(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0013772
(43) 공개일자 2017년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/04 (2006.01) *H02J 3/28* (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 7/044 (2013.01)
H02J 3/28 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0106897
(22) 출원일자 2015년07월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘에스산전 주식회사
경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동)
(72) 발명자
최은식
인천광역시 연수구 해돋이로6번길 7, 103동 901호 (송도동, 아이파크송도아파트)
(74) 대리인
김기문

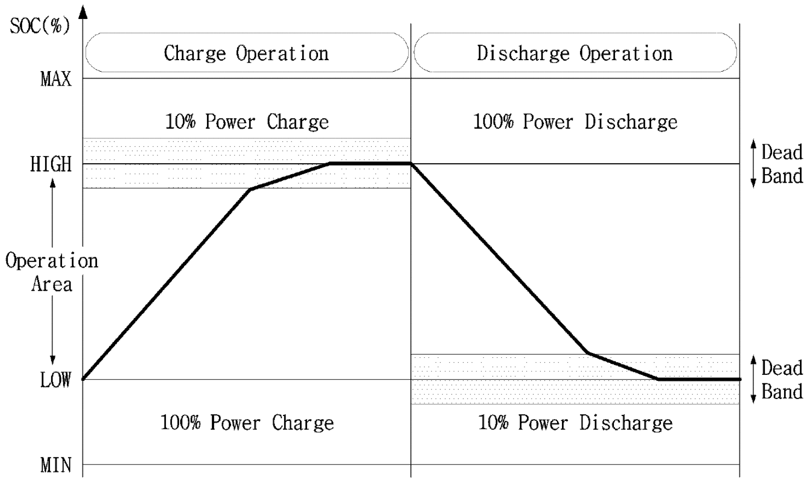
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **에너지 저장 장치 및 이의 동작 방법**

(57) 요 약

실시 예에 따른 에너지 저장 장치는 전력을 공급하는 전력 공급부; 충전 모드에서 상기 전력 공급부를 통해 공급되는 전력에 의해 충전되고, 방전 모드에서 기저장한 전력을 방전하는 에너지 저장부; 상기 충전 모드에서 상기 전력 공급부를 통해 공급되는 전력을 변환하여 상기 에너지 저장부에 공급하고, 상기 방전 모드에서 상기 에너지 저장부에 저장된 전력을 변환하여 외부로 출력하는 전력 변환부; 및 상기 에너지 저장부의 운전 모드에 따른 충전 동작 또는 방전 동작이 수행되도록 상기 전력 변환부에 스위칭 신호를 출력하는 시스템 제어부를 포함하며, 상기 시스템 제어부는, 상기 에너지 저장부의 운전 모드 및 충전 상태(SOC:State Of Charge)를 확인하고, 상기 확인한 운전 모드 및 충전 상태에 따라 서로 다른 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하고, 상기 설정된 목표 값에 대응하는 스위칭 신호를 출력하는 드룹 제어부를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H02J 2007/0067 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

전력을 공급하는 전력 공급부;

충전 모드에서 상기 전력 공급부를 통해 공급되는 전력에 의해 충전되고, 방전 모드에서 기저장한 전력을 방전하는 에너지 저장부;

상기 충전 모드에서 상기 전력 공급부를 통해 공급되는 전력을 변환하여 상기 에너지 저장부에 공급하고, 상기 방전 모드에서 상기 에너지 저장부에 저장된 전력을 변환하여 외부로 출력하는 전력 변환부; 및

상기 에너지 저장부의 운전 모드에 따른 충전 동작 또는 방전 동작이 수행되도록 상기 전력 변환부에 스위칭 신호를 출력하는 시스템 제어부를 포함하며,

상기 시스템 제어부는,

상기 에너지 저장부의 운전 모드 및 충전 상태(SOC:State Of Charge)를 확인하고, 상기 확인한 운전 모드 및 충전 상태에 따라 서로 다른 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하고, 상기 설정된 목표 값에 대응하는 스위칭 신호를 출력하는 드룹 제어부를 포함하는

에너지 저장 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 에너지 저장부는,

상기 충전 모드에서, 제 1 기울기에 따른 충전 속도에 의해 충전이 이루어지는 충전 구동 영역과,

상기 충전 모드에서, 상기 제 1 기울기 보다 낮은 제 2 기울기에 따른 충전 속도에 의해 충전이 이루어지는 충전 데드 밴드 영역을 포함하는

에너지 저장 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 에너지 저장부는,

상기 방전 모드에서, 제 1 기울기에 따른 방전 속도에 의해 방전이 이루어지는 방전 구동 영역과,

상기 방전 모드에서, 상기 제 1 기울기 보다 낮은 제 2 기울기에 따른 방전 속도에 의해 방전이 이루어지는 방전 데드 밴드 영역을 포함하는

에너지 저장 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 드룹 제어부는,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 충전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 1 기준 값 미만이면, 제 1 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하고,

상기 충전 상태가 제과 제 2 기준 값 사이에 존재하면, 제 2 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하는

에너지 저장 장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 1 게인 값은,

상위 제어기로부터 전송된 목표 값을 이용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하기 위한 값이며,

상기 제 2 게인 값은

상기 상위 제어기의 목표 값을 이용하여 설정된 상기 에너지 저장부의 목표 값을 감소시키기 위한 값인

에너지 저장 장치.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 드룹 제어부는,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 충전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 2 기준 값보다 크면, 제 3 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하는

에너지 저장 장치.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제 3 게인 값은 상기 에너지 저장부의 목표 값을 0으로 설정하기 위한 값인

에너지 저장 장치.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 드룹 제어부는,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 방전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 3 기준 값보다 크면, 제 1 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하고,

상기 충전 상태가 제 3 기준 값과 제 4 기준 값 사이에 존재하면, 제 2 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하는

에너지 저장 장치.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 드룹 제어부는,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 방전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 4 기준 값보다 작으면, 제 3 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하며,

상기 제 3 게인 값은 상기 에너지 저장부의 목표 값을 0으로 설정하기 위한 값인

에너지 저장 장치.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 에너지 저장부의 목표 값은,

계통의 주파수 및 주파수 드룹 계수에 따른 유효 전력의 목표 값인

에너지 저장 장치.

청구항 11

기준 주파수 값과 계통의 현재 주파수 값의 차이에 따른 제 1 차이 값을 출력하는 단계;

상기 제 1 차이 값에 기설정된 주파수 드룹 계수를 곱하여 드룹 제어를 위한 유효 전력의 드룹 기준 값을 출력하는 단계;

상기 출력된 유효 전력의 드룹 기준 값과 유효 전력의 지령 값을 더하여 유효 전력의 목표 값을 결정하는 단계;

에너지 저장부의 운전 모드 및 상기 에너지 저장부의 충전 상태에 따라 상기 유효 전력의 목표 값에 적용될 게인 값을 결정하는 단계; 및

상기 결정된 게인 값을 적용하여 유효 전력의 최종 목표 값을 출력하는 단계를 포함하는

에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 게인 값은,

상기 결정된 유효 전력의 목표 값과 동일한 상기 유효 전력의 최종 목표 값을 출력하기 위한 제 1 게인 값과,

상기 결정된 유효 전력의 목표 값보다 작은 상기 유효 전력의 최종 목표 값을 출력하기 위한 제 2 게인 값을 포함하는

에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 게인 값은,

상기 유효 전력의 최종 목표 값을 0으로 결정하기 위한 제 3 게인 값을 더 포함하는

에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 게인 값을 결정하는 단계는,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 충전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 1 기준 값 미만이면, 상기 제 1 게인 값을 상기 적용될 게인 값으로 결정하는 단계와,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 충전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 1 기준 값과 제 2 기준 값 사이에 존재하면, 상기 제 2 게인 값을 상기 적용될 게인 값으로 결정하는 단계와,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 충전 모드이고, 상기 충전 상태가 상기 제 2 기준 값보다 크면, 상기 제 3 게인 값을 상기 적용될 게인 값으로 결정하는 단계를 포함하는

에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 15

제 13항에 있어서,

상기 게인 값을 결정하는 단계는,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 방전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 3 기준 값보다 크면, 상기 제 1 게인

값을 상기 적용될 게인 값으로 결정하는 단계와,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 방전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 3 기준 값과 제 4 기준 값 사이에 존재하면, 상기 제 2 게인 값을 상기 적용될 게인 값으로 결정하는 단계와,

상기 에너지 저장부의 운전 모드가 방전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 4 기준 값 미만이면, 상기 제 3 게인 값을 상기 적용될 게인 값으로 결정하는 단계를 포함하는

에너지 저장 장치의 동작 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 에너지 저장 시스템에 관한 것으로, 특히 에너지 저장 장치의 상태를 지속적으로 파악하여 상기 에너지 저장 장치의 충전 상태(SOC:State Of Charge)에 따라 충전 및 방전 동작의 제한 제어(Limit Control)를 수행할 수 있는 에너지 저장 시스템의 운용 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 화석 에너지 고갈과 지구촌 환경 문제에 대한 방편으로 친환경 에너지 기반의 분산 발전에 대한 관심이 급증하고 있다.

[0003] 이러한 신재생에너지 기반의 분산 발전은 네트워크에 연결되거나 직접적으로 소비자에게 연결되는 전기적인 전력원으로서 정의된다. 이때, 전기적 시스템에서의 분산발전의 보급률이 높을수록 마지막 소비자에 대한 전력 공급과 전압의 품질에 막대한 영향을 미치게 된다. 이러한 이유로 내연 기관, 가스 터빈, 태양광 발전, 연료전지, 풍력 발전과 같은 분산 발전 요소들의 통합을 통한 거대한 잠재력의 실현을 위해 마이크로그리드의 개념이 제안되어 왔다.

[0004] 마이크로그리드는 무제한적인 자원, 부하에 대한 지역적 접근성 등 기존의 중앙 집중된 계통 시스템이 가지지 못하는 많은 장점들을 제공함과 동시에 분산 발전의 지역적 제어를 가능하게 하여 중앙집중화된 제어를 부분적으로 제거하거나 또는 줄일 수 있게 해준다. 따라서 마이크로그리드는 평소 계통과 연결되어 부하의 분담에 있어 보조적인 역할을 하는 전류원으로서 정의된다. 하지만 계통의 외란 또는 계통사고 발생시에 Static Switch를 개방함으로써 마이크로그리드는 독립 운전 모드(Islanded-Mode)로 전환된다. 이때는 마이크로그리드가 부하분담에 있어 단지 보조적인 역할을 수행하는 것이 아니고 하나의 전압원으로서 부하의 수요 전체를 담당해야 하는 책임을 갖는다. 따라서 이러한 독립 운전 모드에서의 제어는 부하에 지속적으로 신뢰할만한 전력을 공급하기 위한 중요한 요소 중 하나라고 할 수 있다.

[0005] 수요가 큰 지역적 부하의 효율적 분담을 위해 전체 부하를 여러 분산요소 즉 여러 인버터가 담당하는 인버터 병렬 운전은 마이크로그리드 독립 운전 모드에서의 핵심기술이라고 할 수 있다. 부하의 적절한 분담을 가능하게 하는 방법 중 하나로는 마스터 슬레이브 (Master-Slave) 제어 기법이 있다.

[0006] 이 방식은 전압 제어 PWM 인버터가 마스터 모듈로서 동작되고 전류 제어 PWM

[0007] 인버터가 슬레이브 모듈로서 동작되며 출력 전압을 제어하는 마스터 모듈이 슬레이브 모듈의 지령 전류를 출력하는 특징을 지닌다. 이러한 인버터간의 상호 통신을

[0008] 전제로 한 마스터-슬레이브 제어는 선로 임피던스들의 존재에도 불구하고 매우 효과적인 부하 분담성능을 보이며 이와 동시에 시스템을 디자인하고 적용하는 부분에 있어서 매우 간단한 장점을 가지고 있다. 그러나 이 기법은 마스터 인버터의 제어 실패등의 원인으로 인한 사고발생시 이는 상호 연결된 통신선로에 기인하여 전체 시스템의 제어 실패로 이어진다. 따라서 이러한 문제에 대한 방편으로 전력 변환 장치 간의 통신 없이 독립적인 제어를 가능하게 하는 드룹 방식이 제안되어 왔다.

[0009] 기존의 주파수-전압드룹 방식은 주파수와 유효전력, 전압과 무효전력의 관계에 기초한 방식으로 마이크로그리드의 인버터 병렬 운전 뿐만 아니라 UPS 병렬운전에도 널리 사용되어 왔다.

[0010] 도 1은 일반적인 에너지 저장 장치의 계통 단선도를 나타낸 것이다.

[0011] 도 1을 참조하면, 에너지 저장 장치(1)는 운전 모드에 따라 상위 제어기인 에너지 관리 시스템으로부터 목표 값

을 받으면, 상기 값을 이용하여 계통(2)이나 부하(3)에 전력을 공급하거나, 충전 동작을 수행하게 된다.

[0012] 계통(2)이란 많은 발전소, 변전소, 송배전선 및 부하가 일체로 되어 전력의 발생 및 이용이 이루어지는 시스템이다.

[0013] 부하(3)는 에너지 저장 장치(1)로부터 전기 에너지를 공급받아 전력을 소모한다.

[0014] 에너지 저장 장치(1)는 발전 장치(도시하지 않음)로부터 전기에너지를 공급받아 충전하고 계통(2) 또는 부하(3)의 전력 수급상황에 따라 충전된 전기 에너지를 방전한다. 구체적으로 계통(2) 또는 부하(3)가 경부하인 경우, 에너지 저장 장치(1)는 발전 장치(도시하지 않음)로부터 유휴 전력을 공급 받아 충전한다. 계통(2) 또는 부하(3)가 과부하인 경우, 에너지 저장 장치(1)는 방전 동작을 수행하여 방전 전력(PG)을 출력하고, 상기 방전 전력(PG)은 계통(2)으로 공급되는 계통 전력(PF)과, 부하(3)로 공급되는 부하 전력(PL)으로 구분되어 상기 계통(2)과 부하(3)로 각각 공급된다.

[0015] 그리고, 에너지 저장 장치(1)는 계통에 급격한 부하(3)나 사고 발생 등으로 계통의 주파수나 전압이 변동할 경우에 드룹 제어를 이용하여 계통에 유효 전력 혹은 무효 전력을 공급한다.

[0016] 도 2는 일반적인 드룹 제어기의 제어 블록도를 나타낸 것이다.

[0017] 드룹 제어는, 계통의 주파수 변동 및 전압의 변동에 대해서 에너지 저장 장치가 배터리에 저장된 유효 전력 혹은 무효 전력을 일정 기울기를 두어 제어하는 방법으로, 기본적인 제어 블록도는 도 2에 도시된 바와 같다.

[0018] 도 2를 간략하게 설명하면, 드룹 제어기는, 기준 주파수(f0) 값과 계통의 주파수(f)값의 차이 값에 주파수 드룹 계수(1/Rf)를 곱하여 유효전력 드룹 기준 값(Pdroop_ref)을 구한다.

[0019] 여기에서, 상기 드룹 제어는, 에너지 저장 장치(1)에서 출력되는 전력에 따라 계통(2)의 주파수를 허용 범위 내에서 유지시키며 전력을 출력하는 방식이며, 시스템 내의 주파수 변동 발생 시에 초기 에너지 저장 장치(1)의 용량과 허용 주파수 변동 범위를 고려하여 유효 전력의 출력을 결정하기 위한 것이다.

[0020] 이에 따라, 상기 유효전력 드룹 기준 값(Pdroop_ref)는 상기 계통(2)의 주파수가 변동되면, 변동된 주파수 만큼 기설정된 허용 주파수 변동 범위 내에서 상기 유효 전력을 출력 시키기 위한 기준 값이다.

[0021] 그리고, 이 유효 전력 드룹 기준 값(Pdroop_ref)은 유효전력 목표값(PDGO)과 합해지고, 이에 의해 얻은 결과 값은 에너지 저장 장치의 동작을 위한 유효전력 기준 값으로 사용된다.

[0022] 여기에서, 상기와 같은 에너지 저장 장치는 부하가 증가하면 주파수가 감소하기 때문에 출력이 증가하게 되며, 반대로 부하가 감소하면 주파수가 증가하기 때문에 출력이 감소하게 된다.

[0023] 기본적으로 사용되는 주파수 드룹 계수(Rf)와 전압 드룹 계수(Rv)는 아래의 식에 의해 구해진다.

수학식 1

$$R_f = -\frac{f_{max} - f_{min}}{2(P_{max} * \eta_{pcs})}$$

$$R_v = -\frac{V_{max} - V_{min}}{2 * \sqrt{S_{pcs}^2 - P_{pcs}^2}}$$

[0024]

[0025] 그러나, 상기와 같은 종래 기술에 따른 드룹 제어 방식은 에너지 저장 장치의 용량 및 충전 상태를 고려하지 않고, 항상 고정된 주파수 드룹 계수(Rf)만을 사용하고 있다.

[0026] 이때, 상기와 같이 고정된 주파수 드룹 계수만을 사용하는 경우, 에너지 저장 장치의 운전 모드 및 충전 상태에 따라 과충전 및 과방전이 발생하게 되며, 상기 과충전 및 과방전 발생은 위급한 상황에서 상기 에너지 저장장치

의 기동이 불가능하게 하여 신뢰성에 큰 영향을 미친다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0027] 실시 예에서는, 에너지 저장 장치의 충전 상태에 따라 상기 에너지 저장 장치의 충전 동작 및 방전 동작의 제한 제어(Limit control)을 수행할 수 있도록 한 에너지 저장 장치의 운용 방법을 제공한다.

[0028] 또한, 실시 예에서는, 고정된 드룹 계수가 아닌 에너지 저장 장치의 충전 상태에 따라 가변적인 드룹 계수를 적용할 수 있는 에너지 저장 장치의 운용 방법을 제공한다.

[0029] 또한, 실시 예에서는 에너지 저장 장치의 충전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 1 기준 값을 초과하면 충전 속도를 감소시킬 수 있도록 하고, 상기 충전 상태가 상기 제 1 기준 값보다 큰 제 2 기준 값을 초과하면 상기 충전 동작이 중지될 수 있도록 한 에너지 저장 장치의 운용 방법을 제공한다.

[0030] 또한, 실시 예에서는 에너지 저장 장치의 방전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 3 기준 값 미만으로 감소하면 방전 속도를 감소시킬 수 있도록 하고, 상기 방전 상태가 상기 제 3 기준 값보다 작은 제 4 기준 값 미만으로 감소하면 상기 방전 동작이 중지될 수 있도록 한 에너지 저장 장치의 운용 방법을 제공한다.

[0031] 제안되는 실시 예에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 제안되는 실시 예가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0032] 실시 예에 따른 에너지 저장 장치는 전력을 공급하는 전력 공급부; 충전 모드에서 상기 전력 공급부를 통해 공급되는 전력에 의해 충전되고, 방전 모드에서 기저장한 전력을 방전하는 에너지 저장부; 상기 충전 모드에서 상기 전력 공급부를 통해 공급되는 전력을 변환하여 상기 에너지 저장부에 공급하고, 상기 방전 모드에서 상기 에너지 저장부에 저장된 전력을 변환하여 외부로 출력하는 전력 변환부; 및 상기 에너지 저장부의 운전 모드에 따른 충전 동작 또는 방전 동작이 수행되도록 상기 전력 변환부에 스위칭 신호를 출력하는 시스템 제어부를 포함하며, 상기 시스템 제어부는, 상기 에너지 저장부의 운전 모드 및 충전 상태(SOC:State Of Charge)를 확인하고, 상기 확인한 운전 모드 및 충전 상태에 따라 서로 다른 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하고, 상기 설정된 목표 값에 대응하는 스위칭 신호를 출력하는 드룹 제어부를 포함한다.

[0033] 또한, 상기 에너지 저장부는, 상기 충전 모드에서, 제 1 기울기에 따른 충전 속도에 의해 충전이 이루어지는 충전 구동 영역과, 상기 충전 모드에서, 상기 제 1 기울기 보다 낮은 제 2 기울기에 따른 충전 속도에 의해 충전이 이루어지는 충전 데드 밴드 영역을 포함한다.

[0034] 또한, 상기 에너지 저장부는, 상기 방전 모드에서, 제 1 기울기에 따른 방전 속도에 의해 방전이 이루어지는 방전 구동 영역과, 상기 방전 모드에서, 상기 제 1 기울기 보다 낮은 제 2 기울기에 따른 방전 속도에 의해 방전이 이루어지는 방전 데드 밴드 영역을 포함한다.

[0035] 또한, 상기 드룹 제어부는, 상기 에너지 저장부의 운전 모드가 충전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 1 기준 값 미만이면, 제 1 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하고, 상기 충전 상태가 제 1 기준 값보다 크고 제 2 기준 값보다 작으면, 상기 제 1 게인 값보다 작은 제 2 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정한다.

[0036] 또한, 상기 제 1 게인 값은 1이고, 상기 제 2 게인 값은 0보다 크고, 1보다 작은 값이다.

[0037] 또한, 상기 드룹 제어부는, 상기 에너지 저장부의 운전 모드가 충전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 2 기준 값보다 크면, 상기 제 2 게인 값보다 작은 제 3 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정한다.

[0038] 또한, 상기 제 3 게인 값은 0이고, 상기 제 3 게인 값에 의해 설정된 에너지 저장부의 목표 값은 0이다.

[0039] 또한, 상기 드룹 제어부는, 상기 에너지 저장부의 운전 모드가 방전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 3 기준 값보다 크면, 제 1 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하고, 상기 충전 상태가 제 3 기준 값보다 작고 제 4 기준 값보다 크면, 상기 제 1 게인 값보다 작은 제 2 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정한다.

[0040] 또한, 상기 드룹 제어부는, 상기 에너지 저장부의 운전 모드가 방전 모드이고, 상기 충전 상태가 제 4 기준 값보다 작으면, 상기 제 2 게인 값보다 작은 제 3 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부의 목표 값을 설정하며, 상기 제 3 게인 값은 0이고, 상기 제 3 게인 값에 의해 설정된 에너지 저장부의 목표 값은 0이다.

[0041] 또한, 상기 에너지 저장부의 목표 값은, 계통의 주파수 및 주파수 드룹 계수에 따른 유효 전력의 목표 값이다.

발명의 효과

[0042] 본 발명에 따른 실시 예에 의하면, 에너지 저장 장치의 충전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 1 기준 값을 초과하면 게인 값 변경을 통해 충전 속도를 감소시키고, 상기 충전 상태가 상기 제 1 기준 값보다 큰 제 2 기준 값을 초과하면 상기 변경된 게인 값의 재변경을 통해 상기 충전 동작이 중지될 수 있도록 함으로써, 상기 배터리가 과충전되는 것을 사전에 방지하여 배터리를 보호하고 안정적으로 운용될 수 있도록 한다.

[0043] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면, 에너지 저장 장치의 방전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 3 기준 값 미만으로 감소하면 게인 값의 변경을 통해 방전 속도를 감소시킬 수 있도록 하고, 상기 방전 상태가 상기 제 3 기준 값보다 작은 제 4 기준 값 미만으로 감소하면 상기 변경된 게인 값의 재변경을 통해 상기 방전 동작이 중지될 수 있도록 함으로써, 상기 배터리가 과방전되는 것을 사전에 방지하여 배터리를 보호하고 안정적으로 운용될 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1은 일반적인 에너지 저장 장치의 계통 단선도를 나타낸 것이다.

도 2는 일반적인 드룹 제어기의 제어 블록도를 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 시스템의 블록도이다.

도 4는 도 3에 도시된 드룹 제어부(111)의 상세 블록도이다.

도 5는 종래 기술에 따른 에너지 저장부(113)의 충전 속도 및 방전 속도를 보여주는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 에너지 저장부(113)의 충전 속도 및 방전 속도를 보여준다.

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 에너지 저장 장치에서, 충전 동작 시의 운용 방법을 단계별로 설명하기 위한 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 에너지 저장 장치에서, 방전 동작 시의 운용 방법을 단계별로 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0046] 본 발명의 실시 예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시 예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0047] 첨부된 도면의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 도면의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능

메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 도면의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 도면의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0048] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시 예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0049] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 시스템의 블록도이다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 시스템(100)은 발전 장치(101), 직류/교류 컨버터(103), 교류 필터(105), 교류/교류 컨버터(107), 계통(109), 드룹 제어부(111), 에너지 저장부(113), 시스템 제어부(115), 부하(117) 및 직류/직류 컨버터(121)를 포함한다.

[0051] 발전 장치(101)는 전기 에너지를 생산한다. 발전 장치가 태양광 발전 장치인 경우, 발전 장치(101)는 태양 전지 어레이일 수 있다. 태양 전지 어레이는 복수의 태양전지 모듈을 결합한 것이다. 태양전지 모듈은 복수의 태양전지 셀을 직렬 또는 병렬로 연결하여 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 소정의 전압과 전류를 발생키는 장치이다. 따라서 태양전지 어레이는 태양 에너지를 흡수하여 전기 에너지로 변환한다. 또한 발전 시스템이 풍력 발전 시스템인 경우, 발전 장치(101)는 풍력 에너지를 전기 에너지를 변환하는 팬일 수 있다. 다만, 앞서 기재한 바와 같이 에너지 저장 시스템(100)은 발전 장치(101) 없이 에너지 저장부(113)에 저장된 에너지만을 통하여 전력을 공급할 수 있다. 이 경우 에너지 저장 시스템(100)은 발전 장치(101)를 포함하지 않을 수 있다.

[0052] 직류/교류 컨버터(103)는 직류 전력을 교류 전력으로 컨버팅한다. 발전 장치(101)가 공급한 직류 전력 또는 에너지 저장부(113)가 방전한 직류 전력을 교류 전력으로 컨버팅한다.

[0053] 교류 필터(105)는 교류 전력으로 컨버팅된 전력의 노이즈를 필터링한다. 구체적인 실시예에서 교류 필터(105)는 생략될 수 있다.

[0054] 교류/교류 컨버터(107)는 교류 전력을 계통(109) 또는 부하(117)에 공급할 수 있도록 노이즈가 필터링된 교류 전력의 전압의 크기를 컨버팅하여 전력을 계통(109) 또는 독립된 부하에 공급한다. 구체적인 실시예에 따라서 교류/교류 컨버터(107)는 생략될 수 있다.

[0055] 계통(109)이란 많은 발전소, 변전소, 송배전선 및 부하가 일체로 되어 전력의 발생 및 이용이 이루어지는 시스템이다.

[0056] 부하(117)는 발전 시스템으로부터 전기 에너지를 공급받아 전력을 소모한다. 에너지 저장부(113)는 발전 장치(101)로부터 전기에너지를 공급받아 충전하고 계통(109) 또는 부하(117)의 전력 수급상황에 따라 충전된 전기에너지를 방전한다. 구체적으로 계통(109) 또는 부하(117)가 경부하인 경우, 에너지 저장부(113)는 발전 장치(101)로부터 유휴 전력을 공급 받아 충전한다. 계통(109) 또는 부하(117)가 과부하인 경우, 에너지 저장부(113)는 충전된 전력을 방전하여 계통(109) 또는 부하(117)에 전력을 공급한다. 계통(109) 또는 부하(117)의 전력 수급 상황은 시간대별로 큰 차이를 가질 수 있다. 따라서 에너지 저장 시스템(100)이 발전 장치(101)가 공급하는 전력을 계통(109) 또는 부하(117)의 전력 수급상황에 대한 고려 없이 일률적으로 공급하는 것은 비효율적이다. 그러므로 에너지 저장 시스템(100)은 에너지 저장부(113)를 사용하여 계통(109) 또는 부하(117)의 전력 수급상황에 따라 전력 공급의 양을 조절 한다. 이를 통해 에너지 저장 시스템(100)은 계통(109) 또는 부하(117)에 효율적으로 전력을 공급할 수 있다.

[0057] 직류/직류 컨버터(121)는 에너지 저장부(113)가 공급하거나 공급받는 직류 전력의 크기를 컨버팅한다. 구체적인 실시예에 따라서는 직류/직류 컨버터(121)는 생략될 수 있다.

[0058] 시스템 제어부(115)는 직류/교류 컨버터(103) 및 교류/교류 컨버터(107)의 동작을 제어한다. 또한 시스템 제어부(115)는 에너지 저장부(113)의 충전과 방전을 제어하는 드룹 제어부(111)를 포함할 수 있다. 드룹 제어부

(111)는 에너지 저장부(113)의 충전 및 방전을 제어한다. 계통(109) 또는 부하(117)가 과부하인 경우, 드룹 제어부(111)는 배터리 에너지 저장 시스템(113)이 전력을 공급하여 계통(109) 또는 부하(117)에 전력을 전달하게 제어한다. 계통(109) 또는 부하(117)가 경부하인 경우, 드룹 제어부(111)는 외부의 전력 공급원 또는 발전 장치(101)가 전력을 공급하여 에너지 저장부(113)에 전달하게 제어한다.

[0059] 한편, 드룹 제어부(111)는 시스템 주파수와 측정된 주파수의 변화량과 미리 설정된 드룹 계수에 의해 상기 에너지 저장부(113)의 입력 값 및 출력 값을 각각 결정한다.

[0060] 이때, 드룹 제어부(111)는 에너지 저장부(113)의 운전 모드 및 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태(SOC:State Of Charge)에 따라 상기 드룹 계수에 의해 결정된 입력 값 및 출력 값이 특정 게인 값을 적용한다.

[0061] 상기 에너지 저장부(113)의 운전 모드는 충전 모드 및 방전 모드로 구분될 수 있다.

[0062] 충전 모드는 발전량이 부하량보다 많은 경우이며, 이 모드에서는 상기 발전 장치(101)에서 발전된 전력에 의해 상기 에너지 저장부(113)의 충전이 이루어진다.

[0063] 또한, 방전 모드는 발전량이 부하량보다 적은 경우이며, 이 모드에서는 상기 에너지 저장부(113)의 방전에 의해 상기 에너지 저장부(113)에 저장된 전력이 계통으로 출력된다.

[0064] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기와 같은 운전 모드 및 실시간으로 측정되는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태에 따라 서로 다른 게인 값의 적용을 통한 드룹 제어 방식을 통해 상기 에너지 저장부(113)의 운전 모드에 따른 충전 동작 또는 방전 동작을 제어한다.

[0065] 이하에서는, 상기 드룹 제어부(111)의 동작에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0066] 도 4는 도 3에 도시된 드룹 제어부(111)의 상세 블록도이다.

[0067] 도 4를 참조하면, 드룹 제어부(111)는 기준 전압 값(Vref)과 계통의 현재 전압 값(V)을 확인하고, 상기 확인한 기준 전압 값(Vref)과 현재 전압 값(V)의 전압 차이값을 구하는 전압 차이 값 출력부(201)를 포함한다.

[0068] 전압 차이 값 출력부(201)는 상기 설명한 바와 같이, 기준 전압 값(Vref)과 현재 전압 값(V)의 차이 값을 계산하여 출력한다.

[0069] 또한, 드룹 제어부(111)는 상기 전압 차이 값이 구해지면, 상기 구해진 전압 차이 값에 전압 드룹 계수(1/Rv)를 곱하여, 무효 전력의 드룹 기준 값을 출력하는 제 1 드룹 기준 값 출력부(202)를 포함한다.

[0070] 여기에서, 전력은 무효 전력과 유효 전력으로 구분되는데, 상기 유효 전력은 계통의 주파수와 밀접한 관계가 있고, 무효 전력은 계통의 전압과 밀접한 관계가 있다. 이에 따라, 상기 유효 전력은 계통의 주파수에 의해 조정되고, 상기 유효 전력은 계통이 전압에 의해 조정된다.

[0071] 여기에서, 상기 전압 드룹 계수는 아래와 같은 식에 의해 구해질 수 있다.

[0072]
$$R_v = -\frac{V_{max} - V_{min}}{2 * \sqrt{S_{pcs}^2 - P_{pcs}^2}}$$

[0073] 상기 제 1 드룹 기준 값 출력부(202)는 상기 식을 이용하여 전압 드룹 계수를 구하고, 그에 따라 상기 전압 차이 값 출력부(201)의 출력 값에 상기 전압 드룹 계수를 곱하여, 무효 전력의 드룹 기준 값을 출력한다.

[0074] 또한, 드룹 제어부(111)는 상기 무효 전력의 드룹 기준 값이 구해지면, 목표로 하는 무효 전력 지령 값(QDG)에 상기 드룹 기준 값을 더하여 무효 전력 기준 값(Qref)을 구하는 무효 전력 기준 값 출력부(203)를 더 포함한다.

[0075] 또한, 상기 드룹 제어부(111)는상기 무효 전력 기준 값(Qref)이 구해지면, 상기 무효 전력 기준 값(Qref)과 현재 무효 전력 값의 차이 값을 구하고, 그에 따라 상기 구해진 차이 값을 출력하는 제 1 차이 값 출력부(204)를 더 포함한다.

[0076] 이어서, 상기 드룹 제어부(111)는 상기 제 1 차이 값 출력부(204)에 의해 차이 값이 출력되면, 상기 출력되는

차이 값에 대하여 비례 적분 제어를 통해 제 1 출력 값을 생성하는 제 1 비례적분 제어기(205)를 더 포함한다.

[0077] 또한, 드룹 제어부(111)는 기준 주파수 값(fref)과 계통의 현재 주파수 값(f)을 확인하고, 상기 확인한 기준 주파수 값(fref)과 현재 주파수 값(f)의 주파수 차이값을 구하는 주파수 차이 값 출력부(206)를 포함한다.

[0078] 주파수 차이 값 출력부(206)는 상기 설명한 바와 같이, 기준 주파수 값(fref)과 현재 주파수 값(f)의 차이 값을 계산하여 출력한다.

[0079] 또한, 드룹 제어부(111)는 상기 주파수 차이 값이 구해지면, 상기 구해진 주파수 차이 값에 주파수 드룹 계수(1/Rf)를 곱하여, 유효 전력의 드룹 기준 값을 출력하는 제 2 드룹 기준 값 출력부(207)를 포함한다.

[0080] 여기에서, 상기 주파수 드룹 계수는 아래와 같은 식에 의해 구해질 수 있다.

$$R_f = -\frac{f_{max} - f_{min}}{2(P_{max} * \eta_{pcs})}$$

[0081]

[0082] 여기에서, 상기 pcs는 전력 변환부를 의미한다.

[0083] 상기 제 2 드룹 기준 값 출력부(207)는 상기 식을 이용하여 주파수 드룹 계수를 구하고, 그에 따라 상기 주파수 차이 값 출력부(206)의 출력 값에 상기 주파수 드룹 계수를 곱하여, 유효 전력의 드룹 기준 값을 출력한다.

[0084] 상기 유효 전력의 드룹 기준 값이 결정되면, 드룹 제어부(111)는 상위 제어기로부터 제공된 유효 전력 지령 값(PDG)에 상기 유효 전력의 드룹 기준 값을 더하여 유효 전력 기준 값(Pref)을 구하는 유효 전력 기준 값 출력부(208)를 더 포함한다.

[0085] 또한, 드룹 제어부(111)는 상기 유효 전력의 기준 값(유효 전력의 목표 값)이 구해지면, 에너지 저장부(113)의 운전 모드 및 충전 상태에 따라 게인 값을 결정하고, 상기 결정한 게인 값을 적용하여 상기 충전 상태에 따라 에너지 저장부(113)의 제한 제어를 수행하는 제한 제어부(209)를 포함한다.

[0086] 제한 제어부(209)는 상기 게인 값을 결정하기 위하여, 우선적으로 상기 에너지 저장부(113)의 운전 모드를 확인한다.

[0087] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 드룹 제어부(111)에 의해 수행되는 드룹 제어가 방전 동작을 위한 드룹 제어인지, 아니면 충전 동작을 위한 드룹 제어인지를 확인한다.

[0088] 이어서, 상기 제한 제어부(209)는 상기 운전 모드가 확인되면, 상기 확인한 운전 모드에 따라 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태를 확인한다.

[0089] 여기에서, 상기 제한 제어부(209)는 상기 운전 모드에 따라 서로 다른 기준 값을 적용하여 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 제 1 상태, 제 2 상태 및 제 3 상태 중 어느 상태인지를 확인한다.

[0090] 우선적으로, 상기 에너지 저장부(113)가 충전 모드로 동작하는 상황에서의 게인 값 결정 과정에 대해 설명하기로 한다.

[0091] 이하에는, 에너지 저장부(113)의 충전 상태(SOC)에 대한 복수의 기준 값이 설정되어 있다.

[0092] 이때, 상기 복수의 기준 값은, 상기 충전 상태(SOC)에 따른 에너지 저장부(113)의 충전 동작 및 방전 동작에 대한 다양한 실험을 통해 최적의 값을 선정하여 결정할 수 있으며, 이와 다르게 사용자에 의해 임의의 값으로 설정될 수 있다.

[0093] 상기 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 충전 모드로 동작하면, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 제 1 기준 값보다 낮은지 여부를 판단한다.

[0094] 여기에서, 상기 제 1 기준 값은 SOC=85%일 수 있다. 이와 다르게 상기 제 1 기준 값은 사용자가 임의로 설정할 수 있다.

[0095] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 85%보다 낮은지 여부를 판단한다.

[0096] 그리고, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 85%보다 낮으면, 제 1 게인 값을 적용하여 상기 유효 전력의 기준 값(유효 전력의 목표 값)을 변경한다.

[0097] 여기에서, 상기 제 1 게인 값을 1일 수 있다. 이와 다르게, 상기 제 1 기준 값은 사용자가 임의로 설정할 수 있다.

[0098] 즉, 제한 제어부(209)는 에너지 저장부(113)의 충전 상태에 따라 복수의 게인 값 중 어느 하나의 게인 값을 적용하여 유효 전력의 기준 값을 변경한다. 이때, 상기 복수의 게인 값은, 상기 유효 전력의 기준 값을 변경하기 위한 값이다. 보다 구체적으로, 상기 복수의 게인 값은 에너지 관리 시스템과 같은 상위 제어기로부터 공급된 목표 값에 따라 결정된 상기 유효 전력의 기준 값을 그대로 유지시키기 위한 제 1 게인 값과, 상기 결정된 유효 전력의 기준 값을 0보다 큰 값으로 감소시키기 위한 제 2 게인 값과, 상기 결정된 유효 전력의 기준 값을 0으로 감소시키기 위한 제 3 게인 값을 포함한다.

[0099] 이때, 아래에서는 상기 제 2 게인 값이 하나의 값으로만 고정되어 있다고 설정하나, 상기 충전 상태를 복수의 단계로 구분하고, 그에 따라 상기 복수의 단계에 따른 충전 상태 별로 상기 유효 전력의 기준 값을 감소시키기 위한 복수의 제 2 게인 값을 각각 설정할 수도 있다.

[0100] 여기에서, 상기 제 1 게인 값은 1일 수 있다. 즉, 상기 제 1 게인 값은 상기 결정된 유효 전력의 기준 값을 그대로 유지시키기 위한 값이며, 상기 결정된 유효 전력의 기준 값에 곱해지는 값이다. 따라서, 상기 제 1 게인 값은 상기 유효 전력의 기준 값을 그대로 유지시키기 위해 '1'로 설정될 수 있다.즉, 상기 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 충전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 85%보다 낮으면, 상기 주파수 드룹 계수에 의해 구해진 상기 유효 전력의 기준 값(유효 전력의 목표 값)을 그대로 출력한다.

[0101] 또한, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 제 1 기준 값보다 높으면, 상기 충전 상태가 제 1 기준 값과 제 2 기준 값 사이에 있는지 여부를 판단한다.

[0102] 여기에서, 상기 제 2 기준 값은 SOC=90%일 수 있다. 이와 다르게, 상기 제 2 기준 값은 사용자가 임의로 설정할 수 있다.

[0103] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 85%와 90% 사이에 존재하는지 여부를 판단한다.

[0104] 그리고, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 충전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 85%에서 90% 사이에 존재하면, 제 2 게인 값을 적용하여 상기 유효 전력의 기준 값(유효 전력의 목표 값)을 변경한다.

[0105] 여기에서, 상기 제 2 게인 게인 값은 0과 1 사이의 값일 수 있다. 즉, 상기 제 2 게인 값은 상기 결정된 유효 전력의 기준 값을 감소시키기 위한 값이며, 상기 결정된 유효 전력의 기준 값에 곱해지는 값이다. 따라서, 상기 제 2 게인 값은 상기 유효 전력의 기준 값을 감소시키기 위해 1보다는 작으면서 0보다는 큰 어느 하나의 값으로 설정될 수 있다.

[0106] 다시 말해서, 상기 제 2 게인 값에 의해 조정된 유효 전력의 목표 값은 상기 제 1 게인 값에 의해 구해진 유효 전력의 목표 값보다 낮은 값이다.

[0107] 바람직하게, 상기 제 2 게인 값은 0.5일 수 있다.

[0108] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 충전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 85%에서 90% 사이에 존재하면, 상기 제 2 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부(113)의 충전 속도가 감소되도록 한다.

[0109] 또한, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 제 2 기준 값을 초과하였는지를 확인한다.

[0110] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 90%를 초과하였는지 여부를 판단한다.

[0111] 그리고, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 충전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 90%를 초과하였다면, 제 3 게인 값을 적용하여 상기 유효 전력의 기준 값(유효 전력의 목표 값)을 변경한다.

[0112] 여기에서, 상기 제 3 게인 게인 값은 0일 수 있다. 즉, 상기 제 3 게인 값은 상기 결정된 유효 전력의 기준 값을 0으로 설정하기 위한 값이며, 상기 결정된 유효 전력의 기준 값에 곱해지는 값이다. 따라서, 상기 제 3 게인 값은 상기 유효 전력의 기준 값을 0으로 설정하기 위하여,'0'으로 설정될 수 있다.

[0113] 다시 말해서, 상기 제 3 게인 값에 의해 조정된 유효 전력의 목표 값은 상기 제 1 게인 값 및 제 2 게인 값에 의해 구해진 유효 전력의 목표 값보다 낮은 값이다.

[0114] 바람직하게, 상기 제 3 게인 값에 의해 조정된 유효 전력의 목표 값은 0일 수 있다.

[0115] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 충전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 90%를 초과하였다면, 단순히 상기 에너지 저장부(113)의 충전 속도를 감소시키는 것이 아니라, 에너지 저장부(113)의 충전 동작을 중지시킨다.

[0116] 상기와 같이 드룹 제어부(111)는 에너지 저장 장치의 충전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 1 기준 값을 초과하면 게인 값 변경을 통해 충전 속도를 감소시키고, 상기 충전 상태가 상기 제 1 기준 값보다 큰 제 2 기준 값을 초과하면 상기 변경된 게인 값의 재변경을 통해 상기 충전 동작이 중지될 수 있도록 함으로써, 상기 배터리가 과충전되는 것을 사전에 방지하여 배터리를 보호하고 안정적으로 운용될 수 있도록 한다.

[0117] 다음으로, 상기 에너지 저장부(113)가 방전 모드로 동작하는 상황에서의 게인 값 결정 과정에 대해 설명하기로 한다.

[0118] 상기 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 방전 모드로 동작하면, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 제 3 기준 값보다 높은지 여부를 판단한다. 여기에서, 상기 제 3 기준 값은 SOC=25%일 수 있다. 이와 다르게, 상기 제 3 기준 값은 사용자가 임의로 설정할 수 있다.

[0119] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 25%보다 높은지 여부를 판단한다.

[0120] 그리고, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 25%보다 높으면, 제 1 게인 값을 적용하여 상기 유효 전력의 기준 값(유효 전력의 목표 값)을 변경한다.

[0121] 여기에서, 상기 제 1 게인 값은 상기 설명한 바와 같이 1일 수 있다.

[0122] 즉, 상기 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 방전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 25%보다 높으면, 상기 주파수 드룹 계수에 의해 구해진 유효 전력의 기준 값, 다시 말해서 유효 전력의 목표 값을 그대로 출력한다.

[0123] 또한, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 제 3 기준 값보다 낮으면, 상기 충전 상태가 제 3 기준 값과 제 4 기준 값 사이에 있는지 여부를 판단한다.

[0124] 여기에서, 상기 제 4 기준 값은 SOC=20%일 수 있다. 이와 다르게, 상기 제 4 기준 값은 사용자가 임의로 설정할 수 있다.

[0125] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 20%와 25% 사이에 존재하는지 여부를 판단한다.

[0126] 그리고, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 방전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 20%에서 25% 사이에 존재하면, 제 2 게인 값을 적용하여 상기 유효 전력의 기준 값(유효 전력의 목표 값)을 변경한다.

[0127] 여기에서, 상기 제 2 게인 게인 값은 0과 1 사이의 값일 수 있다.

[0128] 다시 말해서, 상기 제 2 게인 값에 의해 조정된 유효 전력의 목표 값은 상기 제 1 게인 값에 의해 구해진 유효 전력의 목표 값보다 낮은 값이다.

[0129] 바람직하게, 상기 제 2 게인 값은 상기 설명한 바와 같이, 0보다 크고 1보다 작은 값으로 설정될 수 있으며, 예를 들어 0.5일 수 있다.

[0130] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 방전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 20%에서 25% 사이에 존재하면, 상기 제 2 게인 값을 적용하여 상기 에너지 저장부(113)의 방전 속도가 감소되도록 한다.

[0131] 또한, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 제 4 기준 값 미만인지 여부를 확인한다.

[0132] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 20%보다 낮은 값으로 감소하였는지 여부를 판단한다.

[0133] 그리고, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 방전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 20% 미만으로 감소하였다면, 제 3 게인 값을 적용하여 상기 유효 전력의 기준 값(유효 전력의 목표 값)을 변경한다.

[0134] 여기에서, 상기 제 3 게인 게인 값은 상기 설명한 바와 같이 0일 수 있다.

[0135] 다시 말해서, 상기 제 3 게인 값에 의해 조정된 유효 전력의 목표 값은 상기 제 1 게인 값 및 제 2 게인 값에 의해 구해진 유효 전력의 목표 값보다 낮은 값이다.

[0136] 바람직하게, 상기 제 3 게인 값에 의해 조정된 유효 전력의 목표 값은 0일 수 있다.

[0137] 즉, 제한 제어부(209)는 상기 에너지 저장부(113)가 방전 모드로 동작하고, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 20% 미만으로 감소하였다면, 단순히 상기 에너지 저장부(113)의 방전 속도를 감소시키는 것이 아니라, 에너지 저장부(113)의 방전 동작을 중지시킨다.

[0138] 상기와 같은 본 발명에 따른 실시 예에 의하면, 에너지 저장 장치의 방전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 3 기준 값 미만으로 감소하면 게인 값 변경을 통해 방전 속도를 감소시킬 수 있도록 하고, 상기 방전 상태가 상기 제 3 기준 값보다 작은 제 4 기준 값 미만으로 감소하면 상기 변경된 게인 값의 재변경을 통해 상기 방전 동작이 중지될 수 있도록 함으로써, 상기 배터리가 과방전되는 것을 사전에 방지하여 배터리를 보호하고 안정적으로 운용될 수 있도록 한다.

[0139] 이어서, 상기 제한 제어부(209)에 의해 충전 상태 및 운전 모드에 따른 유효 전력 목표 값(Pref)이 결정되면, 상기 유효 전력 기준 값(Pref)과 현재 유효 전력 값의 차이 값을 구하고, 그에 따라 상기 구해진 차이 값을 출력하는 제 2 차이 값 출력부(210)를 더 포함한다.

[0140] 이어서, 상기 드룹 제어부(111)는 상기 제 2 차이 값 출력부(210)에 의해 차이 값이 출력되면, 상기 출력되는 차이 값에 대하여 비례 적분 제어를 통해 제 2 출력 값을 생성하는 제 2 비례적분 제어기(211)를 더 포함한다.

[0141] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기 제 1 비례 적분 제어기(205) 및 제 2 비례적분 제어기(211)의 제 1 출력 값과 제 2 출력 값을 구분하고, 그에 따라 이를 dq 역 변환 동작을 수행하여 3상의 기준치(a,b,c)를 출력하는 출력부(212, 213)를 더 포함한다.

[0142] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기 출력부(212, 213)의 기준치에 해당하는 펄스폭으로 연산 변조하여 스위칭 신호를 출력하는 스위칭 신호 출력부(214)를 더 포함한다.

[0143] 상기와 같은 본 발명에 따른 실시 예에 의하면, 에너지 저장 장치의 충전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 1 기준 값을 초과하면 게인 값 변경을 통해 충전 속도를 감소시키고, 상기 충전 상태가 상기 제 1 기준 값보다 큰 제 2 기준 값을 초과하면 상기 변경된 게인 값의 재변경을 통해 상기 충전 동작이 중지될 수 있도록 함으로써, 상기 배터리가 과충전되는 것을 사전에 방지하여 배터리를 보호하고 안정적으로 운용될 수 있도록 한다.

[0144] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면, 에너지 저장 장치의 방전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 3 기준 값 미만으로 감소하면 게인 값의 변경을 통해 방전 속도를 감소시킬 수 있도록 하고, 상기 방전 상태가 상기 제 3 기준 값보다 작은 제 4 기준 값 미만으로 감소하면 상기 변경된 게인 값의 재변경을 통해 상기 방전 동작이 중지될 수 있도록 함으로써, 상기 배터리가 과방전되는 것을 사전에 방지하여 배터리를 보호하고 안정적으로 운용될 수 있도록 한다.

[0145] 도 5는 종래 기술에 따른 에너지 저장부(113)의 충전 속도 및 방전 속도를 보여주는 도면이고, 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 에너지 저장부(113)의 충전 속도 및 방전 속도를 보여준다.

[0146] 도 5를 참조하면, 종래에서는 드룹 제어를 수행할 때, 항상 고정된 드룹 계수에 의한 유효전력의 목표 값을 설정하였다.

[0147] 이에 따라, 충전 모드에서는, 동일한 기울기를 가지며, 에너지 저장부(113)의 충전 상태가 변경되었다. 다시 말해서, 에너지 저장부(113)는 충전 모드에서 충전 상태와 무관하게 동일한 속도로 충전이 이루어졌다.

[0148] 또한, 방전 모드에서도, 동일한 기울기를 가지며, 에너지 저장부(113)의 방전 상태가 변경되었다. 다시 말해서, 에너지 저장부(113)는 방전 모드에서 충전 상태와 무관하게 동일한 속도로 방전이 이루어졌다.

[0149] 도 6을 참조하면, 본 발명에서는 운전 모드 및 충전 상태에 따라 서로 다른 게인 값을 적용함으로써, 에너지 저장부(113)의 충전 상태는 제 1 기울기, 제 2 기울기 및 제 3 기울기에 의해 변경이 이루어진다.

[0150] 다시 말해서, 에너지 저장부(113)는 기준 드룹 계수에 의해 결정된 유효 전력 목표 값에 의해 충전이 이루어지는 구동 영역과, 1보다 작은 게인 값이 적용된 유효 전력 목표 값에 의해 충전이 이루어지는 데드 밴드 영역을 포함한다.

[0151] 상기 데드 밴드 영역은 충전 상태가 제 2 기준 값을 초과하기 전까지는 제 1 기준 값을 초과하기 전보다 충전 속도 기울기가 낮아진 상태로 충전 동작이 이루어진다.

[0152] 또한, 상기 데드 밴드 영역은 충전 상태가 제 2 기준 값을 초과하게 되면, 충전 속도 기울기는 최저로 낮아지며, 실질적으로 상기 기울기는 0이 되어 충전이 더 이상이 이루어지지 않게 된다.

[0153] 또한, 에너지 저장부(113)는 기준 드룹 계수에 의해 결정된 유효 전력 목표 값에 의해 방전이 이루어지는 구동 영역과, 1보다 작은 게인 값이 적용된 유효 전력 목표 값에 의해 방전이 이루어지는 데드 밴드 영역을 포함한다.

[0154] 상기 데드 밴드 영역은 충전 상태가 제 4 기준 값 미만으로 낮아지기 전까지는 제 3 기준 값을 초과했을 때 보다 방전 속도 기울기가 낮아진 상태로 방전 동작이 이루어진다.

[0155] 또한, 상기 데드 밴드 영역은 방전 상태가 제 4 기준 값 미만으로 낮아지게 되면, 방전 속도 기울기는 최저로 낮아지며, 실질적으로 상기 기울기는 0이 되어 방전이 더 이상이 이루어지지 않게 된다.

[0156] 이하에서는, 에너지 저장 장치의 운용 방법에 대해 설명하기로 한다.

[0157] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 에너지 저장 장치에서, 충전 동작 시의 운용 방법을 단계별로 설명하기 위한 흐름도이다.

[0158] 도 7을 참조하면, 에너지 저장부(113)는 우선적으로 운전 모드가 충전 모드로 결정되면, 충전 동작을 개시한다(100단계).

[0159] 상기 충전 동작이 개시되면, 드룹 제어부(111)는 상기 에너지 저장부(113)에 충전 전원을 공급하는 전력 변환부의 동작을 제어하기 위하여, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태를 확인한다(105단계).

[0160] 그리고, 상기 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 1 기준 값보다 낮은지 여부를 판단한다(110단계). 즉, 상기 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 85% 미만인지 여부를 판단한다.

[0161] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제1 기준 값 미만이면, 기준 드룹 계수를 적용하여 상기 에너지 저장부(113)의 충전 목표 값을 설정한다(115단계). 여기에서, 상기 충전 목표 값은 유효 전력의 목표 값을 의미한다.

[0162] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기 충전 목표 값이 설정되면, 상기 설정된 충전 목표 값에 제 1 게인 값을 적용하여 최종 충전 목표 값을 설정한다(120단계). 여기에서, 상기 제 1 게인 값은 1이다.

[0163] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 결정된 최종 충전 목표 값을 이용하여 전력 변환부의 제어를 위한 PWM 신호를 출력한다(125단계).

[0164] 또한, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 1 기준 값보다 높으면, 상기 충전 상태가 제 2 기준 값보다 낮은지 여부를 판단한다(130단계). 여기에서, 상기 제 2 기준 값은 90%이다.

[0165] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 2 기준 값 미만이면, 기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부(113)의 충전 목표 값을 설정한다(135단계).

[0166] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기 설정한 충전 목표 값에 제 2 게인 값을 적용하여 최종 충전 목표 값을 설정한다(140단계). 여기에서, 상기 제 2 게인 값은 0보다 크고 1보다 작은 값을 가진다. 바람직하게, 상기 제 2 게인 값은 0.5이다.

[0167] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 제 2 게인 값이 적용되어 설정된 최종 충전 목표 값을 토대로 전력 변환부의

제어를 위한 PWM 신호를 출력한다(145단계).

[0168] 또한, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 1 기준 값과 2 기준 값 사이에 존재하지 않으면, 상기 충전 상태가 제 2 기준 값보다 높은지 여부를 판단한다(150단계). 여기에서, 상기 제 2 기준 값은 90%이다.

[0169] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 2 기준 값보다 높으면, 기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부(113)의 충전 목표 값을 설정한다(155단계).

[0170] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기 설정한 충전 목표 값에 제 3 게인 값을 적용하여 최종 충전 목표 값을 설정한다(160단계). 여기에서, 상기 제 3 게인 값은 0이다.

[0171] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 제 3 게인 값이 적용되어 설정된 최종 충전 목표 값을 토대로 전력 변환부의 제어를 위한 PWM 신호를 출력한다(165단계).

[0172] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 에너지 저장 장치에서, 방전 동작 시의 운용 방법을 단계별로 설명하기 위한 흐름도이다.

[0173] 도 8을 참조하면, 에너지 저장부(113)는 우선적으로 운전 모드가 충전 모드로 결정되면, 방전 동작을 개시한다(200단계).

[0174] 상기 방전 동작이 개시되면, 드룹 제어부(111)는 상기 에너지 저장부(113)를 방전시키는 전력 변환부의 동작을 제어하기 위하여, 상기 에너지 저장부(113)의 충전 상태를 확인한다(205단계).

[0175] 그리고, 상기 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 3 기준 값보다 높은지 여부를 판단한다(210단계). 즉, 상기 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 25%보다 높은지 여부를 판단한다.

[0176] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제3 기준 값보다, 기준 드룹 계수를 적용하여 상기 에너지 저장부(113)의 방전 목표 값을 설정한다(215단계). 여기에서, 상기 방전 목표 값은 유효 전력의 목표 값을 의미한다.

[0177] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기 방전 목표 값이 설정되면, 상기 설정된 방전 목표 값에 제 1 게인 값을 적용하여 최종 방전 목표 값을 설정한다(220단계). 여기에서, 상기 제 1 게인 값은 1이다.

[0178] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 결정된 최종 충전 목표 값을 이용하여 전력 변환부의 제어를 위한 PWM 신호를 출력한다(225단계).

[0179] 또한, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 3 기준 값보다 낮으면, 상기 충전 상태가 제 4 기준 값보다 높은지 여부를 판단한다(230단계). 여기에서, 상기 제 4 기준 값은 20%이다.

[0180] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 방전 상태가 제 4 기준 값보다 높으면, 기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부(113)의 방전 목표 값을 설정한다(235단계).

[0181] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기 설정한 방전 목표 값에 제 2 게인 값을 적용하여 최종 방전 목표 값을 설정한다(240단계). 여기에서, 상기 제 2 게인 값은 0보다 크고 1보다 작은 값을 가진다. 바람직하게, 상기 제 2 게인 값은 0.5이다.

[0182] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 제 2 게인 값이 적용되어 설정된 최종 방전 목표 값을 토대로 전력 변환부의 제어를 위한 PWM 신호를 출력한다(245단계).

[0183] 또한, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 3 기준 값과 4 기준 값 사이에 존재하지 않으면, 상기 충전 상태가 제 4 기준 값보다 낮은지 여부를 판단한다(250단계). 여기에서, 상기 제 4 기준 값은 20%이다.

[0184] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 확인한 충전 상태가 제 4 기준 값보다 낮으면, 기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부(113)의 방전 목표 값을 설정한다(255단계).

[0185] 그리고, 드룹 제어부(111)는 상기 설정한 방전 목표 값에 제 3 게인 값을 적용하여 최종 방전 목표 값을 설정한다(260단계). 여기에서, 상기 제 3 게인 값은 0이다.

[0186] 이어서, 드룹 제어부(111)는 상기 제 3 게인 값이 적용되어 설정된 최종 방전 목표 값을 토대로 전력 변환부의 제어를 위한 PWM 신호를 출력한다(265단계).

[0187] 본 발명에 따른 실시 예에 의하면, 에너지 저장 장치의 충전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제

1 기준 값을 초과하면 게인 값 변경을 통해 충전 속도를 감소시키고, 상기 충전 상태가 상기 제 1 기준 값보다 큰 제 2 기준 값을 초과하면 상기 변경된 게인 값의 재변경을 통해 상기 충전 동작이 중지될 수 있도록 함으로써, 상기 배터리가 과충전되는 것을 사전에 방지하여 배터리를 보호하고 안정적으로 운용될 수 있도록 한다.

[0188] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면, 에너지 저장 장치의 방전 동작 모드에서, 배터리의 충전 상태가 기설정된 제 3 기준 값 미만으로 감소하면 게인 값의 변경을 통해 방전 속도를 감소시킬 수 있도록 하고, 상기 방전 상태가 상기 제 3 기준 값보다 작은 제 4 기준 값 미만으로 감소하면 상기 변경된 게인 값의 재변경을 통해 상기 방전 동작이 중지될 수 있도록 함으로써, 상기 배터리가 과방전되는 것을 사전에 방지하여 배터리를 보호하고 안정적으로 운용될 수 있도록 한다.

[0189] 이상에서 실시예들에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 실시예의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[0190] 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 실시예를 한정하는 것이 아니며, 실시예가 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 설정하는 실시예의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0191] 101: 발전 장치

103: 직류/교류 컨버터

105: 교류 필터

107: 교류/교류 컨버터

109: 계통

111: 드룹 제어부

113: 에너지 저장부

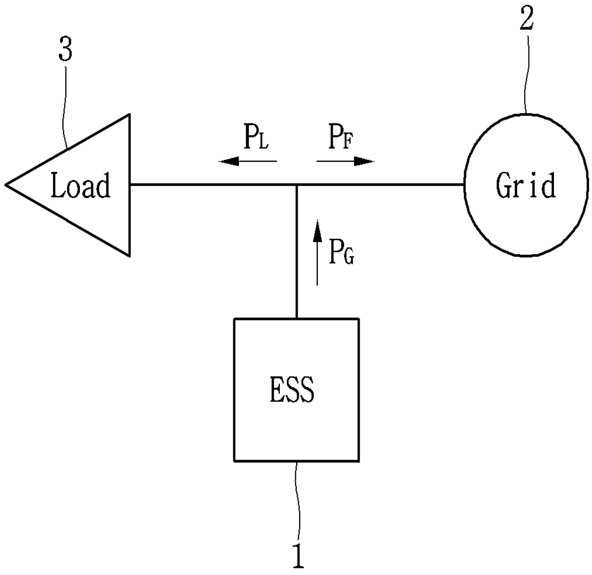
115: 시스템 제어부

117: 부하

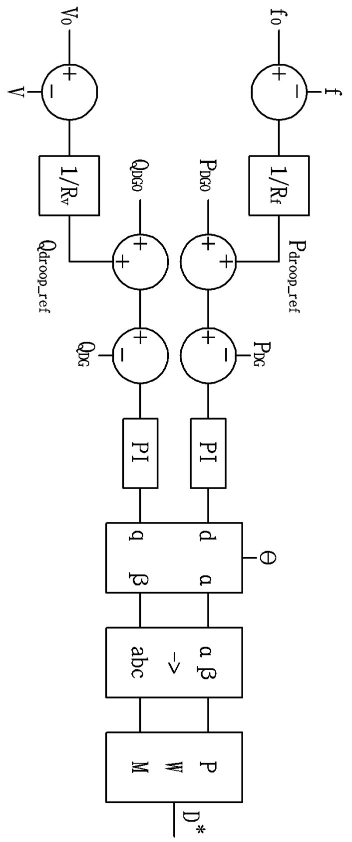
121: 직류/직류 컨버터

도면

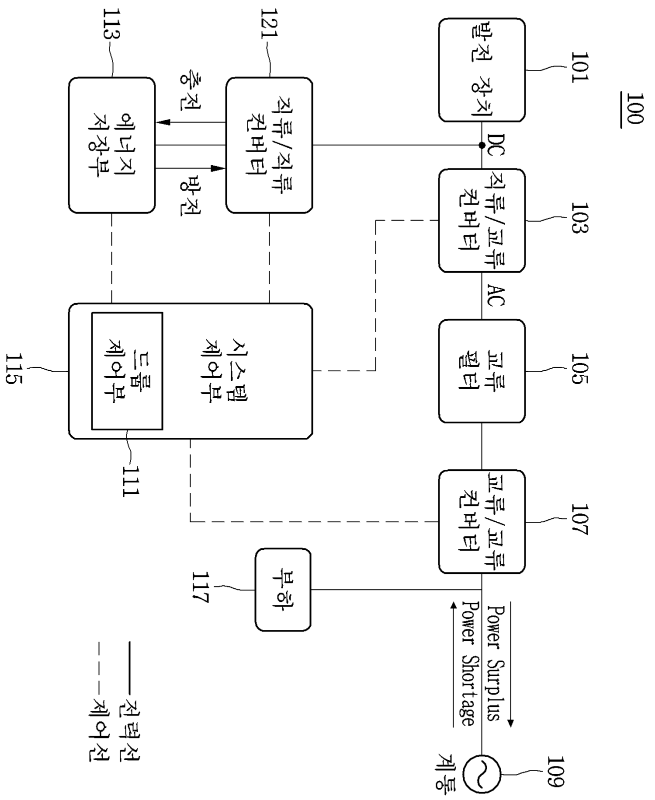
도면1


3
2
Load
PL
PF
Grid
PG
ESS
1

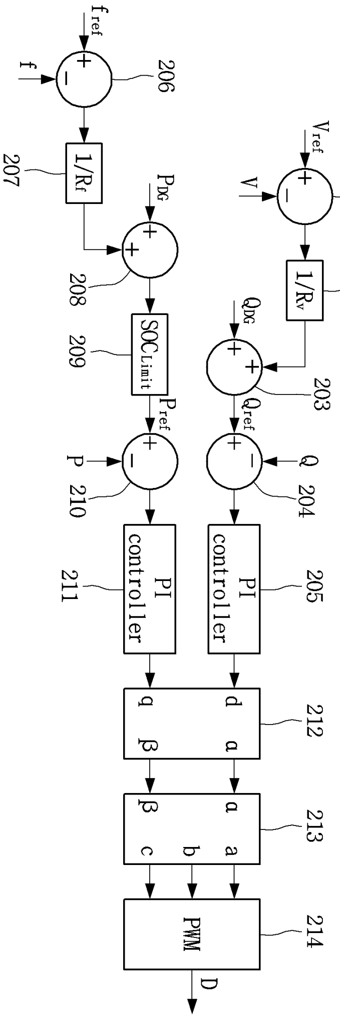
도면2


Vo
V
fo
f
1/Rv
1/Rf
QDG0
PDG0
Qdroop_ref
Pdroop_ref
QDG
PDG
PI
PI
q
d
β
α
θ
abc
->
αβ
PWM
D*

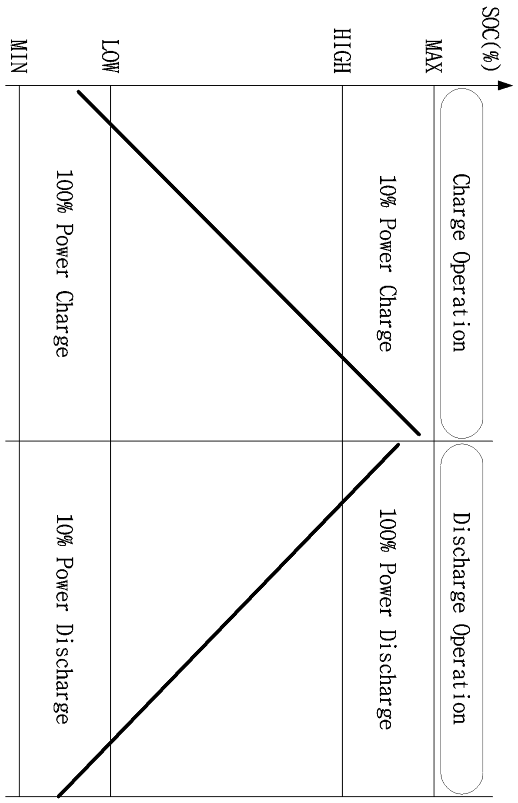
도면3


100
101
발전 장치
DC
103
직류/교류 컨버터
AC
105
교류 필터
107
교류/교류 컨버터
Power Surplus
Power Shortage
109
계통
117
부하
121
직류/직류 컨버터
충전
방전
113
에너지 저장부
115
시스템 제어부
111
드룹 제어부
전력선
제어선

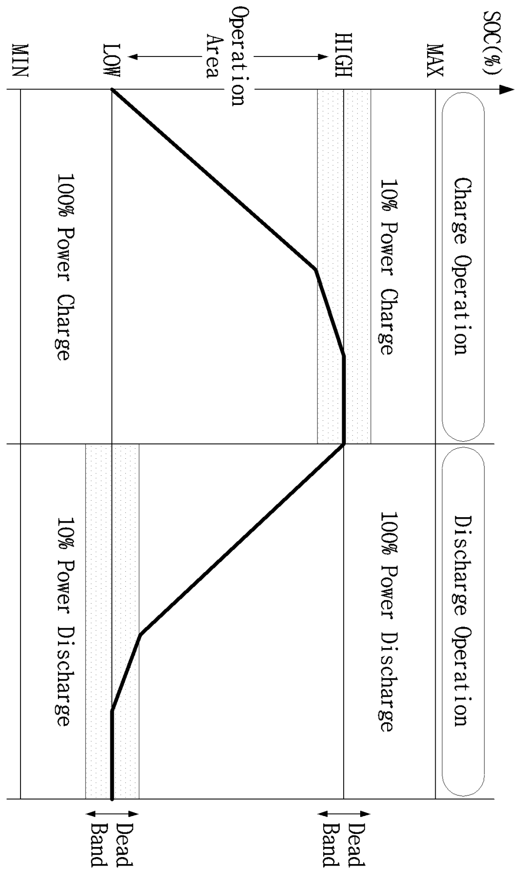
도면4


f_ref
f
206
1/R_f
207
P_DG
208
SOC Limit
209
P_ref
P
210
PI controller
211
V_ref
V
201
1/R_v
202
Q_DG
203
Q_ref
Q
204
PI controller
205
d
q
α
β
212
α
β
a
b
c
213
PWM
214
D

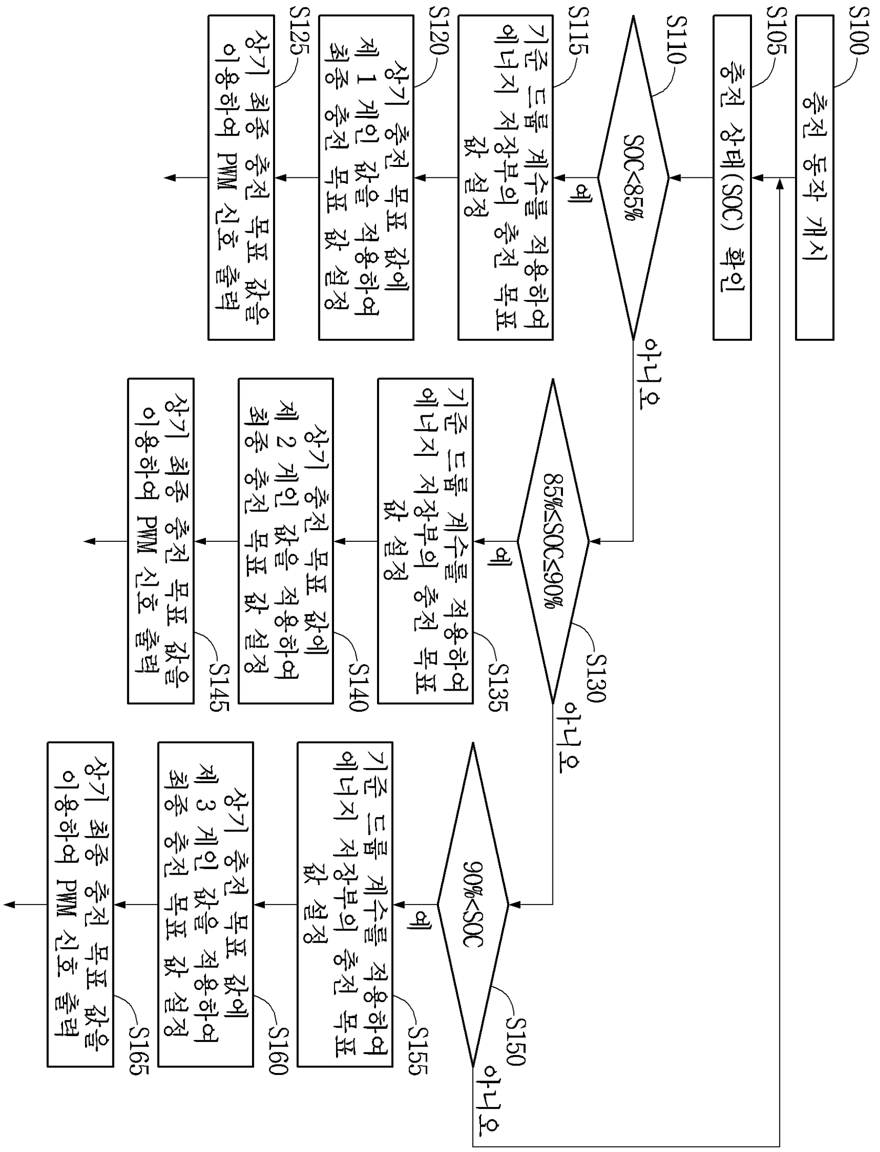
도면5


SOC(%)
MAX
HIGH
LOW
MIN
Charge Operation
Discharge Operation
10% Power Charge
100% Power Charge
100% Power Discharge
10% Power Discharge

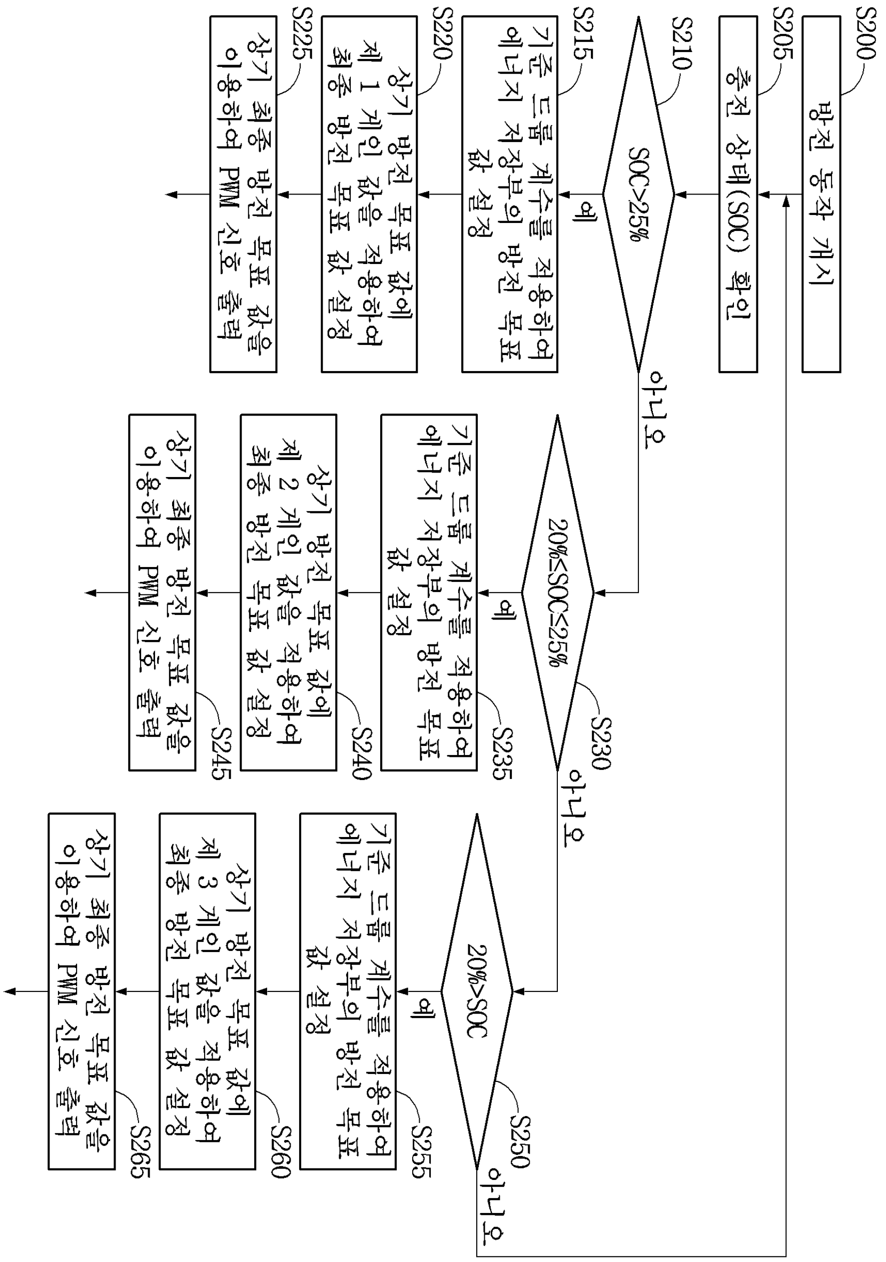
도면6


SOC(%)
MAX
HIGH
Operation Area
LOW
MIN
Charge Operation
Discharge Operation
10% Power Charge
100% Power Charge
100% Power Discharge
10% Power Discharge
Dead Band
Dead Band

도면7


S100
충전 동작 개시
S105
충전 상태(SOC) 확인
S110
SOC<85%
예
아니오
S115
기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부의 충전 목표 값 설정
S120
상기 충전 목표 값에 제 1 게인 값을 적용하여 최종 충전 목표 값 설정
S125
상기 최종 충전 목표 값을 이용하여 PWM 신호 출력
S130
85%≤SOC≤90%
예
아니오
S135
기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부의 충전 목표 값 설정
S140
상기 충전 목표 값에 제 2 게인 값을 적용하여 최종 충전 목표 값 설정
S145
상기 최종 충전 목표 값을 이용하여 PWM 신호 출력
S150
90%<SOC
예
아니오
S155
기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부의 충전 목표 값 설정
S160
상기 충전 목표 값에 제 3 게인 값을 적용하여 최종 충전 목표 값 설정
S165
상기 최종 충전 목표 값을 이용하여 PWM 신호 출력

도면8


S200
방전 동작 개시
S205
충전 상태(SOC) 확인
S210
SOC>25%
예
S215
기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부의 방전 목표 값 설정
S220
상기 방전 목표 값에 제 1 게인 값을 적용하여 최종 방전 목표 값 설정
S225
상기 최종 방전 목표 값을 이용하여 PWM 신호 출력
아니오
S230
20%≤SOC≤25%
예
S235
기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부의 방전 목표 값 설정
S240
상기 방전 목표 값에 제 2 게인 값을 적용하여 최종 방전 목표 값 설정
S245
상기 최종 방전 목표 값을 이용하여 PWM 신호 출력
아니오
S250
20%>SOC
예
S255
기준 드룹 계수를 적용하여 에너지 저장부의 방전 목표 값 설정
S260
상기 방전 목표 값에 제 3 게인 값을 적용하여 최종 방전 목표 값 설정
S265
상기 최종 방전 목표 값을 이용하여 PWM 신호 출력
아니오