



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0154283
(43) 공개일자 2024년10월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60L 53/80 (2019.01) B60L 53/66 (2019.01)
B60L 58/13 (2019.01) G06F 9/06 (2018.01)
G06Q 30/06 (2023.01)

(52) CPC특허분류

B60L 53/80 (2019.02)
B60L 53/665 (2019.02)

(21) 출원번호 10-2023-0050674

(22) 출원일자 2023년04월18일

심사청구일자 2023년04월18일

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

박형곤

서울특별시 서대문구 이화여대길 52(대현동, 이화여자대학교)

김경주

대전광역시 유성구 배울1로 119 (용산동, 대덕테크노밸리12단지아파트)

차채연

서울특별시 강동구 상일로 55, 115동 805호 (상일동, 고덕자이)

(74) 대리인

특허법인 무한

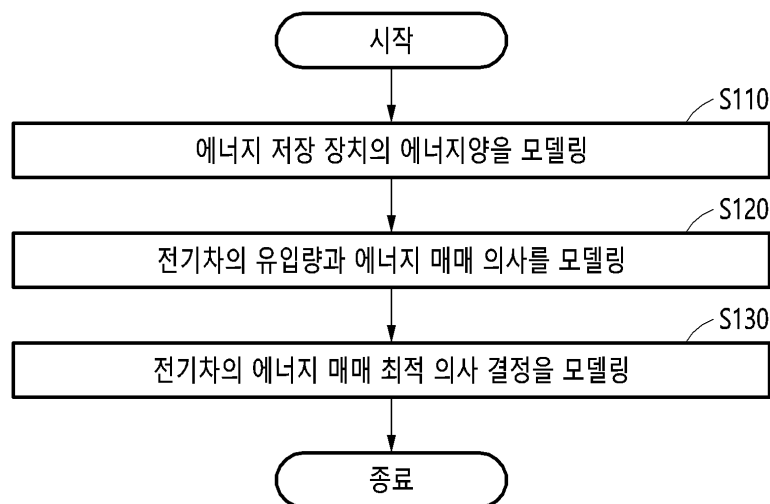
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 전기차 및 상기 전기차의 동작 방법

(57) 요약

전기차 및 상기 전기차의 동작 방법이 개시된다. 전기차의 동작 방법은 복수의 에너지 저장 장치들(Energy Storage Systems, ESSs) 중 상기 전기차의 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신하는 단계; 및 상기 ESS 정보, 상기 전기차에 포함된 배터리의 현재 SOC(State of Charge) 및 현재 SOC에 따른 주행 가능 거리에 기초하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 단계를 포함하고, 상기 결정하는 단계는 상기 현재 SOC가 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우에 응답하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 배터리에 저장된 에너지를 판매할 상기 타겟 에너지 저장 장치를 결정할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B60L 58/13 (2019.02)

G06F 9/06 (2013.01)

G06Q 30/06 (2013.01)

B60Y 2200/91 (2013.01)

Y02T 10/70 (2020.08)

Y02T 10/7072 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193461
과제번호	2021-0-00739-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	방송통신산업기술개발(R&D, 정보화)
연구과제명	분산/협력 AI 기반 5G+ 네트워크 데이터 분석 기능 및 제어 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	이화여자대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전기차의 동작 방법에 있어서,

복수의 에너지 저장 장치들(Energy Storage Systems, ESSs) 중 상기 전기차의 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신하는 단계; 및

상기 ESS 정보, 상기 전기차에 포함된 배터리의 현재 SOC(State of Charge) 및 현재 SOC에 따른 주행 가능 거리에 기초하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 단계

를 포함하고,

상기 결정하는 단계는

상기 현재 SOC가 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우에 응답하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 배터리에 저장된 에너지를 판매할 상기 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는

전기차의 동작 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 ESS 정보는,

상기 복수의 에너지 저장 장치들 각각에 대한 (i)현재 저장된 에너지량 및 (ii)현재 저장된 에너지량에 연동하여 결정된 단위 용량 별 가격을 포함하는 전기차의 동작 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

상기 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 최소 SOC 이하인 경우, 상기 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 판매 가격이 가장 낮은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정하는 전기차의 동작 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

상기 배터리의 현재 SOC가 상기 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우, 상기 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 구매 가격이 가장 높은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정하는 전기차의 동작 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

상기 타겟 에너지 저장 장치에서의 에너지 매매량 및 에너지 매매 시점에 대한 정보를 추가적으로 제공하는 전기차의 동작 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 수신하는 단계는,

사용자의 주행 목적에 따라 상이한 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신하는 전기차의 동작 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

청구항 8

전기차에 있어서,

하나 이상의 프로세서; 및

상기 프로세서에 의해 실행되는 프로그램을 로드(load)하거나 저장하는 메모리를 포함하되,

상기 프로그램은,

복수의 에너지 저장 장치들(Energy Storage Systems, ESSs) 중 상기 전기차의 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신하는 동작 및 상기 ESS 정보, 상기 전기차에 포함된 배터리의 현재 SOC(State of Charge) 및 현재 SOC에 따른 주행 가능 거리에 기초하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 동작을 수행하도록 하는 인스트럭션들을 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 현재 SOC가 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우에 응답하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 배터리에 저장된 에너지를 판매할 상기 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 전기차.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 ESS 정보는,

상기 복수의 에너지 저장 장치들 각각에 대한 (i)현재 저장된 에너지량 및 (ii)현재 저장된 에너지량에 연동하여 결정된 단위 용량 별 가격을 포함하는 전기차.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 최소 SOC 이하인 경우, 상기 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 판매 가격이 가장 낮은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정하는 전기차.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 배터리의 현재 SOC가 상기 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우, 상기 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 구매 가격이 가장 높은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정하는 전기차.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 타겟 에너지 저장 장치에서의 에너지 매매량 및 에너지 매매 시점에 대한 정보를 추가적으로 제공하는 전기차.

청구항 13

제8에 있어서,

상기 프로세서는,

사용자의 주행 목적에 따라 상이한 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신하는 전기차.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기차의 동작 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 에너지 그리드를 구성하는 복수의 에너지 저장 장치들(Energy Storage Systems, ESSs) 중 전기차와 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존 자동차의 내연기관 사용으로 인한 배기가스 배출 문제를 해결하기 위해 전기차 산업의 중요성이 대두되어 왔다. 전기차를 사용하면 내연기관의 원료인 화석연료보다 전기 이용료가 저렴하다는 장점으로 인하여 국가 차원에서 전기차의 이용을 도모하는 정책들이 제공되었으며, 이로 인하여 2021년 전세계 자동차 시장 중 전기차의 비율이 약 9%까지 급속도로 성장하였다.

[0003] 전기차 시장의 성장으로 인해 에너지 그리드(Energy Grid)에서 전기 에너지의 효율을 키워야 할 필요성이 있으며, 이를 해결하기 위해 시간 및 공간의 영향을 받는 발전소와 친환경 재생 에너지원이 온라인으로 연결되는 에너지 그리드가 안정화되어야 한다.

[0004] 하지만 에너지 그리드의 에너지 공급원인 발전소가 고정된 위치에 존재하기 때문에 발전소에서 에너지 저장 장치(Energy Storage System, ESS)로 에너지를 전달해야 하는 문제점이 있으며, 친환경 재생 에너지원의 경우 공간적 제약 뿐만 아니라 시간에 따라 발전량이 달라지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보, 전기차에 포함된 배터리의 현재 SOC(State of Charge) 및 현재 SOC에 따른 주행 가능 거리에 기초하여, 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0006] 보다 구체적으로 본 발명은 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우, 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지를 판매할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0007] 또는, 본 발명은 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 최소 SOC 이하인 경우, 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지를 구매할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0008] 다만, 기술적 과제는 상술한 기술적 과제들로 한정되는 것은 아니며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일실시예에 따른 전기차의 동작 방법은 복수의 에너지 저장 장치들(Energy Storage Systems, ESSs) 중 상기 전기차의 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신하는 단계; 및 상기 ESS 정보, 상기 전기차에 포함된 배터리의 현재 SOC(State of Charge) 및 현재 SOC에 따른 주행 가능 거리에 기초하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 단계를 포함하고, 상기 결정하는 단계는 상기 현재 SOC가 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우에 응답하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 배터리에 저장된 에너지를 판매할 상기 타겟 에너지 저장 장치를 결정할 수 있다.
- [0010] 상기 ESS 정보는 상기 복수의 에너지 저장 장치들 각각에 대한 (i)현재 저장된 에너지량 및 (ii)현재 저장된 에너지량에 연동하여 결정된 단위 용량 별 가격을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 결정하는 단계는 상기 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 최소 SOC 이하인 경우, 상기 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 판매 가격이 가장 낮은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정할 수 있다.
- [0012] 상기 결정하는 단계는 상기 배터리의 현재 SOC가 상기 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우, 상기 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 구매 가격이 가장 높은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정할 수 있다.
- [0013] 상기 결정하는 단계는 상기 타겟 에너지 저장 장치에서의 에너지 매매량 및 에너지 매매 시점에 대한 정보를 추가적으로 제공할 수 있다.
- [0014] 상기 수신하는 단계는 사용자의 주행 목적에 따라 상이한 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일실시예에 따른 전기차에 있어서, 하나 이상의 프로세서; 및 상기 프로세서에 의해 실행되는 프로그램을 로드(load)하거나 저장하는 메모리를 포함하되, 상기 프로그램은 복수의 에너지 저장 장치들(Energy Storage Systems, ESSs) 중 상기 전기차의 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신하는 동작 및 상기 ESS 정보, 상기 전기차에 포함된 배터리의 현재 SOC(State of Charge) 및 현재 SOC에 따른 주행 가능 거리에 기초하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 동작을 수행하도록 하는 인스트럭션들을 포함하고, 상기 프로세서는 상기 현재 SOC가 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우에 응답하여, 상기 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 배터리에 저장된 에너지를 판매할 상기 타겟 에너지 저장 장치를 결정할 수 있다.
- [0016] 상기 ESS 정보는 상기 복수의 에너지 저장 장치들 각각에 대한 (i)현재 저장된 에너지량 및 (ii)현재 저장된 에너지량에 연동하여 결정된 단위 용량 별 가격을 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 프로세서는 상기 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 최소 SOC 이하인 경우, 상기 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 판매 가격이 가장 낮은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정할 수 있다.
- [0018] 상기 프로세서는 상기 배터리의 현재 SOC가 상기 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우, 상기 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 상기 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 구매 가격이 가장 높은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정할 수 있다.
- [0019] 상기 프로세서는 상기 타겟 에너지 저장 장치에서의 에너지 매매량 및 에너지 매매 시점에 대한 정보를 추가적으로 제공할 수 있다.
- [0020] 상기 프로세서는 사용자의 주행 목적에 따라 상이한 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 일실시예에 의하면, 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보, 전기차에 포함된 배터리의 현재 SOC(State of Charge) 및 현재 SOC에 따른 주행 가능 거리에 기초하여, 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정할 수 있다.

- [0022] 보다 구체적으로 본 발명의 일실시예에 의하면, 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우, 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지를 판매할 타겟 에너지 저장 장치를 결정할 수 있다.
- [0023] 또는, 본 발명의 일실시예에 의하면, 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 최소 SOC 이하인 경우, 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지를 구매할 타겟 에너지 저장 장치를 결정할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일실시예에 의하면, 에너지 저장 장치들과의 에너지 교환을 통해 전기차의 구동을 위한 에너지 구입 비용을 최소화할 수 있으며, V2G(Vehicle-to-Grid) 시스템의 에너지 분포를 안정화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 V2G 시스템을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 V2G 시스템의 모델링 방법을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 전기차의 구성도를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 전기차의 에너지 매매 의사 결정 전략과 기존의 에너지 매매 결정 전략을 사용할 때 한 대의 전기차가 주행 중에 지불하게 되는 총 비용을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 V2G 시스템에서 전기차의 에너지 교환 의사 결정 전략에 따른 1년 동안의 저장된 에너지 분포의 표준편차 평균을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0027] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0028] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0029] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0031] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 V2G 시스템을 나타낸 도면이다.
- [0034] 도 1을 참고하면, 본 발명에서 제공하는 V2G 시스템(100)은 임의로 분산 배치된 하나 이상의 에너지 저장 장치

(110)들과 도로를 주행하며 에너지 저장 장치(110)들과의 에너지 교환을 수행하는 하나 이상의 전기차(120)들로 구성될 수 있다.

[0035] 먼저, 에너지 저장 장치(110)는 발전소를 통해 생산되는 에너지를 전달받으며, V2G 시스템(100)을 구성하는 전기차(120)들의 에너지 매매 의사에 기반하여 전기차(120)들과의 에너지 교환을 수행할 수 있다. V2G 시스템(100)을 구성하는 하나 이상의 에너지 저장 장치(110)들 각각은 저장중인 에너지량이 서로 다를 수 있으며, 저장중인 에너지량에 연동하여 에너지 매매 가격을 책정할 수 있다.

[0036] 이때, 에너지 저장 장치(110)가 전기차(120)와 교환하는 에너지량은 V2G 시스템(100)에 유입되는 전기차(120)의 분포 및 전기차(120)의 에너지 매매 의사에 따라 달라질 수 있다. 에너지 저장 장치(110)의 입장에서 일정 시간 동안 교환하는 에너지량이 유입된 전기차의 수에 따라 달라질 수 있으며, 에너지 저장 장치(110)에 유입되는 전기차의 수에 따라 에너지 저장 장치(110)가 유입된 전기차들과 교환하게 되는 총 에너지량이 달라질 수 있다.

[0037] 예를 들어 한 개의 에너지 저장 장치에 10의 에너지를 교환하고자 하는 전기차가 10대가 들어오는 경우와 1대만 들어오는 경우 해당 에너지 저장 장치의 입장에서 교환하는 에너지량이 100 혹은 10으로 달라질 수 있다.

[0038] 전기차(120)는 V2G 시스템(100)을 구성하는 에너지 저장 장치(110)들 중 이동 경로 상에 존재하는 에너지 저장 장치(110)들의 ESS 정보를 공유 받을 수 있다. 이때, 공유 받은 ESS 정보는 에너지 저장 장치(110)들 각각에 대하여 저장중인 에너지량 및 저장중인 에너지량에 연동하여 책정된 단위 용량 별 에너지 매매 가격을 포함할 수 있다.

[0039] 전기차(120)는 이와 같이 공유 받은 ESS 정보를 기반으로 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 선택하고, 선택된 타겟 에너지 저장 장치와의 에너지 교환을 위한 최적의 에너지 매매 시점 및 에너지 매매량을 결정할 수 있다.

[0041] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 V2G 시스템의 모델링 방법을 나타낸 도면이다.

[0042] 단계(S110)에서, 본 발명은 V2G 시스템을 구성하는 에너지 저장 장치의 에너지량을 모델링할 수 있다. 에너지 저장 시스템은 전기차의 이동 경로에 총 n 개가 위치할 수 있으며, 각각의 에너지 저장 장치는 균등한 시간 간격으로 하루 동안 총 T 번 저장중인 에너지량을 공유할 수 있다.

[0043] 이때, 에너지 저장 장치에 저장되는 에너지는 발전소에서 생성되어 전송된 에너지와 V2G 시스템을 구성하는 전기차와의 양방향 에너지 교환으로 인한 구매 혹은 판매되는 에너지로 구분될 수 있다.

[0044] 발전소를 통해 $t(t = 1, \dots, T)$ 번째 시간 간격에서 $i(i = 1, \dots, m)$ 번째 에너지 저장 장치에 전송된 에너지량을 $E_i^G(t)$, i 번째 에너지 저장 장치가 l 번째 시간 간격에서 전기차로부터 구매한 에너지량을 $E_i^g(t)$, 전기차에 판매한 에너지량을 $E_i^S(t)$ 라고 했을 때, l 번째 시간 간격에서 i 번째 에너지 저장 장치에 저장중인 에너지량 $E_i(t)$ 는 아래의 식 1과 같이 표현될 수 있다.

[0045] <식 1>

$$E_i(t) = E_i^G(t) + E_i^g(t) - E_i^S(t) + E_i(t-1)$$

[0047] 단계(S120)에서, 본 발명은 V2G 시스템을 구성하는 전기차의 유입량과 에너지 매매 의사를 모델링할 수 있다. 하나의 에너지 저장 장치에 l 번째 시간 간격 동안 접근하는 전기차의 수를 $N(t)$ 라 하면, 본 발명은 $N(t)$ 를 포아송(Poisson) 확률 변수로 볼 수 있다. 그러면, 기댓값 λ 에 대하여 $N(t) = n$ 인 확률 질량 함수는 아래의 식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0048] <식 2>

$$P_{N(t)}(n) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}$$

[0049]

[0050] 상기의 식 2를 통해 모델링 되어 V2G 시스템에 유입된 전기차는 추후에 제시될 식 3을 기반으로 에너지 매매 의사 결정을 내릴 수 있으며, 식 8을 기반으로 최적화 문제를 해결하여 비용 최소화를 달성할 수 있다.

[0051] 본 발명에서 전기차는 이동 경로에 위치한 에너지 저장 장치의 에너지양에 대한 정보를 실시간으로 수집 가능하며 실시간 예측이 가능하다고 가정한다. 전기차의 에너지 매매 의사를 결정하기 위해 V2G 시스템에서 수집 가능한 전기차의 주요 데이터 특성은 아래의 표 1과 같을 수 있다.

[0052] [표 1]

Feature	Unit
High Voltage Battery Voltage	V
High Voltage Battery Current	A
Current SOC	%
Target SOC	%
Charger Connection Time	Date Time
Charger Release Time	Date Time
Charger Completion Time	Date Time
Battery Capacity	kWh
Vehicle Speed	Km/h

[0053]

[0054] 본 발명은 전기차의 주요 데이터 특성 중 현재 SOC(Current SOC)와 목표 SOC(Target SOC)를 기반으로 전기차의 배터리에 저장된 에너지양에 기초하여 전기차가 에너지 매매 의사 결정을 한다고 가정한다.

[0055] $j(j = 1, \dots, p)$ 번째 전기차가 미리 설정한 충전 완료 SOC에 대응하는 목표 SOC, 충전 결정SOC에 대응하는 최소 SOC 및 i 번째 시간 간격에서의 현재 SOC에서 전기차의 배터리에 저장된 에너지양을 각각 θ_i^t , θ_j^m , $\theta_j(t)$ 라고 정의하자.

[0056] 이때, 일반적인 전기차의 에너지 매매 의사 결정 전략에 따르면, 전기차는 θ_j^m 보다 $\theta_j(t)$ 가 작거나 같을 경우, 에너지 저장 장치에서 에너지를 구매하여 배터리를 충전할 수 있다. 이와는 달리 전기차는 θ_i^t 보다 $\theta_j(t)$ 가 큰 경우, 배터리에 저장된 에너지를 에너지 저장 장치에 판매할 수 있다.

[0057] 따라서, 일반적인 전기차의 에너지 매매 의사 결정 전략에 따를 때, i 번째 시간 간격에서 j 번째 전기차의 에너지 매매 의사 결정 $\alpha_j(t)$ 는 아래의 식 3과 같이 표현될 수 있다.

[0058] <식 3>

$$\alpha_j(t) = \begin{cases} 0, & \theta_j(t) \leq \theta_j^m \\ 1, & \theta_j(t) > \theta_j^t \end{cases}$$

[0060] 이때, ℓ 번째 시간 간격 동안 i 번째 에너지 저장 장치에 접근한 다수의 전기차가 판매한 에너지 총량과 구매한 에너지 총량은 각각 식 1에서의 $E_i^g(t)$ 및 $E_i^s(t)$ 와 같다.

[0061] 단계(S130)에서, 본 발명은 전기차의 에너지 매매 최적 의사 결정을 모델링할 수 있다. 본 발명에서 에너지 저장 장치의 에너지 매매 가격은 현재 저장중인 에너지양에 반비례하도록 설정된다고 가정한다. 전기차의 에너지 매매 의사 결정은 어느 시점에 어느 위치의 에너지 저장 장치에서 구매 또는 판매할 에너지양을 결정하는 것이다. 이때, 전기차의 에너지 매매 의사 결정은 이동 경로에 위치한 에너지 저장 장치의 에너지양을 고려하여 전기차의 구동을 위한 에너지 구입 비용을 최소화하는 것을 목적으로 한다.

[0062] i 번째 에너지 저장 장치의 단위 용량 별 가격을 k_i 라 할 때, ℓ 번째 시간 간격에서 i 번째 에너지 저장 장치의 에너지 가격은 $k_i/E_i(t)$ 로 정의된다. j 번째 전기차는 ℓ 번째 시간 간격 동안 i 번째 에너지 저장 장치에서 에너지를 구매 혹은 판매하며, 구매 혹은 판매하는 에너지양을 $E_{v_{i,j}}(t)$ 라 하자. 그러면, 전기차의 구동을 위한 에너지의 총 구입 비용 C_{vj} 는 아래의 식 4와 같이 표현될 수 있다.

[0063] <식 4>

$$C_{vj} = \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{E_i(t)} \cdot (-1)^{\alpha_j(t)} E_{v_{i,j}}(t)$$

[0065] 이때, j 번째 전기차가 i 번째 에너지 저장 장치에서 충전한 에너지양인 $E_{v_{i,j}}(t)$ 의 총합은 θ_j^t 보다 크거나 같아야 하므로 아래의 식 5와 같이 표현할 수 있다.

[0066] <식 5>

$$\sum_{i=1}^n E_{v_{i,j}}(t) \geq \theta_j^t - \theta_j(t)$$

[0068] 반대로 j 번째 전기차가 i 번째 에너지 저장 장치에 에너지를 판매한 경우, 배터리에 남아있는 에너지양은 전기차가 설정한 목적 SOC에서의 에너지양을 초과할 수 없으므로 아래의 식 6과 같이 표현될 수 있다.

[0069] <식 6>

$$-\sum_{i=1}^n E_{v_{i,j}}(t) \leq \theta_j^t - \theta_j(t)$$

[0071] 상기의 식 5와 식 6은 식 3을 기반으로 아래의 식 7과 같이 표현될 수 있다.

[0072] <식 7>

$$\sum_{i=1}^n (-1)^{\alpha_j(t)} E_{v_{i,j}}(t) \geq \theta_j^t - \theta_j(t)$$

[0074] 본 발명은 목적함수와 제한조건이 모두 선형이기 때문에 전기차의 에너지 구입 비용을 최소화하는 에너지 매매 의사 결정을 위한 최적화 문제의 해법으로 선형 계획법(Linear programming)을 사용할 수 있다. 선형 계획법은

계산 복잡도가 낮다는 장점이 있어 시간에 민감한 차량 네트워크의 요구를 충족할 수 있다.

[0075] 따라서, 본 발명은 선형 계획법 기반의 최적화 문제를 아래의 식 8과 같이 정의할 수 있다.

[0076] <식 8>

$$\text{minimize } C_{v_j}, \quad \text{subject to } \sum_{i=1}^n (-1)^{\alpha_j(t)} E_{v_{i,j}}(t) \geq \theta_j^t - \theta_j(t)$$

[0078] 본 발명은 상기의 식 8에 따른 최적화 문제를 해결함으로써 전기차의 구동을 위한 에너지의 총 구입 비용 C_{v_j} 를 최소화할 수 있으며, 식 4를 기반으로 i 번째 전기차의 최적 에너지 매매 위치인 i 번째 에너지 저장 장치와 에너지 매매량 $E_{v_{i,j}}(t)$, 최적 에너지 구매 시점 t 를 찾아낼 수 있다.

[0080] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 전기차의 구성도를 도시한 도면이다.

[0081] 도 3에 도시된 바와 같이, 전기차(300)는 하나 이상의 프로세서(310), 프로세서(310)에 의하여 수행되는 프로그램(330)을 로드(load)하거나 저장하는 메모리(320)를 포함할 수 있다. 도 3의 전기차(300)에 포함된 구성 요소는 일례에 불과하고, 본 발명이 속한 기술분야의 통상의 기술자라면 도 3에 도시된 구성 요소들 외에 다른 범용적인 구성 요소들이 더 포함될 수 있음을 알 수 있다.

[0082] 프로세서(310)는 전기차(300)의 각 구성의 전반적인 동작을 제어한다. 프로세서(310)는 CPU(Central Processing Unit), MPU(Micro Processor Unit), MCU(Micro Controller Unit), GPU(Graphic Processing Unit), NPU(Neural Processing Unit), DSP(Digital Signal Processor) 또는 본 발명의 기술 분야에 잘 알려진 임의의 형태의 프로세서 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(310)는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 방법/동작을 실행하기 위한 적어도 하나의 애플리케이션 또는 프로그램에 대한 연산을 수행할 수 있다. 전기차(300)는 하나 이상의 프로세서를 구비할 수 있다.

[0083] 메모리(320)는 전기차(300)에 포함된 구성요소(예: 프로세서(310))에 의해 사용되는 다양한 데이터, 명령 및 정보 중 하나 또는 둘 이상의 조합을 저장한다. 메모리(320)는 휘발성 메모리 및/또는 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다.

[0084] 프로그램(330)은 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 방법/동작들이 구현된 하나 이상의 동작(action)들을 포함할 수 있으며, 메모리(320)에 소프트웨어 형태로 저장될 수 있다. 여기서, 동작은 프로그램(330)에서 실현되는 명령어에 대응한다. 예를 들어, 프로그램(330)은 복수의 에너지 저장 장치들(Energy Storage Systems, ESSs) 중 전기차의 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들에 대한 ESS 정보를 수신하는 동작 및 ESS 정보, 전기차에 포함된 배터리의 현재 SOC(State of Charge) 및 현재 SOC에 따른 주행 가능 거리에 기초하여, 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치를 결정하는 동작을 수행하도록 하는 인스트럭션들을 포함할 수 있다.

[0085] 프로그램(330)이 메모리(320)에 로드 되면, 프로세서(310)는 프로그램(330)을 구현하기 위한 복수의 동작들을 실행시킴으로써 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 방법/동작들을 수행할 수 있다. 일례로, 프로세서(310)는 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 최소 SOC 이하인 경우, 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 판매 가격이 가장 낮은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정할 수 있다.

[0086] 다른 일례로, 프로세서(310)는 배터리의 현재 SOC가 미리 정해진 목표 SOC를 초과하는 경우, 이동 경로 상에 존재하는 하나 이상의 에너지 저장 장치들 중 주행 가능 거리 내에서 단위 용량 별 구매 가격이 가장 높은 에너지 저장 장치를 에너지 교환을 수행할 타겟 에너지 저장 장치로 결정할 수 있다.

[0087] 한편, 프로세서(310)는 사용자의 주행 목적에 따라 상이한 이동 경로를 설정할 수 있으며, 설정된 이동 경로에서 전기차의 에너지 구입 비용을 최소화하는 에너지 매매 의사를 결정할 수 있다. 예를 들어, 사용자의 주행 목적이 목적지까지의 빠른 도착인 경우, 프로세서(310)는 목적지까지 설정 가능한 이동 경로들 중 최단 시간이 걸리는 제1 이동 경로를 설정하고, 설정된 제1 이동 경로 상의 에너지 저장 장치들을 대상으로 에너지 교환을 수

행할 수 있다.

- [0088] 이와는 달리 사용자의 주행 목적이 이윤 추구인 경우, 프로세서(310)는 목적지까지 설정 가능한 이동 경로들 중 에너지 매매를 통해 최대 이윤을 획득할 수 있는 제2 이동 경로를 설정하고, 설정된 제2 이동 경로 상의 에너지 저장 장치들을 대상으로 에너지 교환을 수행할 수 있다.
- [0089] 프로그램(330)의 실행 화면은 디스플레이(340)을 통해 표시될 수 있다. 도 3의 경우, 디스플레이(340)는 전기차(300)와 연결되는 별도의 장치로 표현되나, 스마트폰, 태블릿 등 사용자가 휴대할 수 있는 단말기와 같은 전기차(300)의 경우 디스플레이(340)가 전기차(300)의 구성 요소로 될 수 있다. 디스플레이(340)에 표현되는 화면은 프로그램에 정보를 입력하기 전이나 프로그램의 실행 결과일 수 있다.
- [0091] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 전기차의 에너지 매매 의사 결정 전략과 기존의 에너지 매매 결정 전략을 사용할 때 한 대의 전기차가 주행 중에 지불하게 되는 총 비용을 나타낸 도면이다.
- [0092] 도 4를 참고하면, 본 발명에서 제안한 전기차의 에너지 매매 의사 결정 전략을 사용하였을 때 전기차의 총 비용이 기존의 에너지 매매 의사 결정 전략보다 낮아짐을 실험적으로 확인할 수 있다. 해당 실험에서는 3개의 에너지 저장 장치에 대해 단위 용량의 가격을 모두 1($k_i = 1, = 1, 2, 3$)이라 가정한다.
- [0093] 에너지 판매에 있어 기존의 에너지 매매 의사 결정 전략을 사용할 때와 본 발명에서 제안하는 에너지 매매 의사 결정 전략을 사용할 때 모두 전기차의 판매 이득이 2.03인 것을 확인할 수 있다. 에너지 구입에서 기존의 에너지 매매 의사 결정 전략을 사용하면 평균 2.80, 최소 1.24, 최대 7.52의 비용을 지불하는 것을 확인할 수 있으며, 본 발명에서 제안하는 에너지 매매 의사 결정 전략을 따르게 되면 평균 1.55, 최소 1.24, 최대 2.35의 비용을 지불하는 것을 확인할 수 있다.
- [0094] 즉, 본 발명에서 제안하는 에너지 매매 의사 결정 전략이 기존의 에너지 매매 의사 결정 전략에 비해 전기차의 에너지 구매 비용을 평균 44.55%, 최대 68.81% 줄일 수 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0095] 또한, 본 발명에서 제안하는 에너지 매매 의사 결정 전략을 통해 전기차의 주행 중 지불하게 되는 총 비용은 5.73이고, 기존의 에너지 매매 의사 결정 전략을 통한 총 비용은 11.96로 본 발명에서 제안하는 에너지 매매 의사 결정 전략이 기존의 에너지 매매 의사 결정 전략에 비해 약 52.11%의 비용 절감이 가능하다는 것을 확인할 수 있다.
- [0096] 아래의 표 2는 V2G 시스템에서 전기차의 에너지 교환 의사 결정 전략에 따른 1년 동안의 저장된 에너지 분포의 표준편차를 나타낸다.

[0097] [표 2]

Standard Deviation		Month											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mean	Conventional Strategy	946	852	842	938	826	940	807	803	788	815	824	789
	Proposed Strategy	936	849	839	935	823	937	804	800	784	812	821	786
	Decrement Rate	-1.057	-0.352	-0.356	-0.320	-0.363	-0.319	-0.372	-0.374	-0.508	-0.368	-0.364	-0.380
Max	Conventional Strategy	1729	1783	1486	2397	1357	1429	1424	1208	1336	1420	1757	1287
	Proposed Strategy	1728	1781	1481	2394	1356	1429	1423	1205	1332	1420	1754	1285
	Decrement Rate	-0.058	-0.112	-0.336	-0.125	-0.074	0.000	-0.070	-0.248	-0.299	0.000	-0.171	-0.155
Min	Conventional Strategy	439	385	383	545	141	453	367	345	301	565	243	281
	Proposed Strategy	435	385	381	543	139	449	365	344	298	562	243	280
	Decrement Rate	-0.911	0.000	-0.522	-0.367	-1.418	-0.883	-0.545	-0.290	-0.997	-0.531	0.000	-0.356

[0098]

[0099]

표 2를 참고하면, 본 발명에서 제안한 전기차의 에너지 매매 의사 결정 전략을 사용하였을 때 기존의 에너지 매매 의사 결정 전략을 사용한 것보다 에너지 분포의 표준편차 평균은 최대 1.06%, 최소 0.32% 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 그 결과는 도 5의 그래프를 통해서도 뚜렷이 알 수 있다. 또한, 표 2를 참고하면, 표준편차 최댓값은 최대 0.34%, 표준편차 최솟값은 최대 1.42% 감소하는 것을 확인할 수 있다.

[0100]

따라서 본 발명에서 제안한 전기차의 에너지 매매 의사 결정 전략이 전기차의 비용을 최소화할 뿐만 아니라 V2G 시스템을 구성하는 에너지 그리드를 안정화 할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0101]

이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0102]

소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치로 저장될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0103]

실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 저장할 수 있으며 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록

매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0104] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0105] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0106] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

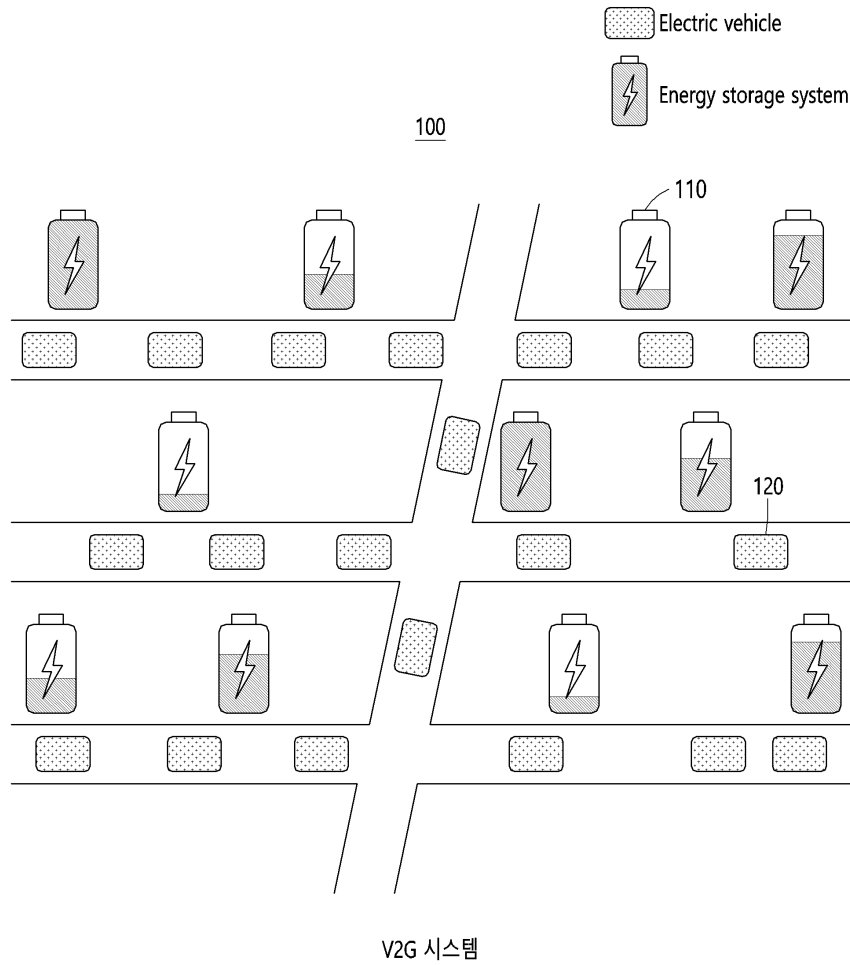
[0107] 100 : V2G 시스템

110 : 에너지 저장 장치

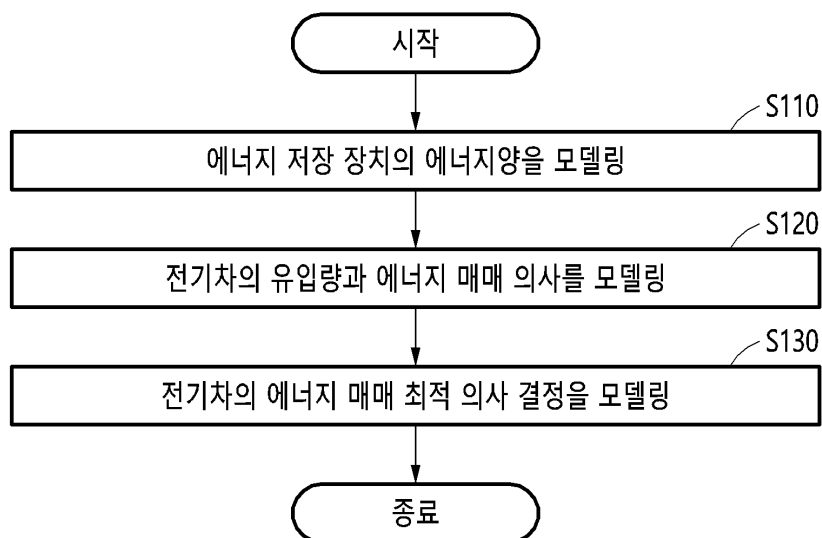
120 : 전기차

도면

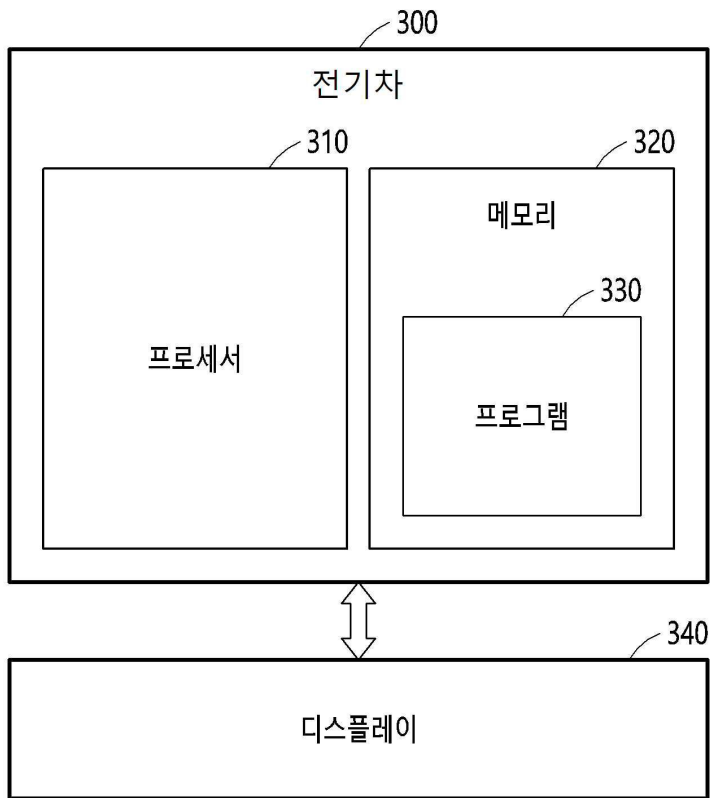
도면1



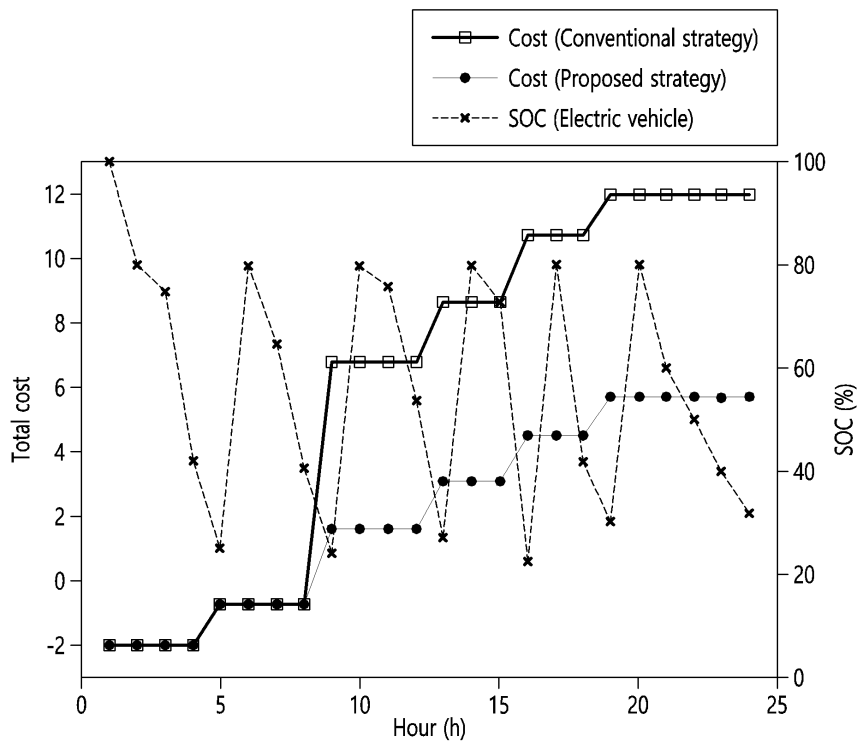
도면2



도면3



도면4



도면5

