



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월25일

(11) 등록번호 10-1505465

(24) 등록일자 2015년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02J 3/36 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)

B60L 11/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0134844

(22) 출원일자 2013년11월07일

심사청구일자 2013년11월07일

(56) 선행기술조사문헌

논문1*

JP2012080727 A*

KR1020130092707 A

KR1020130102681 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

정호용

서울 관악구 관악로 1, 공과대학 301동 616호 (신림동, 서울대학교)

권도훈

서울 관악구 관악로 1, 공과대학 301동 616호 (신림동, 서울대학교)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 추형석

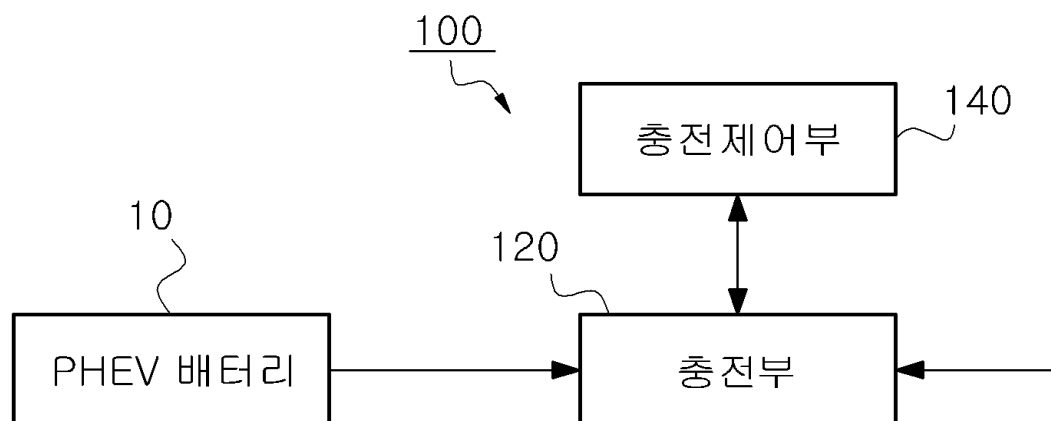
(54) 발명의 명칭 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 전기 차량으로부터 내부 배터리에 대한 현재 충전 상태 및 충전 가능량 정보를 수신하고, 사용자 단말로부터 상기 배터리에 대한 충전 요구량 및 충전 종료 시간 정보를 수신한 후, 상기 배터리를 충전하는 충전부; 및 상기 충전부로부터 상기 전기 차량에 대한 충전 요구량, 충전 종료 시간, 현재 충전 상태 중 적어도 하나의 정보를 수신하고, 수신한 정보에 기초하여 상기 배터리의 충전을 위한 전력량을 상기 충전부로 전달하는 충전제어부;를 포함한다.

이러한 구성에 의해, 본 발명의 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템은 전기 차량 내 배터리에 대한 현재 충전 상태를 고려하여 메인 그리드로부터 고립된 마이크로 그리드에서의 배터리에 대한 최적의 충방전량을 결정할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김택원

서울 관악구 관악로 1, 공과대학 301동 616호 (신림동, 서울대학교)

임종인

서울특별시 성북구 안암로 145 미래융합기술관 611호 (안암동5가)

문승일

서울 관악구 관악로 1, 공과대학 301동 616호 (신림동, 서울대학교)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415128860
부처명	교육과학기술부
연구관리전문기관	정보통신산업진흥원
연구사업명	정보통신기술인력양성
연구과제명	스마트 그리드 기술연구
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2013.01.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

전기 차량으로부터 내부 배터리에 대한 현재 충전 상태 및 충전 가능량 정보를 수신하고, 사용자 단말로부터 상기 배터리에 대한 충전 요구량 및 충전 종료 시간 정보를 수신한 후, 상기 배터리를 충전하는 충전부; 및

상기 충전부로부터 상기 전기 차량에 대한 충전 요구량, 충전 종료 시간, 현재 충전 상태 중 적어도 하나의 정보를 수신하고, 수신한 정보에 기초하여 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력량을 상기 충전부로 전달하는 충전제어부;

를 포함하되,

상기 충전제어부는

상기 전기 차량의 배터리가 메인 그리드(Grid)로부터 고립된 이후부터 상기 배터리의 현재 충전 상태에 따라 전력 역전송을 위한 서로 다른 복수 개의 운전모드로 동작하며, 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이상인 경우에, 최대 충전량 및 최소 방전량은 동일한 크기의 정격전력값을 갖는 제1 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 모드는

상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후 상기 배터리의 충전을 시작하여 2차 비축 자원량이 공급되는 시간에 최대 충전 상태를 갖는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 충전제어부는

상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 충전량 이상이고, 최대 방전량 이하인 경우에,

상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후부터 2차 비축 자원량이 공급되는 시간 사이에 방전하면, 중요(critical) 배터리 충전 상태에 도달하는 최대 방전 용량을 갖는 제2 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 충전제어부는

상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이하인 경우에,

최대 충전량은 정격전력값이고, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제3 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 충전제어부는

상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이하이고, 최대 충전량 이하인 경우에,

최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제4 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템.

청구항 8

충전부가 전기 차량으로부터 내부 배터리에 대한 현재 충전 상태 및 충전 가능량 정보를 수신하고, 사용자 단말로부터 상기 배터리에 대한 충전 요구량 및 충전 종료 시간 정보를 수신하는 단계;

충전제어부가 상기 충전부로부터 상기 전기 차량에 대한 충전 요구량, 충전 종료 시간, 현재 충전 상태 중 적어도 하나의 정보를 수신하는 단계;

충전제어부가 수신한 정보에 기초하여 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력량을 상기 충전부로 전달하는 단계; 및

상기 충전부가 수신한 전력량에 따라 전력 역전송을 위한 상기 배터리를 충방전하는 단계;

를 포함하되,

상기 충전제어부가 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계는

상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이상인 경우에, 최대 충전량 및 최소 방전량은 동일한 크기의 정격전력값을 갖는 제1 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 충전제어부가 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계는

상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 충전량 이상이고, 최대 방전량 이하인 경우에, 상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후부터 2차 비축 자원량이 공급되는 시간 사이에 방전하면, 중요(critical) 배터리 충전 상태에 도달하는 최대 방전 용량을 갖는 제2 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 충전제어부가 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계는

상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최대 충전량은 정격전력값이고, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제3 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 충전제어부가 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계는

상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이하이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제4 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 방법.

청구항 13

제8항 및 제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 방법을 컴퓨터로 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독가능 기록매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템 및 방법에 관한 것으로, 특히 지능형 전력망 내 고립된 마이크로 그리드에서 전기 차량에 대한 배터리의 충전 상태를 용이하게 제어할 수 있는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 들어, 화석연료가 고갈되고, 지구 온난화에 따라 환경오염을 줄이기 위한 목적으로 전기 자동차에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 전기 자동차란, 자동차의 구동 에너지를 종래의 화석 연료의 연소가 아닌 전기 에너지로부터 획득하는 자동차를 말하며, 배기가스가 전혀 없고, 소음이 적다는 장점을 갖는다.

[0003] 이러한 전기 자동차와 관련된 가장 큰 이슈는 전력을 충전하는 배터리 관련 기술이다. 평소 전기 자동차를 구동시키기 위해, 배터리의 전력 충전이 이루어지는데, 이때 충전 비용이 비싸다는 단점을 갖는다. 뿐만 아니라, 전기 자동차의 사용이 많아질수록 동일한 시간 예를 들면, 출퇴근 시간에 전기 자동차의 전력 충전이 한꺼번에 몰릴 수 있어, 충전이 여의치 못하다는 어려움이 발생했다.

[0004] 이러한 어려움을 해결하기 위해, 전기 자동차의 전력 충방전에 스마트 기술을 접목하는 기술이 연구되고 있다. 스마트 그리드(Smart Grid)란, 전력망에 IT 기술을 결합하여 에너지 이용을 최적화하는 차세대 전력망을 나타낸다. 이러한 스마트 그리드 기술은 지능형 송전망, 지능형 배전망 등과 같이 전력설비를 지능화함으로써, 전력설비에 대한 실시간 모니터링 및 제어가 가능해짐에 따라, 고품질의 전기를 더욱 안정적으로 공급할 수 있고, 최적의 부하제어를 통한 설비의 효율화를 이루어 운영비용을 절감할 수 있는 장점을 갖는다.

[0005] 또한, 소비자 입장에서는 스마트미터와 양방향 통신을 이용하여 실시간으로 에너지정보를 획득하고, 전력회사의

수요관리 이벤트 및 수요반응 요금제를 사용함으로써, 합리적으로 에너지를 이용하고 이산화탄소의 배출을 절감할 수 있다.

[0006] 이러한 스마트 그리드 기술을 전기 자동차의 충방전에 접목한 V2G(Vehicle to Grid) 기술은 전기 자동차의 배터리를 이용해 잉여 전력을 전력망으로 재송전하여, 전기 가격이 비싼 피크타임에 판매하거나 또는 가정에서 사용하는 에너지 관리 저장 시스템에 연결하여 활용하는 기술로서, 전기 자동차가 널리 상용화됨에 따라 최근 급부상하고 있는 연구분야이다.

[0007] 하지만 이러한 전력 역전송(V2G) 기술을 적용하기 위한 주파수를 제어하기 위해서는 전기 자동차의 배터리 상태를 확인하고, 배터리의 충방전 상태에 따라 충방전량을 결정하는 것이 중요한데, 배터리의 현재 충방전 상태에 따라 이어지는 추가 충방전량을 결정하기 어려운 문제점이 발생했다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 전기 차량 내 배터리의 현재 충전 상태에 따라 이어지는 추가 충방전량을 제어하는 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 한 실시 예에 따른 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템은 전기 차량으로부터 내부 배터리에 대한 현재 충전 상태 및 충전 가능량 정보를 수신하고, 사용자 단말로부터 상기 배터리에 대한 충전 요구량 및 충전 종료 시간 정보를 수신한 후, 상기 배터리를 충전하는 충전부; 및 상기 충전부로부터 상기 전기 차량에 대한 충전 요구량, 충전 종료 시간, 현재 충전 상태 중 적어도 하나의 정보를 수신하고, 수신한 정보에 기초하여 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 충전제어부;를 포함한다.

[0010] 보다 바람직하게는 상기 전기 차량의 배터리가 메인그리드(Grid)로부터 고립된 이후부터 상기 배터리의 현재 충전 상태에 따라 전력 역전송을 위한 서로 다른 복수 개의 운전모드로 동작하는 충전제어부를 포함할 수 있다.

[0011] 보다 바람직하게는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이상인 경우에 최대 충전량 및 최소 방전량은 동일한 크기의 정격전력값을 갖는 제1 모드로 동작하는 충전제어부를 포함할 수 있다.

[0012] 특히, 상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후 상기 배터리의 충전을 시작하여 2차 비축 자원량이 공급되는 시간에 최대 충전 상태를 갖는 제1 모드를 포함할 수 있다.

[0013] 보다 바람직하게는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 충전량 이상이고, 최대 방전량 이하인 경우에 상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후부터 2차 비축 자원량이 공급되는 시간 사이에 방전하면, 중요(critical) 배터리 충전 상태에 도달하는 최대 방전 용량을 갖는 제2 모드로 동작하는 충전제어부를 포함할 수 있다.

[0014] 보다 바람직하게는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최대 충전량은 정격전력값이고, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제3 모드로 동작하는 충전제어부를 포함할 수 있다.

[0015] 보다 바람직하게는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이하이고, 최대 충전량 이하인 경우에 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제4 모드로 동작하는 충전제어부를 포함할 수 있다.

[0016] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 한 실시 예에 따른 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 방법은 충전부가 전기 차량으로부터 내부 배터리에 대한 현재 충전 상태 및 충전 가능량 정보를 수신하고, 사용자 단말로부터 상기 배터리에 대한 충전 요구량 및 충전 종료 시간 정보를 수신하는 단계; 충전제어부가 상기

충전부로부터 상기 전기 차량에 대한 충전 요구량, 충전 종료 시간, 현재 충전 상태 중 적어도 하나의 정보를 수신하는 단계; 충전제어부가 수신한 정보에 기초하여 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계; 및 상기 충전부가 수신한 전력에 따라 전력 역전송을 위한 상기 배터리를 충전하는 단계;를 포함한다.

[0017] 보다 바람직하게는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이상인 경우에, 최대 충전량 및 최소 방전량은 동일한 크기의 정격전력값을 갖는 제1 모드로 동작하는 상기 충전제어부가 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 보다 바람직하게는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 충전량 이상이고, 최대 방전량 이하인 경우에, 상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후부터 2차 비축 자원량이 공급되는 시간 사이에 방전하면, 중요(critical) 배터리 충전 상태에 도달하는 최대 방전 용량을 갖는 제2 모드로 동작하는 상기 충전제어부가 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 보다 바람직하게는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최대 충전량은 정격전력값이고, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제3 모드로 동작하는 상기 충전제어부가 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 보다 바람직하게는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이하이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제4 모드로 동작하는 상기 충전제어부가 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력을 상기 충전부로 전달하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충전 제어 시스템은 전기 차량 내 배터리에 대한 현재 충전 상태를 고려하여 메인 그리드로부터 고립된 마이크로 그리드에서의 배터리에 대한 최적의 충전전량을 결정할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충전 제어 시스템의 블록도이다.
 도 2는 메인 그리드로부터 고립된 마이크로그리드의 동작체계를 나타낸 도면이다.
 도 3은 배터리의 현재 충전상태에 대한 관리 계획을 나타낸 그래프이다.
 도 4는 V2G의 동작모드를 나타낸 그래프이다.
 도 5는 배터리의 현재 충전상태에 따른 V2G 동작모드를 나타낸 표이다.
 도 6은 마이크로그리드 테스트 시스템의 일회선 다이어그램이다.
 도 7은 V2G 동작을 위한 드롭 특성을 나타낸 그래프이다.
 도 8은 배터리에 대한 전력제어기를 나타낸 블록도이다.
 도 9는 본 발명의 제1 실험예에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다.
 도 10은 도 9의 3번, 5번 그룹 내 배터리의 현재 충전 상태의 변화를 나타낸 그래프이다.
 도 11은 제1 실험 시, 배터리의 현재 충전상태, 충전 요구량 만족도에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 표이다.
 도 12는 본 발명의 제2 실험예에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다.
 도 13은 제2 실험 시, 배터리의 현재 충전상태, 충전 요구량 만족도에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 표이다.

도 14는 도 12의 3번, 5번 그룹 내 배터리의 현재 충전 상태의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 15는 배터리의 전력 역송전동안 최대 출력 및 최소 출력을 나타낸 그래프이다.

도 16은 제2 실험 시, 전력 역송전 동작상태를 나타낸 그래프이다.

도 17은 제2 실험 시, 1번 그룹에서의 배터리에 대한 최소 출력을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명을 바람직한 실시 예와 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되는 것은 아니다.
- [0024] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템에 대하여 자세히 살펴 보도록 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템의 블록도이다.
- [0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템(100)은 충전부(120) 및 충전제어부(140)를 포함한다.
- [0027] 충전부(120)는 전기 차량으로부터 내부 배터리(10)에 대한 현재 충전 상태 및 충전 가능량 정보를 수신하고, 사용자 단말(미도시)로부터 상기 배터리(10)에 대한 충전 요구량 및 충전 종료 시간 정보를 수신한 후, 상기 배터리(10)를 충전한다.
- [0028] 충전제어부(140)는 상기 충전부(120)로부터 상기 전기 차량에 대한 충전 요구량, 충전 종료 시간, 현재 충전 상태 중 적어도 하나의 정보를 수신하고, 수신한 정보에 기초하여 상기 배터리의 충전을 위한 전력을 상기 충전부(120)로 전달한다. 이러한 충전제어부(140)는 상기 전기 차량의 배터리가 메인 그리드(Grid)로부터 고립된 이후부터 상기 배터리의 현재 충전 상태에 따라 서로 다른 복수 개의 운전모드로 동작할 수 있다.
- [0029] 즉, 상기 충전제어부(140)는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이상인 경우에, 최대 충전량 및 최소 방전량은 동일한 크기의 정격전력값을 갖는 제1 모드로 동작할 수 있다. 상기 제1 모드는 상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후 상기 배터리의 충전을 시작하여 2차 비축 자원량이 공급되는 시간에 최대 충전 상태를 가질 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 충전제어부(140)는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 충전량 이상이고, 최대 방전량 이하인 경우에, 상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후부터 2차 비축 자원량이 공급되는 시간 사이에 방전하면, 중요(critical) 배터리 충전 상태에 도달하는 최대 방전 용량을 갖는 제2 모드로 동작할 수 있다.
- [0031] 더불어, 상기 충전제어부(140)는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최대 충전량은 정격전력값이고, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제3 모드로 동작할 수 있다.
- [0032] 이와 더불어, 상기 충전제어부(140)는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이하이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제4 모드로 동작할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 방법에 대하여 자세히 살펴 보도록 한다.
- [0034] 먼저, 충전부(120)가 전기 차량으로부터 내부 배터리에 대한 현재 충전 상태 및 충전 가능량 정보를 수신하고, 사용자 단말로부터 상기 배터리에 대한 충전 요구량 및 충전 종료 시간 정보를 수신한다.
- [0035] 충전제어부(140)가 상기 충전부(120)로부터 상기 전기 차량에 대한 충전 요구량, 충전 종료 시간, 현재 충전 상태 중 적어도 하나의 정보를 수신한다.
- [0036] 충전제어부(140)가 수신한 정보에 기초하여 상기 배터리의 현재 충전상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력량을 상기 충전부(120)로 전달한다. 이때, 상기 충전제어부(140)가 수신한 정보에 기초하여 상기 배터리의 현재 충전 상태에 따른 전력 역전송을 위한 전력량을 전달하기 위해서, 상기 전기 차량의 배터리가 메인 그리드(Grid)로부

터 고립된 이후부터 상기 배터리의 현재 충전 상태에 따라 전력 역전송을 위한 서로 다른 복수 개의 운전모드로 동작할 수 있다.

[0037] 예를 들어, 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이상인 경우에, 최대 충전량 및 최소 방전량은 동일한 크기의 정격전력값을 갖는 제1 모드로 동작할 수 있다.

[0038] 또는 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 충전량 이상이고, 최대 방전량 이하인 경우에, 상기 배터리가 메인 그리드로부터 분리된 직후부터 2차 비축 자원량이 공급되는 시간 사이에 방전하면, 중요(critical) 배터리 충전 상태에 도달하는 최대 방전 용량을 갖는 제2 모드로 동작할 수 있다.

[0039] 이와 달리, 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최대 충전량은 정격전력값이고, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제3 모드로 동작할 수 있다.

[0040] 마지막으로, 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이하이고, 최대 충전량 이하인 경우에, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 제4 모드로 동작할 수 있다.

[0041] 이와 같이, 결정된 전력 역전송을 위한 전력량을 수신한 상기 충전부(120)가 수신한 전력량에 따라 전력 역전송을 위한 상기 배터리를 충방전한다.

[0042] 본 발명에서 사용되는 플러그인 하이브리드 카(Plug-in hybrid car, PHEV)의 배터리는 충전 및 방전이 가능하다는 특성과 더불어, 동기 발전기에 비하여 응답 특성이 빠른 관계로 주파수 제어에 적합하게 사용되는 전원이다.

[0043] 본 발명에서는 이러한 배터리 특징을 고려하여, 마이크로 그리드의 독립운전으로 전환 시, 주파수 제어를 위한 1차 예비용량(primary reserve)으로서 V2G 운전을 통해 PHEV의 배터리가 투입된다고 가정한다.

[0044] 특히, V2G를 원활하게 적용하기 위해서, 각각의 플러그인 하이브리드 카는 V2G 운전을 수행하면서, 상기 플러그인 하이브리드 카의 사용자가 원하는 충전 제약 조건을 만족시키는 것이 중요하다. 이때, 상기 사용자가 원하는 충전 제약 조건을 살펴보면 다음과 같다.

[0045] 첫째, 전력 역송전(V2G: Vehicle-to-Grid)에 참여하는 모든 차량이 충전 제약 조건을 만족해야하고, 둘째, 상위 제어기로부터 각 차량에 기본적인 충전 및 방전 지령값이 전달되고, 주파수가 정격값에서 벗어날 경우에 각 차량에 대한 충전기의 제어기에서 주파수 제어를 위한 추가적인 지령값을 생성한다. 셋째, 충전기를 통해 충전 시작 시간, 충전 완료 시간, 배터리의 현재 충전 상태(SOC, state of charge), 최소 충전 상태를 알 수 있으며, 각 충전기의 주파수 계측기를 통해 계통의 주파수 정보를 알 수 있다. 넷째, 차량 배터리의 충, 방전 시 내부에서 일어나는 손실은 0이라고 가정한다. 다섯째, 마이크로 그리드가 계통 연계 모드에서 독립운전 모드로 전환되는 경우에는 전력 역송전에 참여 가능한 차량에 의해 주파수 제어가 수행되며, 독립운전 모드로 전환된 후, T_{1st} 시간 이후에 제2차 예비용량(secondary reserve)이 투입된다. 여섯째, 상기 제2차 예비용량은 마이크로 그리드의 독립 운전 상태에서 부하와 차량에 충전을 위한 전력을 공급하기에 충분하다.

[0046] 특히, 각 차량의 전력과 에너지 공급 용량은 전체 부하 또는 발전기의 용량보다 매우 작으므로, 차량은 일반적으로 큰 전력 시스템에서 희망 충전용량을 제공하는 충전제어부(140)에 의해 처리된다.

[0047] 그러나, 각 차량은 빌딩 마이크로그리드와 같은 작은 크기의 그리드에서 에너지 관리 시스템(EMS)에 의해 관리될 수 있으며, 이때, EMS 또는 충전제어부(aggregateors)는 충전 요구량(charging demands)과 충전 상태에 관련된 정보를 모은 후, 부하 평준화 또는 손실 최소화와 같은 시스템 작동 목표에 따른 전력 기본 값을 제공한다.

[0048] 또한 차량 소유자는 자신의 고유한 단말을 이용하여 V2G 작동과 충전제어부 또는 에너지 관리 시스템으로의 주요 비축 자원량 전달(primary reserve delivery)에 참여하고자 하는 의사를 전달한다. 이때, 주파수 제어는 국지적으로 활성화되고, 응답신호는 각 차량에 있는 로컬 컨트롤러에 의해 제공된다.

[0049] 도 2는 메인 그리드로부터 고립된 마이크로 그리드의 동작체계를 나타낸 도면이다.

[0050] 도 2에 도시된 바와 같이, 고립된 마이크로그리드에서 부하(loads)와 발전(generations)은 연결이 끊기기 전, 메인그리드와 마이크로그리드의 전력흐름이 있을 때 균형이 맞지 않을 수 있다. 이때, 주파수는 주요 비축 용량에 의해 제어되고, 차량은 V2G 작동을 통한 주파수 제어에 참여한다.

[0051] 특히, 제2차 비축 자원(secondary reserve resources)은 마이크로 그리드가 고립된 후, $T_{primary}$ 간에서 주

파수를 회복하기 위해 제공된다. 따라서, 차량의 배터리는 상기 제2차 비축 자원이 제공될 때까지 충전 또는 방전되고, 차량의 충전 계획은 t_{2nd} 에서 배터리의 현재 충전 상태를 회복하고 충전요구를 만족시키기 위해 마이크로그리드의 충전제어부를 통해 재조정된다.

- [0052] 또한, 고립된 마이크로그리드에서의 중요한 문제 중 하나는 각 차량의 배터리의 현재 충전 상태의 관리다. 차량은 주파수 제어를 위해, 자신의 최대 허용 배터리 용량을 제공하며, 이와 동시에 차량이 연결이 되지 않는 경우의 충전 요구량 또한 만족되어야 한다. 이러한 배터리의 효율적인 충전 상태의 관리 계획은 도 3을 통해서 확인할 수 있다.
- [0053] 도 3은 배터리의 현재 충전상태에 대한 관리 계획을 나타낸 그래프이다.
- [0054] 도 3에 도시된 바와 같이, 충전 상태를 만족시키기 위한 최소 충전 상태를 확인할 수 있고, 여기서 $t_{islanding}$ 과 t_{2nd} 사이의 굵은 실선은 배터리가 충전 또는 방전 되었을 때 현재 충전 상태의 범위를 나타낸다. 또한 $t_{islanding}$ 과 t_{2nd} 사이의 굵은 실선은 배터리의 충전 상태가 충전부의 충전에 의해 회복되었을 때의 충전 상태에 따른 범위를 나타낸다.
- [0055] 이와 같이, 도 3에 나타난 충전 요구를 만족시키기 위해, 배터리 충전 상태는 $t_{total-on}$ 에서 충전 상태의 최소 요구량 보다 높아야 한다. 그러므로, 만약 제2차 비축 용량이 제공된 후 배터리가 자신의 가용 최대 전력(available maximum power)으로 충전되었다면 각 차량은 t_{2nd} 에서 SOC요구량 또는 더 높은 값에 이르기 위해 배터리의 현재 충전 상태를 특정값 이상으로 유지시켜야 한다. 이때, 유지시켜야 하는 상기 특정값은 충전 상태에 대한 임계값(SOC_{critical})이라고 정의할 수 있으며, 하기의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$SOC_{critical} = SOC_{required} - \frac{\eta_{charge} P_{rated}}{C_{battery}} T_{remain}$$

- [0056]
- [0057] 도 4는 V2G의 동작모드를 나타낸 그래프이다.
- [0058] 도 4에 도시된 바와 같이, $t_{islanding}$ 과 t_{2nd} 사이에 세 개의 선(A, B, C)이 있으며, 하기의 수학적 식 2를 통해 각각 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$\begin{aligned} f_A(t) &= \frac{\eta_{charge} P_{rated}}{C_{battery}} (t - t_{2nd}) + SOC_{critical} \\ f_B(t) &= -\frac{\eta_{discharge} P_{rated}}{C_{battery}} (t - t_{2nd}) + SOC_{critical} \\ f_C(t) &= \frac{\eta_{charge} P_{rated}}{C_{battery}} (t - t_{2nd}) + SOC_{max} \end{aligned}$$

- [0059]
- [0060] 선 A는 예상하지 못한 계통분리를 고려하여 마이크로 그리드가 계통에 연결되어 있을 때 배터리 충전 요구를 만족시킬 수 있는 최소값으로서, 배터리의 충전 상태는 상기 선 A의 상부에 위치해야 한다. 또한, 선 B는 배터리

를 최대 방전할 때를 고려하여 정한 선이고, 선 C는 배터리를 최대 충전할 때를 고려하여 정한 선이다. 이러한 경계선들(선 A 내지 선 C)을 통해 배터리가 최대 충전 및 방전을 할 수 있는지 여부를 결정한다.

[0061]

즉, 차량 배터리의 현재 충전 상태가 선 C의 하부와 선 B의 상부 사이에 존재하면, 충전부가 정격용량으로 충전 및 방전을 수행할 수 있다. 하지만 이와 반대로, 선 B의 하부와 선 C의 상부 사이에 배터리의 현재 충전 상태가 존재한다면, 배터리의 현재 충전 상태가 최대 충전상태와 t_{2nd} 에서의 중요 충전 상태(critical SOC)사이에 위치하도록 배터리를 최대 정격용량으로 충전 및 방전하는 것을 제한한다.

[0062]

본 발명에서는 4개의 V2G $t_{islanding}$ 과 t_{2nd} 사이에 4개의 서로 다른 운전 모드가 존재하는데, 이러한 운전모드들은 충전 요구를 만족시킬 수 있는 최소값, 최대 배터리를 방전할 때의 경계 및 최대 배터리를 충전할 때의 경계를 고려하여 결정될 수 있다.

[0063]

먼저, 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 선 B의 상부와 선 C의 상부에 있는 경우에, V2G의 운전 모드는 limited chargeable and full dischargeable mode(이하, 제1 모드라고 한다.)가 된다. 상기 제1 모드에서는 차량의 배터리는 충전부의 정격용량으로 방전을 해야 한다. 하지만 배터리의 충전은 현재 충전 상태가 높은 편에 속해 과충전이 될 수 있으므로 충전은 제한된다.

[0064]

특히, 상기 제1 모드에서는 최대 충전 용량과 최소 방전 용량의 크기는 동일하고 시간 t 와 t_{2nd} 사이에서 충전을 시작하여 t_{2nd} 에서 배터리의 최대 충전 상태를 가질 수 있도록 제어된다.

[0065]

하기의 수학적 식 3을 통해 제1 모드에서 배터리의 최대, 최소 방전 용량과 현재 충전 상태 조건을 확인할 수 있다. 이때, 수학적 식의 연산과정에서, 양(+)의 값은 방전을 음(-)의 값은 충전을 뜻한다.

수학적 식 3

$$\begin{aligned} P_{max} &= P_{rated} \\ P_{min} &= \frac{C_{battery} [SOC(t) - SOC_{max}]}{\eta_{charge} (t_{2nd} - t)} \\ SOC(t) &\geq f_B(t) \text{ and } SOC(t) \geq f_C(t) \end{aligned}$$

[0066]

[0067]

이어서, 배터리의 현재 충전 상태가 선 B의 하부와 선 C의 상부 사이에 위치하는 경우, V2G의 운전 모드는 limited chargeable and dischargeable mode(이하, 제2 모드라고 한다.)가 된다. 이러한 제2 모드에서는 t_{2nd} 에서 배터리의 현재 충전 상태에 따른 제약 조건으로 인하여 충전부에서 정격 용량으로 충전 및 방전을 할 수 없다. 이러한 제2 모드에서 배터리의 최대 방전 용량은 시간 t 와 t_{2nd} 사이에서 방전을 하였을 때, 중요 충전 상태(critical SOC)에 도달하는 값으로 결정될 수 있다. 또한, 상기 제2 모드에서 배터리의 최소 방전 용량(P_{min})은 상기의 수학적 식 3과 같이 연산되어 결정되며, 최대 충,방전 용량과 충전 상태 조건은 하기의 수학적 식 4에 나타나 있다.

수학적 식 4

$$\begin{aligned} P_{max} &= \frac{C_{battery} [SOC(t) - SOC_{critical}]}{\eta_{discharge} (t_{2nd} - t)} \\ f_C(t) &\leq SOC(t) \leq f_B(t) \end{aligned}$$

[0068]

[0069]

이어서, 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이상이고, 최대 충전량 이하인 경우에, V2G의 운전 모드는 최대 충전량은 정격전력값이고, 최소 방전량은 마이너스 정격전력값으로 이

루어지는 full chargeable and dischargeable mode(이하, 제3 모드라고 한다.)가 된다.

[0070] 마지막으로, 상기 배터리의 현재 충전 상태를 나타내는 임계값이 상기 배터리의 최대 방전량 이하이고, 최대 충전량 이하인 경우에 V2G의 운전 모드는 최소 방전량은 마이너스 정격전력값인 full chargeable and limited dischargeable mode(이하, 제4 모드라고 한다.)로 나누어진다. 이때, 배터리의 충방전 시 최소값은 하기의 수학적 식 5와 같이, 충전부의 정격값으로 결정될 수 있다.

수학적 식 5

$$P_{min} = -P_{rated}$$

[0071]

도 5를 통해 배터리의 현재 충전상태에 따른 V2G 동작모드를 확인할 수 있다.

[0072]

도 6은 마이크로 그리드 테스트 시스템의 일회선 다이어그램이다.

[0073]

베이스 전압이 154kV이고, 공칭 주파수가 60Hz인 메인 그리드시스템과 연결된 마이크로그리드 테스트 시스템의 일회선 다이어그램이다.

[0074]

도 6에 도시된 바와 같이, 마이크로그리드 시스템은 IEEE 13-bus 분산 시스템 모델을 기반으로 하였고, 삼상 평형과 베이스 전압이 22.9kV로 가정하였다. 테스트 시스템은 발전량 한계가 각각 1.4MVA와 1.2MVA인 분산전원을 기반으로 한 두 개의 인버터를 가진다. 이때, 상기 분산전원은 발전량을 일정하게 제어하고, 주파수 제어를 위한 전력-주파수 드롭 제어기를 가진다. 또한 분산전원의 드롭(droop) 상수는 각각 3Hz/MW와 4Hz/MW이다. 마이크로그리드 에너지 관리 시스템에서 제공한 분산전원 출력의 기준값은 각각 0.8MW와 0.95MW이고, 상기 기준값은 시뮬레이션이 이루어지는 동안 일정하게 유지된다. 부하 모션에는 정전력 부하들이 있고, 전체 부하의 크기는 $2+j0.66$ MVA이다. 상기 테스트 시스템에는 차량에 대한 총 10개의 그룹이 포함되어있고, 각각의 그룹은 5개의 차량을 가진다. 동일 그룹 내 차량의 충전 조건이 동일하다. 전체 차량에서 배터리의 충전 상태의 최대값 및 최소값은 각각 0.95와 0.15이고, 모든 차량의 정격 충/방전 전력은 5kW이다. 충전 효율과 방전 효율은 모두 0.95로 가정하였다. $T_{primary}$ 는 1/6시간(hour)이고, 시스템 주파수의 최대값 및 최소값은 각각 61Hz와 59Hz이다.

[0075]

도 7은 V2G 동작을 위한 드롭 특성을 나타낸 그래프이다.

[0076]

이러한 드롭 특성은 공칭 주파수 근처에서 불필요한 충방전의 반복을 막고, 배터리의 수명을 길게 해주는 데드-밴드(Dead-band) 영역을 포함해야 한다.

[0077]

전력-주파수 드롭 제어기에서 데드-밴드의 폭은 0.1Hz로 설정하였다. 이때, 정격 전력의 크기가 도 5에서의 최대 최소 출력의 크기보다 작은 경우, 충방전 전력은 충전부의 정격 전력으로 제한될 수 있다.

[0078]

이러한 드롭 특성은 도 8에 도시된 전력 제어기에 의해 획득된다.

[0079]

시뮬레이션 순서는 다음과 같다. 처음에 그리드와 연결된 모드로 시스템이 동작하다가 0.1초에 메인 그리드로부터 분리된다. 이후, V2G 주파수 제어에 차량이 참여하고, 충전 수요가 만족되었는지 확인하기 위해 각 차량 그룹의 현재 충전 상태가 측정된다.

[0080]

도 9는 본 발명의 제1 실험예에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다.

[0081]

도 9에 도시된 바와 같이, 마이크로그리드가 메인 그리드로부터 분리된 후 주파수는 59.329Hz로 유지되었다. 특히, 주파수는 366.3초에서 59.349Hz로 증가한 것을 알 수 있는데, 그룹 9의 차량 배터리가 충전이 완료되었고, 충전 전력이 0으로 감소했기 때문이다. 또한 마이크로그리드가 메인 그리드로부터 분리된 직후 전체 차량 충전 부하는 90kW에서 63.16kW까지 변화하는데, 이는 차량 충방전 전력은 드롭 제어에 따라 달라지기 때문이다. 그룹 9의 차량 충전 전력이 감소했기 때문에 t_{2nd} 에서 전체 차량의 충전 부하는 그 값이 51.56kW로 유지되었다.

[0082]

이처럼, 제1 실험예에 대한 시뮬레이션 결과는 일부 차량의 충전 수요를 달성하지 못할 수 있다는 점을 보여준다.

[0083]

도 10 내지 도 11은 t_{2nd} 에서 차량 그룹 3과 5의 충전 상태가 중요 충전 상태(critical SOC) 보다 작은 것을 나타내는데, 제2차 예비용량이 제공된 후 충전 상태가 최대 충전 가능한 전력으로 회복되었다고 하더라도 배터리

[0084]

의 충전 상태가 요구된 충전 상태에 도달하지 못할 수 있다는 것을 나타낸다.

- [0085] 이러한 경우의 차량의 충방전 전력은 오직 충전부의 정격 전력에 의해서만 제한된다. 따라서, 차량은 충전 수요를 고려하지 않고 V2G의 동작을 위해 큰 전력을 방전하게 되는데, 이때 드롭 상수가 매우 작은 경우가 아니라면 만족하지 않을 수 있다.
- [0086] 또한 도 12 내지 도 13을 통해 제2 실험 예에 대한 시뮬레이션 결과를 확인할 수 있다.
- [0087] 도 12는 본 발명의 제2 실험예에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0088] 도 13은 제2 실험 시, 배터리의 현재 충전상태, 충전 요구량 만족도에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 표이다.
- [0089] 도 13에 기재된 V2G 동작 모드 숫자는 도 11에 기재된 모드 숫자를 나타내며, 마이크로그리드가 고립된 직후 주파수는 59.297Hz이다. 이러한 값은 앞서 제1 실험 예와 비교하여 0.052Hz 더 낮는데, V2G 동작 모드가 2 또는 4인 일부 차량의 최대 방전 가능한 전력이 V2G 동작 모드에 의해 제한되기 때문이다. 주파수는 계속 증가하고 t_{2nd} 에서 59.330Hz의 값을 갖는 이유는 $t_{islanding}$ 과 t_{2nd} 사이의 시간 동안 일부 차량의 최대 방전 가능한 전력이 증가했기 때문이다.
- [0090] 도 13을 통해, 시간 t_{2nd} 에서 모든 차량의 현재 충전 상태가 중요 충전 상태(critical SOC)보다 같거나 큰 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 모든 차량의 충전 요구가 달성되었음을 의미한다.
- [0091] 또한 도 14를 통해, 제1 실험 예와 달리, 그룹 3과 5 내 차량의 충전 상태가 시간 t_{2nd} 에서 중요 충전상태(critical SOC)에 도달한 것을 알 수 있다.
- [0092] 이러한 차량의 V2G 동작 동안 최대 출력과 최소 출력을 도 15를 통해 확인할 수 있다.
- [0093] 도 15는 배터리의 전력 역송전동안 최대 출력 및 최소 출력을 나타낸 그래프이다.
- [0094] 도 15에 도시된 바와 같이, 최대 출력은 충전 수요를 만족시키기 위해 방전 가능한 출력을 제한하는 반면, 제1 실험 예에서는 최대 출력값이 충전부의 정격 전력인 5kW로 유지된다. 또한 전류 충전 상태와 시간 t 가 증가함에 따라 최대출력도 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0095] 도 16은 제2 실험 시, 전력 역송전 동작상태를 나타낸 그래프이다.
- [0096] 도 16에 도시된 바와 같이, 다수의 차량 중 그룹 1의 차량에서 V2G 동작 동안 두 배의 모드 변이가 발생한 것을 알 수 있다. 이러한 모드 변이는 도 17에서 도시된 바와 같이, 최대 및 최소 출력이 시간이 흐름에 따라 변했기 때문이다. 최대 출력이 -0.85 kW 부터 5 kW까지, 최소 출력이 -3.16 kW 부터 -5 kW 까지 변하는 것을 도 17을 통해 알 수 있다.
- [0097] 처음 마이크로그리드가 분리된 후 그룹 1의 차량은 제한된 충방전 모드(제2 모드)인 V2G 동작에 참여한다. 이후, 330.9초에 V2G 동작 모드가 제한된 충전과 완전한 방전 모드(제1 모드)로 바뀌는데, 최대 방전 가능한 출력이 충전기 정격 전력에 도달하기 때문이다.
- [0098] 이어서, 450.0초에 V2G 동작 모드는 완전한 충방전 모드(제3 모드)로 바뀌고 최소 방전 가능한 출력이 충전부의 정격 전력의 음의 값을 갖는다. 이러한 결과는 V2G 동작 모드가 연속적으로 바뀔 수 있고, 충전 조건과 마이크로그리드의 조건에 따라 충방전 전력을 제한할 수 있음을 의미한다.
- [0099] 또한, 이러한 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템 및 방법은 컴퓨터로 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독가능 기록매체에 저장될 수 있다. 이때, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 장치의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, DVD±ROM, DVD-RAM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크(hard disk), 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 장치에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0100] 본 발명의 V2G 주파수 제어를 위한 배터리의 충방전 제어 시스템은 전기 차량 내 배터리에 대한 현재 충전 상태를 고려하여 메인 그리드로부터 고립된 마이크로 그리드에서의 배터리에 대한 최적의 충방전량을 결정할 수 있는 효과가 있다.
- [0101] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 본 발명의 기술 사상 범위 내에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 첨부된 특허청구범위에 속하

는 것은 당연하다.

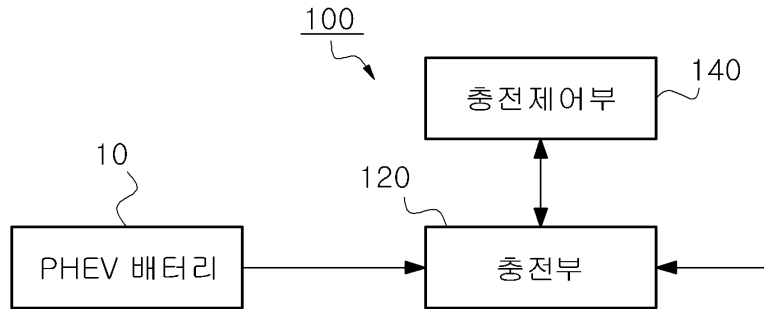
부호의 설명

120: 충전부

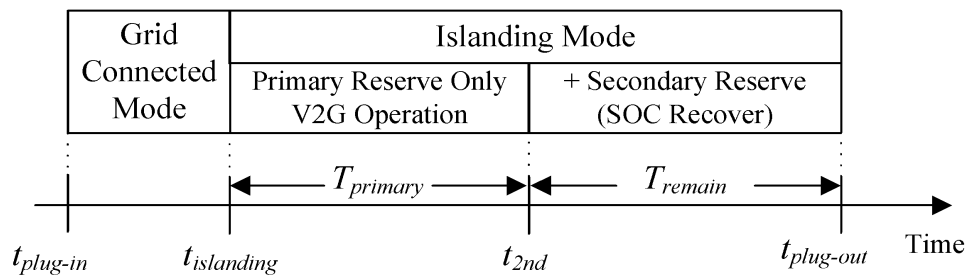
140: 충전제어부

도면

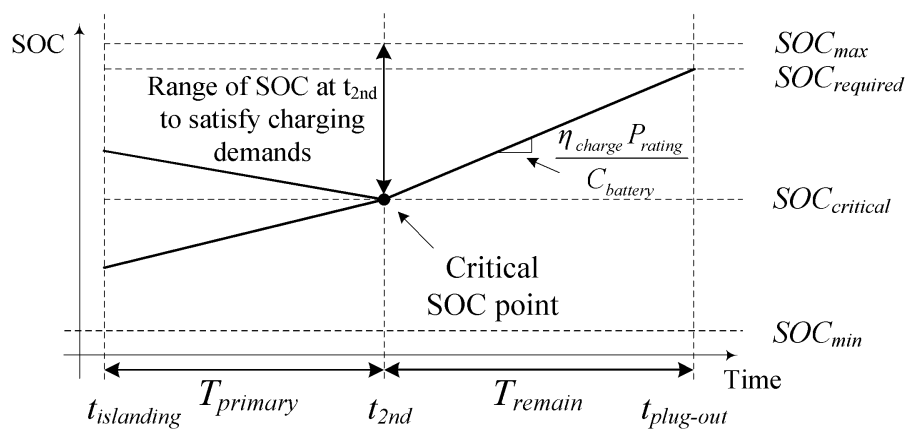
도면1



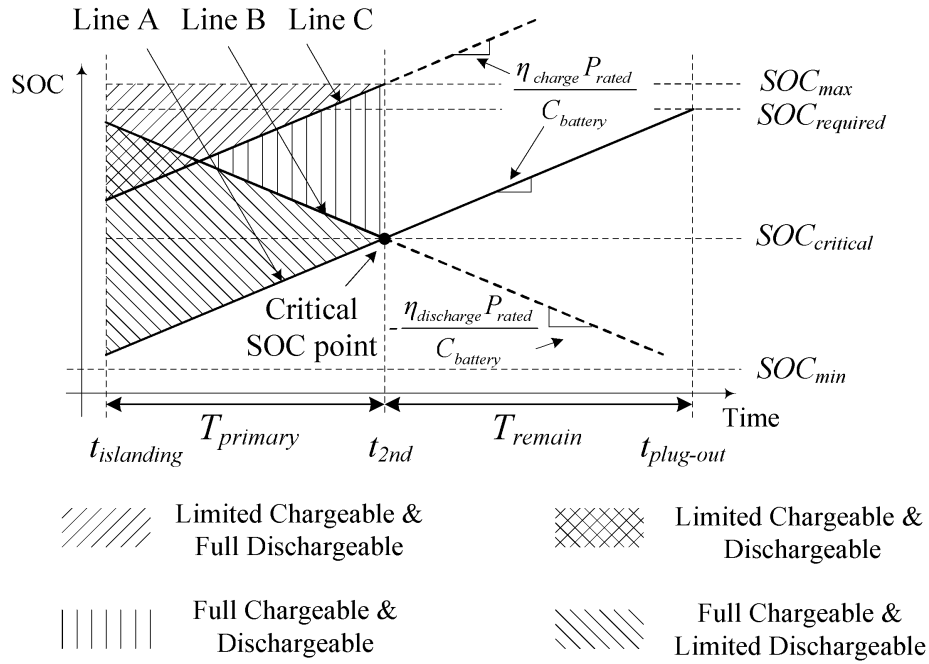
도면2



도면3



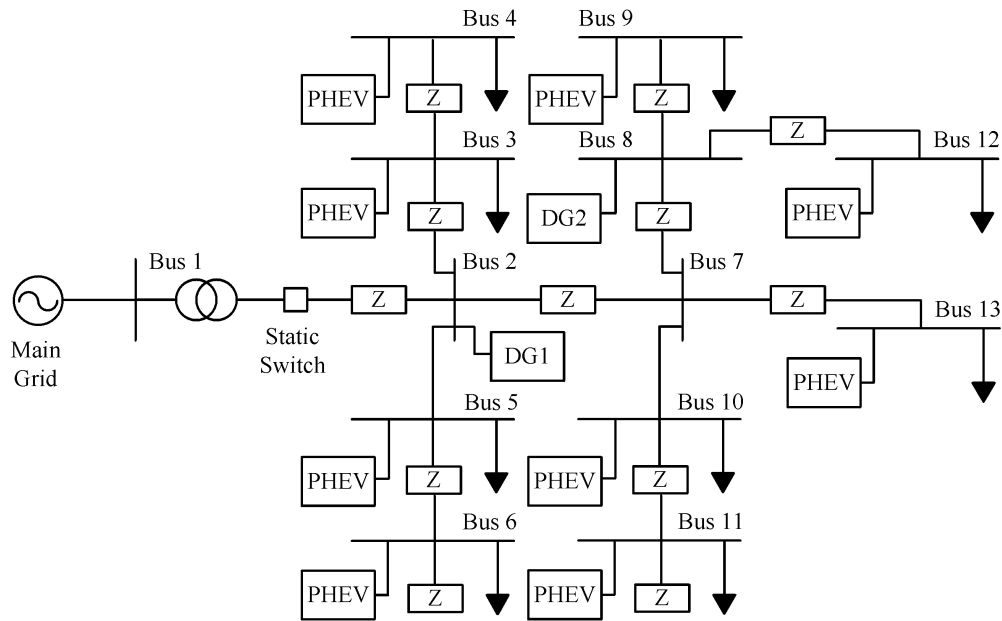
도면4



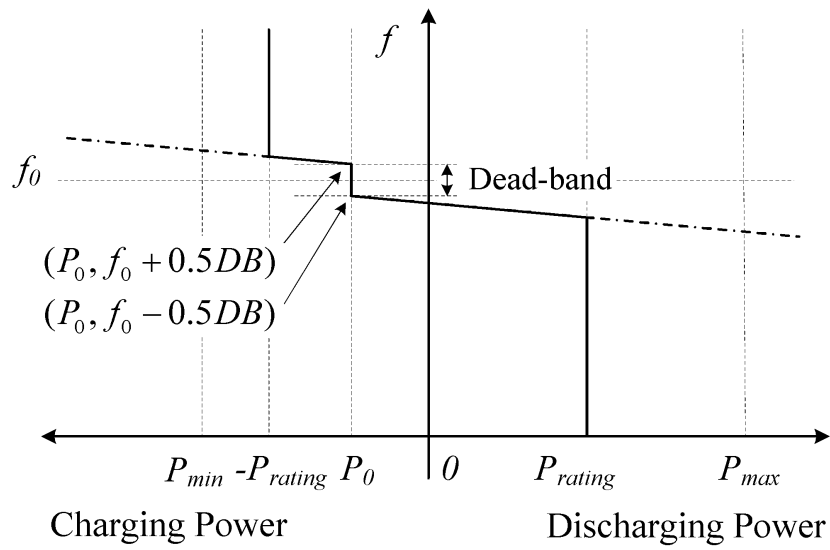
도면5

No	V2G operation Mode	Maximum power	Minimum Power	SOC condition for mode
1	Limited chargeable and full dischargeable mode	P_{rated}	$\frac{C_{battery} [SOC(t) - SOC_{max}]}{\eta_{charge} (t_{2nd} - t)}$	$SOC(t) \geq f_B(t)$ and $SOC(t) \geq f_C(t)$
2	Limited chargeable and dischargeable mode	$\frac{C_{battery} [SOC(t) - SOC_{critical}]}{\eta_{discharge} (t_{2nd} - t)}$	$\frac{C_{battery} [SOC(t) - SOC_{max}]}{\eta_{charge} (t_{2nd} - t)}$	$f_C(t) \leq SOC(t) \leq f_B(t)$
3	Full chargeable and dischargeable mode	P_{rated}	$-P_{rated}$	$f_B(t) \leq SOC(t) \leq f_C(t)$
4	Full chargeable and limited dischargeable mode	$\frac{C_{battery} [SOC(t) - SOC_{critical}]}{\eta_{discharge} (t_{2nd} - t)}$	$-P_{rated}$	$SOC(t) \leq f_B(t)$ and $SOC(t) \leq f_C(t)$

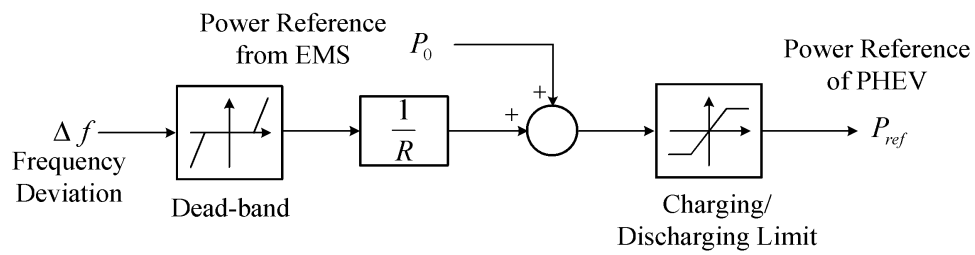
도면6



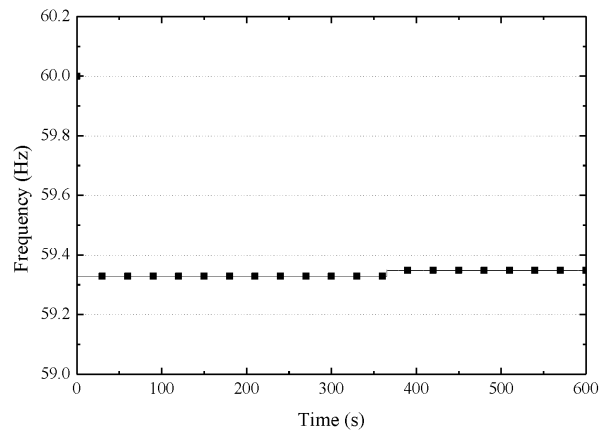
도면7



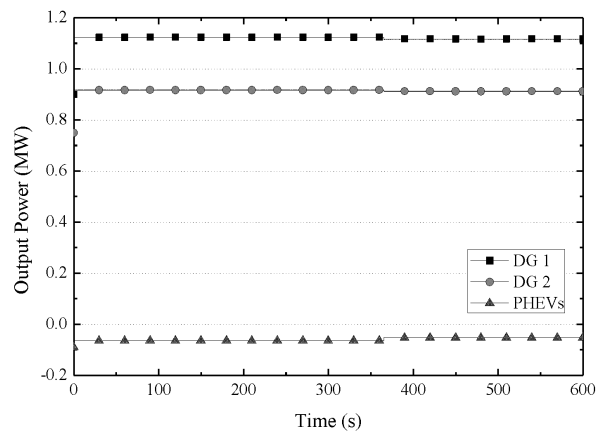
도면8



도면9

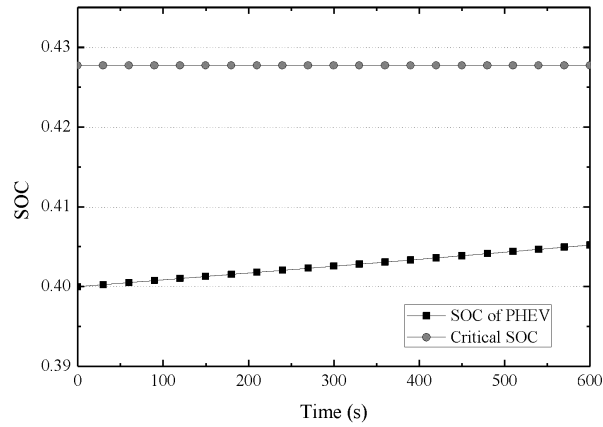


(a)

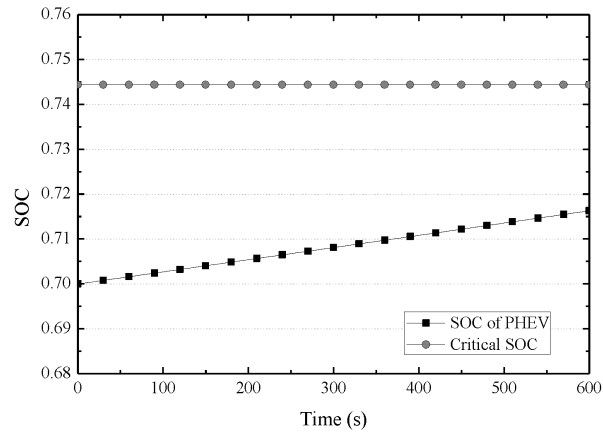


(b)

도면10



(a)

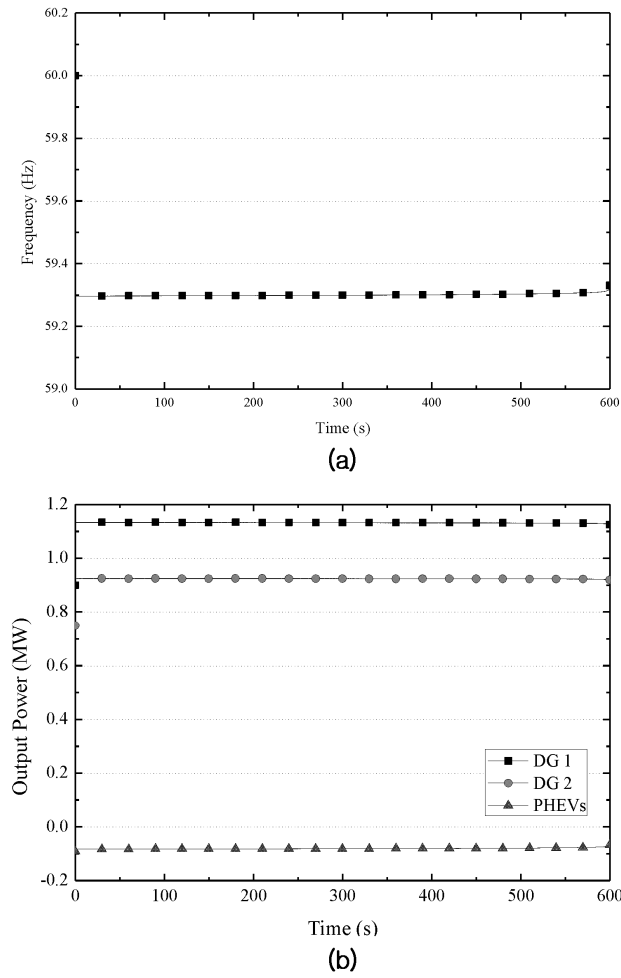


(b)

도면11

Group of PHEV No.	Initial SOC at $t_{\text{islanding}}$ (%)	SOC at t_{2nd} (%)	SOC_{critical} (%)	Charging demands satisfaction
1	80	88.23	77.33	O
2	40	43.30	21.94	O
3	40	40.52	42.78	X
4	75	73.23	≤ 0	O
5	70	71.63	74.44	X
6	60	59.56	17.71	O
7	40	41.56	≤ 0	O
8	30	31.22	≤ 0	O
9	85	90.00	≤ 0	O
10	40	41.64	41.46	O

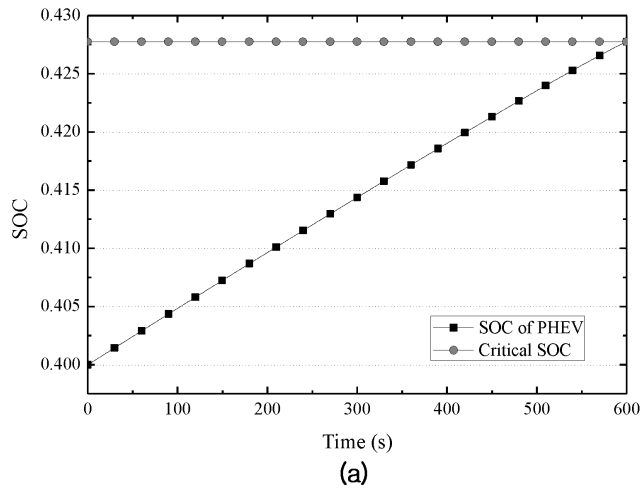
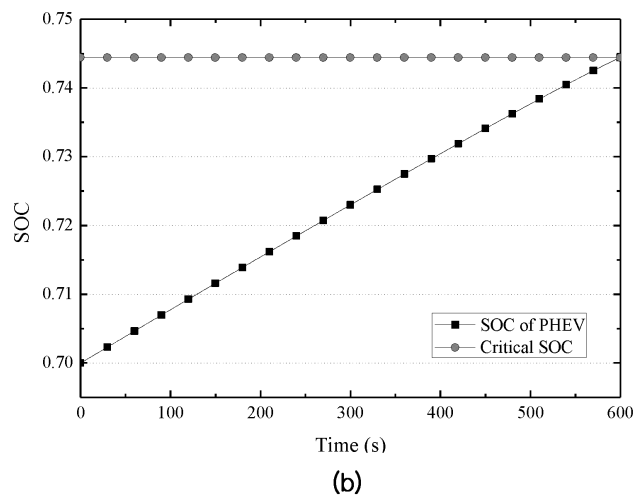
도면12



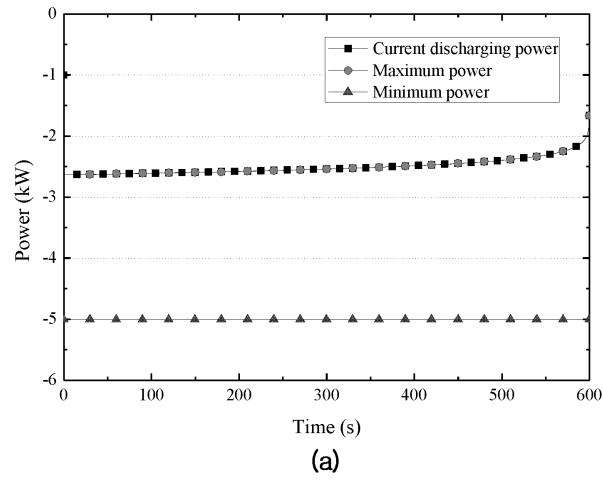
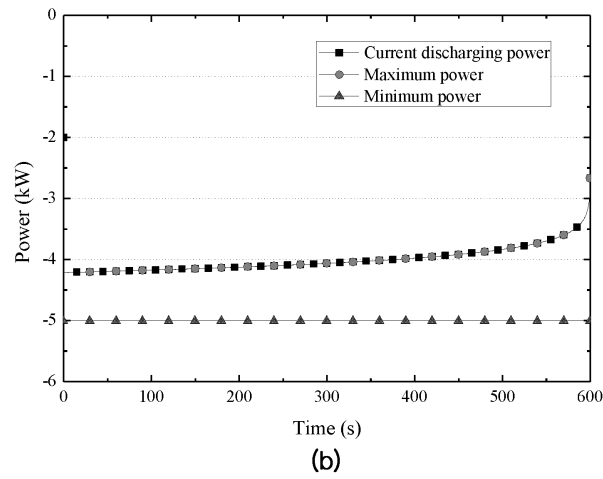
도면13

Group of PHEV No.	Initial SOC at $t_{\text{islanding}}$ (%)	SOC t_{2nd} (%)	SOC_{critical} (%)	Charging demands satisfaction	V2G operation mode
1	80	88.06	77.33	O	2 to 1 at 330.9s 1 to 3 at 450.0s
2	40	43.24	21.94	O	3
3	40	42.78	42.78	O	4
4	75	73.06	≤ 0	O	1 to 3 at 29.1s
5	70	74.44	74.44	O	4
6	60	59.51	17.71	O	3
7	40	41.39	≤ 0	O	3
8	30	31.18	≤ 0	O	3
9	85	90.00	≤ 0	O	1
10	40	41.60	41.46	O	4 to 3 585.1s

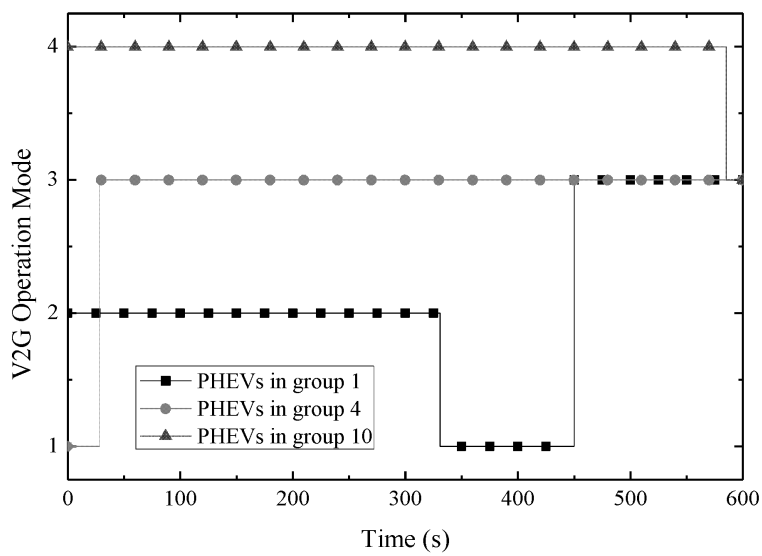
도면14



도면15



도면16



도면17

