



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0078999
(43) 공개일자 2014년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 11/18 (2006.01) H02J 17/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0148406
(22) 출원일자 2012년12월18일
심사청구일자 2012년12월18일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
장길수
서울 중랑구 신내로21길 16, 513동 503호 (목동, 신내대림아파트)
정승민
서울 광진구 구의강변로5길 7, 101동 801호 (구의동, 성동강변파크빌)
이재형
서울 성북구 안암로 145, 공학관 541호 (안암동5가, 고려대학교이과대학)
(74) 대리인
특허법인주원

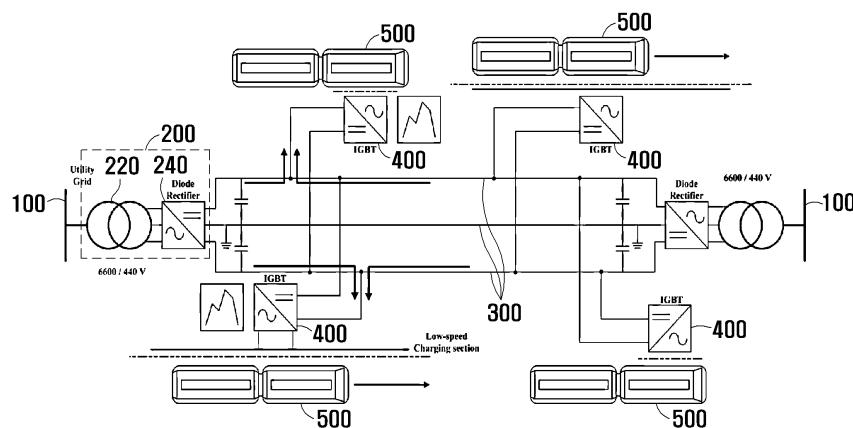
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 전기 차량용 무선 전력 공급 시스템

(57) 요약

전기 차량용 무선 전력 공급 시스템이 개시된다. 본 발명에서 제안하는 전기 차량용 무선 전력 공급 시스템은, 송전 선로로부터 삼상 교류 전력을 공급받아 직류로 변환하는 복수의 변전부, 및 차량으로 전력을 무선 전송하는 장치로 변전부로부터 전달받은 직류 전력을 공급하는 전력 공급 시스템을 포함한다. 이와 같이, 변전소로부터 바로 직류가 공급되기 때문에, 교류에서 직류로의 변환 손실이 감소 되고, 발생하는 전력 소비를 다수의 변전 설비가 연동 급전함으로써 피크 전력의 발생을 대폭 감소시킬 수 있고, 이로 인해 전기 요금도 줄일 수 있게 되며, 피크 전력을 기준으로 변전 설비 용량을 산정할 수 있기 때문에, 현실적이고 효율적인 용량 산정을 수행할 수 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

송전 선로로부터 각각 삼상 교류 전력을 공급받아 직류로 변환하는 복수의 변전부; 및

상기 복수의 변전부 각각과 연결되어 상기 복수의 변전부로부터 공급된 직류 전력을 부하로 전달하는 공통의 배전 선로를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 공급 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 공통의 배전 선로로부터 전력을 공급받아 차량으로 무선 전송하는 복수의 무선 전력 전송부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 공급 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

차량에 탑재되어 상기 무선 전력 전송부로부터 무선으로 전력을 전송받는 집전부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 공급 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 복수의 변전부는 전력 전자 소자를 이용하여 교류를 직류로 변환하는 것을 특징으로 하는 전력 공급 시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 전력 전자 소자는 다이오드인 것을 특징으로 하는 전력 공급 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전력 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전기로 운행되는 차량에 무선 전력을 공급하는 장치에 전력을 공급하기 위한 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 전기 자동차는 환경 오염이나, 화석 연료 고갈의 문제에 대한 대안으로서 강력하게 대두되고 있다. 그러나 배터리 용량의 한계로 인해 1회 충전 주행 거리가 제한되고 그 충전 시간이 길어 빠른 대중화에 어려움을 겪고 있다. 이에 대한 해결 방안으로, 최근 주행이나 정차 중 무선으로 차량을 충전하는 방안이 시도되고 있다.

[0003] 도 1은 차량용 무선 전력 전송 시스템을 이용하여 차량을 충전하는 예의 사용 상태가 개략적으로 도시된 도면이다.

[0004] 도 1에서, 급전 레일이 무선으로 전력을 공급하고, 주행 중인 차량에 탑재된 집전 장치가 무선으로 공급된 전력을 전달받아 배터리에 저장하는 예가 도시되어 있다. 이러한 구성에 의하면, 차량의 충전만을 위한 별도의 시간이 필요 없고, 배터리의 용량도 소형화할 수 있게 된다.

[0005] 그런데, 현재 개발되고 있는 무선 전력 전송 차량 충전 시스템에서는 급전 레일로 전력을 공급하는 개별 인버터에서 전력 계통으로부터 교류를 공급받아 고주파 전력으로 변환하여 차량에 무선으로 전력을 공급하는 방식을 채용하고 있다. 이를 위해, 인버터 내부에서는 공급받은 교류를 직류로 변환하고 변환된 직류를 고주파 교류로

다시 변환하는 과정이 필요하다.

- [0006] 도 2는 현재 개발되고 있는 무선 전력 전송 차량용 충전 인버터 시스템의 도면이다. 도 2에서 무선 전력 전송을 위한 차량용 인버터 시스템은 한전으로부터 교류 전력(30)을 공급받아 충전 인버터(40) 내부에서 실리콘 제어 정류 소자(Silicon Controlled Rectifier; SCR(42))를 이용하여 직류로 변환하고 IGBT(insulated gate mode transistor; 44)를 구동하여 고주파 교류를 발생시켜 차량(50)을 충전하고 있다.
- [0007] 그런데, 이 과정에서는 개별 인버터(40)에서 교류를 직류로 변환하는 과정이 반드시 필요하며, 이로 인해 변환 과정에서 지속적으로 변환 손실이나 스위칭 손실이 발생하는 문제점이 있다.
- [0008] 도 3은 도 2의 인버터 시스템이 포함된 차량용 무선 전력 전송 전력 공급 시스템의 개략적인 도면이다. 도 3에서 전력 공급 시스템은 송전 선로(10)로부터 공급받은 3상 교류 전력의 전압을 변압하여 배전 선로(30)로 공급하는 변전소(20), 및 배전 선로(30)로부터 공급받은 교류 전력을 직류로 변환하고 다시 고주파 교류로 변환하여 차량(50)으로 무선 전송하는 인버터(40)가 도시되어 있다.
- [0009] 해당 시스템의 경우, 송전 선로로부터 각각 전력을 공급받는 변전소(20)들과 변전소(20)들로부터 전력을 공급하는 배전 선로들이 연결되지 않고, 서로 분리된 것을 확인할 수 있다.
- [0010] 교류(AC) 시스템의 경우에는 보호 계전의 문제로 인해 타 계통과의 연계가 서로 불가능하며, 충전 인버터(40)에 연결된 변전 설비(20)에서 모든 전원을 직접적으로 공급해야 한다. 따라서 충전 상황이 발생하면 인버터(40)과 연결된 하나의 변전 설비(20)에서 전력을 공급해야 하고, 이에 따른 과부하가 문제가 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 인버터 내부에서의 발생하는 변환 손실이나 스위칭 손실을 줄일 수 있으면서도, 전력 공급시스템의 효율성을 증대시킬 수 있는 차량용 무선 전력 전송 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 전력 공급 시스템은, 송전 선로로부터 각각 삼상 교류 전력을 공급받아 직류로 변환하는 복수의 변전부, 및 복수의 변전부 각각과 연결되어 복수의 변전부로부터 공급된 직류 전력을 부하로 전달하는 공통의 배전 선로를 포함한다.
- [0013] 이와 같이, 변전소로부터 바로 직류가 공급되기 때문에, 교류에서 직류로의 변환 손실이 감소되고, 발생하는 전력 소비를 다수의 변전 설비가 연동 급전함으로써 피크 전력의 발생을 대폭 감소시킬 수 있고, 이로 인해 전기 요금도 줄일 수 있게 되며, 피크 전력을 기준으로 변전 설비 용량을 산정할 수 있기 때문에 현실적이고 효율적인 용량 산정을 수행할 수 있게 된다.
- [0014] 또한, 전력 공급 시스템은, 공통의 배전 선로로부터 전력을 공급받아 차량으로 무선 전송하는 복수의 무선 전력 전송부, 및 무선 전력 전송부로부터 무선으로 전력을 전송받는 차량에 탑재된 집전부를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 이때, 복수의 변전부는 전력 전자 소자를 이용하여 교류를 직류로 변환할 수 있으며, 전력 전자 소자는 다이오드일 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 사이리스터를 이용한 정류에서와 같은 스위칭 동작이 필요 없기 때문에 스위칭으로 인한 손실이 없어 전력 변환의 효율이 개선된다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 의하면, 변전소로부터 직류가 공급되기 때문에, 교류에서 직류로의 변환 손실이 감소하고, 발생하는 전력 소비를 다수의 변전 설비가 연동 급전함으로써 피크 전력의 발생을 대폭 감소시킬 수 있고, 이로 인해 전기 요금도 줄일 수 있게 되며, 피크 전력을 기준으로 변전 설비 용량을 산정할 수 있기 때문에, 현실적이고 효율적인 용량 산정을 수행할 수 있게 된다.
- [0017] 또한, 사이리스터를 이용한 정류에서와 같은 스위칭 동작이 필요없기 때문에 스위칭으로 인한 손실이 없어 전력 변환의 효율이 개선된다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 차량용 무선 전력 전송 시스템을 이용하여 차량을 충전하는 사용 상태의 예가 개략적으로 도시된 도면.
 도 2는 현재 개발되고 있는 무선 전력 전송 차량용 충전 인버터 시스템의 도면.
 도 3은 도 2의 인버터 시스템이 포함된 차량용 무선 전력 공급 시스템의 개략적인 도면.
 도 4는 본 발명에 따른 전기 차량용 무선 전력 공급 시스템 일실시예의 개략적인 도면.
 도 5는 도 4의 충전 인버터 시스템을 포함한 DC를 기반으로 한 전력 공급 시스템을 구축한 예를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- [0020] 도 4는 본 발명에 따른 전기 차량용 무선 전력 공급 시스템 일실시예의 개략적인 도면이다. 도 4에서, 한전으로부터 교류 전력을 공급받는 변전 설비(200)에서 다이오드 정류 시스템을 구성하여 충전 인버터(400) 앞단에서 직접적으로 직류 전원을 공급하도록 한다.
- [0021] 이와 같은 구성에 의하면, 해당 과정에서 변환 손실이 대폭 줄어들게 되며 스위칭 손실 또한 발생하지 않는다. 또한 정격 전압이 상대적으로 낮은 무선 전력 전송 충전 인버터 시스템(400)의 경우 송전 손실이 커지게 되는데, 직류 시스템의 송전 효율이 높다는 데도 이점이 있다.
- [0022] 이와 같이, 무선 전력 전송 충전 인버터에 전력을 공급하는 시스템을 직류로 구성하는 경우 다음과 같은 장점이 있다.
- [0023] - 스위칭 손실의 절감
- [0024] 종래의 무선 전력 전송 충전 인버터의 경우 인버터 내부에서 교류를 직류로 변환하는 과정을 거치며, 해당 변환을 위해 사이리스터(thyristor) 소자를 이용하여 실리콘 제어 정류 소자(Silicon Controlled Rectifier; SCR)를 구성하고 있다.
- [0025] 충전이 발생하게 되면 SCR의 스위칭 동작으로 인해 교류에서 직류로 변환되며, 해당 직류를 이용하여 IGBT(insulated gate mode transistor)를 구동한다. 이때, 해당 과정에서 사이리스터 손실이 발생하는 데, 본 발명에서와 같은 방식으로 DC 시스템을 구성할 경우 이러한 손실을 제거할 수 있다.
- [0026] - 변환 손실 감소
- [0027] 현재 무선 전력 전송 차량용 충전 인버터는 교류 전력을 공급받아 직류로 변환하고 변환된 직류를 이용해 IGBT를 구동하여 고주파 교류를 발생시켜 차량에 충전을 시도한다. 해당 과정에서는 개별 인버터에서 각각 교류를 직류로 변환하는 과정이 필요하여 지속적으로 변환 손실이 발생한다. 그런데, 본원 발명에서와 같이, 인버터 앞단에서부터 직류를 공급할 경우 변환손실이 대폭 줄어들게 된다.
- [0028] - 피크 전력 감소
- [0029] 일반적으로, 변전 설비의 경우 특정 시간을 기준으로 측정한 최대 전력으로 기본 요금을 산정한다. 그런데, 현재 구성되어 있는 무선 전력 전송 충전 인버터의 경우 교류 시스템으로 전력을 공급받고 있기 때문에, 배전단에서 역조류가 발생할 위험이 있어 보호 계전 문제로 인해 다른 변전설비와 연동 급전이 불가능하다.
- [0030] 하지만 직류 시스템의 경우 다이오드 변전 설비로 인해 배전단 연계가 가능하며 다수의 변전 설비의 연동 급전이 가능하다. 따라서 발생하는 전력 소비를 다수의 변전 설비가 연동 급전함으로써 피크 전력의 발생을 대폭 감소시킬 수 있고, 이로 인해 전기 요금도 줄일 수 있게 된다.
- [0031] - 효율적인 용량 산정
- [0032] 변전 설비의 경우 용량에 따라 크기 변동이 심하며, 유지 보수를 고려해야 한다. 교류 시스템으로 무선 전력 전송 충전 인버터를 설계할 시에는 연계된 충전인버터 설비를 전부 고려하여 변전 설비 용량을 산정해야하며, 이 경우 불필요한 용량 산정이 발생할 수 있다.
- [0033] 이에 비해, 본 발명에서와 같은 직류 시스템 변전 설비를 채용할 경우 피크 전력을 기준으로 변전 설비 용량을 산정할 수 있기 때문에, 현실적이고 효율적으로 용량 산정을 수행할 수 있다.

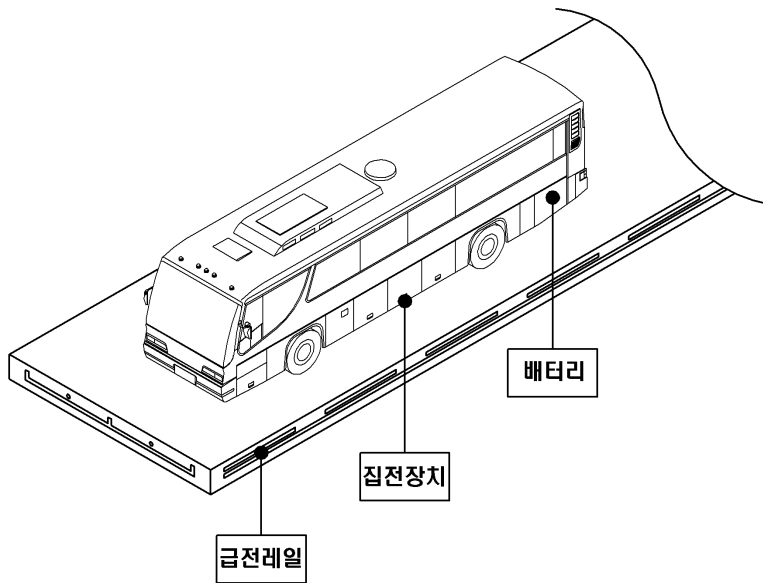
- [0034] DC 시스템의 경우 상위의 변전 설비에서 교류-직류 변환 과정을 거치며, 이러한 변전 설비는 일반적으로 다이오드 변전소로 구성한다. 이와 같이 다이오드를 사용하는 경우에는 스위칭 손실이 없어 별도의 스위칭 손실이 필요하지 않기 때문이다.
- [0035] 회생 제동이 발생하여 계통으로 유입될 필요가 있는 경우 변전소에서 사이리스터를 이용하여 정류를 할 수도 있겠지만, 무선 전력 전송 차량의 경우는 차량 내부에서 회생 에너지를 이용해 충전하기 때문에 별도의 회생 에너지 유입이 없기 때문에 이를 고려할 필요가 없다.
- [0036] 도 5는 도 4의 충전 인버터 시스템을 포함한 DC를 기반으로 한 전력 공급 시스템을 구축한 예를 도시한 도면이다.
- [0037] 도 3과 함께 설명한 바와 같이, AC 시스템의 경우 보호 계전 문제로 인해 타 계통과의 연계가 불가능하며, 충전 인버터에 연계된 변전 설비에서 전원을 직접적으로 공급해야 한다.
- [0038] 따라서 충전이 발생하면 하나의 변전 설비에서 전력을 공급해야 하고 이에 따른 과부하가 문제가 된다. 그러나 도 5에서 확인할 수 있는 바와 같이, 직류 시스템의 경우 타 변전 설비와 연동 급전이 가능하기 때문에 과부하 문제에 대한 해결책이 될 수 있다.
- [0039]
- [0040] 본 발명이 비록 일부 바람직한 실시예에 의해 설명되었지만, 본 발명의 범위는 이에 의해 제한되어서는 아니 되고, 특허청구범위에 의해 뒷받침되는 상기 실시예의 변형이나 개량에도 미쳐야 할 것이다.

부호의 설명

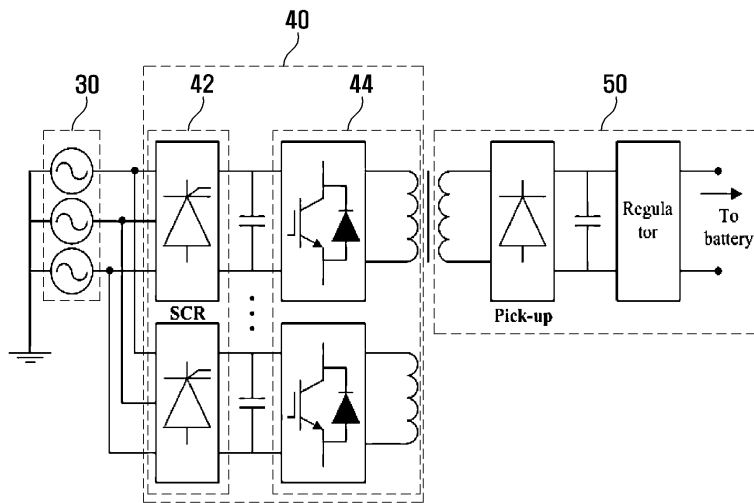
- [0041] 100: 송전 선로
- 200: 변전부
- 220: 변압부
- 240: 다이오드 정류부
- 300: 배전 선로
- 400: IGBT
- 500: 차량용 집전부

도면

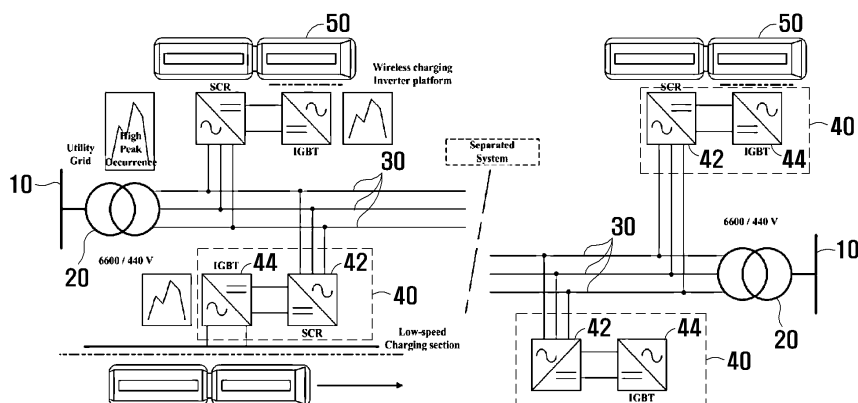
도면1



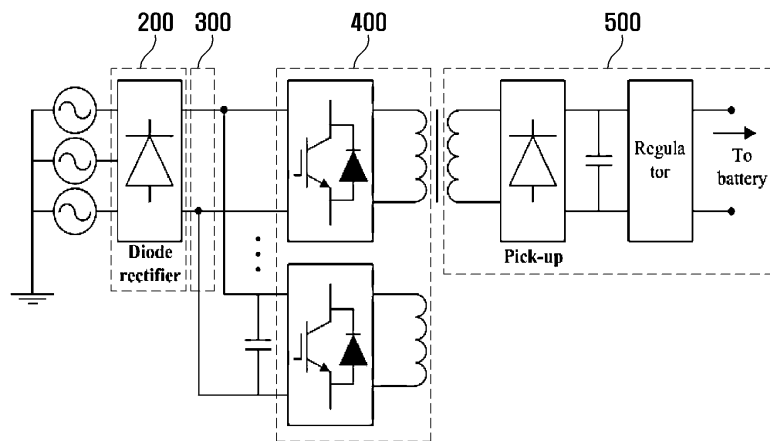
도면2



도면3



도면4



도면5

