(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월11일
(11) 등록번호 10-1500304
(24) 등록일자 2015년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H02J 7/04* (2006.01) *H02J 3/12* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0141899
(22) 출원일자 2011년12월26일
심사청구일자 2013년09월06일
(65) 공개번호 10-2013-0074046
(43) 공개일자 2013년07월04일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004007856 A
KR1020060118371 A
JP2002044870 A

(73) 특허권자
**주식회사 케이티**
경기도 성남시 분당구 불정로 90(정자동)
(72) 발명자
**김민경**
경기 평택시 원평로25번길 61, 213동 304호 (군문동, 평택군문2단지주공아파트)
**이민진**
서울특별시 동작구 상도로53길 8, 상도래미안3차 아파트 324동 1502호 (상도동)
(74) 대리인
**특허법인충정**

전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 강병욱

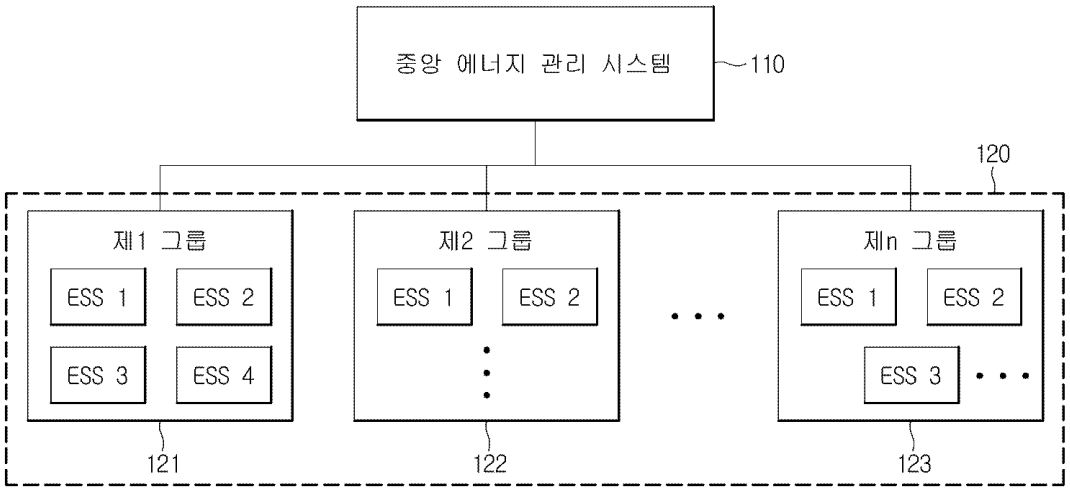
(54) 발명의 명칭 **에너지 저장장치의 충방전 제어 방법 및 시스템**

## (57) 요 약

본 발명은 태양광 발전 및 계통전력을 이용하는 다수의 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 제어하는 에너지 관리 시스템에 관한 것으로, 상기 다수의 에너지 저장장치가 구비된 다수의 부하에 대응하는 기상 정보를 수집하는 기상정보 수집 모듈; 상기 다수의 부하에 대한 환경정보 및 전력 사용 정보를 수집하는 부하 정보 수집 모듈; 상기

(뒷면에 계속)

## 대 표 도



다수의 부하에 대하여 소정 조건에 따른 부하 연관성을 기준으로 하나 이상의 부하 그룹으로 분류하는 부하 그룹핑 모듈; 및 상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 대한 시간대별 예측 부하량, 상기 에너지 저장장치에 대한 시간대별 태양광 발전을 통한 배터리 충전량 및 시간대별 계통전력을 통한 배터리 충전량 중 적어도 하나를 이용하여 상기 다수의 에너지 저장장치에 대한 시간대별 배터리 충방전 레벨을 결정하는 에너지 저장장치 충방전 제어 모듈을 포함하며, 상기 에너지 저장장치 충방전 제어 모듈은, 상기 결정된 배터리 충방전 레벨기 기초한 상기 에너지 저장장치 운영에 따른 배터리 충방전 정보 및 시간대별 전력 요금 정보를 이용하여 단위 부하당 최저 요금을 나타내는 특정 부하를 도출하고, 상기 특정 부하에 대응하는 배터리 충방전 레벨을 토대로 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 스케줄링한다.

## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

에너지 저장장치의 충방전 레벨을 제어하는 에너지 관리 방법에 있어서,

(a)다수의 에너지 저장장치가 구비된 다수의 부하에 대하여 소정 조건에 따른 부하 연관성을 기준으로 하나 이상의 부하 그룹으로 분류하는 단계;

(b)상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 구비된 에너지 저장장치에 대한 시간대별 배터리 충방전 레벨을 결정하는 단계;

(c)상기 결정된 배터리 충방전 레벨에 따라 각 부하에 구비된 상기 에너지 저장장치를 운영하는 단계; 및

(d)상기 에너지 저장장치 운영에 따른 배터리 충방전 정보 및 시간대별 전력 요금 정보를 이용하여 단위 부하당 최저 요금을 나타내는 특정 부하를 도출하고, 상기 특정 부하에 대응하는 배터리 충방전 레벨을 토대로 상기 특정 부하가 속하는 부하 그룹의 각 부하에 대응하는 배터리 충방전 레벨을 결정하여 상기 부하 그룹에 대한 에너지 저장장치 스케줄링 정보를 생성하는 단계를 포함하며,

상기 (b) 단계는,

상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 대한 시간대별 예측 부하량, 상기 에너지 저장장치에 대한 시간대별 태양광 발전을 통한 배터리 충전량(이하, 'PV 충전량'이라 칭함) 및 시간대별 계통전력을 통한 배터리 충전량(이하, '계통 충전량'이라 칭함) 중 적어도 하나를 이용하여 각 부하에 구비된 에너지 저장장치에 대한 시간대별 배터리 충방전 레벨을 결정하는 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

상기 다수의 부하에 대하여 실시간 또는 소정 주기에 따라 수집된 각 부하의 환경정보, 기상정보 및 전력 사용 정보 중 적어도 하나를 저장하는 데이터베이스를 구축하는 단계;

상기 데이터베이스에 기초하여 동일 지역, 동일 날짜, 동일 기상조건을 갖는 하나 이상의 부하를 도출하는 단계;

상기 도출된 하나 이상의 부하에 대응하는 전력 사용 정보를 이용하여 날짜별 평균 전력 사용량 정보를 산출하는 단계; 및

상기 도출된 하나 이상의 부하에 대응하는 전력 사용 정보 및 상기 평균 전력 사용량 정보를 이용하여 상기 부하 연관성을 도출하는 단계를 포함하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 (a) 단계는

상기 부하 연관성 도출 단계에 따라 상기 데이터베이스에 기초하여 부하 연관성이 최대인 지역에 속한 다수의 부하들과 동일한 유형의 하나 이상의 부하를 도출하여 동일한 그룹으로 분류하는 단계를 더 포함하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 (b)단계는,

상기 부하 그룹 단위로 시간대별 전력 사용 정보를 이용하여 예측 부하량의 초기값을 설정하는 단계;

상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 구비된 에너지 저장장치에 대한 PV 충전량의 초기값 및 계통 충전량의 초기값을 설정하는 단계; 및

상기 부하 그룹 단위에 속한 다수의 에너지 저장장치별 시간대별 목표 충전량을 산출하는 단계를 포함하며,

상기 시간대별 목표 충전량은 예측 PV 충전량 및 예측 계통 충전량의 합으로 나타내는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 예측 부하량의 초기값은 상기 부하 그룹 단위의 시간대별 전력 사용량으로부터 도출된 평균 전력 사용량으로 설정하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 6**

제4항에 있어서,

상기 PV 충전량의 초기값은 상기 부하 그룹 단위의 시간대별 PV 충전값으로부터 도출된 평균 PV 충전값으로 설정하고,

상기 계통 충전량의 초기값은 0으로 설정하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 7**

제4항에 있어서,

상기 시간대별 목표 충전량에 포함되는 상기 예측 PV 충전량은,

태양광 발전이 가능한 시간대에서 해당 시간대의 최대 PV 충전량으로 결정하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 8**

제4항에 있어서,

상기 시간대별 목표 충전량에 포함되는 상기 예측 계통 충전량은,

소정의 사이클 내에서 상기 예측 계통 충전량을 결정하려는 날짜의 시간대별 상기 부하 그룹 단위로 시간대별 예측 부하량을 누적하여 시간대별 예측 부하량 총합을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 예측 부하량 총합과 이전 시간대의 PV 충전량을 이용하여 상기 소정 사이클 내 시간대별 계통 충전 요구량을 산출하는 단계를 포함하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

이전 시간대의 시간대별 전기요금 및 충방전 효율의 역수를 이용하여 시간대별 실질 요금을 산출하고, 실질 요금이 최저인 특정 시간대를 도출하는 단계;

상기 예측 계통 충전량을 구하려는 시간대(이하 'i 시간대'라 칭함)의 바로 이전 시간대(이하 'i-1 시간대'라 칭함)의 실질 요금과 상기 i 시간대의 전기 요금과 비교하는 단계; 및

상기 비교 결과에 따라 상기 계통 충전 요구량을 보정하는 단계를 더 포함하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 비교 결과 상기 i-1 시간대의 실질 요금이 상기 i 시간대의 전기 요금보다 작은 경우,

상기 특정 시간대의 계통 충전량과 상기 시간대별 계통 충전 요구량을 합하여 상기 예측 계통 충전량을 결정하

는 단계; 및

상기 시간대별 계통 충전 요구량은 상기 시간대별 계통 충전 요구량에서 상기 특정 시간대의 계통 충전량만큼 차감한 값으로 감축 보정하는 단계를 더 포함하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 소정의 사이클 내에서 시간대별 계통 충전량으로부터 시간대별 계통 충전량 총합을 도출하는 단계; 및

상기 시간대별 계통 충전량 총합과 동일 시간대의 계통 충전 요구량을 비교하는 단계를 포함하며,

상기 비교 결과에 따라 상기 예측 계통 충전량 결정 단계 및 상기 계통 충전 요구량 보정 단계를 반복 수행하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

상기 시간대별 PV 충전량과 상기 시간대별 계통 충전량의 합에서 상기 시간대별 예측 부하량을 제외한 양을 상기 에너지 저장장치의 방전 레벨로 결정하는 단계를 포함하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

상기 (c) 단계에 따라 운영된 상기 에너지 저장장치의 PV 충전된 에너지량, 계통 충전된 에너지량, 실 부하량, 배터리 방전량을 포함하는 상기 배터리 충방전 정보를 수집하는 단계;

상기 배터리 충방전 정보 및 시간대별 전력 요금 정보를 이용하여 단위 부하당 최저 요금을 나타내는 특정 부하를 도출하는 단계; 및

상기 특정 부하에 대응하는 시간대별 PV 충전량, 계통 충전량 및 배터리 방전량에 기초하여 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 스케줄링하는 단계를 포함하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 스케줄링하는 단계는,

스케줄링 결과에 따라 도출된 시간대별 PV 충전량, 계통 충전량 및 배터리 방전 레벨에 일정 범위의 변위 오차값을 반영하는, 에너지 저장장치의 충방전 제어 방법.

**청구항 15**

태양광 발전 및 계통전력을 이용하는 다수의 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 제어하는 에너지 관리 시스템에 있어서,

상기 다수의 에너지 저장장치가 구비된 다수의 부하에 대응하는 기상 정보를 수집하는 기상정보 수집 모듈;

상기 다수의 부하에 대한 환경정보 및 전력 사용 정보를 수집하는 부하 정보 수집 모듈;

상기 다수의 부하에 대하여 소정 조건에 따른 부하 연관성을 기준으로 하나 이상의 부하 그룹으로 분류하는 부하 그룹핑 모듈; 및

상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 대한 시간대별 예측 부하량, 상기 에너지 저장장치에 대한 시간대별 태양광 발전을 통한 배터리 충전량 및 시간대별 계통전력을 통한 배터리 충전량 중 적어도 하나를 이용하여 상기 다수의 에너지 저장장치에 대한 시간대별 배터리 충방전 레벨을 결정하는 에너지 저장장치 충방전 제어 모듈을 포함

하며,

상기 에너지 저장장치 충방전 제어 모듈은,

상기 결정된 배터리 충방전 레벨에 기초한 상기 에너지 저장장치 운영에 따른 배터리 충방전 정보 및 시간대별 전력 요금 정보를 이용하여 단위 부하당 최저 요금을 나타내는 특정 부하를 도출하고, 상기 특정 부하에 대응하는 배터리 충방전 레벨을 토대로 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 스케줄링하는, 에너지 저장장치 충방전 제어 시스템.

## 명 세 서

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지 저장장치에 대한 충방전 제어 방법 및 시스템에 관한 것으로, 구체적으로는 부하별 태양광 발전 패턴 및 부하량 예측에 기반한 부하별 에너지 저장장치에 대한 충방전 제어 방법 및 시스템을 제공하기 위한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 최근 유가의 급등이나 환경에 관련된 규제 등으로 인하여 기존 발전기에 대한 제약이 많으므로 화석연료에 의존한 발전에서 과다한 초기 투자비에 의해 경제성이 상대적으로 낮음에도 불구하고 CO2 저감에 의한 환경보존을 위한 자구적인 노력으로 태양광 및 풍력 등의 신재생 에너지 확대 보급을 위한 세계적인 노력이 증가하고 있다.

[0003] 태양광 발전의 경우, 야간에는 발전이 불가능하고, 주간에도 기상상황에 따라 발전출력이 변동하기 때문에 주간에 일조량이 많은 시간 동안의 잉여전력을 저장하여 두기 위해 배터리를 설치하여 태양광 발전과 함께 운전하고 있다. 최근 배터리의 용량증가와 가격하락 및 수명 장기화에 따라 배터리 병용 사례는 계속 증가할 것으로 예상된다.

[0004] 그러나, 이와 같은 배터리 병용 기술은 기상정보가 연계되지 못하고 있어 그 효율적인 운영에는 한계가 있다. 또한, 태양광 발전과 배터리의 출력이 직류전원임에도 불구하고 직류 부하에 전력을 공급하기 위해서는 배터리 출력을 다시 교류로 변환한 뒤에 구내 배선에 연결되도록 하고, 디지털 기기의 내부에서 다시 직류로 변환되는 문제가 있다.

[0005] 만약, 태양광 발전에 의해 생성되어 대용량 배터리에 저장되어 있는 직류전원을 직접 직류 부하에 공급할 수만 있다면, 전력효율의 향상과 전력품질의 개선뿐만 아니라, 디지털 기기내에 포함된 변환설비의 제거를 통해 환경문제를 저감하는 효과까지 얻을 수 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

(특허문헌 0001) 특허공개공보 제10-2011-0090378호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기 문제를 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 부하별 전력 이용 패턴 및 기상 예측 정보에 기반하여 태양광 발전 시스템의 운영 방안을 스케줄링하고, 태양광 발전 시스템에 속한 배터리의 충/방전 기능을 스케줄링하는 충방전 제어 방법 및 시스템을 제안한다.

[0007] 또한, 본 발명은 소정의 학습동작을 통해 태양광 발전 시스템과 배터리의 충/방전 레벨을 최적화하는 충방전 제어 방법 및 시스템을 제안한다.

[0008] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## 과제의 해결 수단

[0009] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 양태 일 실시예에 따른 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 제어하는 에너지 관리 방법은, (a)다수의 에너지 저장장치가 구비된 다수의 부하에 대하여 소정 조건에 따른 부하 연관성을 기준으로 하나 이상의 부하 그룹으로 분류하는 단계; (b)상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 구비된 에너지 저장장치에 대한 시간대별 배터리 충방전 레벨을 결정하는 단계; (c)상기 결정된 배터리 충방전 레벨에 따라 각 부하에 구비된 상기 에너지 저장장치를 운영하는 단계; 및 (d)상기 에너지 저장장치 운영에 따른 배터리 충방전 정보 및 시간대별 전력 요금 정보를 이용하여 단위 부하당 최저 요금을 나타내는 특정 부하를 도출하고, 상기 특정 부하에 대응하는 배터리 충방전 레벨을 토대로 에너지 저장장치 스케줄링 정보를 생성하는 단계를 포함한다.

[0010] 바람직하게는, 상기 (b) 단계는, 상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 대한 시간대별 예측 부하량, 상기 에너지 저장장치에 대한 시간대별 태양광 발전을 통한 배터리 충전량(이하, 'PV 충전량'이라 칭함) 및 시간대별 계통전력을 통한 배터리 충전량(이하, '계통 충전량'이라 칭함) 중 적어도 하나를 이용할 수 있다.

[0011] 본 발명에 따른 상기 (a) 단계는, 상기 다수의 부하에 대하여 실시간 또는 소정 주기에 따라 수집된 각 부하의 환경정보, 기상정보 및 전력 사용 정보 중 적어도 하나를 저장하는 데이터베이스를 구축하는 단계; 상기 데이터베이스에 기초하여 동일 지역, 동일 날짜, 동일 기상조건을 갖는 하나 이상의 부하를 도출하는 단계; 상기 도출된 하나 이상의 부하에 대응하는 전력 사용 정보를 이용하여 날짜별 평균 전력 사용량 정보를 산출하는 단계; 및 상기 도출된 하나 이상의 부하에 대응하는 전력 사용 정보 및 상기 평균 전력 사용량 정보를 이용하여 상기 부하 연관성을 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 나아가, 상기 (a) 단계는 상기 부하 연관성 도출 단계에 따라 상기 데이터베이스에 기초하여 부하 연관성이 최대인 지역에 속한 다수의 부하들과 동일한 유형의 하나 이상의 부하를 도출하여 동일한 그룹으로 분류하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 다음으로, 본 발명에 따른 상기 (b)단계는, 상기 부하 그룹 단위로 시간대별 전력 사용 정보를 이용하여 예측 부하량의 초기값을 설정하는 단계; 상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 구비된 에너지 저장장치에 대한 PV 충전량의 초기값 및 계통 충전량의 초기값을 설정하는 단계; 및 상기 부하 그룹 단위에 속한 다수의 에너지 저장장치별 시간대별 목표 충전량을 산출하는 단계를 포함하며, 상기 시간대별 목표 충전량은 예측 PV 충전량 및 예측 계통 충전량의 합으로 나타낼 수 있다.

[0014] 이때, 상기 예측 부하량의 초기값은 상기 부하 그룹 단위의 시간대별 전력 사용량으로부터 도출된 평균 전력 사용량으로 설정할 수 있다. 또한, 상기 PC 충전량의 초기값은 상기 부하 그룹 단위의 시간대별 PV 충전값으로부터 도출된 평균 PV 충전값으로 설정하고, 상기 계통 충전량의 초기값은 0으로 설정할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 시간대별 목표 충전량에 포함되는 상기 예측 PV 충전량은, 태양광 발전이 가능한 시간대에서 해당 시간대의 최대 PV 충전량으로 결정할 수 있다.

[0016] 한편, 본 발명에 따른 (d) 단계는, 상기 시간대별 목표 충전량에 포함되는 상기 예측 계통 충전량은, 소정의 사이클 내에서 상기 예측 계통 충전량을 결정하려는 날짜의 시간대별 상기 부하 그룹 단위로 시간대별 예측 부하량을 누적하여 시간대별 예측 부하량 총합을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 예측 부하량 총합과 이전 시간대의 PV 충전량을 이용하여 상기 소정 사이클 내 시간대별 계통 충전 요구량을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 이에 따라, 상기 (d) 단계는, 이전 시간대의 시간대별 전기요금 및 충방전 효율의 역수를 이용하여 시간대별 실질 요금을 산출하고, 실질 요금이 최저인 특정 시간대를 도출하는 단계; 상기 예측 계통 충전량을 구하려는 시간대(이하 'i 시간대'라 칭함)의 바로 이전 시간대(이하 'i-1 시간대'라 칭함)의 실질 요금과 상기 i 시간대의 전기 요금과 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과에 따라 상기 계통 충전 요구량을 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 나아가, 상기 (d) 단계는, 상기 비교 결과 상기 i-1 시간대의 실질 요금이 상기 i 시간대의 전기 요금보다 작은 경우, 상기 특정 시간대의 계통 충전량과 상기 시간대별 계통 충전 요구량을 합하여 상기 예측 계통 충전량을 결정하는 단계; 및 상기 시간대별 계통 충전 요구량은 상기 시간대별 계통 충전 요구량에서 상기 특정 시간대의 계통 충전량만큼 차감한 값으로 감축 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 더 나아가, 상기 (d) 단계는, 상기 소정의 사이클 내에서 시간대별 계통 충전량으로부터 시간대별 계통 충전량 총합을 도출하는 단계; 및 상기 시간대별 계통 충전량 총합과 동일 시간대의 계통 충전 요구량을 비교하는 단계

를 포함하며, 상기 비교 결과에 따라 상기 예측 계통 충전량 결정 단계 및 상기 계통 충전 요구량 보정 단계를 반복 수행할 수 있다.

[0020] 한편, 본 발명에 따른 상기 (b) 단계는, 상기 시간대별 PV 충전량과 상기 시간대별 계통 충전량의 합에서 상기 시간대별 예측 부하량을 제외한 양을 상기 에너지 저장장치의 방전 레벨로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따른 상기 (d) 단계는, 상기 (c) 단계에 따라 운영된 상기 에너지 저장장치의 PV 충전된 에너지량, 계통 충전된 에너지량, 실 부하량, 배터리 방전량을 포함하는 상기 배터리 충방전 정보를 수집하는 단계; 상기 배터리 충방전 정보 및 시간대별 전력 요금 정보를 이용하여 단위 부하당 최저 요금을 나타내는 특정 부하를 도출하는 단계; 및 상기 특정 부하에 대응하는 시간대별 PV 충전량, 계통 충전량 및 배터리 방전량에 기초하여 에너지 저장장치의 최적화된 충방전 레벨을 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 바람직하게는, 상기 에너지 저장장치의 최적화된 충방전 레벨 스케줄링 단계는, 스케줄링 결과에 따라 도출된 시간대별 최적화 PV 충전량, 최적화 계통 충전량 및 최적화 배터리 방전 레벨에 일정 범위의 변위 오차값을 반영할 수 있다.

[0023] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 양태 일 실시예에 따른 태양광 발전 및 계통전력을 이용하는 다수의 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 제어하는 에너지 관리 시스템은, 상기 다수의 에너지 저장장치가 구비된 다수의 부하에 대응하는 기상 정보를 수집하는 기상정보 수집 모듈; 상기 다수의 부하에 대한 환경정보 및 전력 사용 정보를 수집하는 부하 정보 수집 모듈; 상기 다수의 부하에 대하여 소정 조건에 따른 부하 연관성을 기준으로 하나 이상의 부하 그룹으로 분류하는 부하 그룹핑 모듈; 및 상기 부하 그룹 단위로 각 부하에 대한 시간대별 예측 부하량, 상기 에너지 저장장치에 대한 시간대별 태양광 발전을 통한 배터리 충전량 및 시간대별 계통전력을 통한 배터리 충전량 중 적어도 하나를 이용하여 상기 다수의 에너지 저장장치에 대한 시간대별 배터리 충방전 레벨을 결정하는 에너지 저장장치 충방전 제어 모듈을 포함한다.

[0024] 바람직하게는, 상기 에너지 저장장치 충방전 제어 모듈은, 상기 결정된 배터리 충방전 레벨기 기초한 상기 에너지 저장장치 운영에 따른 배터리 충방전 정보 및 시간대별 전력 요금 정보를 이용하여 단위 부하당 최저 요금을 나타내는 특정 부하를 도출하고, 상기 특정 부하에 대응하는 배터리 충방전 레벨을 토대로 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 스케줄링할 수 있다.

[0025] 상기 실시형태들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

## *발명의 효과*

[0026] 본 발명에 따르면, 부하별 전력 이용 패턴 및 기상 예측 정보에 기반하여 태양광 발전 시스템의 운영 방안을 스케줄링하고, 소정의 학습 동작을 통한 태양광 발전 및 배터리의 충/방전 레벨을 최적화함으로써, 전력 에너지 생산의 효율성 및 안정성을 증대시킬 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0027] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장장치의 충방전을 제어하기 위한 에너지 관리 시스템의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장장치의 충방전을 제어하기 위한 에너지 관리 시스템의 구성을 설명하기 위한 블럭 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시에에 따른 에너지 관리 시스템에서 부하 그룹핑을 수행하는 과정의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시에에 따른 에너지 관리 시스템에서 에너지 저장장치의 충전 레벨을 결정하는 과정의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시에에 따른 에너지 관리 시스템에서 계통전력으로부터 에너지 저장장치를 충전하는 과

정의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 관리 시스템에서 시간대별 에너지 저장장치의 충방전이 수행되는 과정의 일 예를 설명하기 위한 절차 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 관리 시스템에서 최적화된 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 결정하는 과정의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0028] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0029] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

[0030] 본 발명은 에너지 저장장치에 대한 충방전 제어 방법 및 시스템에 관한 것으로, 구체적으로는 부하별 태양광 발전 패턴 및 부하량 예측에 기반한 부하별 에너지 저장장치에 대한 충방전 제어 방법 및 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장장치의 충방전을 제어하기 위한 에너지 관리 시스템의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0032] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 에너지 관리 시스템(100)은 건물별 에너지 소비형태 관리 및 건물별로 설치된 다수의 에너지 저장장치에 대한 충방전을 제어하는 중앙 에너지 관리 시스템(110) 및 소정 조건에 따라 분류된 다수의 에너지 저장장치(120)를 포함한다.

[0033] 본 발명에 따른 에너지 관리 시스템(110)은 에너지 저장장치를 구비한 다수의 건물에 대하여 해당 건물의 환경정보, 기상정보 및 전력 사용량 정보 등을 토대로 부하 연관성(load correlation) 을 고려하여 하나 이상의 그룹으로 그룹핑할 수 있다. 그리고, 각 그룹(121, 122, 123)에 속하는 하나 이상의 건물에 설치된 에너지 저장장치에 대하여 각 그룹 특성을 고려한 에너지 관리 정책을 수행할 수 있다. 즉, 제1 그룹에 속하는 에너지 저장장치(121)와 제2 그룹에 속하는 에너지 저장장치(122)에 대해서는 각 그룹에 속한 건물의 환경정보, 기상정보, 전력 사용 패턴 및 전력 사용량 등을 고려하여 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 달리하는 방식의 독립된 에너지 저장장치 제어 정책을 생성하여 각각의 에너지 저장장치를 제어할 수 있다.

[0034] 이에 대해서는 도 2를 참조하여 간략하게 설명한다.

[0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장장치의 충방전을 제어하기 위한 에너지 관리 시스템의 구성을 설명하기 위한 블럭 구성도이다. 도 2에서는 다수의 에너지 저장장치를 대표하는 단일 에너지 저장장치에 대해서 도시한다.

[0036] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 에너지 관리 시스템(200)은 건물별 에너지 소비형태 관리 및 건물별로 설치된 다수의 에너지 저장장치에 대한 충방전을 제어하는 중앙 에너지 관리 시스템에서 운영하는 중앙 에너지 관리 서버(210) 및 소정 조건에 따라 분류된 다수의 에너지 저장장치(220)로 구성된다.

[0037] 중앙 에너지 관리 서버(210)는 외부의 통신 장비와 통신을 수행하기 위한 통신 모듈(211), 하나 이상의 그룹으로 분류된 다수의 에너지 저장장치(120)에 대한 충방전 제어 등을 수행하는 제어부(212), 에너지 관리를 위한 관련 정보를 저장하는 데이터부(213) 및 외부 시스템과 연동하기 위한 연동부(214)를 포함한다.

[0038] 통신 모듈(211)은 스마트 박스, IT 기술이 지원되는 전기장치, 스마트 태그, 사용자 단말기 등과 유무선 통신을 수행하기 위한 것으로, 유무선 인터넷 모듈(211a), 이동통신 모듈(211b) 및 전력선 통신 모듈(211c)을 포함할 수 있다.

[0039] 유무선 인터넷 모듈(211a)은 유무선 인터넷 접속을 위한 모듈을 말하는 것으로, LAN, WLAN(Wireless LAN), Wi-Fi, Wibro(Wireless broadband), Wimax(World Interoperability for Microwave Access), HSDPA(High Speed

Downlink Packet Access) 등의 유무선 인터넷 기술이 이용될 수 있다.

[0040] 이동통신 모듈(211b)은, 이동 통신망 상에서 기지국, 외부의 단말, 서버 중 적어도 하나와 무선 신호(예, 음성 호 신호, 화상 통화 호 신호 또는 문자/멀티미디어 메시지 등)을 송수신할 수 있다.

[0041] 전력선 통신 모듈(211c)은 전기 콘센트, 즉 전력선만으로 초고속 인터넷과 전화 접속이 가능해 음성·문자데이터·영상 등을 전송할 수 있는 기술로 PLC( power line communication) 기술이 이용될 수 있다.

[0042] 제어부(212)는 통상적으로 중앙 에너지 관리 서버(210)의 전반적인 동작을 제어한다. 또한, 제어부(212)는 소정의 지역 단위별로 기상 정보를 수집하는 기상 정보 수집 모듈(212a), 소정의 지역 단위별로 속한 건물, 설비 등에서의 전력 사용량 정보, 환경 정보 등을 수집하는 부하 정보 수집 모듈(212b), 소정의 지역 단위에 속한 다수의 에너지 저장장치를 소정 조건에 따라 하나 이상의 그룹으로 분류하는 부하 그룹핑 모듈(212c) 및 다수의 에너지 저장장치의 충방전 상태를 제어하는 ESS 충방전 제어 모듈(212d)을 포함한다.

[0043] 이때, 부하 정보 수집 모듈(212b)의 정보 수집 대상이 되는 각 부하(가정, 건물, 집합건물 등) 및 부하 그룹핑 모듈(212c)의 그룹핑 대상 부하는 에너지 저장장치(220)가 설치된 부하이거나 또는 에너지 저장장치(220)와 연관된 부하인 것으로 가정한다.

[0044] 기상정보 수집 모듈(212a)은 외부 기상정보 관리 시스템와 연동하여 중앙 에너지 관리 시스템에서 관리하는 소정 지역 단위에 속한 다수의 가정, 건물, 집합건물 등이 위치한 지역에 관한 기상 정보를 수집하고, 수집된 정보를 데이터부(213)로 전송한다. 기상정보는 태양광 발전과 관련하여 맑음, 구름 조금, 구름 많음, 흐림 등으로 구분되는 예측된 날씨정보를 포함한다.

[0045] 부하 정보 수집 모듈(212b)은 수용가 하부부하 단위의 가정, 건물, 집합건물 등에서의 전력 사용 정보(예, 전력 사용량 및 전력 요금 정보 등)를 수집하여 소정 기준에 따라 분류하여 데이터부(213)에 저장하도록 관리한다. 또한, 부하 정보 수집 모듈(212b)은 에너지 저장장치가 설치된 각 가정, 건물, 집합건물의 구조적 특징, 방위 등에 따라 동일한 지역 및 동일한 기상조건에 해당하더라도 각 건물에서의 태양광 발전량에 차이가 있으므로, 에너지 저장장치가 설치된 건물 등에 대한 환경 정보도 수집한다.

[0046] 부하 그룹핑 모듈(212c)은 중앙 에너지 관리 시스템에서 관리하는 소정 지역 단위에 속한 에너지 저장장치가 구비된 다수의 가정, 건물, 집합건물 등에 대한 기상정보, 환경정보 및 전력 사용량 정보 등을 토대로 부하 연관성(load correlation)을 산출한다. 그리고, 산출된 부하 연관성이 최대인 지역과 동일한 부하 유형을 갖는 다수의 건물을 하나의 그룹으로 그룹핑하는 부하 그룹핑 동작을 수행한다. 이에 대해서는, 도 3을 참조하여 간략하게 후술한다.

[0047] ESS 충방전 제어 모듈(212d)은 다수의 에너지 저장장치 및/또는 부하 그룹핑 모듈(212c)에서 동일한 그룹으로 분류된 각 에너지 저장장치 그룹에 대한 에너지 충전 및 방전을 제어한다. 구체적으로, 에너지 저장장치에서 시간/요일/월/연별 충전량(예, 태양광 발전에 의한 충전량, 계통에 의한 충전량 등), 방전량, 충전 방식, 충전 레벨, 방전 레벨 등을 포함하는 ESS 충방전 스케줄링 정보를 생성하여 각 에너지 저장장치를 제어할 수 있다. 이에 대해서는, 도 4 및 도 5를 참조하여 간략하게 후술한다.

[0048] 또한, ESS 충방전 제어 모듈(212d)은 ESS 충방전 스케줄링 정보를 기준으로 각 부하로부터 실시간 수집되는 전력 사용 정보(전력 사용량 및 전력 요금 정보 등), 에너지 충전량 정보 등을 고려하여 최적의 에너지 충방전 레벨을 만족하도록 일정 기간 또는 일정 횟수의 학습을 통해 최적화된 에너지 충방전 스케줄링 정보를 생성할 수 있다.

[0049] 이에 따라, 제어부(212)는 각 구성요소에서 수행하는 다양한 동작을 통해 중앙 에너지 관리 시스템에서 관리하는 다수의 에너지 저장장치에 대한 에너지 충방전 레벨을 제어할 수 있다.

[0050] 다음으로, 데이터부(213)는 에너지 저장장치 관리와 관련된 정보를 저장하며, 기상 정보 등을 저장하는 기상정보 DB(213a), 각 가정, 건물, 집합건물 등의 부하에서의 전력 사용 정보 및 환경정보를 저장하는 부하 정보 DB(213b), 다수의 그룹으로 분류된 각 부하들에 대한 부하 그룹핑 정보 및 그룹핑 조건 등을 저장하는 부하 그룹핑 DB(213c) 및 제어부에서 생성된 ESS 충방전 스케줄링 정보를 저장하는 ESS 충방전 DB(213d)를 포함한다.

[0051] 다시 도 2를 참조하면, 에너지 저장장치(220)는 소정의 집광장치를 통해 집광된 태양광으로부터 전력 에너지를 발전하는 태양광 발전 모듈(221), 계통으로부터 전력을 공급하기 위한 계통전력 수신부(222), 태양광 발전 또는 계통전력으로부터 공급되는 전력을 토대로 중앙 에너지 관리 시스템(210)의 제어에 따라 배터리부(223a)의 충방전 레벨 등을 조정하는 배터리 관리 모듈(223), 에너지 저장장치 내 전력을 관리하는 에너지 관리 모듈(224) 및

중앙 에너지 관리 시스템과 유무선 통신을 수행하기 위한 통신 모듈(225)을 포함한다.

[0052] 에너지 저장장치(220)를 구성하는 태양광 발전 모듈(221), 배터리 관리 모듈(223), 배터리부(224) 및 에너지 관리 모듈(225) 중 적어도 하나는 중앙 제어 시스템으로부터 전송되는 ESS 충방전 스케줄링 정보에 따라 태양광 발전, 태양광 충전량, 계통 충전량, 배터리 충전 레벨, 배터리 방전 레벨 등을 제어한다.

[0053] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 관리 시스템에서 에너지 저장장치에 대한 충방전 상태를 관리하는 방식에 대하여 설명하도록 한다.

[0054] **1. 부하 그룹핑 결정**

[0055] 도 3은 본 발명의 일 실시에에 따른 에너지 관리 시스템에서 부하 그룹핑을 수행하는 과정의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

[0056] 도 3을 참조하면, 에너지 관리 시스템은 소정 지역 단위에 속한 에너지 저장장치가 구비된 다수의 가정/건물/집합건물 등(이하, '부하'라 칭함)에 대한 환경정보를 수집하고(S301), 소정 주기 또는 실시간으로 전력 사용 정보(전력 사용량 및 전력 요금 정보) 및 기상정보를 수집하여(S302, S303), 수집된 정보들을 시간/요일/월/연별로 분류하여 데이터베이스를 구축한다(S304).

[0057] 이후, 에너지 관리 시스템은 구축된 데이터베이스에 기초하여 소정 기간동안의 각 부하에서의 전력 사용량(부하 측정량) 정보를 토대로 날짜순으로 정렬한다. 예컨대, 전년 동월 한달 동안의 각 부하에서의 전력 사용량 정보를 날짜순으로 정렬할 수 있으며, 정렬되는 각 부하별 전력 사용량 정보를 $L_{in}$라 지칭한다. 여기서, i는 해당 정보가 측정된 날짜, n은 부하 번호를 나타낸다(S305).

[0058] 다음으로, 데이터베이스에 기초하여 동일한 지역에서 동일한 날짜에 동일한 기상조건을 갖는 하나 이상의 부하들에 대한 전력 사용량 정보를 도출하여 날짜별로 평균값을 산출한다. 날짜별 동일 조건을 만족하는 부하들에 대한 평균 전력 사용량 정보를 $ML_{ij}$라 지칭한다. 여기서, i는 해당 평균값이 나타내는 날짜, j는 지역 정보를 나타낸다. 해당 데이터는 특정한 기상 정보와 월에서 그 지역의 모델 로드량으로 지칭될 수 있다(S306).

[0059] 상기 단계 S305에서 도출된 각 부하별 전력 사용량 정보($L_{in}$) 및 단계 S306에서 산출된 날짜별 부하들에 대한 평균 전력 사용량 정보($ML_{ij}$)를 이용하여 부하 연관성($C_{ij}$)을 도출한다(S307).

[0060] 수학식 1은 본 발명의 실시예에 따른 부하 연관성을 산출하기 위한 것으로, 특정 날짜(i)의 특정 지역(j)에서의 부하 연관성을 나타낸다.

*수학식 1*

[0061]
$$C_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^{31}(L_{in} - \bar{L})(ML_{ij} - \overline{ML})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{31}(L_{in} - \bar{L})^2 \sum_{i=1}^{31}(ML_{ij} - \overline{ML})^2}}$$

[0062] 상기 수학식 1에서는 31일로 구성되는 한달동안의 부하별 전력 사용량 정보를 토대로 부하 연관성을 산출하는 것으로, $\bar{L}$ 은 각 부하별 평균 전력 사용량을 나타내고, $\overline{ML}$ 은 동일 기상조건 및 동일 지역에 위치한 부하들에 대한 평균 전력 사용량을 나타낸다.

[0063] 에너지 관리 시스템은 데이터베이스에 기초하여 산출된 부하 연관성을 기준으로 연관성이 최대인 지역과 동일한 부하 유형을 갖는 가구, 건물, 집합건물 등을 산출하여 동일한 부하 그룹으로 그룹핑한다(S308). 부하 그룹핑은 각 부하에 설치된 에너지 저장장치에 대한 ESS 그룹핑과 동일한 의미를 나타낸다.

[0064] 이와 같이, 부하 그룹핑 과정을 통해 하나 이상의 그룹이 생성되면, 에너지 관리 시스템은 데이터베이스에 생성된 하나 이상의 그룹 정보를 저장하여 관리한다(S309).

[0065] **2. 에너지 저장장치의 충전레벨 결정**

[0066] 도 4는 본 발명의 일 실시에에 따른 에너지 관리 시스템에서 에너지 저장장치의 충전 레벨을 결정하는 과정의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

[0067] 이하, 후술할 에너지 충전 레벨에 대한 결정은 상기 도 3에서 상술한 부하 그룹핑 과정이 선행되고, 각 부하 그룹별로 독립적으로 수행되는 것으로 가정한다.

[0068] 도 4를 참조하면, 에너지 관리 시스템은 ESS 충전 스케줄링을 운영하기 전에 필요한 변수들에 대한 초기값 설정을 위해, 소정 기간 동안 그룹 단위로 부하별 일일 시간대별 전력 사용량을 측정하여 평균값을 산출하고, 산출된 평균값을 해당 그룹에 대한 초기 전력 사용량 또는 초기 예측 부하량($E_L_i$)으로 정의한다(S401).

[0069] 또한, 에너지 저장장치에서 소정 기간 동안 일일 시간대별 태양광 발전을 통한 충전량(이하, 'PV 충전량'이라 칭함)을 측정하여 평균값을 산출하고, 산출된 평균값을 해당 그룹에 대한 초기 PV 충전량 또는 예측 PV 충전량($E_PV_i$)으로 정의한다(S402).

[0070] 한편, 계통전력을 이용한 충전량(이하, '계통 충전량'이라 칭함)의 초기값은 0으로 정의한다(S403).

[0071] 다음으로, 에너지 관리 시스템은 부하 그룹 단위로 시간대별 에너지 저장장치의 충전량을 결정하는데, 충전량을 결정하려는 특정 일자에서의 부하별 전체 전력 사용량에서 현재 배터리에 잔존하는 에너지량을 제외한 값으로 목표 충전량(Target SoC; $TSoC_{total}$)을 결정한다(S404).

[0072] 상기 단계 S404에서 결정되는 시간대별 에너지 저장장치의 목표 충전량은 예측 PV 충전량($PV_TSoC_i$, i는 시간대역을 나타냄)과 예측 계통 충전량($G_TSoC_i$)의 합으로 볼 수 있다.

[0073] 먼저, PV 충전량을 결정하는데, 태양광 발전(PV 충전)이 가능한 시간대에서는 해당 시간대의 최대 PV 충전량을 예측 PV 충전량($PV_TSoC_i$)으로 결정한다(S405).

[0074] 다음으로, 계통전력을 이용한 시간대별 계통 충전량($G_TSoC_i$)을 결정하는데, 이에 대해서는 도 5를 참조하여 설명하도록 한다(S406).

[0075] 이후, 시간대별 PV 충전량($PV_TSoC_i$) 및 계통 충전량($G_TSoC_i$)의 일정 범위 내에서 가우시안 분포를 갖도록 변이값을 조정한다(S407). 예컨대, ±5%의 범위 내에서 가우시안 분포를 갖는 변이값을 더하여 시간대별 PV 충전량 및 계통 충전량을 무작위로 조정할 수 있다.

[0076] 도 5는 본 발명의 일 실시에에 따른 에너지 관리 시스템에서 계통전력으로부터 에너지 저장장치를 충전하는 과정의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

[0077] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 에너지 관리 시스템은 시간대별 계통 충전량을 결정하기 위해, 하루 중 전기 요금이 최저인 시간대 중 가장 이른 시간을 시작 기점으로 하여 동일 요건하의 다음날 시작 시점의 한시간 이전 시간대를 한 사이클로 지정한다(S501). 예를 들어, 하루 중 새벽 3~5시 대역에서의 전기 요금이 최저 요금인 경우, 한 사이클의 시작 기점은 i번째 날짜의 3시에 해당되고 종료 기점은 i+1번째 날짜에서 2시에 해당된다.

[0078] 다음으로, 에너지 관리 시스템은 부하 그룹별로 0시부터 특정 i시간대까지의 각 시간대별 예측 부하량의 총합($LS_i$)을 구한다(S502). 예측 부하량의 총합($LS_i$)에서 i는 0~23의 범위를 갖는다.

[0079] 다음으로, 시작 시간대부터 종료 시간대까지 순차적으로 시간대별 계통 충전량($G_TSoC_i$)을 결정한다(S503). 계통 충전량($G_TSoC_i$)의 초기값은 0으로 설정한다.

[0080] 이후, 주어진 i 시간대에서 시작 시간대부터 특정 시간대(i 시간대)까지 계통전력으로부터 충전되어야 하는 계통 충전 요구량($G_RSoC_i$)은 수학식 2와 같이 특정 시간대까지의 예측 부하량의 총합($LS_i$)과 전 시간대까지의 PV 충전량의 합($\sum PV_TSoC_{i-1}$)으로부터 산출한다(S504).

*수학식 2*

[0081] $$G_RSoC_i = LS_i - \sum PV_TSoC_{i-1}$$

[0082] 다음으로, 시작 시간대부터 i-1시간대 중 최저 요금이 부여되는 시간대의 전기 요금에 충방전 효율의 역수를 곱하여 시간대별 실질 요금 $R_{i-1}$를 구하고, 실질 요금이 최저인 j 시간대를 결정한다(S505).

[0083] 시간대별 실질 요금 $R_{i-1}$이 i 시간대에서의 요금보다 크거나 동일한 경우, i를 1만큼 증가시킨 후 전 단계 S504로 되돌아가 이후 과정을 반복 수행한다(S506, S507). 반복 수행 결과, i가 23보다 큰 경우 0으로 설정하고, i가 다시 시작 시간대를 지정하는 값으로 돌아오게 되면 해당 과정을 종료한다.

[0084] 반면, 시간대별 실질 전기요금 $R_{i-1}$이 i 시간대에서의 전기 요금보다 작은 경우, j시간대에서의 계통 충전량($G_TSoC_j$)과 i시간대에서의 계통 충전 요구량($G_RSoC_i$)을 합한다. 이때, j시간대에서의 계통 충전량($G_TSoC_j$)은 1시간 동안 계통으로부터 충전할 수 있는 최대 계통 충전량($G1_{max}$)을 상한선으로 결정한다(S508).

[0085] 다음으로, i시간대에서의 계통 충전 요구량($G_RSoC_i$)을 수학식 3과 같이 단계 S504에서 산출한 i시간대의 계통 충전 요구량($G_RSoC_i$)에서 단계 S503에서 산출한 j시간대의 계통 충전량($G_TSoC_j$)을 차감한 값으로 변경한다(S509).

*수학식 3*

[0086] $$G'_RSoC_i = G_RSoC_i - G_TSoC_j$$

[0087] 다음으로, 시작 시점으로부터 특정 시간대인 i 시간대역까지의 계통 충전량을 합한 총 계통 충전량($\sum G_TSoC_i$)과 i 시간대에서의 계통 충전 요구량($G_RSoC_i$)을 비교하여, 총 계통 충전량($\sum G_TSoC_i$)이 계통 충전 요구량($G_RSoC_i$)보다 작은 경우(S510), 그 다음으로 낮은 실질 요금을 갖는 시간대(j')를 결정하여 해당 시간대에서의 실질 요금이 i 시간대의 요금보다 낮을 때 j'시간대의 계통 충전량($G_TSoC_{j'}$)과 i 시간대의 계통 충전 요구량($G_RSoC_i$)을 합하는 단계 S508로 되돌아간다(S511).

[0088] 상기 단계 S508 내지 단계 S511의 과정은 시작 시점으로부터 특정 시간대인 i 시간대역까지의 계통 충전량을 합한 총 계통 충전량($\sum G_TSoC_i$)이 i 시간대에서의 계통 충전 요구량($G_RSoC_i$)과 동일해지는 시점까지 반복한다.

[0089] 이후, 모든 시간대에서의 계통 충전량($G_TSoC_i$)이 구해질 때까지 i를 하나씩 증가시키면서 전 과정을 반복 수행한다(S512, S513).

[0090] 본 발명의 실시예에 따른 에너지 관리 시스템은 상술한 과정을 통해 에너지 저장장치의 충전량 및 충전 레벨을 결정할 수 있다.

[0091] **3. 에너지 저장장치의 방전레벨 결정**

[0092] 본 발명에 따른 에너지 관리 시스템은 시간대별 PV 충전량($PV_TSoC_i$), 시간대별 계통 충전량($G_TSoC_i$) 및 시간대별 예측 부하량($L_i$)을 이용하여 에너지 저장장치의 방전레벨을 결정한다.

[0093] 수학식 4는 본 발명의 실시예에 따른 시간대별 에너지 저장장치의 방전량($D_SoC_i$)을 산출하기 위한 것이다.

*수학식 4*

[0094] $$D_SoC_i = PV_TSoC_i + G_TSoC_i - L_i$$

[0095] 상기 수학식 4와 같이 산출된 에너지 저장장치의 방전량은 배터리 보호를 위한 최저 레벨을 하한선으로 하여 결정할 수 있다.

[0096] **4. 에너지 저장장치의 충방전 수행**

[0097] 본 발명의 실시예에 따른 에너지 관리 시스템은 상술한 과정을 통해 결정된 에너지 저장장치의 충전량 및 방전량 정보를 토대로 에너지 저장장치에서 에너지 충방전이 수행되도록 관리한다. 이에 따라, 에너지 저장장치에서 각 시간대별 충방전 과정은 다음과 같이 수행될 수 있다.

[0098] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 관리 시스템에서 시간대별 에너지 저장장치의 충방전이 수행되는 과정의 일 예를 설명하기 위한 절차 흐름도이다.

[0099] 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 에너지 저장장치는 태양광 충전 모듈을 이용하여 배터리 충전의 제한 없이 배터리가 수용할 수 있는 최대량만큼 충전하며, PV 충전된 에너지량을 $C_PV_i$라 한다(S601).

[0100] 또한, 에너지 저장장치는 계통전력을 통한 배터리 충전으로 상기 도 5에서 상술한 방식에 따라 결정된 제어신호에 포함된 계통 충전량만큼 충전하고, 계통 충전된 에너지량을 $C_G_i$라 한다(S602).

[0101] 이와 같이 에너지 저장장치 내 일정량의 에너지가 충전되면, 에너지 저장장치는 부하가 존재하고 시간대별 배터리의 충전 전력값과 상기 수학식 4에서 상술한 동일 시간대의 방전 레벨($D_SoC_i$)을 비교하여(S603), 해당 시간대에서 충전 전력값이 방전레벨보다 작으면 계통 전력을 지속적으로 충전하고, 충전 전력값이 방전레벨보다 작지 않으면 배터리를 방전한다(S604).

[0102] 이때, 해당 시간대에서 에너지 저장장치로부터 방전되는 에너지량($D_BAT_i$)과 계통으로부터 공급된 전력량을 합하여 해당 시간대의 실부하량($U_L_i$)으로 결정할 수 있다(S605).

[0103] 이후, 다음 시간대의 에너지 저장장치에서의 에너지 충전량을 보정하기 위해 시간대별 에너지 충방전에 따른 배터리 잔존 에너지량과 에너지 관리 시스템에서 결정한 시간대별 충전량을 비교한다(S606).

[0104] 수학식 5는 배터리 잔존 에너지량과 에너지 관리 시스템에서 결정한 시간대별 충전량을 비교하기 위한 것으로, 배터리 잔존 에너지량은 전 단계에서 충전한 시간대별 PV 충전된 에너지량($C_PV_i$) 및 계통 충전된 에너지량($C_G_i$)으로부터 에너지 방전량과의 차로 나타낼 수 있다. 또한, 에너지 관리 시스템에서 결정한 시간대별 충전량은 PV 충전량($PV_TSoC_i$) 및 계통 충전량($G_TSoC_i$)의 합으로 나타낼 수 있다.

*수학식 5*

[0105] $$C_PV_i + C_G_i - D_BAT_i >= PV_TSoC_i + G_TSoC_i$$

[0106] 상기 수학식 5를 만족하는 경우, 다음 시간대(i+1 시간대)의 에너지 저장장치의 계통 충전량($G_TSoC_{i+1}$)을 배터리 잔존 에너지량과 에너지 관리 시스템에서 결정한 배터리 충전량의 차이만큼 감소시킨다. $G_TSoC_{i+1}$이 0보다 작아지면 i+1 시간대의 충전 보정값은 0으로 설정한다(S607).

[0107] **5. 에너지 저장장치의 충방전 최적화 레벨 결정**

[0108] 상술한 과정에 따라 각 에너지 저장장치에서 배터리 충방전을 수행하였다면, 에너지 관리 시스템은 각 에너지

저장장치에서의 배터리 충방전 정보와 부하별 전력 사용 정보를 토대로 소정의 학습과정을 통해 최적화된 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 결정할 수 있다.

[0109] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 관리 시스템에서 에너지 저장장치의 충방전 최적화 레벨을 결정하는 과정의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

[0110] 도 7을 참조하면, 에너지 관리 시스템은 에너지 저장장치로부터 상기 도 6에서 상술한 특정 시간대(i 시간대)에서의 배터리 충방전을 수행한 결과에 따른 배터리 충방전 정보를 수신한다(S701). 배터리 충방전 정보에는 각 부하에 설치된 에너지 저장장치에서 0시를 기준으로 전날의 시간대별 PV 충전된 에너지량($C_PV_i$), 계통 충전된 에너지량($C_G_i$), 실부하량($U_L_i$), 배터리 방전량($D_BAT_i$) 정보를 포함한다.

[0111] 이후, 에너지 관리 시스템은 전 단계에서 수신한 배터리 충방전 정보와 함께 데이터부에 기초하여 부하별로 시간대별 계통 전력 요금 및 단위 부하당 전력 요금을 산출한다(S702). 시간대별 계통 전력 요금($GR_i$)이라 하면 단위 부하당 전력 사용 비용은 실부하량($U_L_i$), 배터리 방전량($D_BAT_i$), 계통 충전된 에너지량($C_G_i$) 및 시간대별 계통 전력 요금을 통해 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

*수학식 6*

[0112] $$\sum(U_L_i - D_BAT_i + C_G_i) * GR_i / \sum U_L_i$$

[0113] 이후, 에너지 관리 시스템은 동일한 부하 그룹에 속한 다수의 부하에 대하여 상기 수학식 6과 같이 산출된 단위 부하당 전력 사용 요금이 최저 요금을 나타내는 특정 부하를 도출한다(S703).

[0114] 그리고, 단위 부하당 전력 사용 요금이 최저 요금을 나타내는 특정 부하에서의 PV 충전량($PV_TSoC_i$), 계통 충전량($G_TSoC_i$), 배터리 방전레벨($D_SoC_i$)을 선택하여 해당 월별, 요일별, 시간대별 최적 PV 충전량($BE_PV_TSoC_i$), 최적 계통 충전량(BE_G_TSoCi) 및 최적 배터리 방전레벨($BE_D_SoC_i$)로 설정한다(S704).

[0115] 다음으로, 에너지 관리 시스템은 전 단계(S704)에서 설정된 배터리 충방전 정보를 이용하여 소정의 변위값을 갖는 다음날의 시간대별 에너지 저장장치의 충방전 레벨을 결정한다(S705). 예컨대, 전 단계(S704)에서 설정한 월별, 요일별, 시간대별 최적 PV 충전량($BE_PV_TSoC_i$), 최적 계통 충전량(BE_G_TSoCi) 및 최적 배터리 방전레벨($BE_D_SoC_i$)에서 일정 범위(±5%)의 무작위 변위값을 반영하여 최적의 PV 충전량, 계통 충전량, 배터리 방전 레벨을 결정할 수 있다.

[0116] 이후, 에너지 관리 시스템은 일정 범위의 무작위 변위값이 반영된 최적의 PV 충전량, 계통 충전량, 배터리 방전 레벨을 포함하는 ESS 충방전 스케줄링 정보를 생성하여, 이에 따라 ESS를 운영한다(S706).

[0117] 한편, 본 발명에 따른 에너지 관리 시스템은 상기 최적의 충방전 레벨을 결정하는 단계(S705) 이전에 각 부하들로부터 수집한 정보를 토대로 상기 도 4에서 결정한 ESS 충전 스케줄링을 운영하기 전에 설정한 예측 부하량($E_L_i$) 및 예측 충전량($E_PV_i$)을 갱신할 수 있다. 예컨대, 수집된 실 부하량 정보를 각 부하 그룹별로 분류한 후 시간대별 부하 평균값($U_ML_i$)을 도출하여 수학식 7과 같은 연산을 통해 산출된 새로운 예측 부하량($E'_L_i$)으로 갱신할 수 있다.

*수학식 7*

[0118] $$E'_L_i = 0.8 * E_L_i + 0.2 * U_ML_i$$

[0119] 또한, 수집된 실 충전량 정보를 각 부하 그룹별로 분류하여 시간대별 충전 평균값(C_PVMi)을 도출하여 수학식 8과 같은 연산을 통해 산출된 새로운 예측 충전량(E'_PVi)으로 갱신할 수 있다.

*수학식 8*

[0120] $$E'_PV_i = 0.8 * E_PV_i + 0.2 * U_PVM_i$$

[0121] 상기 예측 부하량 및 예측 충전량의 갱신 과정은 에너지 저장장치를 제어하기 위한 기반 정보를 갱신하는 것으로, 상기 단계 S705에서 수행하는 다음날의 시간대별 에너지 저장장치의 충방전 레벨 결정에 반영할 수 있다.

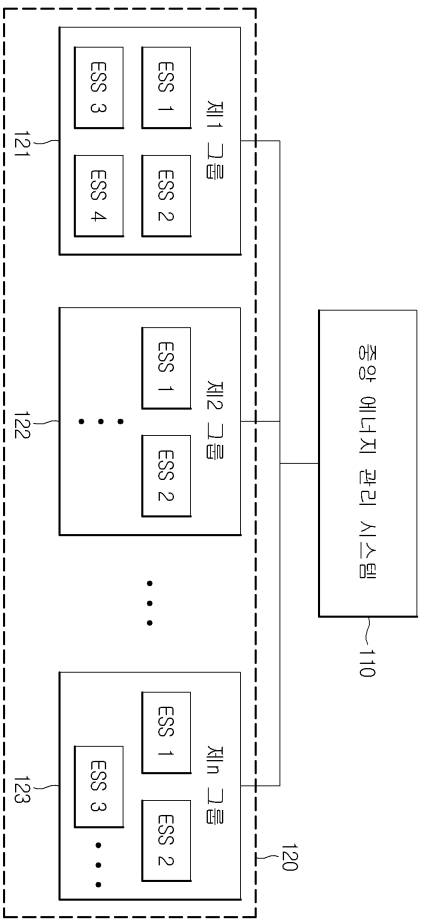
[0122] 이와 같이, 본 발명에 따른 에너지 관리 시스템은 최적의 ESS 충방전 스케줄링 정보를 생성하여 각 부하 그룹별 에너지 저장장치를 제어한다.

[0123] 또한, 본 발명에 다른 에너지 관리 시스템은 상기 도 6에서 상술한 실질적인 에너지 저장장치에서의 에너지 충방전 과정 및 상기 도 7에서 상술한 에너지 충방전 수행 동작에 따른 정보를 토대로 최적화된 충방전 스케줄링을 수행하는 과정을 반복 수행하여 학습에 따라 최적화된 충방전 레벨을 도출할 수 있다.

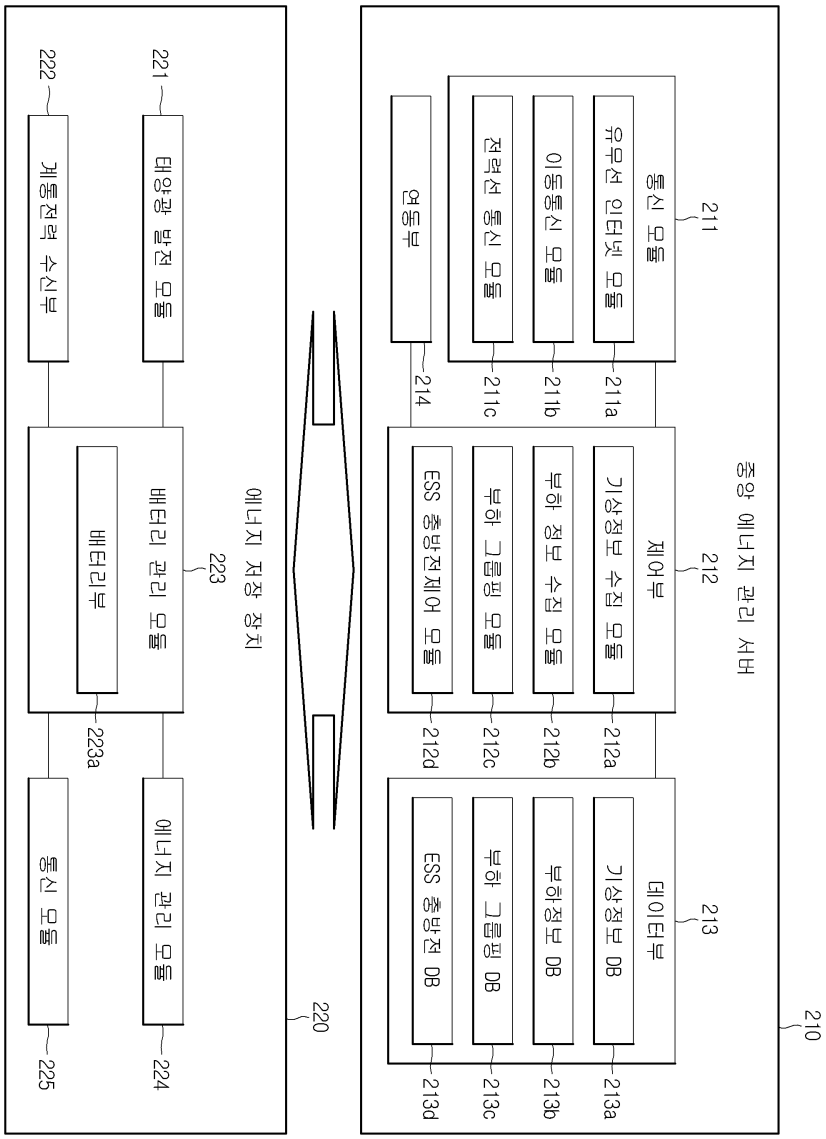
[0124] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상이 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 도면

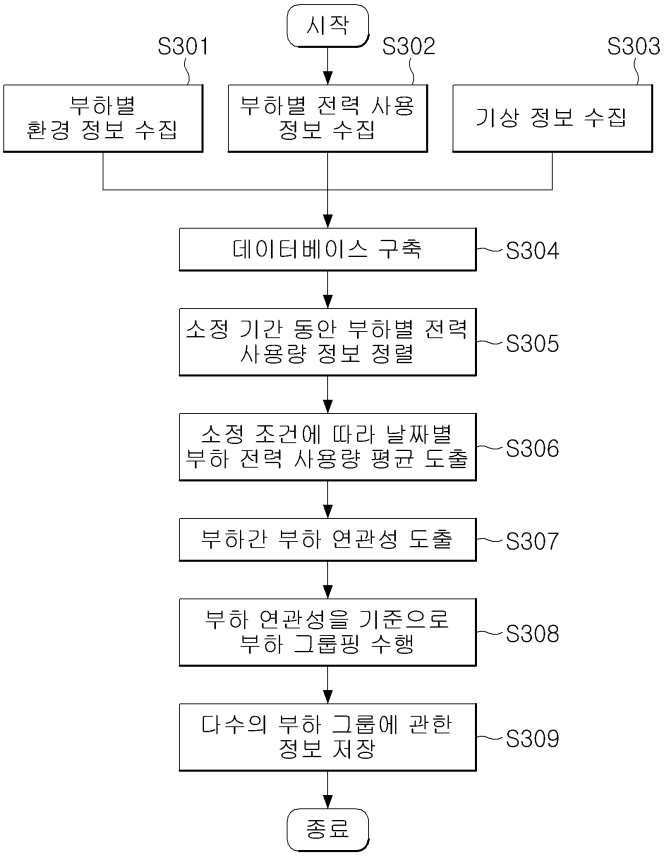
### 도면1



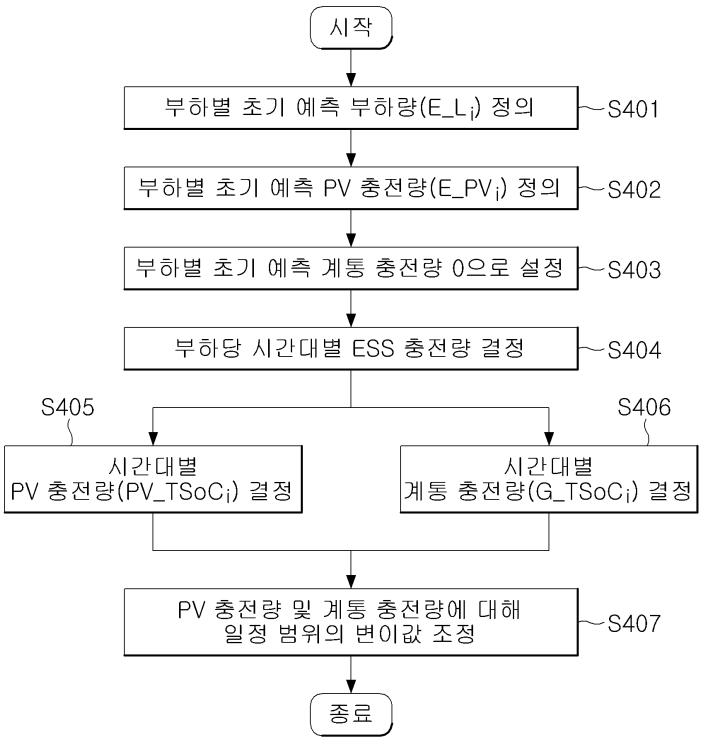
도면2


중앙 에너지 관리 서버
210
통신 모듈
211
유무선 인터넷 모듈
211a
이동통신 모듈
211b
전력선 통신 모듈
211c
연동부
214
제어부
212
기상정보 수집 모듈
212a
부하 정보 수집 모듈
212b
부하 그룹핑 모듈
212c
ESS 충방전제어 모듈
212d
데이터부
213
기상정보 DB
213a
부하정보 DB
213b
부하 그룹핑 DB
213c
ESS 충방전 DB
213d
220
에너지 저장 장치
태양광 발전 모듈
221
계통전력 수신부
222
배터리 관리 모듈
223
배터리부
223a
에너지 관리 모듈
224
통신 모듈
225

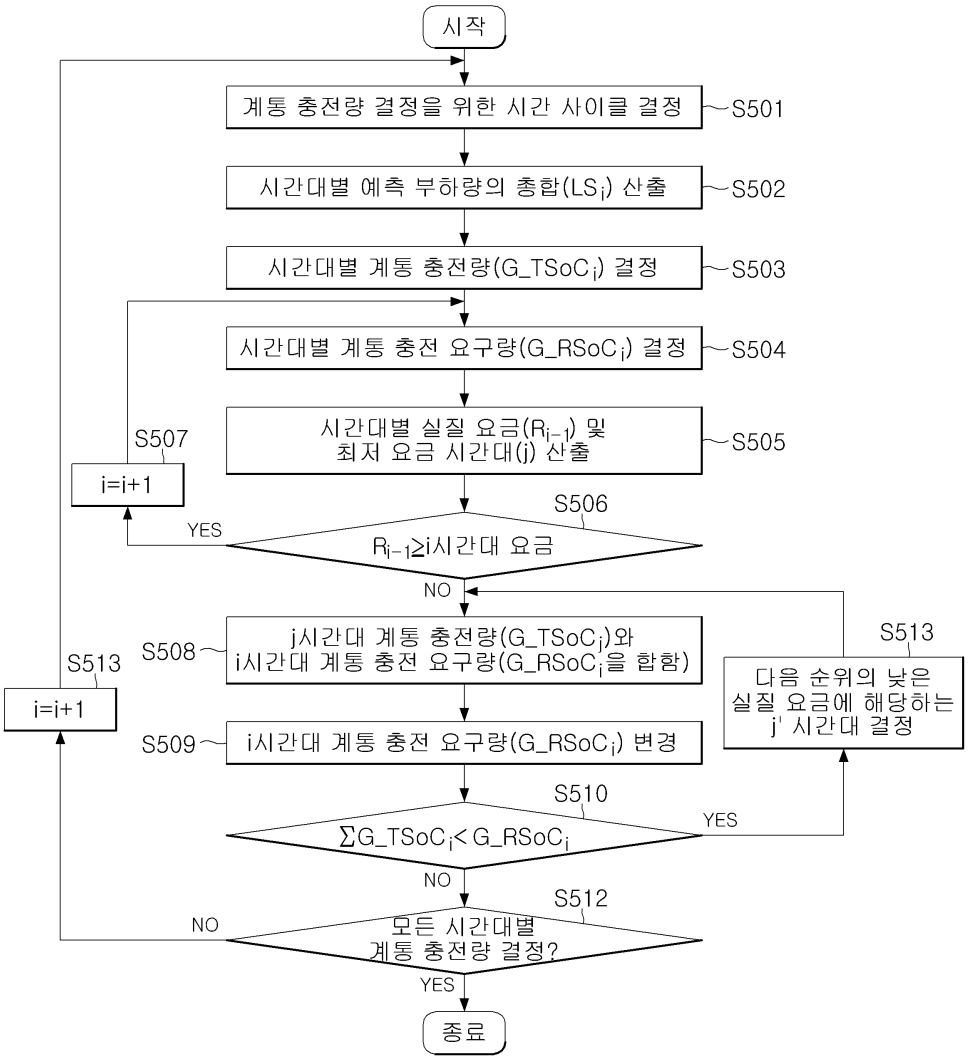
도면3


시작
S301
S302
S303
부하별
환경 정보 수집
부하별 전력 사용
정보 수집
기상 정보 수집
데이터베이스 구축
S304
소정 기간 동안 부하별 전력
사용량 정보 정렬
S305
소정 조건에 따라 날짜별
부하 전력 사용량 평균 도출
S306
부하간 부하 연관성 도출
S307
부하 연관성을 기준으로
부하 그룹핑 수행
S308
다수의 부하 그룹에 관한
정보 저장
S309
종료

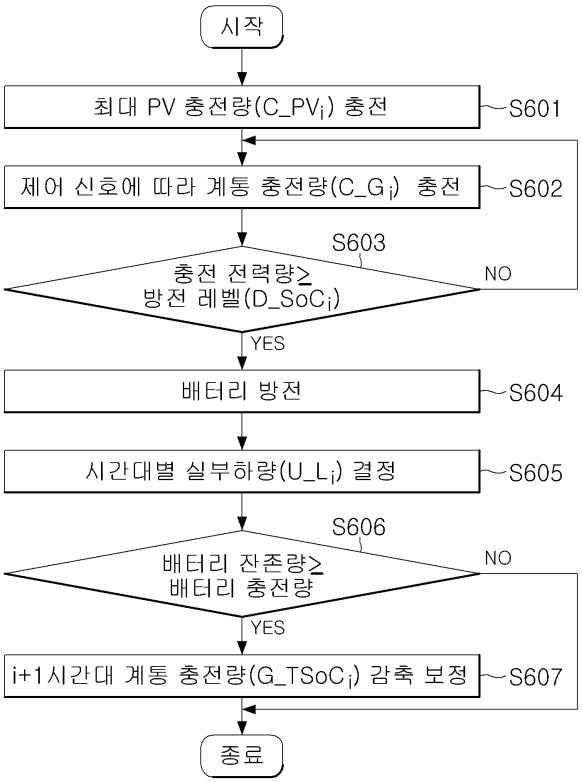
도면4


시작
부하별 초기 예측 부하량(E_L$_i$) 정의
S401
부하별 초기 예측 PV 충전량(E_PV$_i$) 정의
S402
부하별 초기 예측 계통 충전량 0으로 설정
S403
부하당 시간대별 ESS 충전량 결정
S404
S405
S406
시간대별
PV 충전량(PV_TSoC$_i$) 결정
시간대별
계통 충전량(G_TSoC$_i$) 결정
PV 충전량 및 계통 충전량에 대해
일정 범위의 변이값 조정
S407
종료

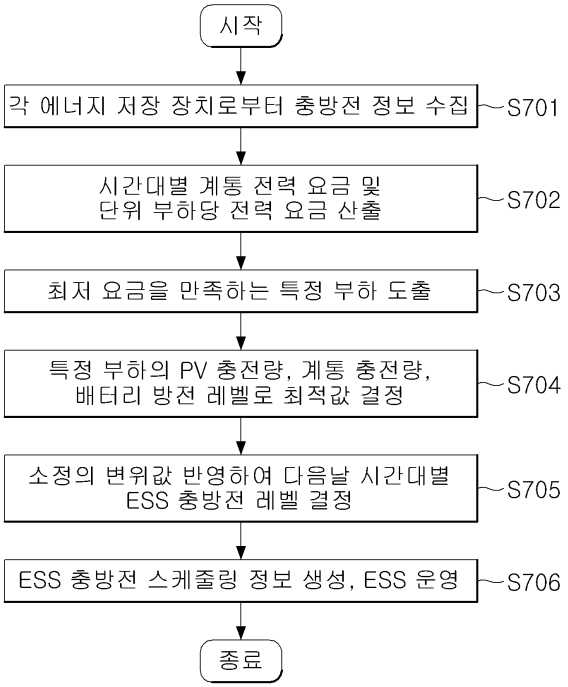
도면5


시작
계통 충전량 결정을 위한 시간 사이클 결정
S501
시간대별 예측 부하량의 총합(LS$_i$) 산출
S502
시간대별 계통 충전량(G_TSoC$_i$) 결정
S503
시간대별 계통 충전 요구량(G_RSoC$_i$) 결정
S504
시간대별 실질 요금(R$_{i-1}$) 및
최저 요금 시간대(j) 산출
S505
S506
R$_{i-1}$≥i시간대 요금
YES
NO
S507
i=i+1
S508
j시간대 계통 충전량(G_TSoC$_j$)와
i시간대 계통 충전 요구량(G_RSoC$_i$)을 합함)
S509
i시간대 계통 충전 요구량(G_RSoC$_i$) 변경
S510
∑G_TSoC$_i$< G_RSoC$_i$
YES
NO
S512
모든 시간대별
계통 충전량 결정?
NO
YES
종료
S513
i=i+1
S513
다음 순위의 낮은
실질 요금에 해당하는
j' 시간대 결정

도면6


시작
최대 PV 충전량(C_PVi) 충전
S601
제어 신호에 따라 계통 충전량(C_Gi) 충전
S602
S603
충전 전력량≥
방전 레벨(D_SoCi)
NO
YES
배터리 방전
S604
시간대별 실부하량(U_Li) 결정
S605
S606
배터리 잔존량≥
배터리 충전량
NO
YES
i+1시간대 계통 충전량(G_TSoCi) 감축 보정
S607
종료

도면7


시작
각 에너지 저장 장치로부터 충방전 정보 수집
S701
시간대별 계통 전력 요금 및
단위 부하당 전력 요금 산출
S702
최저 요금을 만족하는 특정 부하 도출
S703
특정 부하의 PV 충전량, 계통 충전량,
배터리 방전 레벨로 최적값 결정
S704
소정의 변위값 반영하여 다음날 시간대별
ESS 충방전 레벨 결정
S705
ESS 충방전 스케줄링 정보 생성, ESS 운영
S706
종료