



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월01일

(11) 등록번호 10-2827735

(24) 등록일자 2025년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02J 3/38 (2022.01) G06Q 50/06 (2024.01)

H02J 3/00 (2006.01) H02J 3/14 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02J 3/381 (2023.08)

G06Q 50/06 (2024.01)

(21) 출원번호 10-2024-0130787

(22) 출원일자 2024년09월26일

심사청구일자 2024년09월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP2022170429 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

허연숙

서울특별시 성북구 고려대로17가길 64, 102동 502호 (안암동1가, 래미안 안암)

조지현

경기도 김포시 고촌읍 태리로 137

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인남춘

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 박성민

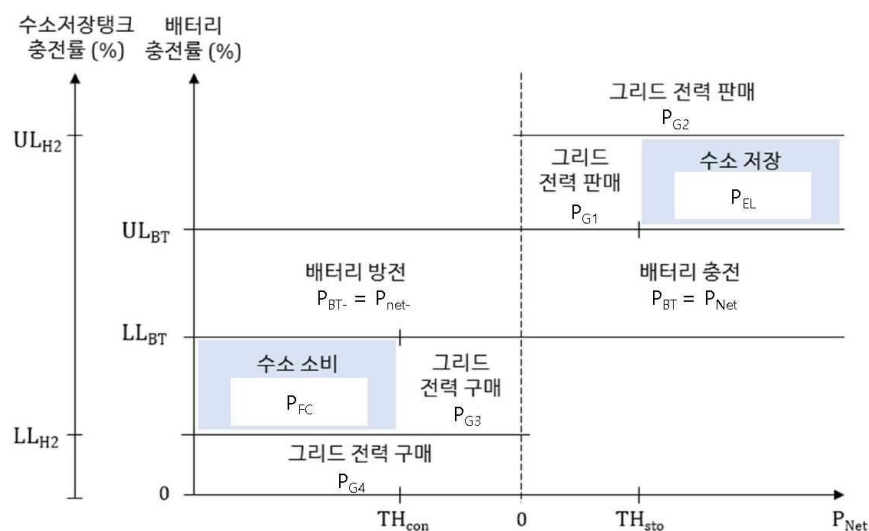
(54) 발명의 명칭 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템

(57) 요약

본 발명은 신재생 에너지의 동적 전력 과닐 시스템에 관한 것으로, 배터리 장치와; 신재생 에너지원으로 전력을 생산하여 전력 부하에 공급하는 신재생 에너지 장치와; 수소를 저장되는 수소 저장 탱크와; 상기 수소 저장 탱크에 저장된 수소를 이용하여 전력을 생산하거나, 전력을 이용하여 수소를 생성하여 상기 수소 저장 탱크에 저장하는 수소 에너지 장치와; 상기 신재생 에너지 장치의 잉여 전력으로 기 설정된 동적 전력 운영 규칙에 따라 상기 배터리 장치의 충전, 그리드로의 판매, 상기 수소 에너지 장치의 수소 생산 및 상기 그리드로의 판매의 순으로 상기 잉여 전력을 운용하는 전력 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이를 통해, 전력 부하의 전력 소비량의 변화, 신재생 에너지 장치의 간헐성에 따른 전력 생산량의 변화 등에 능동적으로 대응하면서도 에너지 자립성 및 그리드 안정성을 확보할 수 있다.

대 표 도 - 도3



- (52) CPC특허분류

H02J 3/008 (2023.08)

H02J 3/144 (2023.08)

H02J 3/32 (2023.08)

H02J 2300/20 (2023.08)

H02J 2300/30 (2023.08)

H02J 2310/58 (2020.01)

H02J 2310/64 (2020.01)

Y02E 60/36 (2020.08)

Y02E 60/50 (2020.08)
- (56) 선행기술조사문헌

JP2023009101 A*

JP2021191165 A

JP2016052156 A

JP2019170102 A

JP2021145483 A

KR1020170079184 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (72) 발명자

고재현

경기도 안산시 단원구 안산천남로 211, 110동 1801호 (고잔동, 보네르빌리지)

신승호

인천광역시 연수구 컨벤시아대로42번길 61, 802동 1904호 (송도동, 송도 더샵 그린애비뉴 8단지)

홍탁의

인천광역시 서구 비즈니스로28번길 13, 561동 702호 (청라동, 청라 디 이스트)

- 이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

1711187805

과제번호

2020R1A5A1018153

부처명

과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명

한국연구재단

연구사업명

선도연구센터지원사업

연구과제명

플러스에너지빌딩 혁신기술 연구센터

과제수행기관명

고려대학교

연구기간

2024.03.01 ~ 2025.02.28

- 이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

2610000200

과제번호

RS-2024-00409953

부처명

국토교통부

과제관리(전문)기관명

국토교통과학기술진흥원

연구사업명

협력거점형 국토교통 국제협력 연구개발 사업(R&D)

연구과제명

넷제로 에너지 달성을 위한 건물 커뮤니티용 데이터 기반 신재생에너지 설계 및 운

영 최적화 응용기술 개발

과제수행기관명

고려대학교 산학협력단

연구기간

2024.07.01 ~ 2025.03.31
- 2 -

명세서

청구범위

청구항 1

배터리 장치와;

신재생 에너지원으로 전력을 생산하여 전력 부하에 공급하는 신재생 에너지 장치와;

수소를 저장되는 수소 저장 탱크와;

상기 수소 저장 탱크에 저장된 수소를 이용하여 전력을 생산하거나, 전력을 이용하여 수소를 생성하여 상기 수소 저장 탱크에 저장하는 수소 에너지 장치와;

상기 신재생 에너지 장치의 잉여 전력으로 기 설정된 동적 전력 운영 규칙에 따라 상기 배터리 장치의 충전, 그리드로의 판매, 상기 수소 에너지 장치의 수소 생산 및 상기 그리드로의 판매의 순으로 상기 잉여 전력을 운용하는 전력 제어부를 포함하고,

상기 전력 제어부는

상기 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 배터리 최대 충전율까지 상기 배터리 장치를 충전하고;

상기 배터리 최대 충전율까지 상기 배터리 장치를 충전한 이후에 잔존하는 1차 잔존 잉여 전력이 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 저장 임계값 이하인 경우, 상기 1차 잔존 잉여 전력을 상기 그리드로 판매하고;

상기 1차 잔존 잉여 전력이 상기 저장 임계값을 초과하는 경우, 상기 1차 잔존 잉여 전력을 상기 저장 임계값까지 상기 그리드로 판매하고;

상기 저장 임계값까지 상기 그리드로 판매한 이후에 잔존하는 2차 잔존 잉여 전력으로 상기 수소 에너지 장치가 수소를 생산하여 상기 수소 저장 탱크에 저장하도록 제어하고;

상기 2차 잔존 잉여 전력으로 생산된 수소로 상기 수소 저장 탱크를 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 수소 최대 충전율까지 충전하고;

상기 수소 최대 충전율까지 상기 수소 저장 탱크를 충전한 이후의 잔존하는 3차 잔존 잉여 전력을 상기 그리드로 판매하는 것을 특징으로 하는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전력 제어부는

상기 신재생 에너지 장치에 의해 생산된 전력을 기준으로 상기 전력 부하로 공급될 전력에 부족 전력이 발생하는 경우, 상기 동적 전력 운영 규칙에 따라 상기 배터리 장치의 방전, 상기 그리드로부터의 전력 구매, 상기 수소 저장 탱크의 수소 소비를 통한 전력 생산 및 상기 그리드로부터의 전력 구매의 순으로 상기 부족 전력을 충당하는 것을 특징으로 하는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전력 제어부는

상기 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 배터리 최소 충전율까지 상기 배터리 장치를 방전시켜 상기 전력 부하에 공급하고;

상기 배터리 최소 충전율까지 상기 배터리 장치를 방전시킨 이후에 부족한 1차 추가 부족 전력이 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 소비 임계값 이하인 경우, 상기 1차 추가 부족 전력을 상기 그리드로 판매하는 것을 특징으로 하는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전력 제어부는

상기 1차 추가 부족 전력이 상기 소비 임계값을 초과하는 경우, 상기 1차 추가 부족 전력을 상기 소비 임계값까지 상기 그리드로부터 구매하고;

상기 소비 임계값까지 상기 그리드로부터 구매한 이후에 부족한 2차 추가 부족 전력을 상기 수소 에너지 장치가 상기 수소 저장 탱크의 수소를 이용하여 생산하도록 상기 수소 에너지 장치를 제어하는 것을 특징으로 하는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전력 제어부는

상기 2차 추가 부족 전력의 생산 과정에서 상기 수소 저장 탱크 내의 수소가 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 수소 최소 충전율 이하로 내려가는 경우, 추가적으로 부족한 3차 잔존 잉여 전력을 상기 그리드로부터 구매하는 것을 특징으로 하는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 배터리 장치, 신재생 에너지 장치 및 수소 에너지 장치를 갖는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 전력 수요의 급증에 따라 전력 인프라의 확충이 매우 중요한 문제로 부각되고 있다. 전력 수요의 증가는 전기를 사용하는 가정용 생활기기의 증가와 함께 상가, 공장용 전력부하의 증가에 따른 것이다. 이러한 전력수요의 경우 특정 계절, 특정 시간대에 사용되는 전력부하가 급격하게 증가하면서 상시 대기전력의 부족분을 초래하고, 정전과 같은 사고 발생의 원인이 된다. 이러한 문제의 발생 방지를 위해 전력 인프라를 확충하고 사용을 제한하는 등의 다양한 시도가 이루어지고 있다.

[0003] 상기와 같은 문제를 해소하기 위한 방안의 하나로 태양광, 풍력, 태양열, 파력, 지열발전, 천연의 청정에너지와 같은 신재생 에너지 및 배터리 장치와 같은 에너지 저장장치가 주목받고 있다. 특히, 태양광, 풍력, 태양열은 상대적으로 시설이 단순하고 우리나라 실정에 적합한 면이 있어 설치 및 운영을 국가적으로도 지원하고 있는 실정이다.

[0004] 근래에는 에너지 저장 장치로 배터리 장치 외에 수소 에너지 장치를 함께 활용하는 방안이 제안되고 있다. 수소 에너지 장치는 수소를 이용하여 전력을 생성하는 연료 전지와, 전력을 사용하여 수소를 생성하고 이를 수소 탱크에 저장하는 수전해 장치로 구성된다.

[0005] 이와 같이, 신재생 에너지 장치, 배터리 장치, 수소 에너지 장치, 그리고 전력을 수입하거나 수출하는 그리드

(Grid)와의 관계에서, 이를 효과적으로 관리할 수 있는 전력 운용 규칙을 설정하는 것은 전력 효율 측면에서 중요하다.

- [0006] 일 예로 한국등록특허 제10-1833079호에 개시된 '수소로부터 전기 에너지를 생성하고, 전기 에너지로부터 수소를 생성하기 위한 시스템의 동작 관리'에서는 전해조 및 연료전지의 효율적인 운영 가동에 따른 전력 공급 기술을 개시하고 있으며, 수소 저장에 관하여 최대 충전에 초점을 맞춘 기술을 개시하고 있다.
- [0007] 일반적으로 전력 운영 규칙에서는 신재생 에너지 장치에서 생산된 전력을 전력 부하에 공급하고, 잉여 전력을 배터리 장치에 충전하거나 수소 생성에 사용한다. 그리고, 남은 잉여 전력을 그리드로 수출한다.
- [0008] 반면, 신재생 에너지 장치에서 생산되는 전력이 부족한 경우, 부족 전력을 배터리 장치로 충당하거나, 저장된 수소를 이용하여 전력을 생산하고, 또는 그리드로부터 전력을 수입해 온다.
- [0009] 도 1은 종래의 일반적인 전력 운용 규칙을 설명하기 위한 도면이다. 일 예로 신재생 에너지 장치가 태양광 장치 일 때 태양광 발전량(P_{PV})에서 전력 부하(P_{ED})와 전력 소비 기반의 열 공급 시스템의 전력 소비(P_{EH})를 차감하여 순전력(P_{Net})이 산출된다. 여기서, 순전력(P_{Net})이 양수일 경우 잉여 전력이 발생하며, 음수일 경우 전력 부족 상태로 부족 전력이 발생하게 된다.
- [0010] 잉여 전력의 처리에 있어, 즉 순전력(P_{Net})이 양수인 경우, 잉여 전력을 배터리 장치에 저장한다($P_{BT} = P_{Net}$). 배터리 장치의 충전 상태가 배터리 최대 충전율(UL_{BT})에 도달하면, 나머지 잉여 전력($P_{EL} = P_{Net} - P_{BT}$)은 수전해 장치를 이용하여 수소로 생성되어 수소 저장 탱크로 저장된다. 그리고, 수소 저장 탱크의 충전 상태가 최대 저장 수준(UL_{H2})에 도달하면, 나머지 잉여 전력을 그리드에 판매한다($P_G = P_{Net} - P_{BT} - P_{EL}$).
- [0011] 반면, 부족 전력의 경우, 즉 순전력(P_{Net})이 음수인 경우, 먼저 부족 전력을 배터리 장치로부터 공급받는다($P_{BT} = P_{Net}$). 그리고, 배터리 장치의 충전 상태가 배터리 최소 충전율(LL_{BT})에 도달하면, 나머지 부족 전력($P_{FC} = P_{Net} - P_{BT}$)은 연료 전지를 통해 공급받는다. 이 때, 연료 전지는 수소 저장 탱크의 수소를 사용하여 전력을 생산하게 된다. 그리고, 수소 저장 탱크의 충전 상태가 최소 저장 수준(LL_{H2})에 도달하면, 나머지 부족 전력을 그리드로부터 구매한다($P_G = P_{Net} - P_{BT} - P_{FC}$).
- [0012] 그런데, 상기와 같이 단순히 배터리 충전률, 수소 충전율을 기준으로 배터리 충전(방전), 수소 생성(전력 생성), 그리드 판매(구매)의 순으로만 전력을 운영하고 있어, 전력 부하의 전력 소비량의 변화, 신재생 에너지 장치의 간헐성에 따른 전력 생산량의 변화 등에 능동적으로 대응하기 어려운 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 전력 부하의 전력 소비량의 변화, 신재생 에너지 장치의 간헐성에 따른 전력 생산량의 변화 등에 능동적으로 대응하면서도 에너지 자립성 및 그리드 안정성을 확보할 수 있는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적은 본 발명에 따라, 배터리 장치와; 신재생 에너지원으로 전력을 생산하여 전력 부하에 공급하는 신재생 에너지 장치와; 수소를 저장되는 수소 저장 탱크와; 상기 수소 저장 탱크에 저장된 수소를 이용하여 전력을 생산하거나, 전력을 이용하여 수소를 생성하여 상기 수소 저장 탱크에 저장하는 수소 에너지 장치와; 상기 신재생 에너지 장치의 잉여 전력으로 기 설정된 동적 전력 운영 규칙에 따라 상기 배터리 장치의 충전, 그리드로의 판매, 상기 수소 에너지 장치의 수소 생산 및 상기 그리드로의 판매의 순으로 상기 잉여 전력을 운용하는 전력 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템에 의해서 달성된다.
- [0015] 여기서, 상기 전력 제어부는 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 배터리 최대 충전율까지 상기 배터리 장치를 충전하고; 상기 배터리 최대 충전율까지 상기 배터리 장치를 충전한 이후에 잔존하는 1차 잔존 잉여 전력이 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 저장 임계값 이하인 경우, 상기 1차 잔존 잉여 전력을 상기 그리드로 판매할 수 있다.

- [0016] 또한, 상기 전력 제어부는 상기 1차 잔존 잉여 전력이 상기 저장 임계값을 초과하는 경우, 상기 1차 잔존 잉여 전력을 상기 저장 임계값까지 상기 그리드로 판매하고; 상기 저장 임계값까지 상기 그리드로 판매한 이후에 잔존하는 2차 잔존 잉여 전력으로 상기 수소 에너지 장치가 수소를 생산하여 상기 수소 저장 탱크에 저장하도록 제어할 수 있다.
- [0017] 그리고, 상기 전력 제어부는 상기 2차 잔존 잉여 전력으로 생산된 수소로 상기 수소 저장 탱크를 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 수소 최대 충전율까지 충전하고; 상기 수소 최대 충전율까지 상기 수소 저장 탱크를 충전한 이후의 잔존하는 3차 잔존 잉여 전력을 상기 그리드로 판매할 수 있다.
- [0018] 여기서, 상기 전력 제어부는 상기 신재생 에너지 장치에 의해 생산된 전력을 기준으로 상기 전력 부하로 공급될 전력에 부족 전력이 발생하는 경우, 상기 동적 전력 운영 규칙에 따라 상기 배터리 장치의 방전, 상기 그리드로부터의 전력 구매, 상기 수소 저장 탱크의 수소 소비를 통한 전력 생산 및 상기 그리드로부터의 전력 구매의 순으로 상기 부족 전력을 충당할 수 있다.
- [0019] 그리고, 상기 전력 제어부는 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 배터리 최소 충전율까지 상기 배터리 장치를 방전시켜 상기 전력 부하에 공급하고; 상기 배터리 최소 충전율까지 상기 배터리 장치를 방전시킨 이후에 부족한 1차 추가 부족 전력이 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 소비 임계값 이하인 경우, 상기 1차 추가 부족 전력을 상기 그리드로 판매할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 전력 제어부는 상기 1차 추가 부족 전력이 상기 소비 임계값을 초과하는 경우, 상기 1차 추가 부족 전력을 상기 소비 임계값까지 상기 그리드로부터 구매하고; 상기 소비 임계값까지 상기 그리드로부터 구매한 이후에 부족한 2차 추가 부족 전력을 상기 수소 에너지 장치가 상기 수소 저장 탱크의 수소를 이용하여 생산하도록 상기 수소 에너지 장치를 제어할 수 있다.
- [0021] 그리고, 상기 전력 제어부는 상기 2차 추가 부족 전력의 생산 과정에서 상기 수소 저장 탱크 내의 수소가 상기 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 수소 최소 충전율 이하로 내려가는 경우, 추가적으로 부족한 3차 잔존 잉여 전력을 상기 그리드로부터 구매할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 상기와 같은 구성에 따라, 본 발명에 따르면, 전력 부하의 전력 소비량의 변화, 신재생 에너지 장치의 간헐성에 따른 전력 생산량의 변화 등에 능동적으로 대응하면서도 에너지 자립성 및 그리드 안정성을 확보할 수 있는 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 종래의 일반적인 전력 운용 규칙을 설명하기 위한 도면이고,
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템의 구성의 예를 나타낸 도면이고,
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템의 전력 운용 규칙을 설명하기 위한 도면이고,
 도 4 내지 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템의 시뮬레이션 결과를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0025] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은

언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성 요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

- [0026] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템(100)의 구성의 예를 나타낸 도면이다.
- [0028] 도 2를 참조하여 설명하면, 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템(100)은 배터리 장치(110), 신재생 에너지 장치(120), 수소 저장 탱크(130), 수소 에너지 장치(140) 및 전력 제어부(150)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지 장치(120)는 신재생 에너지원으로부터 전력을 생산하여 전력 부하(200)에 공급할 수 있다. 일 실시예로, 신재생 에너지 장치(120)는 태양열 발전 장치, 풍력 발전 장치, 지열 발전 장치 중 어느 하나 또는 복수의 유형으로 구성될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 따른 배터리 장치(110)는 신재생 에너지 장치(120)에 의해 생산된 전력을 이용하여 충전될 수 있다. 그리고, 배터리 장치(110)는 전력 제어부(150)의 제어에 따라 충전된 전력을 전력 부하(200)로 공급할 수 있다. 일 실시예로, 배터리 장치(110)는 리튬이온 배터리로 구성될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 실시예에 따른 수소 저장 탱크(130)는 수소를 저장한다. 여기서, 수소 에너지 장치(140)는 수소 저장 탱크(130)에 저장된 수소를 이용하여 전력을 생산하거나, 신재생 에너지 장치(120)의 전력 등을 이용하여 수소를 생성하고, 이를 수소 저장 탱크(130)에 저장할 수 있다.
- [0032] 일 실시예로, 수소 에너지 장치(140)는 연료 전지(141)와 수전해 장치(142)를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 연료 전지(141)는 수소 저장 탱크(130)에 저장된 수소를 이용하여 전력을 생산한다. 그리고, 수전해 장치(142)는 신재생 에너지 장치(120)의 전력 등을 이용하여 수소를 생성하고, 이를 수소 저장 탱크(130)에 저장할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 따른 전력 제어부(150)는 기 설정된 동적 전력 운영 규칙에 따라 배터리 장치(110), 신재생 에너지 장치(120), 및 수소 에너지 장치(140)를 제어할 수 있다.
- [0034] 일 실시예로, 전력 제어부(150)는 신재생 에너지 장치(120)의 잉여 전력으로 동적 전력 운영 규칙에 따라 배터리 장치(110)의 충전, 그리드(300)로의 판매, 수소 에너지 장치(140)의 수소 생산 및 그리드(300)로의 판매의 순으로 잉여 전력을 운용할 수 있다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템(100)의 전력 운용 규칙을 설명하기 위한 도면이다.
- [0036] 도 3을 참조하여 보다 구체적으로 설명하면, 먼저 신재생 에너지 장치(120)의 전체 발전량(P_{PV})에서 전력 부하(200)(P_{ED})를 차감하여, 순전력(P_{Net})이 산출된다. 본 발명의 실시예에서는 전력 부하(200)(P_{ED})와 함께, 전력 소비 기반의 열 공급 시스템(미도시)의 전력 소비(P_{EH})가 발생하는 것을 예로 한다. 따라서, 순전력은 [수학식 1]과 같이 산출될 수 있다.
- [0037] [수학식 1]
- [0038]
$$P_{Net} = P_{PV} - P_{ED} - P_{EH}$$
- [0039] [수학식 1]에서 순전력(P_{Net})이 양수일 경우 잉여 전력이 발생하며, 음수일 경우 전력 부족 상태로 부족 전력이 발생하게 된다.
- [0040] 본 발명의 동적 전력 운영 규칙은 저장 임계값(TH_{sto})을 포함한다. 저장 임계값(TH_{sto})은 잉여 전력의 발생시 배터리 장치(110)의 충전 후 그리드(300)로의 판매와 수소 저장 여부를 결정하는 값으로 사용된다.

- [0041] 보다 구체적으로 설명하면, 전력 제어부(150)는 잉여 전력이 발생하는 경우, 순전력(P_{Net})이 양수인 경우, 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 배터리 최대 충전율(UL_{BT})까지 잉여 전력으로 배터리를 충전한다.
- [0042] 그리고, 전력 제어부(150)는 배터리 최대 충전율(UL_{BT})까지 배터리를 충전한 이후에 잔존하는 1차 잔존 잉여 전력이 동적 전력 운영 규칙 상의 저장 임계값(TH_{sto}) 이하인 경우, 1차 잔존 잉여 전력을 그리드(300)로 판매한다. 여기서, 그리드(300)로 판매되는 전력(P_{G1}), 즉 1차 잔존 잉여 전력은 [수학식 2]와 같이 나타낼 수 있다.
- [0043] [수학식 2]
- [0044]
$$P_{G1} = P_{Net} - P_{BT}$$
- [0045] 그리고, 전력 제어부(150)는 1차 잔존 잉여 전력이 저장 임계값(TH_{sto})을 초과하는 경우, 즉 배터리 장치(110)를 배터리 최대 충전율(UL_{BT})까지 충전한 후 남은 전력이 저장 임계값(TH_{sto})을 초과하는 경우, 1차 잔존 잉여 전력을 저장 임계값(TH_{sto})까지 그리드(300)로 판매하고, 저장 임계값까지 그리드(300)로 판매한 이후에 잔존하는 2차 잔존 잉여 전력으로 수소 에너지 장치(140)가 수소를 생산하여 수소 저장 탱크(130)에 저장하도록 제어한다.
- [0046] 여기서, 1차 잔존 잉여 전력이 저장 임계값(TH_{sto})을 초과하는 경우, 그리드(300)에 판매되는 전력(P_{G1})과, 수소 생산에 사용되는 전력(P_{EL})은 [수학식 3] 및 [수학식 4]와 같이 나타낼 수 있다.
- [0047] [수학식 3]
- [0048]
$$P_{G1} = TH_{sto}$$
- [0049] [수학식 4]
- [0050]
$$P_{EL} = P_{Net} - P_{BT} - TH_{sto}$$
- [0051] 한편, 전력 제어부(150)는 2차 잔존 잉여 전력으로 생산된 수소로 수소 저장 탱크(130)를 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 수소 최대 충전율(UL_{H2})까지 충전할 수 있다. 그리고, 전력 제어부(150)는 수소 최대 충전율까지 수소 저장 탱크(130)를 충전한 이후의 잔존하는 3차 잔존 잉여 전력을 그리드(300)로 판매하게 된다.
- [0052] 여기서, 3차 잔존 잉여 전력, 즉 2차적으로 그리드(300)로 판매되는 전력(P_{G2})는 [수학식 5]와 같이 나타낼 수 있다.
- [0053] [수학식 5]
- [0054]
$$P_{G2} = P_{Net} - P_{BT} - TH_{sto} - P_{EL}$$
- [0055] 상기와 같이, 저장 임계값(TH_{sto})을 기준으로 그리드(300)로 판매되는 전력의 양을 관리할 수 있다. 예컨대, 저장 임계값(TH_{sto})을 줄이면 그리드(300)로 판매되는 최대 전력의 양이 줄어들어 더 많은 수소를 저장할 수 있다. 수소 저장 탱크(130)의 충전률이 수소 최대 충전율에 도달하면(UL_{H2}), 잉여 전력은 완전히 그리드(300)로 수출된다.
- [0056] 여기서, 상기와 같은 과정은 전력 제어부(150)가 신재생 에너지 장치(120)에서 생산되는 전력의 발생 시점을 기준으로 동작하게 된다. 일 예로, 잉여 전력이 발생한 시점에서 배터리 장치(110)의 충전율이 배터리 최대 충전율(UL_{BT})에 도달해 있는 경우, 배터리 장치(110)의 충전 과정없이 잉여 전력이 저장 임계값(TH_{sto})을 초과하는지 여부에 따라 앞서 설명한 바와 같이, 운영될 수 있다. 이 경우, 위 수학식들에서 P_{BT} 값은 '0'이 되고, 잉여 전력이 동적 전력 운영 규칙에 따라 그리드(300) 판매 및 수소 생성에 사용된다. 이는 수소 저장 탱크(130)의 충전률이 수소 최대 충전율에 도달해 있을 때에도 동일하게 적용된다.
- [0057] 한편, 전력 제어부(150)는 신재생 에너지 장치(120)에 의해 생산된 전력을 기준으로 전력 부하(200)로 공급될 전력에 부족 전력이 발생하는 경우, 동적 전력 운영 규칙에 따라 배터리 장치(110)의 방전, 그리드(300)로부터의 전력 구매, 수소 저장 탱크(130)의 수소 소비를 통한 전력 생산 및 그리드(300)로부터의 전력 구매의 순으로

부족 전력을 충당할 수 있다.

- [0058] 일 실시예로, 본 발명의 동적 전력 운영 규칙은 부족 전력의 발생과 연관되는 소비 임계값(TH_{com})을 포함할 수 있다. 소비 임계값(TH_{com})은 부족 전력의 발생시 배터리 장치(110)의 방전 후 그리드(300)로부터의 구매와 수소를 통한 전력 생성 여부를 결정하는 값으로 사용된다.
- [0059] 보다 구체적으로 설명하면, 전력 제어부(150)는 부족 전력이 발생하는 경우, 즉, 순전력(P_{Net})이 음수인 경우, 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 배터리 최소 충전율(LL_{BT})까지 배터리 장치(110)를 방전시켜 전력을 전력 부하(200)로 공급한다.
- [0060] 그리고, 전력 제어부(150)는 배터리 최소 충전율(LL_{BT})까지 배터리를 방전한 이후에, 부족한 1차 추가 부족 전력이 동적 전력 운영 규칙 상의 소비 임계값(TH_{com}) 이하인 경우, 1차 추가 부족 전력을 그리드(300)로부터 구매하여 전력 부하(200)에 공급한다. 여기서, 그리드(300)로부터 구매되는 전력(P_{G3}), 즉 1차 추가 부족 전력은 [수학식 6]과 같이 나타낼 수 있다.
- [0061] [수학식 6]
- [0062]
$$P_{G3} = P_{Net-} - P_{BT-}$$
- [0063] 그리고, 전력 제어부(150)는 1차 추가 부족 전력이 소비 임계값(TH_{com})을 초과하는 경우, 즉 배터리 장치(110)를 배터리 최소 충전율(LL_{BT})까지 방전한 이후의 부족 전력이 소비 임계값(TH_{com})을 초과하는 경우, 1차 추가 부족 전력을 소비 임계값(TH_{com})까지 그리드(300)로부터 구매하고, 소비 임계값(TH_{com})까지 그리드(300)로부터 구매한 이후에도 부족한 2차 추가 부족 전력의 충당을 위해 수소 에너지 장치(140)의 연료 전지(141)가 수소 저장 탱크(130)의 수소를 이용하여 전력을 생산하도록 제어한다.
- [0064] 여기서, 1차 추가 부족 전력이 소비 임계값(TH_{com})을 초과하는 경우, 그리드(300)로부터 구매되는 전력(P_{G3})과, 수소 에너지 장치(140)의 연료 전지(141)가 생산하는 전력(P_{FC})은 [수학식 7] 및 [수학식 8]과 같이 나타낼 수 있다.
- [0065] [수학식 7]
- [0066]
$$P_{G3} = TH_{com}$$
- [0067] [수학식 8]
- [0068]
$$P_{FL} = P_{Net-} - P_{BT-} - TH_{com}$$
- [0069] 한편, 전력 제어부(150)는 2차 추가 부족 전력의 생산을 위해 수소 저장 탱크(130)의 수소를 사용하는 과정에서 수소 저장 탱크(130)의 충전율이 동적 전력 운영 규칙 상의 기 설정된 수소 최소 충전율(LL_{H2}) 이하로 내려가는 경우, 수소 최소 충전율(LL_{H2})까지 수소 저장 탱크(130)의 수소를 사용한 이후에도 부족한 3차 추가 부족 전력을 그리드(300)로부터 구매하게 된다.
- [0070] 여기서, 3차 추가 부족 전력, 즉 2차적으로 그리드(300)로부터 구매하는 전력(P_{G4})는 [수학식 9]와 같이 나타낼 수 있다.
- [0071] [수학식 9]
- [0072]
$$P_{G4} = P_{Net-} - P_{BT-} - TH_{com} - P_{FL}$$
- [0073] 상기와 같이, 소비 임계값(TH_{com})을 기준으로 그리드(300)로 판매되는 전력의 양을 관리할 수 있다. 예컨대, 저장 임계값(TH_{sto})을 줄이면 그리드(300)로 판매되는 최대 전력의 양이 줄어들어 더 많은 수소를 저장할 수 있다. 수소 저장 탱크(130)의 충전률이 수소 최대 충전율에 도달하면(UL_{H2}), 잉여 전력은 완전히 그리드(300)로 수출된다.
- [0074] 여기서, 상기와 같은 과정은 전력 제어부(150)가 신재생 에너지 장치(120)에서 생산되는 전력의 발생 시점을 기

준으로 동작하게 된다. 일 예로, 부족 전력이 발생한 시점에서 배터리 장치(110)의 충전율이 배터리 최소 충전율(LL_{BT})에 도달해 있거나 그 이하인 경우, 배터리 장치(110)의 방전 과정없이 부족 전력이 소비 임계값(TH_{com})을 초과하는지 여부에 따라 앞서 설명한 바와 같이, 운영될 수 있다.

[0075] 상기와 같이, 저장 임계값(TH_{sto}) 및 소비 임계값(TH_{com})의 적용은 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템(100)과 그리드(300) 간의 상호작용에 중요한 역할을 수행하게 된다. 저장 임계값(TH_{sto})의 조절에 따라 수소의 저장량이 정해지기 때문에, 저장된 수소를 소비하는데 사용되는 소비 임계값(TH_{com})의 적절한 값은 저장 임계값(TH_{sto})에 의존할 수 있다.

[0076] 이하에서는, 도 4 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템(100)이 시뮬레이션 결과에 대해 설명한다. 비교 대상은 도 1에 도시된 규칙을 이용한 시스템이 적용되었다.

[0077] 본 발명의 소비 임계값 및 저장 임계값은 각각 54.1kW 및 31.3 kW로 설정되었다. 그리고, 시뮬레이션에서는 배터리 최대 충전율 및 수소 최대 충전율은 모두 99%로 설정되었으며, 배터리 최소 충전율은 30%, 그리고 수소 저장 탱크(130)의 수소 최소 충전율을 1%로 설정되었다.

[0078] 두 시스템의 시스템 용량은 도 4에 도시된 바와 같다. 여기서, 두 시스템의 시스템 용량의 일부 차이가 나는 부분은 각각의 시스템의 운영을 최적화를 위한 것이다.

[0079] 종래 기술은 에너지 자립률을 높이기 위해 신재생 에너지를 직접 판매하지 않고 수소로 변환하여 저장하는 전략을 취한다. 이 방법은 연간 그리드(300) 판매 전력량을 13.1MWh로 제한하여, 본 발명의 36.2MWh에 비해 상당히 낮은 수치를 보인다. 이러한 전략을 유지하기 위해 종래 기술에서는 수소 저장 탱크(130)의 용량이 본 발명보다 더 크며, 에너지 균등화 비용도 높게 설정된다.

[0080] 반면, 본 발명은 그리드(300) 피크를 줄이기 위해 저장 시스템을 활용하여 저장 임계값까지만 전력을 그리드(300)에 판매하고, 그 이상의 신재생 에너지는 수소로 저장한다. 결과적으로 연간 그리드(300) 판매 전력량은 36.2MWh에 이르지만, 그리드(300) 판매 전력 피크는 저장 임계값과 비슷한 수준을 유지하게 된다.

[0081] 추가적으로, 전력 부하(200)의 부족한 전력을 특정 수준 이하로 유지하여 그리드(300) 구매 전력을 안정적으로 제한하기 위해 저장된 수소를 전력으로 변환하므로, 그리드(300) 구매 전력 피크의 90% 백분위수는 종래 기술의 78.1kW에 비해 상당히 낮은 50.5kW로 나타난다.

[0082] 도 4에서 백분율을 사용한 이유는 전체 시뮬레이션 기간 동안 한 순간이라도 더 높은 값의 피크가 발생하면 해당 값이 전체 그리드(300) 사용 전력을 대표하기 때문에, 백분율수를 사용하여 결과의 차이를 잘 드러내게 하기 위함이다.

[0083] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신재생 에너지의 동적 전력 관리 시스템(100)에서 소비 임계값 및 저장 임계값을 달리하여 시뮬레이션한 시뮬레이션한 결과를 나타낸 표이고, 도 6은 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다.

[0084] 실시예 1의 경우, 에너지 균등화 비용이 100 \$/MWh에 근접하면서 그리드(300) 구매/판매 피크가 최소화된 경우, 배터리 장치(110)를 중심으로 단기 에너지 불일치를 해결하고, 소규모의 수소 에너지 장치(140)를 통해 장기 에너지 불일치를 일부 조정되었음을 확인할 수 있다. 그리드(300) 구매 및 판매 피크는 각각 86.9kW와 87.4kW로, 그리드(300)에서 구매 및 판매하는 전력의 크기를 일부 제한하였으며, 연간 에너지 자립률은 42.3%를 나타냈다.

[0085] 실시예 2의 경우, 에너지 균등화 비용이 150 \$/MWh에 근접하면서 그리드(300) 구매/판매 피크가 최소화된 경우, 보다 큰 용량의 수소 에너지 장치(140)가 도입되어 그리드(300) 판매 및 구매 피크가 각각 31.4kW와 21.3kW만큼 줄어들었다. 이는 각각 35.9%와 24.5%의 감소를 의미하며, 연간 에너지 자립률은 58.4%로 증가하였다.

[0086] 실시예 3의 경우, 에너지 균등화 비용이 200 \$/MWh에 근접하면서 그리드(300) 구매/판매 피크가 최소화된 경우, 큰 용량의 수소 에너지 장치(140)를 적용하여 그리드(300) 판매 및 구매 피크가 실시예 1에 비해 각각 65.8kW와 37.9kW 줄었으며, 이는 각각 75.3%와 43.6%의 감소를 나타낸다. 연간 에너지 자립률은 67.0%에 도달하였다.

[0087] 실시예 4의 경우, 에너지 균등화 비용이 250 \$/MWh에 근접하면서 그리드(300) 구매/판매 피크가 최소화된 경우, 가장 큰 용량의 수소 저장 시스템이 도입되어 그리드(300) 판매 및 구매 피크가 실시예 1에 비해 각각 86.8kW와 42.4kW 줄었다. 이는 각각 99.3% 및 48.8%의 감소를 의미하며, 연간 에너지 자립률은 71.9%를 달성하였다.

[0088] 본 발명은 최적화 방법론과 함께 최적화된 저장 시스템 용량을 기반으로 그리드(300) 구매/판매 피크를 효과적

으로 절감하면서도 전력 부하(200)의 연간 에너지 자립률을 향상시킬 수 있다.

[0089] 본 발명에서는 앞서 설명한 바와 같이, 저장 임계값 및 소비 임계값의 조절을 통해, 동적 전력 관리 시스템(100)의 동적 제어가 가능하게 된다. 이 때, 저장 임계값과 소비 임계값의 조절에 따라 다음과 같은 결과를 예측할 수 있다.

[0090] **높은 저장 임계값 / 높은 소비 임계값**

[0091] 저장 임계값을 넘어서는 잉여 전력은 수소로 변환되고 저장 임계값까지의 전력은 그리드(300)로 판매되기 때문에, 그리드(300) 판매 전력 피크값이 크고, 그리드(300)로 판매되는 전력량이 많아서 상대적으로 적은 양의 수소가 생산된다.

[0092] 또한, 소비 임계값을 넘어서는 부족 전력은 수소로 공급하고 수소 최소 충전율까지의 부족 전력은 그리드(300)에서 구매하기 때문에, 그리드(300) 구매 전력 피크값이 크고, 그리드(300)에서 구매하는 전력이 상대적으로 많아진다. 이때, 소비하려는 수소가 적기 때문에 저장된 수소가 적어도 달성하려는 그리드(300) 구매/판매 피크가 달성될 수 있다. 하지만, 수소 에너지 장치(140)의 활용이 적어서 계절간 에너지 생산-부하 불일치를 적게 해소하기 때문에 낮은 에너지 자립률을 달성하게 된다.

[0093] **높은 저장 임계값 / 낮은 소비 임계값**

[0094] 낮은 소비 임계값은 대부분의 부족 전력을 수소로 공급하고 일부 작은 부족전력을 그리드(300)에서 공급하려 하기 때문에, 많은 양의 수소를 필요로 한다.

[0095] 하지만, 높은 저장 임계값으로 인해 저장된 수소가 적기 때문에 에너지가 부족해지는 겨울 초반에 저장된 수소를 모두 소비하고 모든 부족 전력을 그리드(300)에서 구매하게 된다. 높은 저장 임계값을 통한 조금의 그리드(300) 판매 전력 피크 절감은 가능하지만, 그리드(300) 구매 전력 피크 절감은 달성하기 어려우며, 에너지 자립률도 낮은 수준을 유지하게 된다.

[0096] **낮은 저장 임계값 / 낮은 소비 임계값**

[0097] 낮은 저장 임계값은 여름철 발생하는 잉여 전력의 대부분을 수소로 저장하고 남은 작은 크기의 잉여 전력만 그리드(300)에 판매하여 그리드(300) 판매 피크를 크게 낮추게 된다. 이와 같이 저장된 수소는 낮은 소비 임계값을 통해 겨울철 부족 전력의 일정 부분을 공급하는데 사용된다.

[0098] 낮은 소비 임계값에서 필요로 하는 수소 양을 낮은 저장 임계값을 통해 여름철에 충분히 확보하였다면 낮은 소비 임계값에서 의도하는 수준의 그리드(300) 구매 전력 피크 절감이 가능하다.

[0099] 이 때, 많은 양의 수소를 저장하고 소비하는 과정에서 신재생 에너지를 전력 부하(200) 내에서 생산-소비하였기 때문에 전력 부하(200)의 에너지 자립률은 크게 상승하게 된다. 반면, 낮은 소비 임계값에서 필요로 하는 수소의 양을 설정한 저장 임계값을 통해 확보할 수 없다면, 겨울 후반에 저장된 수소를 모두 소비하여 모든 부족 전력을 그리드(300)에서 구매하는 상황이 발생할 수 있다. 따라서, 적절한 수준의 저장/소비 임계값 설정이 중요하다.

[0100] **낮은 저장 임계값 / 높은 소비 임계값**

[0101] 낮은 저장 임계값으로 여름철에 많은 양의 수소를 저장하고 그리드(300) 판매 전력 피크를 낮출 수 있지만, 높은 소비 임계값은 부족 전력의 대부분을 그리드(300)를 통해 공급하고 나머지 작은 부분을 수소로 공급하려 하기 때문에 수소 소비량이 적다.

[0102] 이는 높은 소비 임계값에서 달성하고자하는 그리드(300) 구매 전력 피크 수준은 충분히 유지할 수는 있지만, 저장된 수소를 모두 소비하지 않아서 전력 부하(200)의 에너지 자립률을 크게 높일 수는 없다. 하지만, 소비되지 않은 수소를 다른 방식으로 활용할 수 있는 가능성을 가질 수 있다.

[0103] 상기와 같이, 예상 가능한 결과에 기반하여, 계절별 또는 전력 수요 예측별로 저장 임계값 및 소비 임계값의 동적 제어를 통해, 보다 효율적인 에너지 관리가 가능하게 된다.

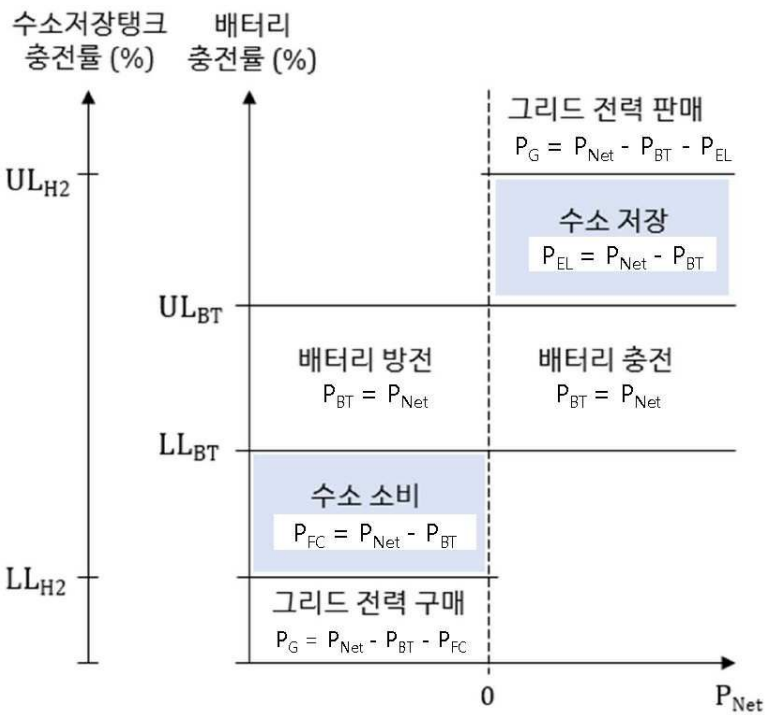
[0104] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

부호의 설명

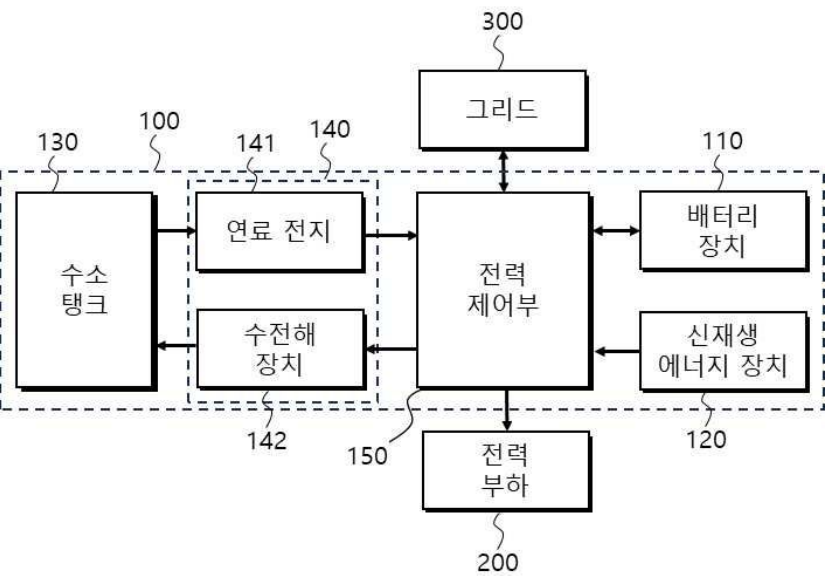
[0105]	100 : 동적 전력 관리 시스템	110 : 배터리 장치
	120 : 신재생 에너지 장치	130 : 수소 저장 탱크
	140 : 수조 에너지 장치	141 : 연료 전지
	142 : 수전해 장치	150 : 전력 제어부
	200 : 전력 부하	300 : 그리드

도면

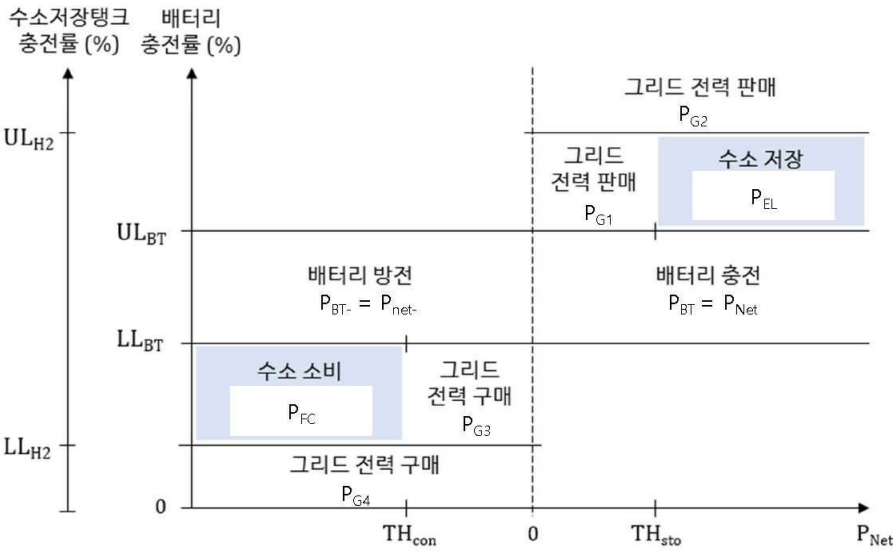
도면1



도면2



도면3



도면4

	평가지표	종래 기술	본 발명
제어전략 변수	소비 임계값 (kW)	-	54.1
	저장 임계값 (kW)	-	31.3
에너지 시스템 용량	태양광 패널 (kW)	117	
	전기식 보일러 (kW)	90	
	배터리 용량 (kWh)	269.0	278.5
	수전해 장치 용량 (수소변환) (kW)	52	52
	수소 저장 탱크 용량 (수소저장) (m3)	30.5	22.6
	연료 전지 용량 (수소소비) (kW)	20	20
	열 탱크 용량 (m3)	31.5	27.2
연간 시뮬레이션 결과	에너지 균등화 비용 (\$/MWh)	187.8	172.4
	연간 에너지 자립률 (%)	68.0	61.9
	연간 그리드 구매전력량 (MWh)	62.8	74.1
	그리드 구매전력 피크, 90% 백분위 (kW)	78.1	60.6
	연간 그리드 판매전력량 (MWh)	13.1	36.2
	그리드 판매전력 피크, 90% 백분위 (kW)	34.8	31.8

도면5

	평가 지표	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4
제어전략 변수	소비 임계값 (kW)	85.2	59.1	50.2	44.5
	저장 임계값 (kW)	71.4	40.9	26.4	0.6
시스템 용량	태양광 패널 (kW)	117			
	전기식 보일러 (kW)	90			
	배터리 용량 (kWh)	102.5	202.4	230.0	496.9
	수전해 장치 용량 (수소변환) (kW)	26	62	78	122
	수소 탱크 용량 (수소저장) (m3)	11.7	26.5	25.1	51.6
	연료 전지 용량 (수소소비) (kW)	5	15	17.5	36
	열 탱크 용량 (m3)	8.1	27.2	30.8	26.9
	에너지 균등화 비용 (\$/MWh)	107.1	152.4	181.7	250.2
연간 시뮬레이션 결과	연간 에너지 자립률 (%)	42.3	58.4	63.1	71.9
	연간 그리드 구매전력량 (MWh)	119.1	82.4	72.3	54.6
	그리드 구매전력 피크 (kW)	86.9	65.6	58.2	44.5
	연간 그리드 판매전력량 (MWh)	97.6	48.8	31.4	0.0
	그리드 판매전력 피크 (kW)	87.4	56.0	37.5	0.6

도면6

