



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0132133
(43) 공개일자 2020년11월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/38 (2006.01) G01R 31/382 (2019.01)
(52) CPC특허분류
H02J 3/381 (2013.01)
G01R 31/382 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2019-0057096
(22) 출원일자 2019년05월15일
심사청구일자 2019년05월15일

(71) 출원인
광주과학기술원
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)
(72) 발명자
김윤수
광주광역시 북구 첨단과기로 123 광주과학기술원
융합기술학제학부
(74) 대리인
특허법인지원

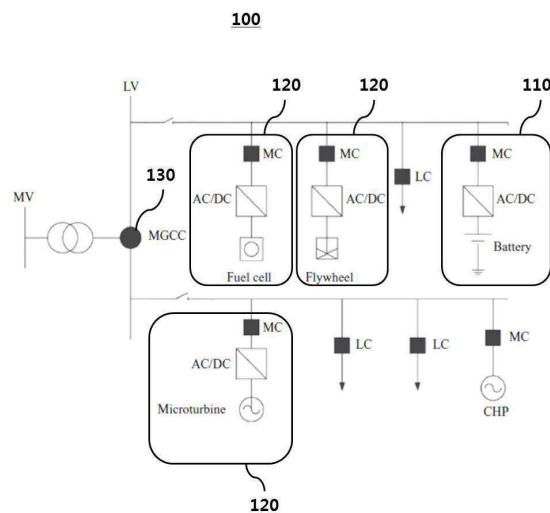
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 계통 주파수를 이용하는 무통신 방식의 독립형 마이크로그리드 시스템을 제어하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 계통 주파수를 이용하여 독립형 마이크로그리드 시스템을 제어하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 장치의 동작 방법은 (a) 에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge)을 산출하는 단계; 및 (b) 상기 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 계통 주파수를 조절하는 단계;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

Y04S 10/12 (2020.08)

Y04S 10/14 (2020.08)

Y04S 10/50 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345289097
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기본연구지원사업(SGER)
연구과제명	계통 주파수를 이용한 무통신방식의 독립형 마이크로그리드 운영 기법
기 여 율	1/1
과제수행기관명	광주과학기술원
연구기간	2018.11.01 ~ 2019.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

(a) 에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge)을 산출하는 단계; 및
(b) 상기 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 계통 주파수를 조절하는 단계;
를 포함하는,
에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 (b) 단계는,
상기 잔존 용량이 상기 제1 임계값보다 작은 경우, 상기 잔존 용량에 따라 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하는 단계; 및
상기 출력 전력에 대응하여 상기 계통 주파수를 감소시키는 단계;
를 포함하는,
에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 (b) 단계는,
상기 잔존 용량이 상기 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하는 단계; 및
상기 출력 전력에 대응하여 상기 계통 주파수를 증가시키는 단계;
를 포함하는,
에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 (b) 단계 이후에,
(c) 상기 계통 주파수에 따라 조절된 분산 전원 장치의 출력 전력에 대응하여 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하는 단계;
를 더 포함하는,

에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 (c) 단계 이후에,

상기 에너지 저장 장치의 출력 전력에 따라 상기 계통 주파수를 제조절하는 단계;

를 더 포함하는,

에너지 저장 장치의 동작 방법.

청구항 6

(a) 에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge) 또는 부하의 변동에 따라 조절된 계통 주파수를 검출하는 단계; 및

(b) 상기 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는 단계;

를 포함하는,

분산 전원 장치의 동작 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

상기 계통 주파수가 제3 임계값보다 작거나 제4 임계값보다 큰 경우, 상기 계통 주파수에 따라 상기 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는 단계;

를 포함하는,

분산 전원 장치의 동작 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

상기 계통 주파수의 적분값이 제5 임계값보다 큰 경우, 상기 계통 주파수에 따라 상기 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는 단계;

를 포함하는,

분산 전원 장치의 동작 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 분산 전원 장치의 조절된 출력 전력은, 상기 에너지 저장 장치에 의해 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하기 위해 이용되는,

분산 전원 장치의 동작 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 계통 주파수는, 상기 에너지 저장 장치의 조절된 출력 전력에 따라 재조절되는,

분산 전원 장치의 동작 방법.

청구항 11

에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge)을 산출하고,

상기 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 계통 주파수를 조절하는 제어부;

를 포함하는,

에너지 저장 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 잔존 용량이 상기 제1 임계값보다 작은 경우, 상기 잔존 용량에 따라 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하고,

상기 출력 전력에 대응하여 상기 계통 주파수를 감소시키는,

에너지 저장 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 잔존 용량이 상기 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하고,

상기 출력 전력에 대응하여 상기 계통 주파수를 증가시키는,

에너지 저장 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 계통 주파수에 따라 조절된 분산 전원 장치의 출력 전력에 대응하여 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하는,

에너지 저장 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 에너지 저장 장치의 출력 전력에 따라 상기 계통 주파수를 제조절하는,
에너지 저장 장치.

청구항 16

에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge) 또는 부하의 변동에 따라 조절된 계통 주파수를 검출하고,
상기 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는 제어부;
를 포함하는,
분산 전원 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 계통 주파수가 제3 임계값보다 작거나 제4 임계값보다 큰 경우, 상기 계통 주파수에 따라 상기 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는,
분산 전원 장치.

청구항 18

제16항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 계통 주파수의 적분값이 제5 임계값보다 큰 경우, 상기 계통 주파수에 따라 상기 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는,
분산 전원 장치.

청구항 19

제16항에 있어서,
상기 분산 전원 장치의 조절된 출력 전력은, 상기 에너지 저장 장치에 의해 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하기 위해 이용되는,
분산 전원 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,
상기 계통 주파수는, 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력에 따라 재조절되는,
분산 전원 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 독립형 마이크로그리드 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 계통 주파수를 이용하는 무통신 방식의 독립형 마이크로그리드 시스템을 제어하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 마이크로그리드 시스템은 독립적으로 전력과 열 등을 공급하는 소규모 전력 네트워크로 최근 신재생 에너지 등을 이용한 소규모 분산 전원(distributed generator) 장치의 대두와 함께 전력 시스템의 새로운 패러다임으로 등장하고 있다.

[0004] 마이크로그리드 시스템은 다수의 에너지 저장 장치, 분산 전원 장치 및 부하의 집합체로서, 기존의 전력망과 연계 또는 분리 운전될 수 있는 소규모 전력망으로 요약될 수 있다. 마이크로그리드 시스템은 주 계통의 지/단락 사고 및 심각한 전력 품질 문제 발생시 주 계통으로부터 분리하여 분산 전원 장치만을 이용하여 마이크로그리드 시스템의 부하에 지속적인 전력 공급을 유지할 수 있는 전력시스템이다.

[0005] 다만, 에너지 저장 장치가 전압 제어 모드로 동작하는 경우 스스로 잔존 용량(state of charge)을 관리하지 못하기 때문에, 중앙 제어 장치와의 통신을 통해 분산 전원 장치를 통해 관리 해줘야 하나, 통신 고장 등의 경우 잔존 용량의 관리가 어려워 부하에 대한 에너지 공급 신뢰도가 떨어지는 문제점이 발생한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 한국공개특허 제10-2019-0009914호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 계통 주파수를 이용하여 독립형 마이크로그리드 시스템을 제어하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명은, 계통 주파수를 조절하여 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절함에 대응하여 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절함에 따라 계통 주파수 및 잔존 용량을 회복하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은, 복수 개의 분산 전원 장치 각각의 출력 전력의 조절에 따라, 계통 주파수가 일정 값 이내로 회복되는 경우, 분산 전원 장치 각각의 출력 전력 조절 동작을 중지하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0010] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 장치의 동작 방법은 (a) 에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge)을 산출하는 단계; 및 (b) 상기 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 계통 주파수를 조절하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0013] 실시예에서, 상기 (b) 단계는, 상기 잔존 용량이 상기 제1 임계값보다 작은 경우, 상기 잔존 용량에 따라 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하는 단계; 및 상기 출력 전력에 대응하여 상기 계통 주파수를 감소시키는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0014] 실시예에서, 상기 (b) 단계는, 상기 잔존 용량이 상기 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하는 단계; 및 상기 출력 전력에 대응하여 상기 계통 주파수를 증가시키는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0015] 실시예에서, 상기 에너지 저장 장치의 동작 방법은 상기 (b) 단계 이후에, (c) 상기 계통 주파수에 따라 조절된 분산 전원 장치의 출력 전력에 대응하여 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 실시예에서, 상기 에너지 저장 장치의 동작 방법은 상기 (c) 단계 이후에, 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력에 따라 상기 계통 주파수를 재조절하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 실시예에서, 분산 전원 장치의 동작 방법은 (a) 에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge) 또는 부하의 변동에 따라 조절된 계통 주파수를 검출하는 단계; 및 (b) 상기 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0018] 실시예에서, 상기 (b) 단계는, 상기 계통 주파수가 제3 임계값보다 작거나 제4 임계값보다 큰 경우, 상기 계통 주파수에 따라 상기 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0019] 실시예에서, 상기 (b) 단계는, 상기 계통 주파수의 적분값이 제5 임계값보다 큰 경우, 상기 계통 주파수에 따라 상기 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0020] 실시예에서, 상기 분산 전원 장치의 조절된 출력 전력은, 상기 에너지 저장 장치에 의해 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하기 위해 이용될 수 있다.
- [0021] 실시예에서, 상기 계통 주파수는, 상기 에너지 저장 장치의 조절된 출력 전력에 따라 재조절될 수 있다.
- [0022] 실시예에서, 에너지 저장 장치는 에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge)을 산출하고, 상기 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 계통 주파수를 조절하는 제어부;를 포함할 수 있다.
- [0023] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 잔존 용량이 상기 제1 임계값보다 작은 경우, 상기 잔존 용량에 따라 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하고, 상기 출력 전력에 대응하여 상기 계통 주파수를 감소시킬 수 있다.
- [0024] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 잔존 용량이 상기 제2 임계값보다 큰 경우, 상기 잔존 용량에 따라 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하고, 상기 출력 전력에 대응하여 상기 계통 주파수를 증가시킬 수 있다.
- [0025] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 계통 주파수에 따라 조절된 분산 전원 장치의 출력 전력에 대응하여 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절할 수 있다.
- [0026] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력에 따라 상기 계통 주파수를 재조절할 수 있다.
- [0027] 실시예에서, 분산 전원 장치는, 에너지 저장 장치의 잔존 용량(state of charge) 또는 부하의 변동에 따라 조절된 계통 주파수를 검출하고, 상기 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절하는 제어부;를 포함할 수 있다.
- [0028] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 계통 주파수가 제3 임계값보다 작거나 제4 임계값보다 큰 경우, 상기 계통 주파수에 따라 상기 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절할 수 있다.
- [0029] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 계통 주파수의 적분값이 제5 임계값보다 큰 경우, 상기 계통 주파수에 따라 상기 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절할 수 있다.
- [0030] 실시예에서, 상기 분산 전원 장치의 조절된 출력 전력은, 상기 에너지 저장 장치에 의해 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절하기 위해 이용될 수 있다.

- [0031] 실시예에서, 상기 계통 주파수는, 상기 에너지 저장 장치의 출력 전력에 따라 재조절될 수 있다.
- [0032] 상기한 목적들을 달성하기 위한 구체적인 사항들은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술될 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.
- [0033] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, "통상의 기술자")에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해서 제공되는 것이다.

발명의 효과

- [0035] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 계통 주파수를 조절하여 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절함에 대응하여 에너지 저장 장치의 출력 전력을 조절함에 따라, 중앙 제어 장치와의 통신 없이 계통 주파수 및 잔존 용량을 회복하여, 에너지 공급 신뢰도를 크게 향상시킬 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의하면, 분산 전원 장치가 복수개 존재하더라도 계통 주파수가 일정 값 이내로 회복되는 경우, 분산 전원 장치 각각의 출력 전력 조절 동작을 중지함에 따라 각 분산 전원 장치의 출력 전력을 안정적으로 수렴시킬 수 있다.
- [0037] 본 발명의 효과들은 상술된 효과들로 제한되지 않으며, 본 발명의 기술적 특징들에 의하여 기대되는 잠정적인 효과들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로그리드 시스템을 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 장치의 동작 방법을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 장치의 기능적 구성을 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 장치의 제어부의 기능적 구성을 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 전원 장치의 동작 방법을 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 전원 장치의 기능적 구성을 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 전원 장치의 제어부의 기능적 구성을 도시한 도면이다.
- 도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 계통 주파수의 측정 오차 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 출력 전력 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 SOC 회복 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 계통 주파수 회복 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 9c는 본 발명의 일 실시예에 따른 출력 전력 그래프를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고, 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [0041] 청구범위에 개시된 발명의 다양한 특징들은 도면 및 상세한 설명을 고려하여 더 잘 이해될 수 있을 것이다. 명세서에 개시된 장치, 방법, 제법 및 다양한 실시예들은 예시를 위해서 제공되는 것이다. 개시된 구조 및 기능상의 특징들은 통상의 기술자로 하여금 다양한 실시예들을 구체적으로 실시할 수 있도록 하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 개시된 용어 및 문장들은 개시된 발명의 다양한 특징들을 이해하기 쉽게 설명하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0042] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있

다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0043] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 계통 주파수를 이용하여 독립형 마이크로그리드 시스템을 제어하기 위한 방법 및 장치를 설명한다.
- [0045] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로그리드 시스템(100)을 도시한 도면이다.
- [0046] 도 1을 참고하면, 마이크로그리드 시스템(100)은 적어도 하나의 에너지 저장 장치(110), 적어도 하나의 분산 전원 장치(120) 및 중앙 제어 장치(130)를 포함할 수 있다.
- [0047] 에너지 저장 장치(110)는 배전용 변압기가 연결된 전력선을 통해 부하로 전력을 공급할 수 있다. 에너지 저장 장치(110)는 출력 전압 크기와 계통 주파수를 제어할 수 있다.
- [0048] 다만, 에너지 저장 장치(110)는 자신의 출력 전력을 직접 제어할 수 없으며, 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력은 부하 또는 잔존 용량(state of charge)의 변동에 따라 조절될 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 저장 장치(110)는 그리드 포밍 유닛(grid forming(GFm) unit) 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 용어로 지칭될 수 있다. 이 경우, 에너지 저장 장치(110)는 전압 제어 모드로 동작할 수 있다.
- [0049] 분산 전원 장치(120)는 배전용 변압기와 연결되는 전력선을 통해 부하와 연결될 수 있다. 분산 전원 장치(120)는 자신의 출력 전력을 직접 제어할 수 있다. 다만, 분산 전원 장치(120)의 경우, 부하가 변동해도 출력 전력이 조절되지 않는다. 일 실시예에서, 분산 전원 장치(120)는 그리드 피딩 유닛(grid feeding(GFd) unit) 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 용어로 지칭될 수 있다. 이 경우, 분산 전원 장치는 전력 제어 모드로 동작할 수 있다.
- [0050] 종래의 마이크로그리드 시스템에서는 통신을 통해 중앙 제어 장치(130)에서 분산 전원 장치(120)에게 제어명령을 전달하여 출력 전력을 조절하지만, 통신이 고장나는 경우 에너지 공급 신뢰도가 크게 저하되고 정전이 발생할 수 있다.
- [0051] 따라서, 본 발명에 따른 마이크로그리드 시스템(100)의 경우, 이러한 문제를 해결하기 위해, 중앙 제어 장치(130)와의 통신 없이, 분산 전원 장치(120)가 지역적으로(locally) 산출할 수 있는 계통 주파수를 이용하여 출력 전력을 조절함으로써, 계통 주파수와 잔존 용량을 회복할 수 있다.
- [0053] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 장치(110)의 동작 방법을 도시한 도면이다.
- [0054] 도 2를 참고하면, S201 단계는, 에너지 저장 장치(110)의 잔존 용량을 산출하는 단계이다. 여기서, 잔존 용량은 SOC(state of charge), 저장 용량 또는 이와 동등한 기술적 의미를 갖는 용어로 지칭될 수 있다.
- [0055] S203 단계는, 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 잔존 용량에 따라 계통 주파수를 조절하는 단계이다. 즉, 에너지 저장 장치(110)는 잔존 용량이 정상범위를 벗어나는 경우 잔존 용량에 따라 계통 주파수를 조절할 수 있다.
- [0056] 일 실시예에서, 잔존 용량이 제1 임계값보다 작은 경우, 잔존 용량에 따라 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 조절할 수 있다. 이후, 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력에 대응하여 계통 주파수를 감소시킬 수 있다.
- [0057] 또한, 일 실시예에서, 잔존 용량이 제2 임계값보다 큰 경우, 잔존 용량에 따라 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 조절할 수 있다. 이후, 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력에 대응하여 계통 주파수를 증가시킬 수 있다.
- [0058] 일 실시예에서, 계통 주파수에 따라 조절된 분산 전원 장치(120)의 출력 전력에 대응하여 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 조절할 수 있다. 예를 들어, 감소된 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치(120)의 출력 전력이 증가된 만큼, 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 감소시킬 수 있다. 또한, 증가된 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치(120)의 출력 전력이 감소된 만큼, 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 증가시킬 수 있다.
- [0059] 이후, 에너지 저장 장치(110)의 조절된 출력 전력에 따라 계통 주파수를 재조절할 수 있다. 즉, 중앙 제어 장치(130)와의 통신 없이도, 에너지 저장 장치(110)의 조절된 출력 전력에 따라 계통 주파수가 회복될 수 있다. 이 경우, 계통 주파수 회복으로 인해, 에너지 저장 장치(110)의 잔존 용량 또한 정상범위 내로 회복될 수 있다.

- [0061] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 장치(110)의 기능적 구성을 도시한 도면이다.
- [0062] 도 3을 참고하면, 에너지 저장 장치(110)는 배터리부(310), AC/DC 컨버터부(320) 및 제어부(330)를 포함할 수 있다.
- [0063] 배터리부(310)는 분산 전원 장치(120)에 의해 발전된 전력을 저장할 수 있다. 즉, 배터리부(310)는 SOC 기능을 통해 전력을 충방전할 수 있다.
- [0064] AC/DC 컨버터부(320)는 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력에 대한 AC/DC 전력변환을 수행할 수 있다.
- [0065] 제어부(330)는 적어도 하나의 프로세서 또는 마이크로(micro) 프로세서를 포함하거나, 또는, 프로세서의 일부일 수 있다. 또한, 제어부(330)는 CP(communication processor)라 지칭될 수 있다.
- [0066] 제어부(330)는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 에너지 저장 장치(110)의 각 동작을 제어할 수 있다. 일 실시예에서, 제어부(330)는 에너지 저장 장치의 잔존 용량을 산출하고, 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 잔존 용량에 따라 계통 주파수를 조절할 수 있다.
- [0068] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 저장 장치(110)의 제어부(330)의 기능적 구성을 도시한 도면이다.
- [0069] 도 4를 참고하면, 에너지 저장 장치(110)의 제어부(330)는 잔존 용량 검출부(410), 출력 전력 산출부(420) 및 계통 주파수 조절부(430)를 포함할 수 있다.
- [0070] 잔존 용량 검출부(410)는 에너지 저장 장치(110)의 잔존 용량을 산출할 수 있다. 이 경우, 잔존 용량이 제1 임계값(예: SOC_{min})보다 작거나 제2 임계값(예: SOC_{max})보다 큰 경우, 잔존 용량 검출부(410)는 신호를 생성하여 출력 전력 산출부(420)의 스위치가 노드(node) a로 이동하도록 할 수 있다.
- [0071] 예를 들어, 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 잔존 용량 검출부(410)는 '+1' 신호를 생성할 수 있다.
- [0072] 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 출력 전력 산출부(420)는 스위치를 노드 a로 이동시키며, 잔존 용량에 따라 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 조절할 수 있다.
- [0073] 예를 들어, 잔존 용량이 제1 임계값보다 작은 경우, 출력 전력 산출부(420)는 $-P_{res}$ 값을 출력 전력 지령값(P_{ref})으로 산출할 수 있다. 또한, 잔존 용량이 제2 임계값보다 큰 경우, 출력 전력 산출부(420)는 $+P_{res}$ 값을 출력 전력 지령값(P_{ref})으로 산출할 수 있다. 여기서, P_{res} 는 미리 결정된 값으로, 충전상태 회복 시 충방전량을 의미할 수 있다.
- [0074] 일 실시예에서, 잔존 용량이 제1 임계값보다 크거나 제2 임계값보다 작은 경우, 출력 전력 산출부(420)는 스위치를 노드 b로 이동시키며, 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 P_{sched} 로 조절할 수 있다. 여기서, P_{sched} 는 시간 대별로 미리 계획된 출력 전력 지령값을 의미할 수 있다.
- [0075] 일 실시예에서, 출력 전력 산출부(420)는 급격한 출력 변동을 방지하기 위해 저역 통과 필터(low pass filter, LPF)를 포함할 수 있다.
- [0076] 계통 주파수 조절부(430)는 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력에 대응하여 계통 주파수를 조절할 수 있다. 일 실시예에서, 잔존 용량이 제1 임계값보다 작은 경우, 계통 주파수 조절부(430)는 에너지 저장 장치(110)의 감소된 출력 전력에 대응하도록 계통 주파수를 감소시킬 수 있다.
- [0077] 또한, 잔존 용량이 제2 임계값보다 큰 경우, 계통 주파수 조절부(430)는 에너지 저장 장치(110)의 증가된 출력 전력에 대응하도록 계통 주파수를 증가시킬 수 있다.
- [0078] 즉, 잔존 용량이 제1 임계값보다 작거나 제2 임계값보다 큰 경우, 계통 주파수 조절부(430)는 출력 전력의 변동량에 대한 주파수 변화율만큼 계통 주파수 지령값(f_{ref})을 조절할 수 있다.

- [0080] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 전원 장치(120)의 동작 방법을 도시한 도면이다.
- [0081] 도 5를 참고하면, S501 단계는, 에너지 저장 장치(110)의 잔존 용량 또는 부하의 변동에 따라 조절된 계통 주파수를 검출하는 단계이다.
- [0082] S503 단계는, 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치(120)의 출력 전력을 조절하는 단계이다. 일 실시예에서, 계통 주파수가 제3 임계값보다 작거나 제4 임계값보다 큰 경우, 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치(120)의 출력 전력을 조절할 수 있다.
- [0083] 일 실시예에서, 계통 주파수의 적분값이 제5 임계값보다 큰 경우, 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치(120)의 출력 전력을 조절할 수 있다. 여기서, 분산 전원 장치(120)의 조절된 출력 전력은 에너지 저장 장치(110)가 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 조절하기 위해 이용될 수 있다.
- [0084] 이에 따라, 계통 주파수는 에너지 저장 장치(110)의 조절된 출력 전력에 따라 재조절될 수 있다.
- [0086] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 전원 장치(120)의 기능적 구성을 도시한 도면이다.
- [0087] 도 6을 참고하면, 분산 전원 장치(120)는 전원부(610), AC/DC 컨버터부(620) 및 제어부(630)를 포함할 수 있다.
- [0088] 전원부(610)는 출력 전력을 발생시킬 수 있다. 예를 들어, 전원부(610)는 신재생 에너지를 할 수 있다. 예를 들어, 전원부(610)는 마이크로터빈, 연료전지, 디젤발전기 또는 플라이휠(flywheel)을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다.
- [0089] AC/DC 컨버터부(620)는 분산 전원 장치(120)의 출력 전력에 대한 AC/DC 전력변환을 수행할 수 있다.
- [0090] 일 실시예에서, 제어부(630)는 적어도 하나의 프로세서 또는 마이크로(micro) 프로세서를 포함하거나, 또는, 프로세서의 일부일 수 있다. 또한, 제어부(630)는 CP(communication processor)라 지칭될 수 있다.
- [0091] 제어부(630)는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 분산 전원 장치(120)의 각 동작을 제어할 수 있다. 일 실시예에서, 제어부(630)는 에너지 저장 장치의 잔존 용량 또는 부하의 변동에 따라 조절된 계통 주파수를 검출하고, 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치의 출력 전력을 조절할 수 있다.
- [0093] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 전원 장치(120)의 제어부(630)의 기능적 구성을 도시한 도면이다.
- [0094] 도 7을 참고하면, 분산 전원 장치(120)의 제어부(630)는 출력조절 판단부(710) 및 출력 전력 조절부(720)를 포함할 수 있다.
- [0095] 출력조절 판단부(710)는 에너지 저장 장치(110)의 잔존 용량 또는 부하의 변동에 따라 조절된 계통 주파수가 제3 임계값보다 작거나 제4 임계값보다 큰지 여부를 판단할 수 있다.
- [0096] 다시 말해, 출력조절 판단부(710)는 계통 주파수가 정격 주파수(f_{nom})으로부터 일정 값(dead band)만큼 벗어나는지 여부를 판단할 수 있다. 즉, 출력조절판단부(710)는 계통 주파수가 정격 주파수로부터 미세하게 벗어난 경우는 무시하고, 일정 값 이상 벗어난 경우에 대해서만 계통 주파수 회복을 시작하도록 할 수 있다.
- [0097] 이후, 계통 주파수의 시간에 대한 적분값이 제5 임계값(K_{int})보다 큰 경우, 출력조절 판단부(710)는 신호(Δf_{int})를 생성하여, 출력 전력 조절부(720)의 스위치를 노드 a로 이동하도록 할 수 있다.
- [0098] 즉, 출력조절 판단부(710)는 계통 주파수가 일정 값을 벗어난다고 무조건 스위치를 노드 a로 이동시키는 것이 아니라, 계통 주파수를 시간에 대하여 적분함으로써, 계통 주파수가 일정 값을 미세하게 벗어나더라도 미리 결정된 시간 이상 벗어나 있는 경우 또는 미리 결정된 시간 이하로 벗어나더라도 일정 값을 크게 벗어나는 경우에만 출력 전력 조절부(720)의 스위치를 노드 a로 이동하도록 할 수 있다.
- [0099] 출력 전력 조절부(720)는 계통 주파수의 적분값이 제5 임계값보다 큰 경우, 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치(120)의 출력 전력을 조절할 수 있다.
- [0100] 예를 들어, 출력 전력 조절부(720)는 감소된 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치(120)의 출력 전력을 증가시킬 수 있다. 또한, 출력 전력 조절부(720)는 증가된 계통 주파수에 따라 분산 전원 장치(120)의 출력 전력을 감소

시킬 수 있다.

- [0101] 이러한 분산 전원 장치(120)의 출력 전력의 조절에 따라, 에너지 저장 장치(110)가 에너지 저장 장치(110)의 출력 전력을 조절함으로써, 계통 주파수가 일정 값 이내로 회복되는 경우, 출력 전력 조절부(720)는 다시 스위치를 노드 b로 이동시킬 수 있다.
- [0103] 도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 계통 주파수의 측정 오차 그래프를 도시한 도면이다. 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 출력 전력 그래프를 도시한 도면이다.
- [0104] 도 8a를 참고하면, 마이크로그리드 시스템(100)에 에너지 저장 장치와 분산 전원 장치가 복수개 존재하는 경우, 계통 주파수가 회복된 후, 제1 에너지 저장 장치, 제1 분산 전원 장치 및 제2 에너지 저장 장치가 측정한 계통 주파수와 제2 분산 전원 장치가 측정한 계통 주파수에 오차가 발생함을 확인할 수 있다.
- [0105] 다만, 이 경우, 제1 분산 전원 장치와 제2 분산 전원 장치의 출력 전력의 조절에 따라, 계통 주파수가 일정 값 이내로 회복되는 경우, 제1 분산 전원 장치와 제2 분산 전원 장치 각각의 출력 전력 조절부는 다시 스위치를 노드 b로 이동시킴으로써, 즉, 출력 전력의 조절 동작을 중지함으로써, 도 8b와 같이, 제1 분산 전원 장치와 제2 분산 전원 장치의 출력 전력이 안정적으로 수렴함을 확인할 수 있다.
- [0106] 즉, 본 발명에 따른 마이크로그리드 시스템(100)은 분산 전원 장치가 복수개 존재하더라도 계통 주파수 회복에 따라 각 분산 전원 장치의 출력 전력이 안정적으로 수렴할 수 있다.
- [0108] 도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 SOC 회복 그래프를 도시한 도면이다. 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 계통 주파수 회복 그래프를 도시한 도면이다. 도 9c는 본 발명의 일 실시예에 따른 출력 전력 그래프를 도시한 도면이다.
- [0109] 도 9a를 참고하면, 제1 에너지 저장 장치와 제2 에너지 저장 장치의 잔존 용량이 제1 임계값, 즉, 미리 설정된 하한 값(예: 0.2pu) 보다 작아지는 경우, 도 9b와 같이 제1 에너지 저장 장치와 제2 에너지 저장 장치는 잔존 용량 부족으로 계통 주파수를 감소시키는 방향으로 출력 전력 지령값(Pref=Pres)을 조절할 수 있다.
- [0110] 이후, 도 9c를 참고하면, 제1 분산 전원 장치와 제2 분산 전원 장치는 계통 주파수 회복을 위해 제1 분산 전원 장치와 제2 분산 전원 장치 각각의 출력 전력을 증가시키고, 이에 따라, 도 9a와 같이 계통 주파수와 제1 에너지 저장 장치와 제2 에너지 저장 장치의 잔존 용량이 회복됨을 확인할 수 있다.
- [0112] 이상의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 통상의 기술자라면 본 발명의 본질적인 특성이 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능할 것이다.
- [0113] 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라, 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0114] 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

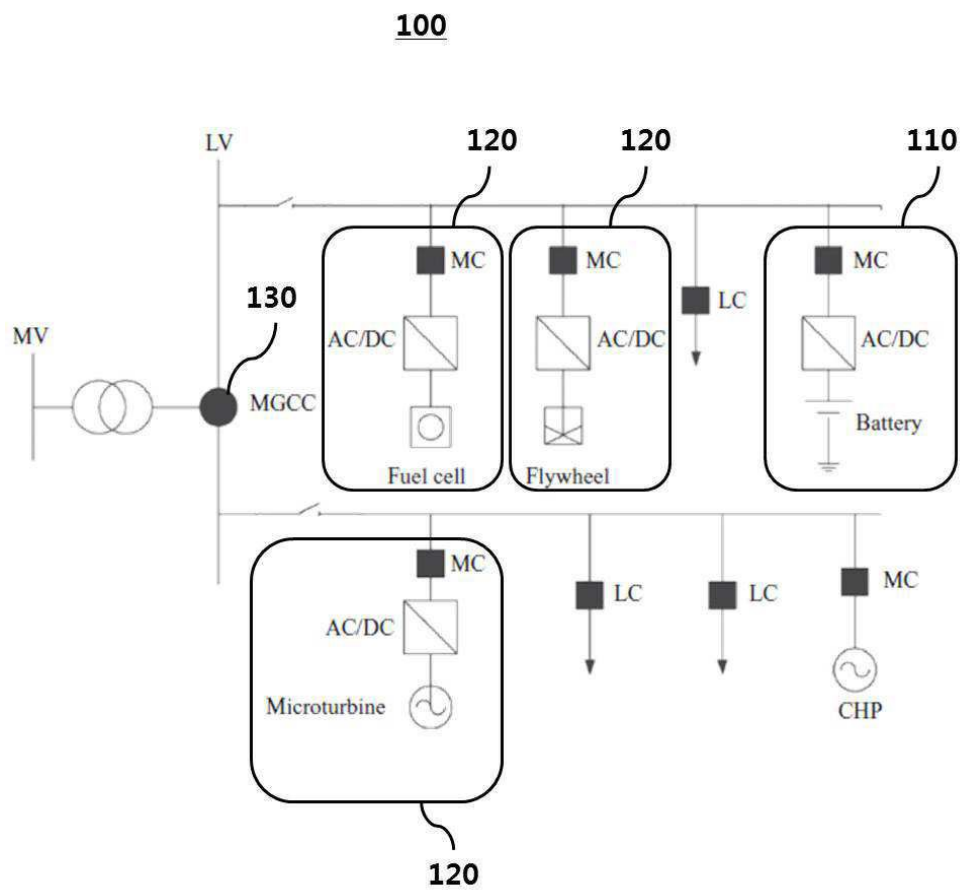
부호의 설명

- [0116] 100: 마이크로그리드 시스템
110: 에너지 저장 장치
120: 분산 전원 장치
130: 중앙 제어 장치
310: 배터리부
320: AC/DC 컨버터부

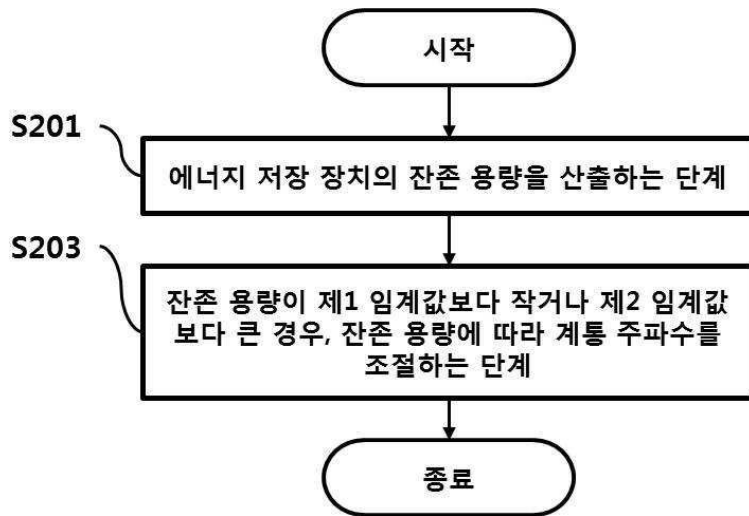
- 330: 제어부
- 410: 잔존 용량 검출부
- 420: 출력 전력 산출부
- 430: 계통 주파수 조절부
- 610: 전원부
- 620: AC/DC 컨버터부
- 630: 제어부
- 710: 출력조절 판단부
- 720: 출력 전력 조절부

도면

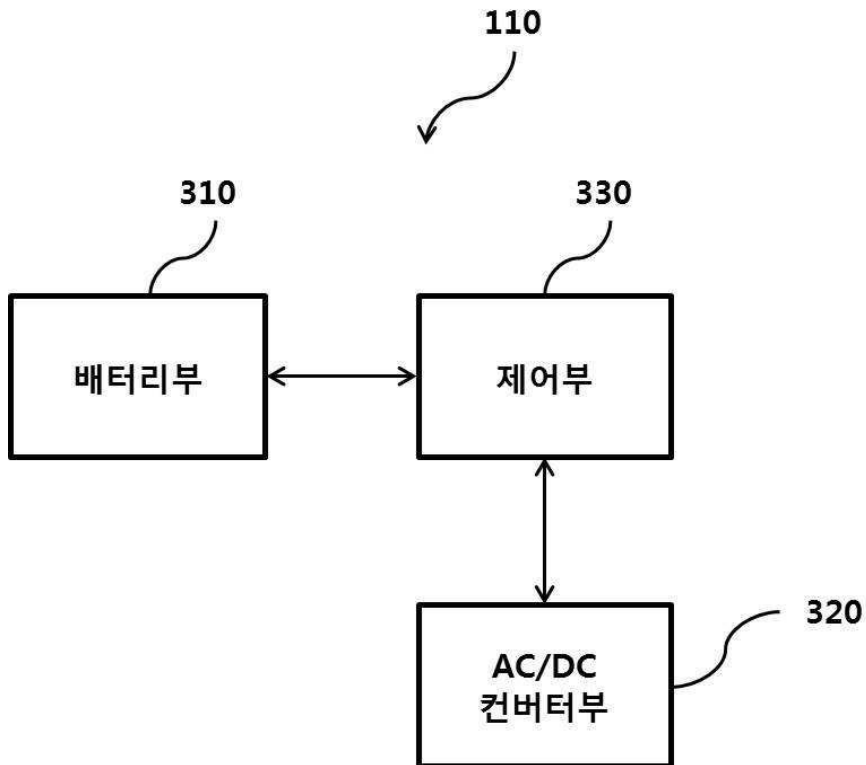
도면1



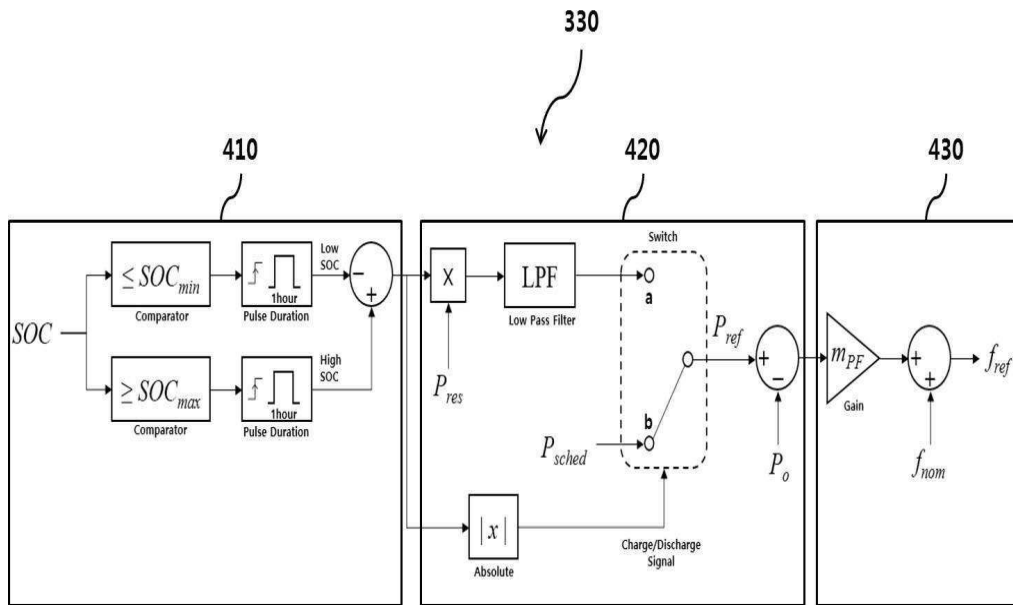
도면2



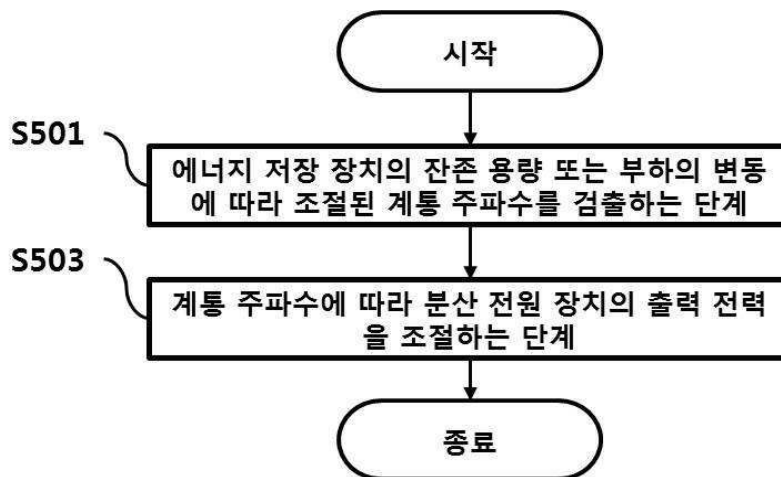
도면3



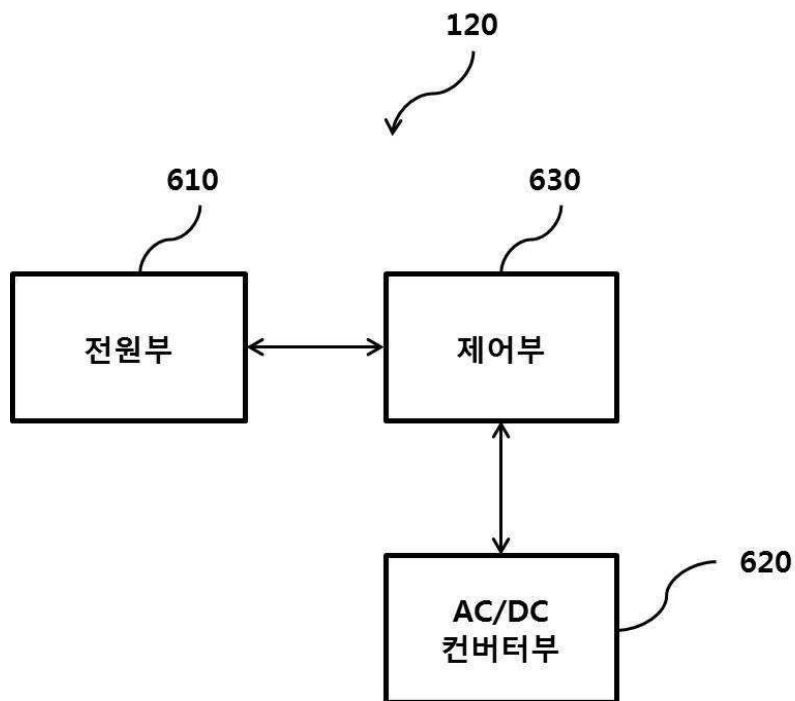
도면4



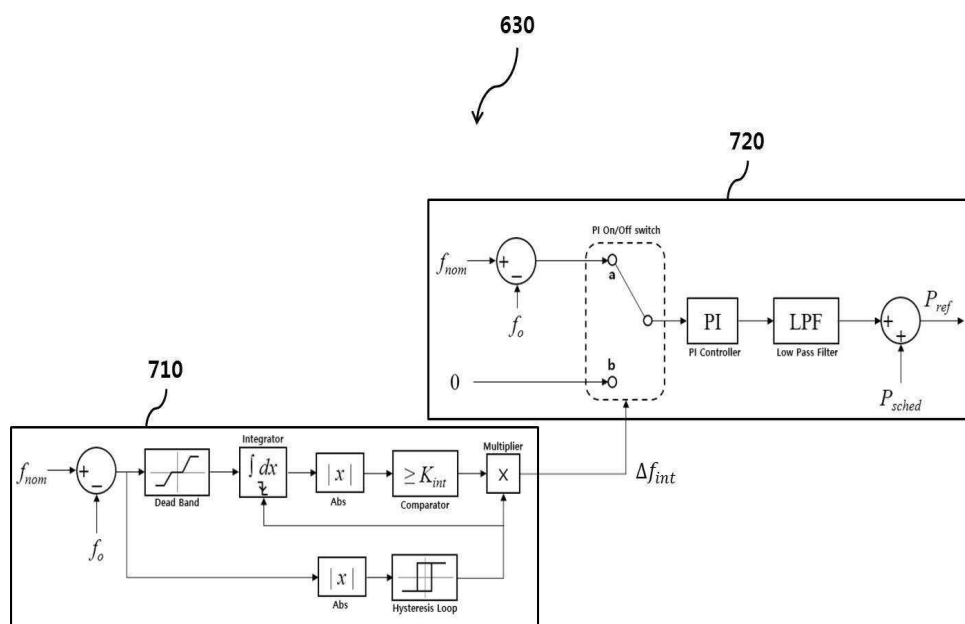
도면5



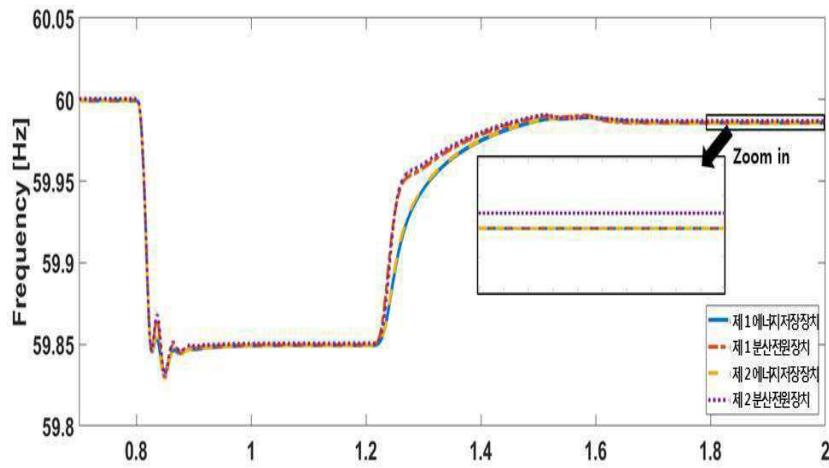
도면6



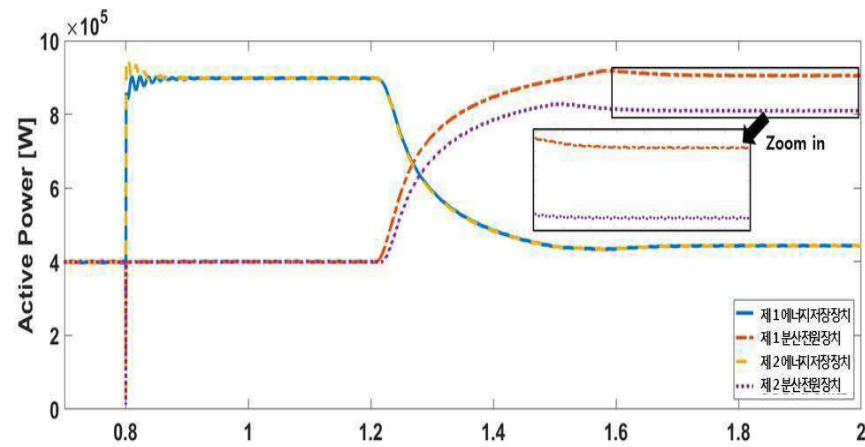
도면7



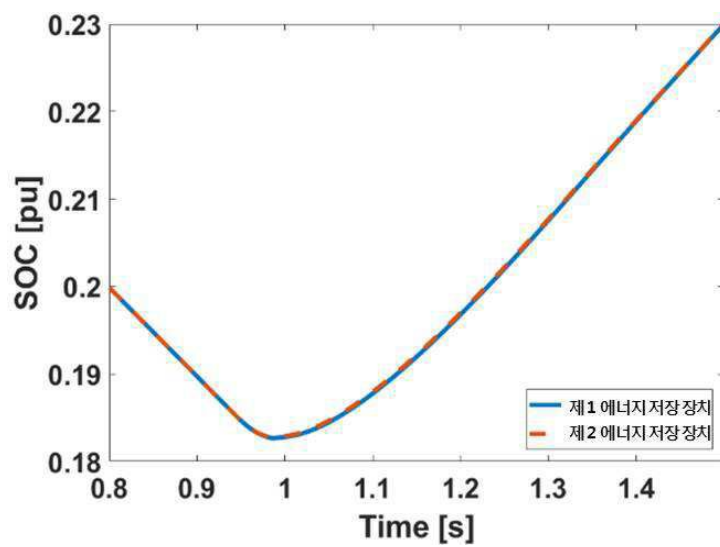
도면8a



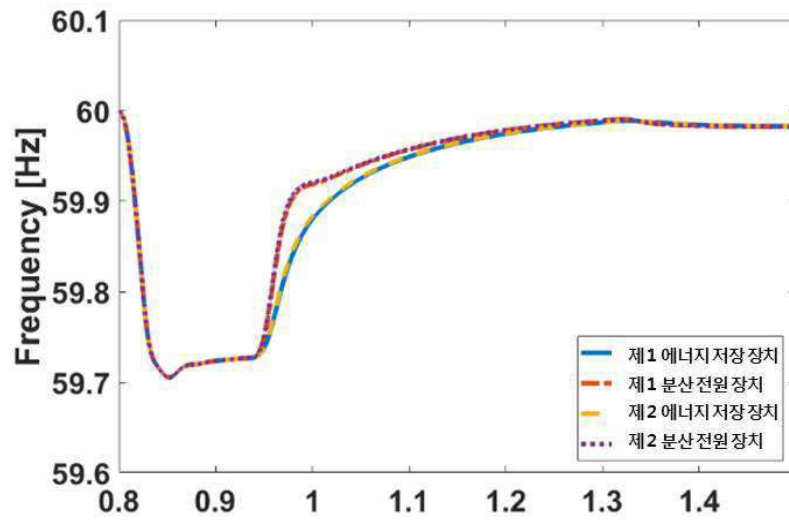
도면8b



도면9a



도면9b



도면9c

