져 Hard Switching으로 인한 스위치 소손을 방지할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0039] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 충전 원리를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 2는 1차/2차 패드 간 편차가 있는 경우에 스위칭 주파수에 따른 출력 전압의 변화를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 적용한 경우의 출력 전압을 설명하기 위한 예시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법의 효과를 설명하기 위한 비교 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0040] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0041] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0042] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0043] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0044] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0045] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0046] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 충전 원리를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0047] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 차량을 위한 무선 충전 시스템은 차량 측에 해당하는 Vehicle Assembly(VA)(200)와 차량 외부의 인프라에 해당하는 Ground Assembly(GA)(100)로 구분될 수 있다.
- [0048] 본 발명의 설명에 있어 VA(200)는 차량의 무선 전력 수신 장치와 동일한 개념일 수 있고, GA(100)는 차량 외부에 위치한 충전 인프라로 무선 충전소 또는 무선 전력 송신 장치와 동일한 개념일 수 있다.
- [0049] 먼저, GA(100)는 AC Utility Power(110), Power converter & control(120) 및 제1 차 패드(130)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0050] AC Utility Power(110)는 AC 전원의 공급부를 의미할 수 있다.
- [0051] Power converter & control(120)는 AC Utility Power(110)로부터 제공받은 전력을 이용하여 공진 신호를 발생시키기 위한 회로로, 양방향 인버터(bidirectional inverter), 필터(filter) 및 공진 회로(resonance circuit)를 포함할 수 있다.
- [0052] 제1 차 패드(130)는 전력을 전송(transmit)하는 역할을 수행하는 것으로, 인덕터(L<sub>11</sub>), 커패시터(C<sub>1</sub>) 및 레지스터(R<sub>1</sub>)를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 제1 차 패드는 GA 코일(coil)로 명명될 수도 있다.

- [0053] 다음으로, VA(200)는 제2 차 패드(210), Rectifier/Power conversion(220), DC/DC Converter(230)로 구성될 수 있고, 차량의 Battery(240)와 연결될 수 있다.
- [0054] 제2 차 패드(210)는 제1 차 패드(130)로부터 전송되는 전력을 수신 또는 획득하는 역할을 수행하는 것으로, 인덕터(L<sub>22</sub>), 커패시터(C<sub>2</sub>) 및 레지스터(R<sub>2</sub>)를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 제2 차 패드는 VA 코일(coil)로 명명될 수도 있다.
- [0055] 예를 들어, 제1 차 패드(130) 및 제2 차 패드(210)과 같은 유도성 커플러들(inductive couplers)은 수많은 토폴로지에 의해 설계되고 자기(magnetics)에 의해 설명되며, 유극 및 무극(polarized and non-polarized) 중 어느 하나 또는 모두를 포함하는 다중 코일 토폴로지(multi-coil topologies)에 따른 마그네틱 상호운용성(magnetic interoperability)을 가질 수 있다.
- [0056] Rectifier/Power conversion(220)는 제2 차 패드로부터 전달받은 전력을 배터리(240)로 전달하기 위해 처리하는 회로로, 공진 회로(resonance circuit), Rectifier, 필터(filter) 및 임피던스 컨버터(impedance converter)를 포함할 수 있다.
- [0057] DC/DC Converter(230)는 무선 전력 전송을 위한 공진 주파수 근처에서 주파수 또는 전력을 제어하는 페루프 방식의 제어 동작을 수행할 수 있다. 즉, DC/DC Converter(230)는 주파수를 조정하여 배터리 전류를 제어하여 승압 또는 강압의 동작을 수행할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 실시예에 따른 무선 충전 시스템을 이용한 차량 무선 충전 과정을 예를 들어 설명하면 다음과 같다.
- [0059] VA(200)는 배터리(240)의 상태에 따라 배터리(240)에 대한 충전 전류를 결정할 수 있다. VA(200)는 충전기 출력 요청 메시지 또는 충전 전력 요청 메시지를 통신 인터페이스(communications interface)(미도시)를 통해 충전기(charger), GA(100)로 전송할 수 있다.
- [0060] 여기서, 통신 인터페이스는 유선 방식을 지원하는 유선 인터페이스와 무선 방식을 지원하는 무선 인터페이스를 포함할 수 있다. 즉, 통신 인터페이스는 차량 내부의 데이터 통신을 위하여 시리얼 인터페이스, CAN(controller area network) 인터페이스, 이더넷(Ethernet) 인터페이스, 근거리 무선 통신 인터페이스 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 근거리 무선 통신 인터페이스는 와이파이(WiFi)를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0061] GA(100)는 VA(200)로부터의 충전기 출력 요청 메시지를 토대로 AC Utility Power(110)의 입력 전류를 제어할 수 있다.
- [0062] GA(100)는 전력 또는 주파수 변환(power/frequency conversion)을 통해 50/60Hz의 전기 사업자 전력을 고주파 교류(high frequency alternating current, HFAC) 전력으로 변환할 수 있다.
- [0063] 고주파 교류 전력의 유동(flux)에 따라 고주파 교류 전력은 제1차 패드(130)에서 차량의 제2차 패드(210)로 자기적 결합을 통해 전송된다.
- [0064] 제2 차 패드(210)에 유도된 고주파 교류 전력은 정류기 또는 전력 변환(rectifier/power conversion)을 통해 필터링되거나 정류되고 차량의 배터리(240)를 충전하는데 적절한 전압인 직류(direct current, DC)로 변성될 수 있다. 상술한 과정들은 VA(200)가 배터리(240)의 충분한 충전 시점을 결정할 때까지 반복될 수 있다.
- [0065] 상술한 본 발명의 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 구성을 설명의 편의상 각각의 구성부로 나열하여 설명하였으나, 각 구성부 중 적어도 두 개가 합쳐져 하나의 구성부로 이루어지거나, 하나의 구성부가 복수개의 구성부로 나뉘어져 기능을 수행할 수 있고 이러한 각 구성부의 통합 및 분리된 실시예의 경우도 본 발명의 본질에서 벗어나지 않는 한 본 발명의 권리범위에 포함된다.
- [0066] 도 2는 1차/2차 패드 간 편차가 있는 경우에 스위칭 주파수에 따른 출력 전압의 변화를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0067] 도 2를 참조하여, GA(100) 측의 제1 차 패드(130)와 VA(200) 측의 제2 차 패드(210) 사이에 편차(misalignment)이 있는 경우에 발생하는 출력 전압을 스위칭 주파수에 기초하여 설명한다.
- [0068] 먼저, 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이에 편차가 없는 경우에 스위칭 주파수를 85kHz로 설정한 경우를 이상적인 기준 상태로 설정할 수 있다. 즉, 이상적인 기준 상태에서는 스위칭 주파수를 85kHz로 맞춘 상태에

서 약 505V의 출력 전압을 얻을 수 있다.

[0069] 그러나, 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이에 편차가 있는 경우에는 출력 전압은 낮아지게 된다.

[0070] 예를 들어, 스위칭 주파수를 85kHz로 유지한 상태에서 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이의 편차가 5cm인 경우에는 출력 전압은 약 480V로 낮아지고, 편차가 10cm인 경우에는 출력 전압은 약 420V로 낮아지며, 편차가 15cm인 경우에는 출력 전압은 약 260V로까지 낮아지게 된다. 또한, 출력 전압이 낮아짐에 따라 충전 효율로 감소하는 문제가 발생한다.

[0071] 아래의 표 1은 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이의 편차에 따른 자화 인덕턴스(Lm), 누설 인덕턴스(Llk) 및 공진 주파수의 변동량을 나타낸다. 여기서, 공진 주파수는 스위칭 주파수와 동일한 개념이다.

표 1

1차/2차 패드 간 편차	Lm인덕턴스	1차 패드 Llk 인덕턴스	2차 패드 Llk 인덕턴스	공진 주파수 변동량
0cm	38.3uH	358.3uH	492.2uH	-
5cm	34.0uH	362.9uH	501.3uH	-1.0% (84.1kHz)
10cm	22.2uH	375.9uH	527.3uH	-2.4% (82.9kHz)
15cm	8.7uH	390.9uH	559.5uH	-4.3% (81.3kHz)

[0073] 표 1을 참조하면, 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이의 편차가 5cm인 경우에는 공진 주파수가 약 84.1kHz로 낮아지고, 편차가 10cm인 경우에는 공진 주파수가 약 82.9kHz로 낮아지며, 편차가 15cm인 경우에는 공진 주파수가 약 81.3kHz로까지 낮아지는 것을 알 수 있다.

[0074] 따라서, 도 2 및 표 1을 참조하면, 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이의 편차에 따라 스위칭 주파수를 조절할 필요가 있다. 즉, 편차가 5cm인 경우에는 약 84.1kHz로 스위칭 주파수를 튜닝하고, 편차가 10cm인 경우에는 약 82.9kHz로 스위칭 주파수를 튜닝하며, 편차가 15cm인 경우에는 81.3kHz로 스위칭 주파수를 튜닝하는 것이 필요하다.

[0075] 더 나아가, 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이의 편차뿐만 아니라 공진을 위해 사용하는 커패시터도 통상 ±5-10%의 제작 공차(manufacturing tolerance)를 갖는데, 이 역시 위의 결과와 비슷한 형태를 나타낸다. 따라서, 커패시터의 제작 공차를 보상하기 위해서라도 스위칭 주파수에 대한 튜닝은 필요하다.

[0076] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0077] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량의 무선 전력 수신 장치에서 수행되는 무선 충전 방법은 다음과 같습니다.

[0078] 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210)가 초기 설정 스위칭 주파수로 동작하도록 제어할 수 있다(S310). 보다 상세하게는, 차량의 외부에 위치한 제1 차 패드(130)와 차량에 장착된 제2 차 패드(210)를 초기 설정 스위칭 주파수에 기반하여 공진시킬 수 있다. 여기서, 초기 설정 스위칭 주파수는 85kHz로 설정될 수 있다.

[0079] 초기 설정 주파수를 기준으로 스위칭 주파수를 증가시킬 수 있고(S320), 스위칭 주파수의 증가에 따른 제2 차 패드(210)를 통한 출력 전압의 증가 여부를 확인할 수 있다(S330). 스위칭 주파수의 증가에 따라 센싱된 출력 전압이 계속 증가하면, 스위칭 주파수도 이에 상응하도록 계속 증가시킬 수 있다.

[0080] 또한, 스위칭 주파수의 증가에 따라 센싱된 출력 전압이 증가하지 않으면, 스위칭 주파수를 감소시킬 수 있고(S340), 스위칭 주파수의 감소에 따른 제2 차 패드(210)를 통한 출력 전압의 증가 여부를 확인할 수 있다(S350). 스위칭 주파수의 감소에 따라 센싱된 출력 전압이 계속 증가하면, 스위칭 주파수도 이에 상응하도록 계속 감소시킬 수 있다.

[0081] 따라서, 스위칭 주파수에 대한 증가 및 감소를 순차적으로 수행함과 동시에 센싱된 출력 전압을 기준으로 스위칭 주파수를 고정할 수 있고, 이러한 스위칭 주파수에 대한 튜닝 과정을 통하여 고정된 스위칭 주파수를 최종 스위칭 주파수로 명명할 수 있다. 특히, 스위칭 주파수에 대한 튜닝 과정은 듀티가 최대로 유지된 상태에서 진

행될 수 있다.

- [0082] 또한, 최종 스위칭 주파수를 적용한 상태에서 듀티를 제어함으로써 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 할 수 있다(S370).
- [0083] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 차량의 무선 전력 수신 장치에서 수행되는 무선 충전 방법은 다음과 같습니다.
- [0084] 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210)가 초기 설정 스위칭 주파수로 동작하도록 제어할 수 있다(S410).
- [0085] 초기 설정 주파수를 기준으로 스위칭 주파수를 감소시킬 수 있고(S420), 스위칭 주파수의 감소에 따른 제2 차 패드(210)를 통한 출력 전압의 증가 여부를 확인할 수 있다(S430). 스위칭 주파수의 감소에 따라 센싱된 출력 전압이 계속 증가하면, 스위칭 주파수도 이에 상응하도록 계속 감소시킬 수 있다.
- [0086] 또한, 스위칭 주파수의 감소에 따라 센싱된 출력 전압이 증가하지 않으면, 스위칭 주파수를 증가시킬 수 있고(S440), 스위칭 주파수의 증가에 따른 제2 차 패드(210)를 통한 출력 전압의 증가 여부를 확인할 수 있다(S450). 스위칭 주파수의 증가에 따라 센싱된 출력 전압이 계속 증가하면, 스위칭 주파수도 이에 상응하도록 계속 증가시킬 수 있다.
- [0087] 따라서, 스위칭 주파수에 대한 감소 및 증가를 순차적으로 수행함과 동시에 센싱된 출력 전압을 기준으로 스위칭 주파수를 고정할 수 있고, 이러한 스위칭 주파수에 대한 튜닝 과정을 통하여 고정된 스위칭 주파수를 최종 스위칭 주파수로 명명할 수 있다. 특히, 스위칭 주파수에 대한 튜닝 과정은 듀티가 최대로 유지된 상태에서 진행될 수 있다.
- [0088] 또한, 최종 스위칭 주파수를 적용한 상태에서 듀티를 제어함으로써 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 할 수 있다(S470).
- [0089] 도 3 및 도 4를 참조하면, 제1 차 패드(130)에 의한 제2 차 패드(210)의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 튜닝할 수 있다. 즉, 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 스위칭 주파수를 증가 또는 감소시킴에 따른 출력 전압의 변화를 센싱하여 최종 스위칭 주파수를 결정할 수 있다. 여기서, 미리 설정된 범위는 8kHz 이상 90kHz 이하일 수 있다.
- [0090] 보다 상세하게는, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 증가시킨 후, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 감소시킴으로써, 최종 스위칭 주파수를 결정하거나, 출력 전압의 증가가 멈출 때까지 스위칭 주파수를 증가시킴으로써, 최종 스위칭 주파수를 결정할 수 있다. 즉, 최종 스위칭 주파수는 최대의 출력 전압을 발생시키는 공진 주파수를 의미할 수 있다.
- [0091] 특히, 본 발명의 실시예에 따르면, 스위칭 주파수를 가변시키는 동안에 듀티를 최대로 유지함으로써, 스위치의 소손을 최소화할 수 있다. 즉, DC/DC 컨버터(230)의 듀티가 작은 상태에서 스위칭 주파수가 변동되면, ZVS(Zero Voltage Switching)가 안되는 영역이 발생하여 스위치가 소손될 수 있기 때문이다.
- [0092] 마지막으로, 스위칭 주파수에 대한 튜닝을 완료한 후에, 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 듀티를 제어할 수 있다.
- [0093] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 차량 측의 VA(200)는 차량의 외부에 위치한 제1 차 패드(130)와 공진하는 제2 차 패드(210)와; 제1 차 패드(130)에 의한 제2 차 패드(210)의 공진(resonance)으로 출력된 출력 전압에 기반하여 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 미리 설정된 범위에서 스위칭 주파수를 가변시키는 DC/DC 컨버터(230)를 포함한다.
- [0094] DC/DC 컨버터(230)는 초기 설정 스위칭 주파수를 기준으로 스위칭 주파수를 증가 또는 감소시킴에 따른 출력 전압의 변화에 기반하여 결정된 최종 스위칭 주파수로 동작할 수 있으며, 스위칭 주파수를 가변시키는 동안에 듀티를 최대로 유지할 수 있다.
- [0095] 또한, DC/DC 컨버터(230)는 스위칭 주파수를 가변시켜 최종 스위칭 주파수를 결정한 후에, 출력 전압이 목표 출력 전압에 도달하도록 듀티를 제어할 수 있다.
- [0096] 더 나아가, 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법의 동작은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 프로그램 또는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있

는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의해 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터로 읽을 수 있는 프로그램 또는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 수행하기 위해 GA(200)는 별도의 마이크로 프로세서를 구비할 수 있다.

[0097] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 적용한 경우의 출력 전압을 설명하기 위한 예시도이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법의 효과를 설명하기 위한 비교 그래프이다.

[0098] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 스위칭 주파수를 튜닝한 경우의 출력 전압을 설명한다.

[0099] 먼저, 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이에 편차가 없는 경우에 스위칭 주파수를 85kHz로 설정한 경우를 이상적인 기준 상태로 설정할 수 있다. 즉, 이상적인 기준 상태에서는 스위칭 주파수를 85kHz로 맞춘 상태에서 서 약 505V의 출력 전압을 얻을 수 있다.

[0100] 제1 차 패드(130)와 제2 차 패드(210) 사이의 편차가 5cm인 경우에는 약 84.1kHz에서 500V의 출력 전압을 발생시키고, 편차가 10cm인 경우에는 약 82.9kHz에서 490V의 출력 전압을 발생시키며, 편차가 15cm인 경우에는 약 81.3kHz에서 450V의 출력 전압을 발생시킬 수 있다.

[0101] 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법을 적용한 경우의 효과는 다음의 표 2와 같다.

표 2

1차/2차 패드 간 편차	최적 스위칭 주파수	기존방법의 최대출력전압	본 기술 적용시 최대출력전압
0cm	-	505V	505V
5cm	84.1kHz	480V	500V (4.2% ↑)
10cm	82.9kHz	420V	490V (16.7% ↑)
15cm	81.4kHz	260V	450V (73.1% ↑)

[0103] 상기의 표 2를 참조하면, 스위칭 주파수를 튜닝하지 않은 경우와 비교하여, 편차가 5cm인 경우에는 20V(480V → 500V)의 출력 전압 상승의 효과가 있고, 편차가 10cm인 경우에는 70V(420V → 490V)의 출력 전압 상승의 효과가 있으며, 편차가 15cm인 경우에는 190V(260V → 450V)의 출력 전압 상승의 효과가 있다.

[0104] 또한, 도 6 및 표 2를 참조하면, 편차가 클수록 스위칭 주파수의 튜닝에 따른 효과가 증가하는 것을 알 수 있다.

[0105] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 가변 스위칭 주파수를 이용한 무선 충전 방법은, 무선 충전용 1차/2차 패드의 앞뒤, 좌우, 상하 편차가 발생하더라도 출력 전압과 효율이 급격히 저하되지 않고 완만하게 저하되는 장점이 있다.

[0106] 또한, 최적 스위칭 주파수를 찾는 동안 듀티를 최대로 적용하기 때문에 ZVS영역이 넓어져 Hard Switching으로 인한 스위치 소손을 방지할 수 있다.

[0107] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

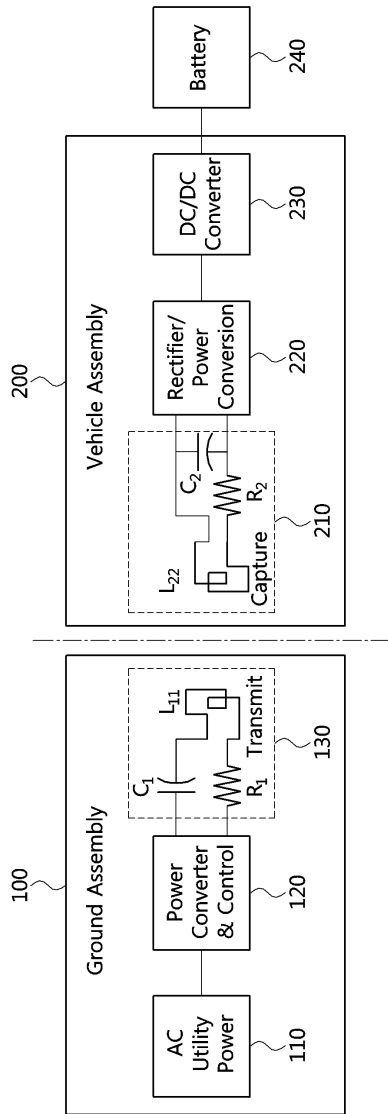
부호의 설명

- [0108] 100: Ground Assembly 110: AC Utility Power
- 120: Power converter & control 130: 제1 차 패드
- 200: Vehicle Assembly 210: Rectifier/Power conversion

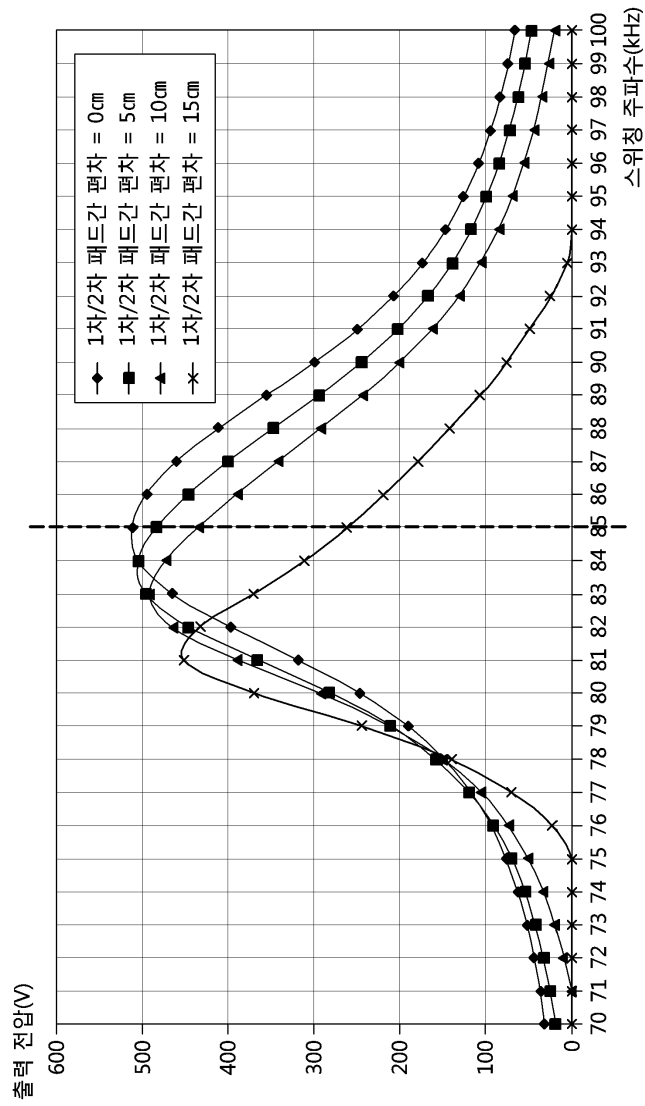
230: DC/DC Converter    240: Battery

도면

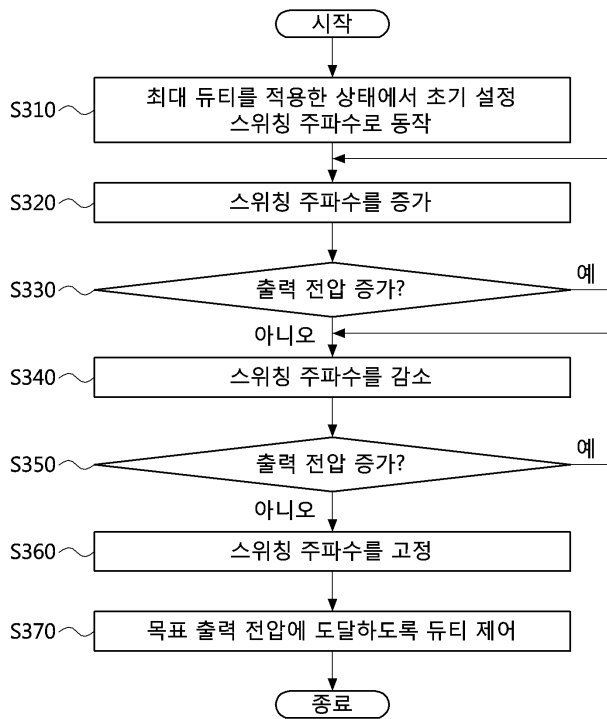
도면1



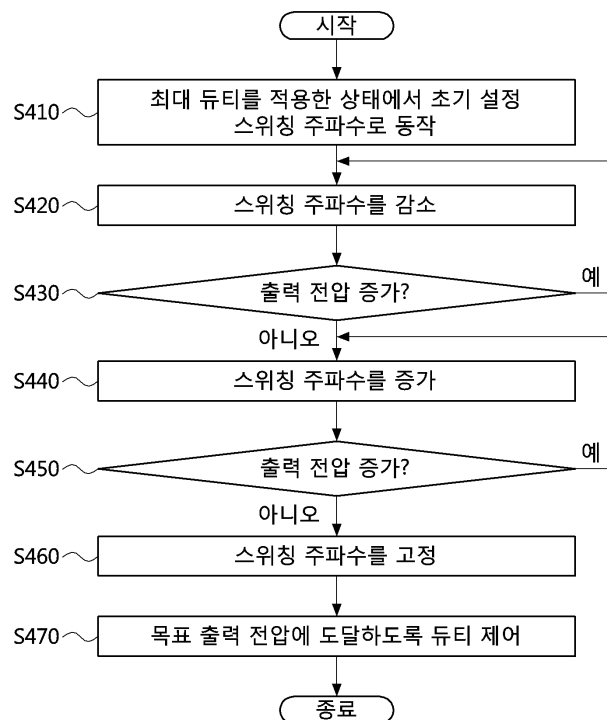
도면2



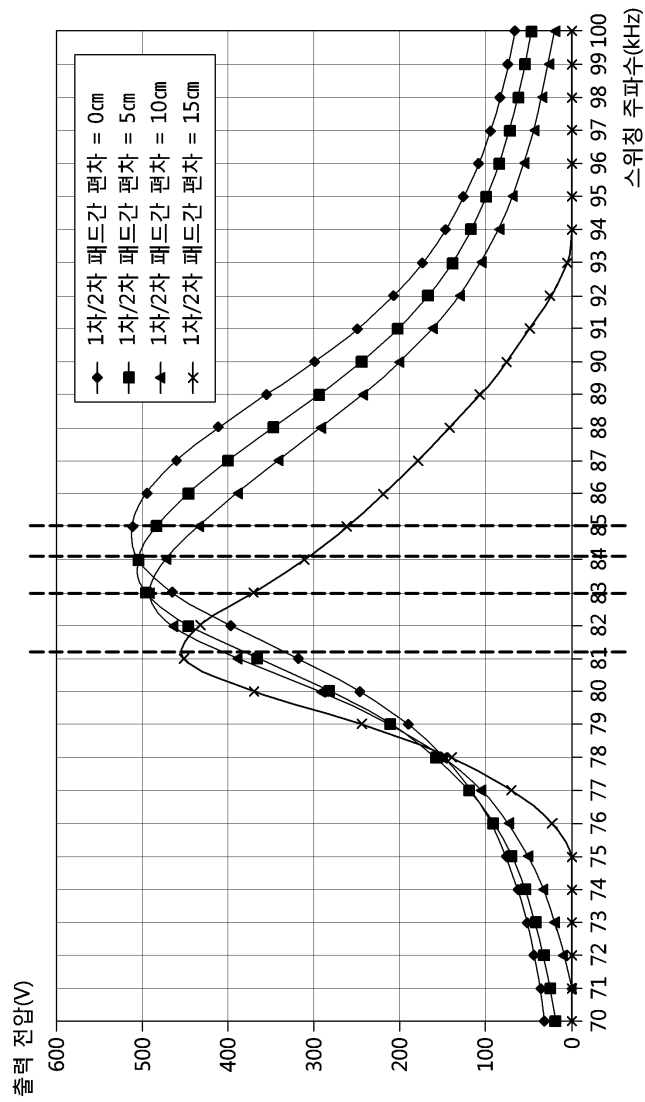
도면3



도면4



도면5



도면6

