



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월21일  
(11) 등록번호 10-1277904  
(24) 등록일자 2013년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02P 9/04 (2006.01) G05F 1/66 (2006.01)  
F03D 7/04 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-0112074  
(22) 출원일자 2011년10월31일  
심사청구일자 2011년10월31일  
(65) 공개번호 10-2013-0047197  
(43) 공개일자 2013년05월08일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2006280020 A\*  
JP2007306670 A\*  
KR1020110110735 A\*  
JP2007087829 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
주식회사 포스코아이씨티  
경상북도 포항시 남구 호동로 68 (호동)  
(72) 발명자  
이희태  
경기도 구리시 인창동 대림2차e-편한세상아파트  
102동 202호  
강철  
경기도 고양시 일산서구 성저로 91, 4단지아파트  
404동 607호 (대화동, 성저마을)  
(74) 대리인  
특허법인천문

전체 청구항 수 : 총 18 항

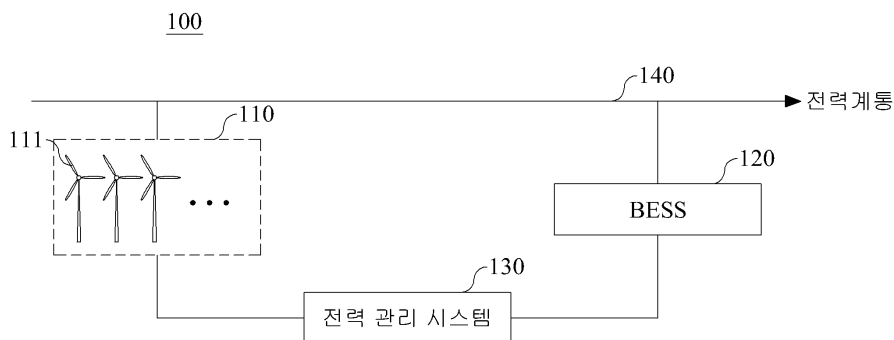
심사관 : 이영노

(54) 발명의 명칭 전력 관리 시스템 및 관리 방법

(57) 요약

전력을 안정적으로 출력할 수 있는 본 발명의 일 측면에 따른 전력 관리 시스템은, 적어도 하나의 풍력 발전기 각각으로부터 전력 발전량을 수집하여 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 전력 발전총량을 계산하고, 상기 계산한 전력 발전총량 및 측정시간을 포함하는 풍력 데이터를 생성하여 관리하는 풍력 데이터 관리부; 상기 측정시간이 과거의 일정시간 구간 내에 있는 풍력 데이터에 대한 이동 평균값을 계산하여 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 전력 발전총량으로 예측하고, 상기 예측한 전력 발전총량을 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 목표 발전량으로 설정하는 목표 발전량 설정부; 및 상기 목표 발전량과 전력 발전총량의 차이값을 BESS(Battery Energy Storage System)에 충전시키는 충전 모드 및 상기 차이값을 BESS로부터 방전시키는 방전 모드 중 하나를 선택하여 상기 적어도 하나의 풍력 발전기에 의하여 발전된 전력이 전력계통에 고르게 출력되도록 상기 BESS를 제어하는 충/방전 제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

적어도 하나의 풍력 발전기 각각으로부터 전력 발전량을 수집하여 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 전력 발전 총량을 포함하는 풍력 데이터를 생성하여 관리하는 풍력 데이터 관리부;

상기 풍력 데이터 중 과거의 일정시간 내에 있는 풍력 데이터에 대한 이동 평균값을 계산하여 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 전력 발전총량으로 예측하고, 상기 예측한 전력 발전총량을 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 목표 발전량으로 설정하는 목표 발전량 설정부; 및

상기 목표 발전량과 전력 발전총량의 차이값을 BESS(Battery Energy Storage System)에 충전시키는 충전 모드 및 상기 차이값을 BESS로부터 방전시키는 방전 모드 중 하나를 선택하도록 상기 BESS를 제어하는 충/방전 제어부를 포함하고,

상기 목표 발전량 설정부는 상기 풍력 데이터의 시간별 역순으로 감소하는 평활 가중치를 해당 전력 발전총량에 부여하여 생성된 평활 데이터를 기초로 상기 이동 평균값을 계산하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 목표 발전량은

$$WTP_t = (1-a) \times WT_{t-1} + a \times WTP_{t-b}$$

를 이용하여 결정되고, 여기에서 a는 0보다 크고 1보다 작거나 같은 상수, b는 1보다 크거나 같은 상수,  $WTP_t$ 는 시간 t에서의 목표 발전량,  $WT_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 전력 발전총량,  $WTP_{t-b}$ 는 시간 t-b에서의 목표 발전량을 나타내는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 충/방전 제어부는

상기 설정된 목표 발전량이 상기 전력 발전총량보다 큰 경우 상기 차이값을 BESS로부터 방전하도록 상기 방전 모드를 선택하거나,

상기 설정된 목표 발전량이 상기 전력 발전총량보다 작은 경우 상기 차이값을 BESS에 충전하도록 상기 충전 모드를 선택하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 충/방전 제어부는

상기 설정된 목표 발전량과 상기 전력 발전총량의 차이값이 미리 정해진 컨트롤 데드 밴드(Control Dead Band)를 벗어나면 충전하거나 방전하도록 상기 BESS를 제어하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 BESS의 충전량이 미리 정해진 충전량 상한을 초과하지 않도록 제한하는 상한제약 모드 및 상기 BESS의 충전량이 미리 정해진 충전량 하한에 미달하지 않도록 제한하는 하한제약 모드 중 적어도 하나를 선택하여 상기 BESS의 충전량이 일정 범위 내에 유지되도록 상기 BESS를 제어하는 상한/하한 제한부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 상한/하한 제한부는

상기 BESS의 충전량이 상기 충전량 상한을 초과하는 경우 상기 상한제약 모드를 선택하여 상기 목표 발전량을 증가시키고, 상기 증가한 목표 발전량과 상기 전력 발전총량의 차이값을 상기 BESS로부터 방전하도록 하여 상기 BESS의 충전량을 감소시키거나, 상기 BESS의 충전량이 상기 충전량 하한에 미달하는 경우 상기 하한제약 모드를 선택하여 상기 설정된 목표 발전량을 감소시키고, 상기 감소한 목표 발전량과 상기 전력 발전총량의 차이값을 상기 BESS에 충전하도록 하여 상기 BESS의 충전량을 증가시키는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 상한 제약 모드는 상기 목표 발전량을

$$WTP_t = ((1-a) \times WT_{t-1} + a \times WTP_{t-1}) + b \times stdev$$

를 이용하여 증가시키고, 여기서 a는 0보다 크고 1보다 작거나 같은 상수,  $WTP_t$ 는 시간 t에서의 목표 발전량,  $WT_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 전력 발전총량,  $WTP_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 목표 발전량, b는 0보다 큰 정수, stdev는 상기 풍력 데이터 관리부에 저장된 전력 발전총량의 표준편차를 나타내는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 9**

제7항에 있어서,

상기 하한 제약 모드는 상기 목표 발전량을

$$WTP_t = ((1-a) \times WT_{t-1} + a \times WTP_{t-1}) - b \times stdev$$

를 이용하여 감소시키고, 여기서 a는 0보다 크고 1보다 작거나 같은 상수,  $WTP_t$ 는 시간 t에서의 목표 발전량,  $WT_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 전력 발전총량,  $WTP_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 목표 발전량, b는 0보다 큰 정수, stdev는 상기 풍력 데이터 관리부에 저장된 전력 발전량의 표준편차를 나타내는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 차이값이 상기 BESS의 정격을 초과하면 파워정격 제약 모드를 선택하여 상기 충/방전 제어부에 의하여 상기 BESS에 충전 또는 방전되는 전력량을 제한하는 파워정격 제한부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 파워정격 제약 모드는

미리 정해진 제1 시간 구간 내에 측정된 전력 발전총량을 기초로 목표 발전량을 갱신하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 BESS의 제어 주기, 상기 BESS의 최소 충전량 및 최대 충전량 중 적어도 하나를 설정하는 초기값 설정부; 및

상기 적어도 하나의 풍력 발전기와의 연계상태, 상기 BESS와의 연계상태, 상기 풍력 데이터의 개수 및 상기

BESS의 충전량을 점검하여 초기 준비 상태를 확인하는 초기 상태 확인부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 충/방전 제어부의 제어하에 상기 전력을 충전 저장하고, 저장된 상기 전력을 방전하는 상기 BESS를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 14**

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 풍력 발전기 중 하나 이상의 예러 상태를 감지하고, 상기 예러 상태가 발생하면 예러 신호 또는 예러 상태 메시지를 생성하고, 예러 상태 메시지를 미리 설정된 관리자의 단말장치에 리포팅하는 이상 감지부; 및

상기 이상 감지부로부터 상기 예러 신호를 수신하면 상기 BESS와 상기 하나 이상의 풍력 발전기 간의 연계를 차단하도록 상기 BESS를 제어하는 연계상태 차단부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 시스템.

**청구항 15**

적어도 하나의 풍력 발전기의 전력 발전총량이 포함된 풍력 데이터를 생성하는 단계;

상기 풍력 데이터에 대한 평활 가중치를 해당 전력 발전량에 부여하여 평활 데이터를 생성하며, 상기 평활 데이터를 기초로 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 목표 발전량을 설정하는 단계; 및

상기 목표 발전량과 전력 발전총량을 비교하여 그 차이값을 BESS에 충전시키는 충전 모드 및 상기 차이값을 상기 BESS로부터 방전하는 방전 모드 중 하나를 선택하여 상기 BESS를 제어하는 단계를 포함하는 전력 관리 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 풍력 데이터를 생성하는 단계는

상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 이상 상태를 감지하여 상기 이상 상태가 감지된 풍력 발전기를 제외하고, 상기 풍력 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 방법.

**청구항 17**

제15항에 있어서, 상기 풍력 데이터를 생성하는 단계는

신규 풍력 발전기가 추가적으로 연계되면, 상기 신규 풍력 발전기의 전력 발전량을 가산하여 상기 풍력 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 방법.

**청구항 18**

제15항에 있어서,

상기 충전 모드가 선택되면, 상기 BESS의 충전량을 확인하여 상기 BESS의 충전량이 미리 정해진 충전량 상한을 초과하는 경우 상기 BESS에 전력을 충전하는 것을 제한하고 상기 BESS로부터 전력을 방전시키는 하한제약 모드를 선택하여 상기 BESS의 충전량을 감소시키거나, 상기 방전 모드가 선택되면, 상기 BESS의 충전량을 확인하여 상기 BESS의 충전량이 미리 정해진 충전량 하한에 미달하는 경우 상기 BESS로부터 전력을 방전하는 것을 제한하고 상기 BESS에 전력을 충전시키는 상한제약 모드를 선택하여 상기 BESS의 충전량을 증가시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 관리 방법.

**청구항 19**

제 18항에 있어서, 상기 증가시키는 단계는

상기 목표 발전량에 상기 풍력 발전기로부터 수신한 전력 발전총량의 표준편차를 이용하여 상기 목표 발전량을 감소시키거나 증가시키는 것을 특징으로 하는 전력 관리 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 전력 관리 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 풍력 발전기와 연계된 전력 관리 시스템 및 그 관리 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 화석 에너지가 고갈됨에 따라 대체 에너지원에 대한 필요성이 대두되고 있다. 대체 에너지원 중 풍력에 의하여 에너지를 생산하는 풍력발전은 설비투자 비용을 반영한 발전단가가 매우 저렴하여 화력발전을 대체할 수 있는 가장 경쟁력 있는 대안으로 떠오르고 있다. 하지만 풍력발전은 에너지원인 바람이 기상 조건에 따라 속도와 방향이 매 순간마다 불규칙하게 변동되기 때문에 전력이 불균일하게 출력될 수 있고, 이로 인해 수요자에게 공급되는 전력 품질이 저하될 수 있다.

[0003] 일본 공개특허 제2005-83308호 및 한국 공개특허 제2010-0009626호(이하, 선행기술들)는 블레이드의 피치 각도를 제어하여 풍력 발전량을 제어하는 풍력 발전기를 제공하고 있다. 다만, 선행기술들은 현재 시점에서 전력이 최대발전으로 출력되도록 제어하고 있을 뿐, 여전히 기상 조건에 따라 불균일하게 출력되는 전력을 안정적으로 제어하는 방법은 제시하고 있지 않는다. 또한, 선행기술들은 풍력 발전기 각각에 대하여 풍력 발전량을 제어하기 때문에 풍력 발전기 개수가 많을수록 시스템 부하가 커지는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 에너지 저장장치에 전력을 충전 또는 방전시켜 기상변화에도 전력을 안정적으로 출력할 수 있는 전력 관리 시스템 및 관리 방법을 제공하는 것을 그 기술적 과제로 한다.

[0005] 또한, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 적어도 하나의 풍력 발전기에서 발전된 전력을 통합 관리하여 시스템 부하를 최소화할 수 있는 전력 관리 시스템 및 관리 방법을 제공하는 것을 다른 기술적 과제로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 전력 관리 시스템은, 적어도 하나의 풍력 발전기 각각으로부터 전력 발전량을 수집하여 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 전력 발전총량을 포함하는 풍력 데이터를 생성하여 관리하는 풍력 데이터 관리부; 상기 풍력 데이터 중 과거의 일정시간 내에 있는 풍력 데이터에 대한 이동 평균값을 계산하여 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 전력 발전총량으로 예측하고, 상기 예측한 전력 발전총량을 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 목표 발전량으로 설정하는 목표 발전량 설정부; 및 상기 목표 발전량과 전력 발전총량의 차이값을 BESS(Battery Energy Storage System)에 충전시키는 충전 모드 및 상기 차이값을 BESS로부터 방전시키는 방전 모드 중 하나를 선택하도록 상기 BESS를 제어하는 충/방전 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 전력 관리 방법은, 적어도 하나의 풍력 발전기의 전력 발전총량이 포함된 풍력 데이터를 생성하는 단계; 상기 풍력 데이터에 대한 평활 가중치를 해당 전력 발전량에 부여하여 평활 데이터를 생성하며, 상기 평활 데이터를 기초로 상기 적어도 하나의 풍력 발전기의 목표 발전량을 설정하는 단계; 및 상기 목표 발전량과 전력 발전총량을 비교하여 그 차이값을 BESS에 충전시키는 충전 모드 및 상기 차이값을 상기 BESS로부터 방전하는 방전 모드 중 하나를 선택하여 상기 BESS를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0008] 본 발명에 따르면, 잉여 전력을 에너지 저장장치에 충전하거나 부족한 전력을 에너지 저장장치로부터 방전함으로써 기상 조건 변동에도 전력을 고르게 출력할 수 있기 때문에 높은 품질의 전력을 공급할 수 있다는 효과가 있다.

[0009] 또한, 본 발명에 따르면, 적어도 하나의 풍력 발전기에서 불규칙하게 발전되는 전력을 통합하여 안정화시키기

때문에 시스템 부하를 줄일 수 있다는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0010] 도 1은 풍력발전 시스템을 설명하는 도면이다.
- 도 2는 도 1의 전력 관리 시스템을 설명하는 구성도이다.
- 도 3은 도 2의 초기 상태 준비부를 설명하는 구성도이다.
- 도 4는 도 2의 BESS 제어부를 설명하는 구성도이다.
- 도 5은 전력 발전총량을 기초로 산출된 목표 발전량을 설명하는 그래프와 도표이다.
- 도 6은 도 2의 전력 관리 시스템에 의하여 전력을 관리하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- 도 7은 도 6에서 수행되는 시스템 준비방법을 설명하는 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0011] 개시된 기술에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 개시된 기술에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [0012] 도 1은 풍력발전 시스템(100)을 설명하는 도면이다.
- [0013] 도 1을 참조하면, 풍력발전 시스템(100)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110), BESS(120), 및 전력 관리 시스템(130)을 포함한다.
- [0014] 적어도 하나의 풍력 발전기(110)는 풍력 터빈을 이용하여 풍력을 전력으로 변환한다. 풍력 터빈은 복수의 블레이드들, 변속장치 및 발전기로 구성될 수 있다. 복수의 블레이드들은 풍력에 의해 회전될 수 있다. 이때 회전력은 변속장치에 전달되어 발전기를 구동시킬 수 있다. 상기 발전기는 모터의 운동 에너지를 전기 에너지로 변환하여 전력을 생산할 수 있다.
- [0015] 적어도 하나의 풍력 발전기(110)는 생산된 전력을 파워 라인(140)을 통하여 전력계통에 공급한다. 여기에서, 상기 전력계통은 발전소, 변전소, 송전선을 포함할 수 있고, 전력거래소와 같은 전력을 구매하는 구성도 포함할 수 있다.
- [0016] BESS(Battery Energy Storage System)(120)는 적어도 하나의 풍력 발전기(110)로부터 전력을 입력받아 에너지 저장장치에 저장하고, 에너지 저장장치로부터 외부로 전력을 공급한다. 본 발명에서, BESS(120)는 적어도 하나의 풍력 발전기(110)와 상기 전력계통 사이에 병렬 연결되어, 적어도 하나의 풍력 발전기(110)로부터 전력을 충전받아 상기 에너지 저장장치에 저장할 수 있고, 상기 에너지 저장장치에 저장된 전력을 방전하여 상기 전력계통에 공급할 수 있다.
- [0017] 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)의 충방전 동작을 제어하여 적어도 하나의 풍력 발전기(110)에 의해 생산된 전력이 안정적으로 전력계통에 공급될 수 있도록 한다. 일 실시예에서, 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110)에 의해 생산된 전력이 목표값보다 큰 경우 적어도 하나의 풍력 발전기(110)에 의해 생산된 전력의 일부를 BESS(120)에 충전시켜 파워 라인(140)을 통해 공급되는 전력을 감소시킴으로써 전력계통에 안정적으로 전력이 공급되도록 할 수 있다. 또한, 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110)에 의해 생산된 전력이 목표값보다 작은 경우 BESS(120)에 저장되어 있는 전력의 적어도 일부를 방전하여 파워 라인(140)을 통해 공급되는 전력을 증가시킴으로써 전력계통에 안정적으로 전력이 공급되도록 할 수 있다.
- [0018] 상술한 실시예에서는 전력 관리 시스템(130)이 적어도 하나의 풍력 발전기(110)와 물리적으로 분리된 별개의 시스템으로 구현되는 것을 설명하였지만, 다른 실시예에서는 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 내부에 포함될 수 있다.
- [0019] 도 2는 도 1의 전력 관리 시스템을 설명하는 구성도이다. 도 3은 도 2의 초기 상태 준비부를 설명하는 구성도이다.

고, 도 4는 도 2의 BESS 제어부를 설명하는 구성도이다.

- [0020] 도 2를 참조하면, 전력 관리 시스템(130)은 풍력 데이터 관리부(220), 목표 발전량 설정부(230), 및 BESS 제어부(240)를 포함하고, 초기 상태 준비부(210), 이상 감지부(250), 및 연계상태 차단부(260) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 초기 상태 준비부(210)는 BESS(120)를 제어하기 전에 전력 관리 시스템(100)의 준비상태를 점검한다. 초기 상태 준비부(210)는 준비상태 점검에서 초기 운전 조건이 만족되었는지 확인하고, 초기 운전 조건이 만족되면 전력 관리 시스템(130)이 BESS(120)에 대한 제어를 개시할 수 있도록 한다.
- [0022] 도 3을 참조하면, 초기 상태 준비부(210)는 초기값 설정부(310) 및 초기 상태 확인부(320)를 포함한다. 그리고 초기 상태 확인부(320)는 연계상태 확인부(321), 풍력 데이터 확인부(322) 및 충전량 확인부(323)을 포함할 수 있다.
- [0023] 초기값 설정부(310)는 제어 주기, 시간 구간, BESS(120)의 최소 충전량 및 최대 충전량 중 적어도 하나를 설정한다. 상기 제어 주기는 BESS(120)를 제어하는 시간 간격에 해당하고, 상기 시간 구간은 목표 발전량 계산에 기초가 되는 풍력 데이터를 결정하기 위한 시간 정보에 해당할 수 있다. BESS(120)의 최소 충전량 및 최대 충전량은 전력 관리 시스템(100)의 안정적인 작동을 위하여 BESS(120)에 요구되는 최소 또는 최대 전력 충전량에 해당한다.
- [0024] 초기 상태 확인부(320)는 초기 운전 조건을 확인하여 전력 관리 시스템(100)의 운전 가능여부를 결정한다.
- [0025] 연계상태 확인부(321)는 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 또는 BESS(120)의 구동상태 및 연계상태를 확인한다. 연계상태 확인부(321)는 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 또는 BESS(120)가 전력 관리 시스템(130)과 전기적으로 연계되어 있는지를 확인할 수 있다. 이때, 연계상태 확인부(321)는 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 또는 BESS(120)와 동일한 주파수를 설정하여 전기적 통신을 시도할 수 있다.
- [0026] 풍력 데이터 확인부(322)는 BESS(120)를 제어하기 위하여 요구되는 풍력 데이터가 풍력 데이터 관리부(220)에 저장되어 있는지 확인한다. 예를 들어, 풍력 데이터 확인부(322)는 풍력 데이터 관리부(220)에 저장된 풍력 데이터의 개수가 관리자에 의하여 미리 정해진 최소 데이터 개수를 초과하는지를 확인할 수 있다.
- [0027] 충전량 확인부(323)는 BESS(120)의 충전량을 확인한다. 충전량 확인부(323)는 BESS(120)의 충전량이 초기값 설정부(310)에서 설정된 최소 충전량과 최대 충전량 사이에 있는지를 확인할 수 있다.
- [0028] 초기 상태 준비부(210)는 BESS(120) 제어에 필요한 초기값을 설정하고 연계상태 확인부(321), 풍력 데이터 확인부(322), 및 충전량 확인부(323)로부터 초기 운전 조건이 만족되었음이 확인되면, 전력 관리 시스템(100)이 BESS(120)에 대한 제어를 개시할 수 있도록 한다.
- [0029] 다시 도 2를 참조하면, 풍력 데이터 관리부(220)는 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 각각으로부터 측정된 전력 발전량을 수집하여 측정시간을 기준으로 적어도 하나의 풍력 발전기(110)의 전력 발전총량을 계산한다. 여기에서, 전력 발전총량은 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 각각에서 측정된 전력 발전량의 총합에 해당한다. 풍력 데이터 관리부(220)는 계산한 전력 발전총량 및 측정시간을 포함하는 풍력 데이터를 생성하여 저장한다.
- [0030] 목표 발전량 설정부(230)는 과거에 수집된 풍력 데이터를 기초로 목표 발전량을 결정한다. 목표 발전량은 특정 시간에 요구되는 발전량에 해당하며, 발전량 예측 알고리즘을 이용하여 결정될 수 있다.
- [0031] 상기 발전량 예측 알고리즘은 전력 발전총량의 측정시간 역순으로 감소하는 평활 가중치를 각 전력 발전총량에 부여하여 평활 데이터를 생성하고, 평활 데이터를 기초로 이동 평균값을 계산하여 적어도 하나의 풍력 발전기(110)의 전력 발전총량을 예측할 수 있다. 이때, 평활 가중치는 0보다 크고 1보다 작거나 같은 수를 가진다.
- [0032] 일 실시예에서, 평활 가중치는 지수함수적으로 감소할 수 있다. 예를 들어, 발전량 예측 알고리즘은 아래와 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

$$WTP_t = (1-a) \times WT_{t-1} + a \times WTP_{t-1}$$

[0033]

[0034] 여기에서 a는 0보다 크고 1보다 작거나 같은 상수, WTP<sub>t</sub>는 시간 t에서의 목표 발전량, WT<sub>t-1</sub>는 시간 t-1에서의 전력 발전총량, WTP<sub>t-1</sub>는 시간 t-1에서의 목표 발전량을 나타낼 수 있다. t=0인 경우 WTP<sub>t-1</sub> = WT<sub>0</sub> 으로 초기 설정한다.

[0035] 수학식 1은 아래와 같이 풀이될 수 있다.

수학식 2

$$WTP_t = \sum_{c=1}^t a^{c-1} \times (1-a) \times WT_{t-c}$$

[0036]

[0037] 여기에서 a<sup>c-1</sup> X (1-a)는 시간 t-c에 측정된 전력 발전총량에 부여할 평활 가중치에 해당한다. a는 0과 1 사이의 수를 가지므로, c가 커질수록 평활 가중치는 감소하게 된다. 따라서, 목표 발전량(WTP<sub>t</sub>)은 전력 발전총량(WT<sub>t-c</sub>)에 역순으로 감소하는 평활 가중치를 곱한 값을 더하여 구할 수 있으며, 이 값은 전력 발전량의 이동 평균값에 해당한다.

[0038] 일 실시예에서, 발전량 예측 알고리즘은 연속하는 풍력 데이터 중 전력 발전량의 측정시간이 일정 시간 간격을 가지는 풍력 데이터를 기초로 목표 발전량을 계산할 수 있다. 이때, 발전량 예측 알고리즘은 아래와 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

$$WTP_t = (1-a) \times WT_{t-1} + a \times WTP_{t-b}$$

[0039]

[0040] 여기에서 a는 0보다 크고 1보다 작거나 같은 상수, b는 1보다 큰 상수, WTP<sub>t</sub>는 시간 t에서의 목표 발전량, WT<sub>t-1</sub>는 시간 t-1에서의 전력 발전총량, WTP<sub>t-b</sub>는 시간 t-b에서의 목표 발전량을 나타낼 수 있다. t=0인 경우 WTP<sub>t-1</sub> = WT<sub>0</sub> 으로 초기 설정한다. 다시 도 2를 참조하면, BESS 제어부(240)는 일정조건에 따라 BESS(120)의 동작을 제어한다.

[0041] 도 4를 참조하면, BESS 제어부(240)는 충/방전 제어부(410), 상한/하한 제한부(420) 및 파워정격 제한부(430)를 포함한다.

[0042] 충/방전 제어부(410)는 BESS(120)의 충/방전 동작을 제어한다. 충/방전 제어부(410)는 목표 발전량 설정부(230)에 의하여 결정된 목표 발전량과 전력 발전총량을 비교하여 충전 모드 및 방전 모드 중 하나를 선택한다.

[0043] 목표 발전량이 전력 발전총량보다 큰 경우 충/방전 제어부(410)는 방전 모드를 선택하고, BESS(120)에 저장되어 있던 전력의 일부를 방전하도록 BESS(120)를 제어한다. 이때, 방전 전력량은 목표 발전량과 전력 발전총량의 차이값에 상응할 수 있다.

[0044] 목표 발전량이 전력 발전총량보다 작은 경우 충/방전 제어부(410)는 충전 모드를 선택하고, 적어도 하나의 풍력



발전기(110)가 발전한 전력의 일부를 파워 라인(140)을 통하여 충전하도록 제어한다. 이때, 충전 전력량은 목표 발전량과 전력 발전총량의 차이값에 상응할 수 있다.

- [0045] 일 실시예에서, 충/방전 제어부(410)는 목표 발전량이 전력 발전총량보다 크거나 작은 경우 BESS(120)의 충/방전 동작을 제어할 수 있다. 다른 일 실시예에서, 충/방전 제어부(410)는 목표 발전량과 전력 발전총량의 차이값이 미리 정해진 컨트롤 데드 밴드(Control Dead Band)를 벗어나는 경우 BESS(120)의 충/방전 동작을 제어할 수 있다. 여기에서, 컨트롤 데드 밴드는 목표 발전량과 전력 발전총량이 차이가 있음에도 불구하고 BESS(120)를 제어하지 않는 값의 범위를 나타낼 수 있다. 전력 관리 시스템(130)은 컨트롤 데드 밴드를 미리 설정하여 BESS(120)를 제어하는 동작 횟수를 줄일 수 있다.
- [0046] 상한/하한 제한부(420)는 BESS(120)의 충전량을 제한한다. 상한/하한 제한부(420)는 BESS(120)의 충전량과 미리 정해진 충전량 상한을 비교하여 상한 모드를 선택할 수 있고, BESS(120)의 충전량과 미리 정해진 충전량 하한을 비교하여 하한 모드를 선택할 수 있다. 충전량은 에너지 저장장치의 총 용량을 기준으로 저장된 전력량에 대한 백분율로 나타낼 수 있으며, 예컨대 충전량 상한은 77%로 충전량 하한은 23%로 설정될 수 있다.
- [0047] BESS(120)의 충전량이 미리 정해진 충전량 상한을 초과하는 경우 상한/하한 제한부(420)는 상한 모드를 선택하고, BESS(120)의 충전량이 미리 정해진 충전량 상한을 초과하지 않도록 제한한다. 상한/하한 제한부(420)는 BESS(120)로부터 전력을 방전시키기 위해서 목표 발전량 설정부(230)에 의하여 설정된 목표 발전량을 갱신할 수 있다. 이때, 목표 발전량은 상한계약 알고리즘을 이용하여 갱신될 수 있다.
- [0048] 상기 상한계약 알고리즘은 BESS(120)로부터 전력을 방전시켜 BESS(120)의 충전량을 감소시키기 위해서 목표 발전량 설정부(230)에 의하여 설정된 목표 발전량을 증가시킬 수 있다.
- [0049] 일 실시예에서, 상한계약 알고리즘은 전력 발전총량의 표준편차를 이용하여 목표 발전량을 증가시킬 수 있다. 이때, 상한계약 알고리즘은 목표 발전량을 아래의 수식을 이용하여 구할 수 있다.

**수학적식 4**

$$WTP_t = ((1-a) \times WT_{t-1} + a \times WTP_{t-1}) + b \times stdev$$

- [0050]
- [0051] 여기에서 a는 0보다 크고 1보다 작거나 같은 상수, b는 양의 정수,  $WTP_t$ 는 시간 t에서의 목표 발전량,  $WT_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 전력 발전총량,  $WTP_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 목표 발전량, stdev는 전력 발전량의 표준편차를 나타낼 수 있다. t=0인 경우  $WTP_{t-1} = WT_0$  으로 초기 설정한다.
- [0052] 일 실시예에서, b는 BESS(120)의 충전량에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, BESS(120)의 충전량이 78%인 경우 목표 발전량 설정부(230)는 b를 1로 설정하는 반면, BESS(120)의 충전량이 80%인 경우 b를 3으로 설정하여 목표 발전량을 보다 큰 값으로 갱신할 수 있다.
- [0053] 상한/하한 제한부(420)는 갱신된 목표 발전량이 전력 발전총량보다 커지면 충/방전 제어부(410)에 의하여 BESS(120)가 전력을 방전하도록 할 수 있다.
- [0054] BESS(120)의 충전량이 미리 정해진 충전량 하한에 미달하는 경우 상한/하한 제한부(420)는 하한 모드를 선택하고, BESS(120)의 충전량이 미리 정해진 충전량 하한에 미달하지 않도록 제한한다. 상한/하한 제한부(420)는 BESS(120)에 전력을 충전시키기 위해서 목표 발전량 설정부(230)에 의하여 설정된 목표 발전량을 갱신할 수 있다. 이때, 목표 발전량은 하한계약 알고리즘을 이용하여 갱신될 수 있다.
- [0055] 상기 하한계약 알고리즘은 BESS(120)에 전력을 충전시켜 BESS(120)의 충전량을 증가시키기 위해서 목표 발전량 설정부(230)에 의하여 설정된 목표 발전량을 감소시킬 수 있다.
- [0056] 일 실시예에서, 하한계약 알고리즘은 전력 발전량의 표준편차를 이용하여 목표 발전량을 증가시킬 수 있다. 이때, 하한계약 알고리즘은 목표 발전량을 아래의 수식을 이용하여 구할 수 있다.

수학식 5

$$WTP_t = ((1-a) \times WT_{t-1} + a \times WTP_{t-1}) - b \times stdev$$

[0057]

[0058] 여기에서 a는 0보다 크고 1보다 작거나 같은 상수, b는 양의 정수,  $WTP_t$ 는 시간 t에서의 목표 발전량,  $WT_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 전력 발전총량,  $WTP_{t-1}$ 는 시간 t-1에서의 목표 발전량, stdev는 전력 발전량의 표준편차를 나타낼 수 있다. t=0인 경우  $WTP_{t-1} = WT_0$  으로 초기 설정한다.

[0059] 일 실시예에서, b는 BESS(120)의 충전량에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, BESS(120)의 충전량이 22%인 경우 목표 발전량 설정부(230)는 b를 1로 설정하는 반면, BESS(120)의 충전량이 20%인 경우 b를 3으로 설정하여 목표 발전량을 보다 작은 값으로 갱신할 수 있다.

[0060] 상한/하한 제한부(420)는 갱신된 목표 발전량이 전력 발전총량보다 작아지면 충/방전 제어부(410)에 의하여 BESS(120)가 전력을 충전하도록 할 수 있다.

[0061] 파워정격 제한부(430)는 BESS(120)의 충전 전력량 또는 방전 전력량을 제한한다. BESS(120)의 충전 전력량 또는 방전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하는 경우 파워정격 제한부(430)는 파워정격 모드를 선택하고, BESS(120)의 정격을 초과하지 않도록 제한한다. 파워정격 제한부(430)는 BESS(120)의 충전 전력량 또는 방전 전력량을 감소시키기 위해서 목표 발전량 설정부(230)에 의하여 설정된 목표 발전량을 갱신할 수 있다. 이때, 목표 발전량은 파워정격 제약 알고리즘을 이용하여 갱신될 수 있다.

[0062] 상기 파워정격 제약 알고리즘은 BESS(120)의 충전 전력량 또는 방전 전력량을 감소시켜 BESS(120)의 정격에 맞도록 목표 발전량을 갱신할 수 있다.

[0063] 일 실시예에서, 파워정격 제약 알고리즘은 미리 정해진 제1 시간 구간 내에 측정된 전력 발전총량을 기초로 목표 발전량을 갱신할 수 있다. 예를 들어, 파워정격 제약 알고리즘은 최근 1분 이내에 측정된 전력 발전총량을 기초로 목표 발전량을 갱신할 수 있다.

[0064] 파워정격 제한부(430)는 갱신된 목표 발전량과 전력 발전총량을 비교하여 충전 전력량 또는 방전 전력량을 갱신할 수 있다. 파워정격 제한부(430)는, 갱신된 충전 전력량 또는 방전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하면, 미리 정해진 제2 시간 구간 내에 측정된 전력 발전총량을 기초로 목표 발전량을 재갱신할 수 있다. 이때, 제2 시간 구간은 제1 시간 구간보다 짧을 수 있다. 예를 들어, 파워정격 제약 알고리즘은 최근 30초 이내에 측정된 전력 발전총량을 기초로 목표 발전량을 갱신할 수 있다.

[0065] 파워정격 제한부(430)는, 갱신된 충전 전력량 또는 방전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하지 않으면, 충/방전 제어부(410)에 의하여 BESS(120)가 충전 전력량 또는 방전 전력량만큼의 전력을 충전 또는 방전하도록 할 수 있다.

[0066] 다시 도 2를 참조하면, 이상 감지부(250)는 적어도 하나의 풍력 발전기(110)를 모니터링하여 에러 상태를 감지한다. 예를 들어, 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 중 하나가 오작동을 하거나 정지하는 경우 이상 감지부(250)는 하나의 풍력 발전기(111)의 에러 상태를 감지하고 연계상태 차단부(260)에 에러 신호를 송신할 수 있다. 그리고, 이상 감지부(250)는 하나의 풍력 발전기(111)의 에러 상태에 관한 알림 메시지를 미리 저장되어 있는 관리자의 단말장치(미도시)로 송신하여 관리자의 빠른 대처를 도모할 수 있다.

[0067] 연계상태 차단부(260)는 이상 감지부(250)로부터 에러 신호를 수신하면 BESS(120)와의 연계를 차단한다. 이에 따라 BESS(120)는 적어도 하나의 풍력 발전기(110)와 재연계될 때까지 충/방전 동작을 수행하지 않고 적어도 하나의 풍력 발전기(110)의 사고로부터 안정성을 확보할 수 있다. 연계상태 차단부(260)는 보호계전장치, 차단기 등으로 구현될 수 있다.

[0068] 도 5은 전력 발전총량을 기초로 산출된 목표 발전량을 설명하는 그래프와 도표이다.

[0069] 도 5를 참조하면, 풍력 데이터는 1/20초 마다 측정된 전력 발전총량 및 측정시간을 포함할 수 있다. 그리고 초기 목표 발전량은 초기 전력 발전총량과 동일하게 설정할 수 있다.

- [0070] 목표 발전량은 수학적 식 1을 이용하여 계산될 수 있다.
- [0071] 수학적 식 1에서 a는 0.995로 설정하여 목표 발전량을 계산하면 도 5a와 같은 값을 얻을 수 있다. 도 5a를 그래프로 나타내면 전력 발전총량(510)은 불규칙하게 그려지고 목표 발전량(520)은 완만한 곡선으로 그려질 수 있다.
- [0072] 전력 관리 시스템(130)은 전력 발전총량(510)과 목표 발전량(520) 간에 발생한 갭(530)만큼의 전력을 BESS(120)에 충전 또는 방전하도록 BESS(120)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 전력 발전총량(510)이 목표 발전량(520)보다 크면 전력 관리 시스템(130)은 갭(531)만큼의 전력을 BESS(120)에 충전하도록 BESS(120)를 제어할 수 있다. 다른 예를 들어, 전력 발전총량(510)이 목표 발전량(520)보다 작으면 전력 관리 시스템(130)은 갭(532)만큼의 전력을 BESS(120)에 방전하도록 BESS(120)를 제어할 수 있다.
- [0073] 결과적으로 적어도 하나의 풍력 발전기(110)는 전력 관리 시스템(130)에 의하여 목표 발전량(520)과 같은 일정한 전력을 전력계통에 공급할 수 있다.
- [0074] 도 6은 도 2의 전력 관리 시스템에 의하여 전력을 관리하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0075] 도 6을 참조하면, 전력 관리 시스템(130)은 준비상태를 확인한다(S601). 전력 관리 시스템(130)은 초기값을 설정할 수 있고, 초기 운전 조건을 확인할 수 있다. 시스템 준비방법에 대한 구체적인 설명은 도 7에서 후술하도록 한다.
- [0076] 준비상태가 확인되면, 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110)의 전력 발전총량을 기초로 목표 발전량을 설정한다(S602). 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 각각으로부터 전력 발전량을 수집하여 적어도 하나의 풍력 발전기(110)의 전력 발전총량을 산출한다. 전력 관리 시스템(130)은 과거의 전력 발전총량을 기초로 향후의 전력 발전총량을 예측하고, 예측한 전력 발전총량을 적어도 하나의 풍력 발전기(110)의 목표 발전량으로 설정한다.
- [0077] 일 실시예에서, 전력 관리 시스템(130)은 측정시간의 역순으로 감소하는 평활 가중치를 각 전력 발전총량에 부여하여 평활 데이터를 생성하고, 각 평활 데이터를 더하여 목표 발전량을 구할 수 있다. 이때, 평활 가중치가 측정시간의 역순으로 감소하기 때문에 목표 발전량은 최근 풍력 데이터에 보다 높은 신뢰도를 부여하여 계산된 이동 평균값에 해당한다.
- [0078] 전력 관리 시스템(130)은 목표 발전량과 전력 발전총량을 비교하여 차이값이 컨트롤 데드 밴드(Control Dead Band, cdb)에 포함하는지 확인한다(S603). 발전량의 차이값이 컨트롤 데드 밴드에 포함되는 경우 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)의 충/방전 동작을 제어하지 않고, 적어도 하나의 풍력 발전기(110)가 발전한 전력을 전부 전력계통에 공급할 수 있다.
- [0079] 전력 관리 시스템(130)은, 발전량의 차이값이 컨트롤 데드 밴드에 포함되지 않고 목표 발전량이 전력 발전총량보다 큰 경우, BESS(120)의 충전량을 확인한다(S603 및 S604). 전력 관리 시스템(130)은 목표 발전량이 전력 발전총량보다 크면 목표 발전량에 상응하는 전력을 전력계통에 공급하기 위해서 BESS(120)로부터 부족한 전력을 공급받을 것을 결정할 수 있다. 이때, 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)에 저장되어 있는 전력을 방전하도록 BESS(120)를 제어할 수 있다.
- [0080] 그러나, BESS(120)에 저장된 전력이 충전량 하한에 미달하게 되면 전력 관리 시스템(130)은 시스템의 안정적 운영을 위하여 하한제약 모드를 선택하여 BESS(120)에 전력을 충전하도록 BESS(120)를 제어한다(S605 및 S606). 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)에 전력을 충전하여 충전량을 증가시키기 위해서 하한제약 알고리즘을 수행한다. 하한제약 알고리즘은 전력 발전량의 표준편차를 이용하여 목표 발전량을 감소시킬 수 있다. 이때, 감소된 목표 발전량이 전력 발전총량보다 작아지면 전력 관리 시스템(130)은 목표 발전량만큼의 전력을 전력계통에 출력하기 위해서 발전량 차이만큼의 전력을 충전하도록 BESS(120)를 제어할 수 있다. 이에 따라, BESS(120)의 충전량은 증가하게 된다.
- [0081] 일 실시예에서, 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)의 충전량이 초기값 설정부(310)에 의하여 미리 설정된 최대 충전량이 될 때까지 하한제약 알고리즘을 반복 수행하여 목표 발전량을 감소시킬 수 있고, 갱신된 목표 발전량을 출력하기 위해서 BESS(120)가 잉여 전력을 충전하도록 제어할 수 있다.
- [0082] 전력 관리 시스템(130)은, BESS(120)에 저장된 전력이 충전량 하한 이상이면, 방전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하는지 확인한다(S607). 방전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하는 경우, 전력 관리 시스템(130)은 방전 전력량을 BESS(120)의 정격에 맞추기 위해서 파워제약 모드를 선택하여 목표 발전량을 갱신한다(S608). 여기에서, 방전 전력량은 목표 발전량과 전력 발전총량 차이만큼의 전력에 상응한다. 전력 관리 시스템(130)은 방전

전력량이 BESS(120)의 정격 이내가 되도록 목표 발전량을 갱신한다. 이때, 목표 발전량은 파워정격 제약 알고리즘을 이용하여 갱신될 수 있다.

- [0083] 상기 파워정격 제약 알고리즘은 미리 정해진 제1 시간 구간에 측정한 전력 발전총량을 기초로 목표 발전량을 갱신할 수 있다. 그리고 전력 관리 시스템(130)은 갱신된 목표 발전량과 전력 발전총량을 기초로 방전 전력량을 갱신하고, 갱신된 방전 전력량이 BESS(120)의 정격 이내인지 재확인할 수 있다.
- [0084] 갱신된 방전 전력량이 BESS(120)의 정격보다 크다면, 전력 관리 시스템(130)은 미리 정해진 제2 시간 구간에 측정한 전력 발전총량을 기초로 목표 발전량을 재갱신할 수 있다. 이때, 제2 시간 구간은 제1 시간 구간보다 짧을 수 있다. 전력 관리 시스템(130)은 방전 전력량이 BESS(120)의 정격 이내가 될 때까지 시간 구간을 줄여가면서 목표 발전량을 갱신할 수 있다.
- [0085] 전력 관리 시스템(130)은, 방전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하지 않는 경우, 방전 전력량만큼의 전력을 방전하도록 BESS(120)를 제어한다(S609).
- [0086] 전력 관리 시스템(130)은, 목표 발전량과 전력 발전총량의 차이값이 컨트롤 데드 밴드에 포함되지 않고 목표 발전량이 전력 발전총량보다 작은 경우, BESS(120)의 충전량을 확인한다(S603 및 S604).
- [0087] BESS(120)에 저장된 전력이 충전량 상한을 초과하게 되면 전력 관리 시스템(130)은 시스템의 안정적 운영을 위하여 상한제약 모드를 선택하여 BESS(120)로부터 전력을 방전하도록 BESS(120)를 제어한다(S610 및 S606). 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)의 충전량을 감소시키기 위해서 상한제약 알고리즘을 이용하여 목표 발전량을 갱신할 수 있다. 상기 상한제약 알고리즘은 전력 발전량의 표준편차를 이용하여 목표 발전량을 증가시킬 수 있다. 이때, 증가된 목표 발전량이 전력 발전총량보다 커지면 전력 관리 시스템(130)은 목표 발전량만큼의 전력을 전력계통에 출력하기 위해서 발전량 차이만큼의 전력을 방전하도록 BESS(120)를 제어할 수 있다. 이에 따라, BESS(120)의 충전량은 감소하게 된다.
- [0088] 일 실시예에서, 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)의 충전량이 미리 설정된 최소 충전량이 될 때까지 상한제약 알고리즘을 반복 수행하여 목표 발전량을 증가시킬 수 있다.
- [0089] 전력 관리 시스템(130)은, BESS(120)에 저장된 전력이 충전량 상한 미만이면, 충전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하는지 확인한다(S611). 충전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하는 경우, 전력 관리 시스템(130)은 충전 전력량을 BESS(120)의 정격에 맞추기 위해서 파워제약 모드를 선택하여 목표 발전량을 갱신한다(S608). 여기에서, 충전 전력량은 목표 발전량과 전력 발전총량 차이만큼의 전력에 상응한다. 전력 관리 시스템(130)은 충전 전력량이 BESS(120)의 정격 이내가 되도록 파워정격 제약 알고리즘을 이용하여 목표 발전량을 갱신할 수 있다. 여기에서, 파워정격 제약 알고리즘은 상술한 S608과 동일하게 수행된다.
- [0090] 전력 관리 시스템(130)은, 충전 전력량이 BESS(120)의 정격을 초과하지 않는 경우, 충전 전력량만큼의 전력을 방전하도록 BESS(120)를 제어한다(S612). 전력 관리 시스템(130)은 S601 내지 S614를 제어 주기마다 반복하여 실행한다.
- [0091] 한편, 도 6에서는 도시되어 있지 않지만, 전력 관리 시스템(130)은 새로운 풍력 발전기를 추가적으로 연계하는 과정을 더 포함할 수 있다. 먼저, 새로운 풍력 발전기가 추가적으로 연계되면, 전력 관리 시스템(130)은 새로운 풍력 발전기의 전력 발전량을 수집할 수 있다. 전력 관리 시스템(130)은 새로운 풍력 발전기의 전력 발전량이 일정개수만큼 수집되면, 적어도 하나의 풍력 발전기(110)의 전력 발전총량에 새로운 풍력 발전기의 전력 발전량을 가산하여 전력 발전총량을 산출할 수 있다. 여기에서, 일정개수는 관리자에 의하여 미리 설정될 수 있으며, 목표 발전량을 설정하기 위한 최소 데이터 개수에 해당한다. 전력 관리 시스템(130)은 산출된 전력 발전총량을 기초로 풍력 데이터를 갱신할 수 있다.
- [0092] 또한, 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110)를 모니터링하고, 모니터링 결과 하나 이상의 풍력 발전기에 이상이 발생한 경우 해당 풍력 발전기와의 연계를 차단하는 과정을 더 포함할 수 있다. 먼저, 하나 이상의 풍력 발전기에 이상이 발생하면, 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)와 하나 이상의 풍력 발전기 간의 연계를 차단하도록 BESS(120)를 제어할 수 있다. 그리고, 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110)의 전력 발전총량에서 상기 하나 이상의 풍력 발전기의 전력 발전량을 감산하여 전력 발전총량을 산출할 수 있다. 전력 관리 시스템(130)은 산출된 전력 발전총량을 기초로 풍력 데이터를 갱신할 수 있다.
- [0093] 도 7은 시스템 준비방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0094] 도 7을 참조하면, 먼저 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 또는 BESS(120)의 구동상태

및 연계상태를 확인한다(S701). 예컨대, 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 각각에 전력 발전량 정보를 요청하거나 BESS(120)에 에너지 저장장치의 충전량 정보를 요청할 수 있고, 이에 대한 응답여부에 따라 구동상태 및 연계상태를 확인할 수 있다.

[0095] 적어도 하나의 풍력 발전기(110) 또는 BESS(120)의 구동상태 및 연계상태가 확인되면, 전력 관리 시스템(130)은 시간 구간, 제어주기, 에너지 저장장치의 최소 충전량 및 최대 충전량 중 적어도 하나를 초기값으로 설정한다(S702).

[0096] 전력 관리 시스템(130)은 풍력 데이터가 일정 개수를 초과하는지 확인한다(S703). 전력 관리 시스템(130)은 목표 발전량을 설정하기 위하여 필요한 최소한의 데이터 개수를 미리 설정할 수 있다.

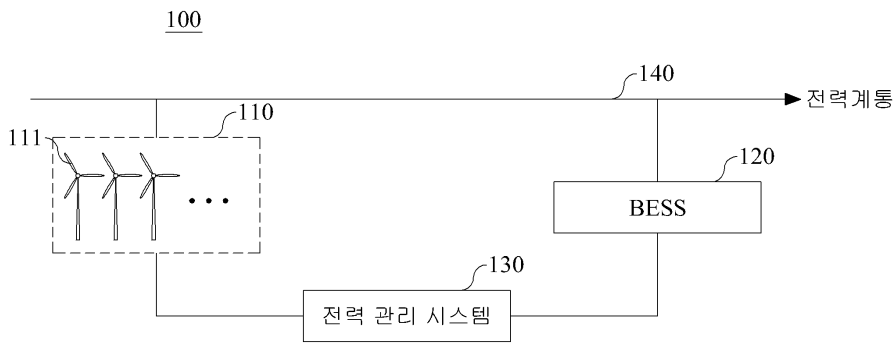
[0097] 풍력 데이터가 일정 개수를 초과하면, 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)의 충전량이 초기 설정한 최소 충전량과 최대 충전량 사이에 포함되어 있는지 확인한다(S704). BESS(120)의 충전량이 최소 충전량에 미달하면, 전력 관리 시스템(130)은 적어도 하나의 풍력 발전기(110)에 의하여 생산된 전력을 에너지 저장장치에 충전하도록 BESS(120)를 제어한다(S705 및 S706). BESS(120)의 충전량이 최대 충전량을 초과하면, 전력 관리 시스템(130)은 BESS(120)로부터 전력을 방전하도록 BESS(120)를 제어한다(S705 및 S707).

[0098] BESS(120)의 충전량이 최소 충전량과 최대 충전량 사이에 포함되면, 전력 관리 시스템(130)은 시스템 준비를 종료하고 BESS(120)에 대한 제어를 개시한다.

[0099] 상기에서는 본 출원의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 출원의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 출원을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

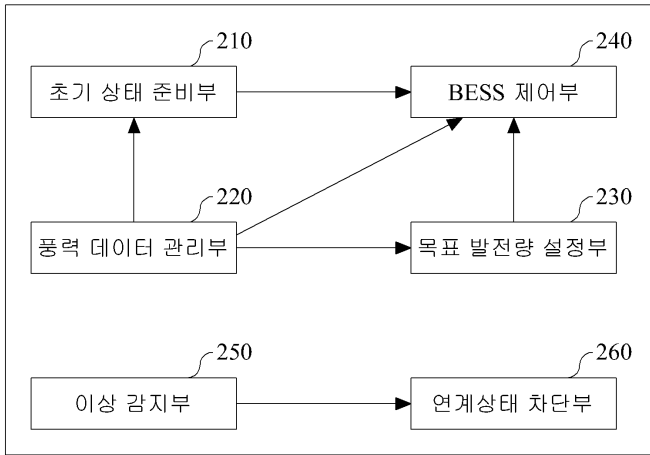
**도면**

**도면1**



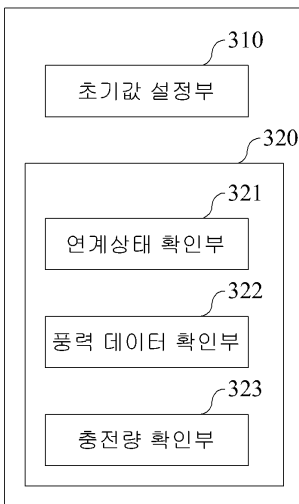
도면2

130



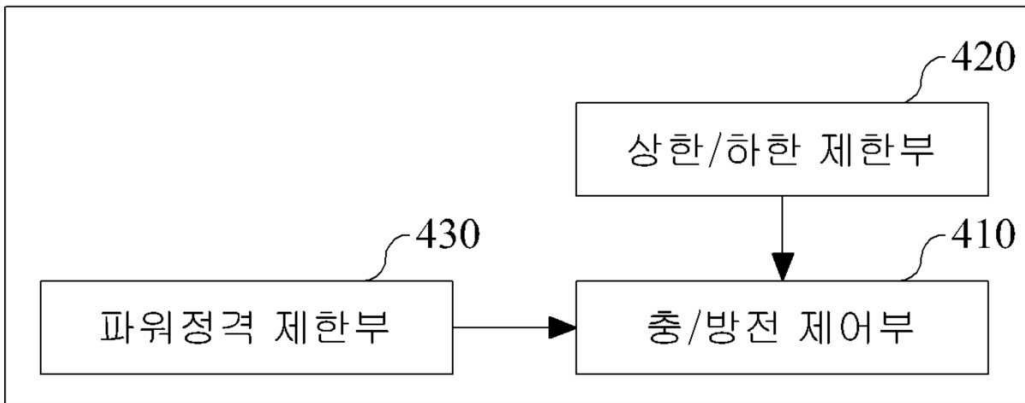
도면3

210



도면4

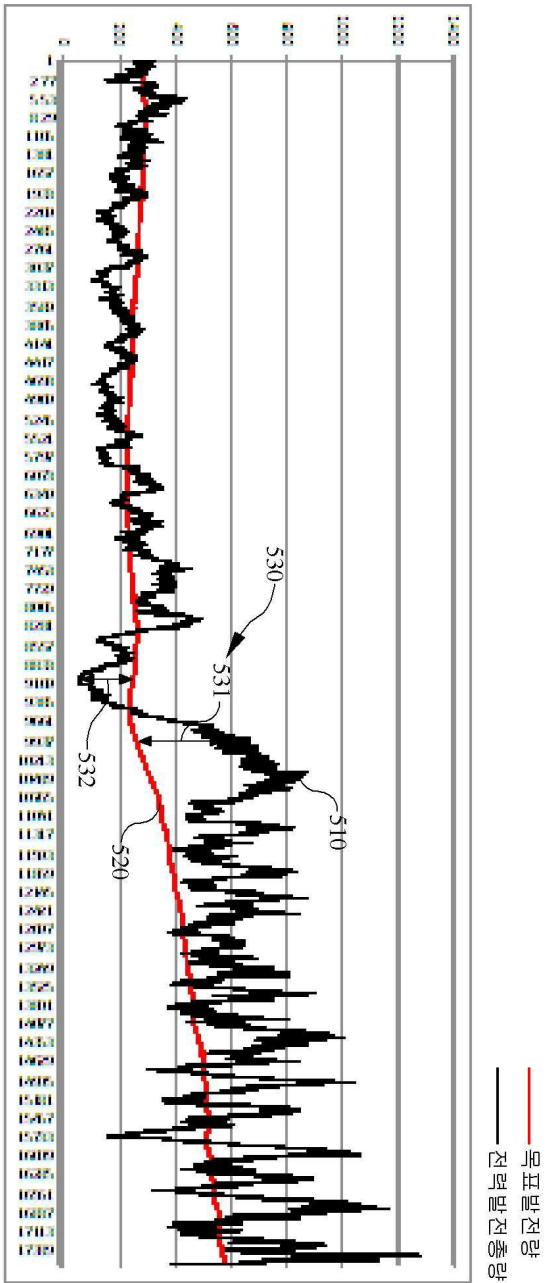
240



도면5a

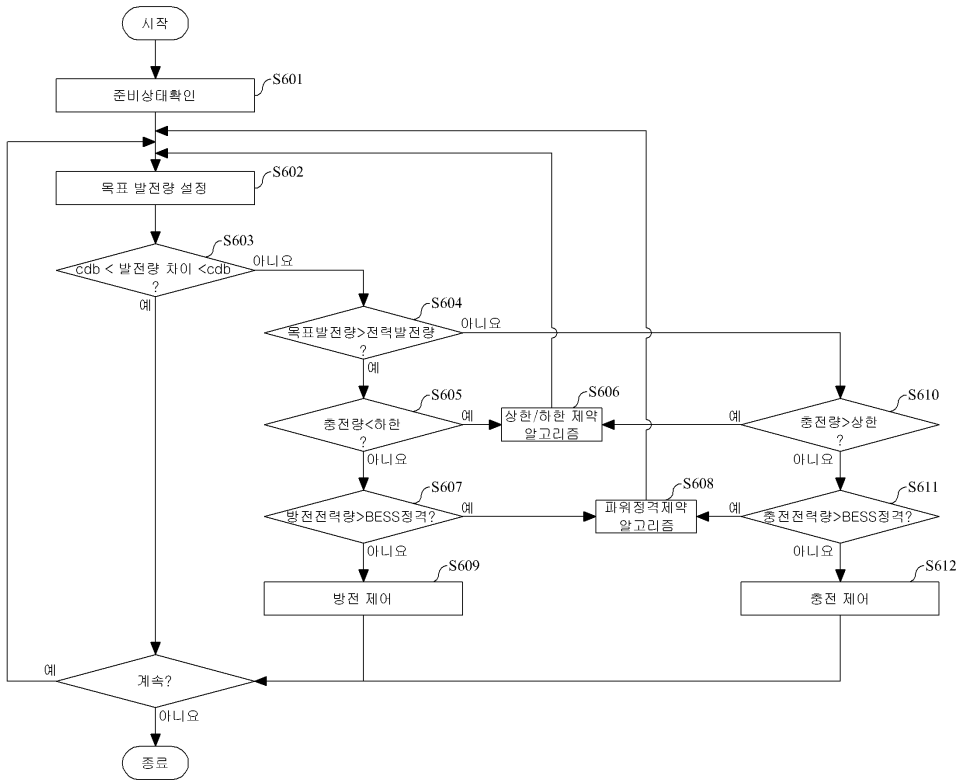
측정시간	전력발전총량	목표 발전량	측정시간	전력발전총량	목표 발전량
0:00:00	288.6	288.6	0:01:03	283.6	288.5497
0:00:03	281.4	288.6001	0:01:06	297.2	288.4873
0:00:06	283.6	288.5639	0:01:09	298.5	288.4425
0:00:09	282.4	288.5389	0:01:12	282.6	288.5889
0:00:12	283.8	288.5081	0:01:15	264.0	288.4788
0:00:15	283.4	288.4844	0:01:18	264.8	288.3621
0:00:18	282.9	288.4587	0:01:21	256.2	288.3406
0:00:21	281.3	288.4308	0:01:24	253.4	288.2695
0:00:24	280.5	288.395	0:01:27	266.8	288.2202
0:00:27	310.8	288.3556	0:01:30	276.4	288.248
0:00:30	327.5	288.4681	0:01:33	272.9	288.4077
0:00:33	319.4	288.6632	0:01:36	271.0	288.5845
0:00:36	300.6	288.8171	0:01:39	279.9	288.728
0:00:39	280.8	288.8759	0:01:42	290.8	288.8308
0:00:42	267.3	288.8356	0:01:45	290.0	288.8455
0:00:45	266.8	288.7277	0:01:48	277.8	288.7338
0:00:48	267.4	288.618	0:01:51	280.4	288.5636
0:00:51	265.8	288.5119	0:01:54	295.3	288.4715
0:00:54	260.8	288.3985	0:01:57	305.4	288.4332
0:00:57	268.5	288.2603	0:02:00	306.0	288.3458
0:01:00	275.0	288.6268	⋮	⋮	⋮

도면5b





도면6



도면7

