(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월15일
(11) 등록번호 10-2579054
(24) 등록일자 2023년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/38 (2022.01)
(52) CPC특허분류
H02J 3/381 (2023.08)
H02J 2300/30 (2023.08)
(21) 출원번호 10-2021-7027340
(22) 출원일자(국제) 2020년02월18일
심사청구일자 2022년12월29일
(85) 번역문제출일자 2021년08월26일
(65) 공개번호 10-2021-0119503
(43) 공개일자 2021년10월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/018589
(87) 국제공개번호 WO 2020/172135
국제공개일자 2020년08월27일
(30) 우선권주장
62/808,127 2019년02월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20170294782 A1
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 21 항

(73) 특허권자
블룸 에너지 코퍼레이션
미국, 캘리포니아 95134, 산호세, 4353 노스 퍼스트 스트리트
(72) 발명자
코툴리, 칼
미국, 캘리포니아 95134, 산 호세, 4353 노스 퍼스트 스트릿, 씨/오 블룸 에너지 코퍼레이션
고피나스, 라제쉬
미국, 캘리포니아 95134, 산 호세, 4353 노스 퍼스트 스트릿, 씨/오 블룸 에너지 코퍼레이션
(74) 대리인
박경재

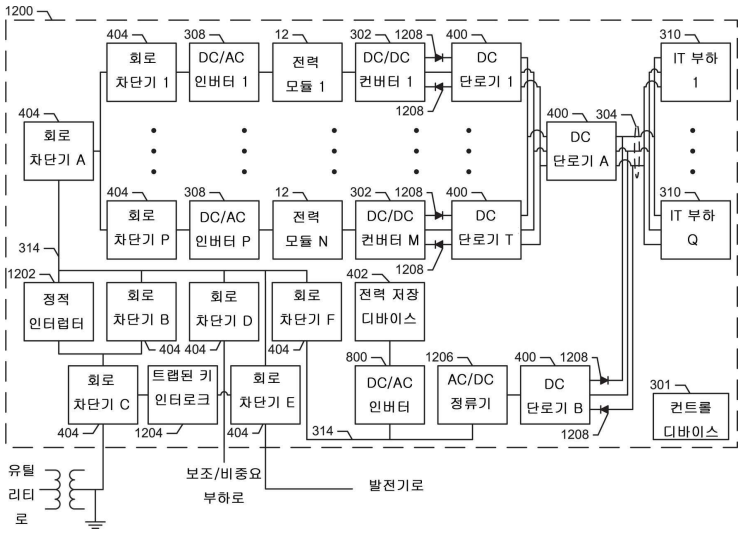
심사관 : 박성민

(54) 발명의 명칭 **데이터 센터 부하를 위한 하이브리드 DC 전력 설치**

(57) 요 약

전력 생성 시스템, 가령 연료 전지 전력 생성 시스템의 동작 방법은, 복수의 DC/DC 컨버터 및 DC 전력 버스를 통해 적어도 하나의 전력 모듈로부터 부하로 임계량의 전력까지 제1 전력을 제공하는 단계, 유틸리티로부터 전력이 이용가능한지 여부를 결정하는 단계, 및 상기 유틸리티로부터 전력이 이용가능하다는 결정에 응답하여, 복수의 DC/AC 인버터를 통해 정류기 경로에 상기 적어도 하나의 전력 모듈로부터 제2 전력을 제공하는 단계를 포함한다. 제2 전력은, 임계량의 전력을 초과하여 상기 적어도 하나의 전력 모듈에 생성한 전력을 포함한다.

대 표 도 - 도12



(56) 선행기술조사문헌
US20170331325 A1
US20180123496 A1
US20180198282 A1
US20180331611 A1

명 세 서

청구범위

청구항 1

시스템으로서,

각각이 적어도 하나의 연료 전지를 포함하는 복수의 전력 모듈;

각각이 입력단과 출력단을 갖고, 각각이 상기 입력단에서 상기 복수의 전력 모듈 중의 하나의 전력 모듈에 전기적으로 연결되는 복수의 직류(DC)/DC 컨버터;

부하에 전기적으로 연결될 수 있고, 상기 출력단에서 병렬로 상기 복수의 DC/DC 컨버터에 전기적으로 연결되는 DC 전력 버스;

각각이 DC단과 AC(교류)단을 갖고, 각각이 상기 DC단에서 상기 복수의 전력 모듈 중의 하나의 전력 모듈에 전기적으로 연결되는 복수의 DC/AC 인버터;

AC단에서 병렬로 상기 복수의 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결되는 정류기 경로(rectifier path);

AC단과 DC단을 갖고, 상기 AC단에서 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결되고 상기 DC단에서 상기 DC 전력 버스에 전기적으로 연결되는 AC/DC 정류기; 및

상기 복수의 DC/DC 컨버터 및 상기 복수의 DC/AC 인버터에 통신가능하게 연결되고, 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성된 컨트롤 디바이스

를 포함하고,

상기 실행가능한 명령어는, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 복수의 DC/DC 컨버터 및 상기 DC 전력 버스를 통해, 상기 복수의 전력 모듈로부터 상기 부하로, 임계량의 전력(threshold amount of electrical power)까지 제1 전력을 제공하게 하고;

전기 유틸리티로부터 전력이 이용가능한지 여부를 결정하게 하며;

상기 전기 유틸리티로부터 전력이 이용가능하다고 결정하는 것에 응답하여, 상기 복수의 DC/AC 인버터를 통해 상기 복수의 전력 모듈로부터 상기 정류기 경로로 제2 전력을 제공하게 하고,

상기 제2 전력은, 상기 복수의 전력 모듈에 의해 생성된, 상기 임계량의 전력을 초과하는 전력을 포함하는, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 컨트롤 디바이스는 또한, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 부하의 부하 수요가 상기 복수의 전력 모듈로부터의 제1 전력 출력 및 제2 전력 출력보다 적은지 여부를 결정하게 하고;

상기 부하의 부하 수요가 상기 복수의 전력 모듈로부터의 제1 전력 출력 및 제2 전력 출력보다 적지 않은 경우, 정류기 경로를 통해 상기 부하에 상기 제2 전력의 적어도 일부를 후속하여 제공하게 하는 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성되는, 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 단부에서 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결되는 양방향(bidirectional) DC/AC 인버터; 및

상기 제2 단부에서 상기 양방향 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결되는 전력 저장 디바이스를 더 포함하고,

상기 컨트롤 디바이스는, 상기 양방향 DC/AC 인버터에 통신가능하게 연결되고,

상기 컨트롤 디바이스는 또한, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 전력 저장 디바이스 충전이 출력 임계치(output threshold)를 초과하는지 여부를 결정하게 하고;

상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 출력 임계치를 초과하지 않는 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 전기 유틸리티로부터 상기 부하로 전력을 제공하게 하며;

상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 출력 임계치를 초과하는 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 전력 저장 디바이스로부터 상기 부하로 전력을 제공하게 하는 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성되는, 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 컨트롤 디바이스는 또한, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 부하의 부하 수요가 상기 복수의 전력 모듈로부터의 제1 및 제2 전력 출력보다 적은 경우, 상기 전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하는지 여부를 후속하여 결정하게 하고;

상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 충전 임계치를 초과하는 경우, 상기 정류기 경로 상에서 상기 제2 전력을 사용하여 상기 전력 저장 디바이스를 후속하여 충전하게 하며;

상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 충전 임계치를 초과하지 않는 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 전기 유틸리티로 잔존하는 제2 전력을 제공하게 하는 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성되는, 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 컨트롤 디바이스는 또한, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 부하의 부하 수요가 상기 임계량의 전력보다 적은지 여부를 결정하게 하고;

상기 부하 수요가 상기 임계량의 전력보다 적은 경우, 상기 정류기 경로에 상기 부하 수요를 초과하는 제2 전력을 후속하여 제공하고, 상기 전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하는지 여부를 결정하며, 상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 충전 임계치를 초과하는 경우, 상기 제2 전력을 사용하여 상기 전력 저장 디바이스를 충전하고, 상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 충전 임계치를 초과하지 않는 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 전기 유틸리티로 잔존하는 제2 전력을 후속하여 제공하게 하며;

상기 부하 수요가 상기 임계량의 전력보다 적지 않은 경우, 상기 정류기 경로 상에서 상기 제2 전력의 적어도 일부를 상기 부하에 제공하게 하는, 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성되는, 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 단부에서 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결되며, 상기 제2 단부에서 상기 전기 유틸리티에 전기적으로 연결될 수 있는 정적 인터럽터(static interrupter); 및

제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 단부에서 상기 복수의 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결되고, 상기 제2 단부에서 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결되는 회로 차단기(circuit breaker)를 더 포함하고,

상기 컨트롤 디바이스는 상기 정적 인터럽터 및 상기 회로 차단기에 통신가능하게 연결되고,

상기 컨트롤 디바이스는 또한, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 전기 유틸리티로부터 전력이 이용가능하지 않다는 결정에 응답하여,

상기 회로 차단기를 개방함으로써, 상기 정류기 경로로부터 상기 복수의 DC/AC 인버터를 전기적으로 연결해제(electrically disconnect)하게 하고;

전력이 상기 정적 인터럽터를 통해 흐르는 것을 방지함으로써, 상기 전기 유틸리티로부터 상기 시스템을 전기적으로 연결해제하게 하는 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성되는, 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 단부에서 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결되는 양방향 DC/AC 인버터와;

상기 제2 단부에서 상기 양방향 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결되는 전력 저장 디바이스를 더 포함하고,

상기 컨트롤 디바이스는 상기 양방향 DC/AC 인버터 및 상기 AC/DC 정류기에 통신가능하게 연결되고,

상기 컨트롤 디바이스는, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 부하의 부하 수요가 임계 전력을 초과하는지 여부를 결정하게 하고;

상기 부하의 부하 수요가 상기 임계 전력을 초과한다고 결정하는 것에 응답하여, 상기 양방향 DC/AC 인버터, 상기 정류기 경로, 및 상기 AC/DC 정류기를 통해 상기 전력 저장 디바이스로부터 상기 부하로 제3 전력을 제공하게 하는 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성되는, 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 컨트롤 디바이스는, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 부하에 제공되는 제3 전력이 안정적인지 여부를 결정하게 하고;

상기 부하에 제공되는 제3 전력이 안정적이라는 결정에 응답하여,

상기 회로 차단기를 폐쇄함으로써, 상기 복수의 DC/AC 인버터를 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결하게 하고;

상기 정류기 경로 및 상기 AC/DC 정류기를 통해 상기 부하로 상기 제2 전력의 적어도 제1 부분을 제공하게 하는 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성되는, 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 컨트롤 디바이스는, 상기 컨트롤 디바이스로 하여금:

상기 부하의 부하 수요(load demand)가 상기 제2 전력에 의해 충족되는지 여부를 결정하게 하고;

상기 부하의 부하 수요가 상기 제2 전력에 의해 충족된다는 결정에 응답하여,

상기 부하로 상기 제3 전력을 제공하는 것을 중단하게 하고;

상기 부하로 상기 정류기 경로 상에 상기 제2 전력을 제공하게 하며;

상기 부하의 부하 수요가 상기 제2 전력에 의해 충족되지 않는다는 결정에 응답하여, 상기 부하에 상기 정류기 경로 상에 상기 제2 전력 및 제3 전력을 제공하게 하는 컨트롤 디바이스로 실행가능한 명령어를 갖도록 구성되는, 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 단부에서 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결되고, 상기 제2 단부에서 상기 전기 유틸리티에 전기적으로 연결될 수 있는 제1 회로 차단기;

제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 단부에서 상기 제1 회로 차단기와 병렬로 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결되고, 상기 제2 단부에서 발전기(generator)에 전기적으로 연결될 수 있는 제2 회로 차단기;

상기 제1 회로 차단기의 개방 및 상기 제2 회로 차단기의 폐쇄를 동시에 수행하도록 구성된 트랩된 키 인터로크(trapped key interlock);

상기 복수의 DC/DC 컨버터 및 상기 DC 전력 버스 사이에 전기적으로 연결되고, 상기 DC/DC 컨버터로의 피드백을 방지하도록 구성되는 제1 복수의 다이오드; 및

상기 AC/DC 정류기 및 상기 DC 전력 버스 사이에 전기적으로 연결되고, 상기 AC/DC 정류기로의 피드백을 방지하도록 구성되는 제2 복수의 다이오드

를 더 포함하는, 시스템.

청구항 11

전력 생성 시스템의 동작 방법으로서,

복수의 DC/DC 컨버터 및 DC 전력 버스(power bus)를 통해 적어도 하나의 전력 모듈로부터, 임계량의 전력까지 제1 전력을 제공하는 단계;

전기 유틸리티로부터 전력이 이용가능한지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 전기 유틸리티로부터 전력이 이용가능하다는 결정에 응답하여, 복수의 DC/AC 인버터를 통해 정류기 경로로 상기 적어도 하나의 전력 모듈로부터 제2 전력을 제공하는 단계

를 포함하고,

상기 제2 전력은, 상기 적어도 하나의 전력 모듈에 의해 생성된, 상기 임계량의 전력을 초과하는 전력을 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

부하의 부하 수요가, 상기 적어도 하나의 전력 모듈로부터의 제1 전력 출력 및 제2 전력 출력보다 적은지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 부하의 부하 수요가 상기 적어도 하나의 전력 모듈로부터의 제1 전력 출력 및 제2 전력 출력보다 적지 않은 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 부하로 상기 제2 전력의 적어도 일부를 후속하여 제공하는 단계

를 더 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

전력 저장 디바이스 충전이 출력 임계치를 초과하는지 여부를 결정하는 단계;

상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 출력 임계치를 초과하지 않는 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 부하로 상기 전기 유틸리티로부터 전력을 제공하는 단계; 및

상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 출력 임계치를 초과하는 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 부하로 상기 전력 저장 디바이스로부터 전력을 제공하는 단계

를 더 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 부하의 부하 수요가 상기 적어도 하나의 전력 모듈로부터의 제1 및 제2 전력 출력보다 적은 경우, 상기 전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하는지 여부를 후속하여 결정하는 단계;

상기 전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하는 경우, 상기 정류기 경로 상의 상기 제2 전력을 사용하

여 상기 전력 저장 디바이스를 후속하여 충전하는 단계; 및

상기 전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하지 않는 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 전기 유틸리티로 잔존하는 제2 전력을 후속하여 제공하는 단계

를 더 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

부하의 부하 수요가 임계량의 전력보다 적은지 여부를 결정하는 단계와;

상기 부하 수요가 상기 임계량의 전력보다 적은 경우, 상기 정류기 경로에 상기 부하 수요를 초과하는 제2 전력을 후속하여 제공하고, 상기 전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하는지 여부를 결정하고, 상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 충전 임계치를 초과하는 경우, 상기 제2 전력을 사용하여 상기 전력 저장 디바이스를 후속하여 충전하며, 상기 전력 저장 디바이스 충전이 상기 충전 임계치를 초과하지 않는 경우, 상기 정류기 경로를 통해 상기 전기 유틸리티로 잔존하는 제2 전력을 후속하여 제공하는 단계와;

상기 부하 수요가 상기 임계량의 전력보다 적지 않은 경우, 상기 정류기 경로 상의 상기 제2 전력의 적어도 일부를 상기 부하에 후속하여 제공하는 단계;

를 더 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 전기 유틸리티로부터 전력이 이용가능하지 않다는 결정에 응답하여,

회로 차단기를 개방함으로써, 상기 정류기 경로로부터 복수의 DC/AC 인버터를 전기적으로 연결해제하는 단계; 및

전력이 정적 인터럽터를 통해 흐르는 것을 방지함으로써, 상기 전기 유틸리티로부터 상기 전력 생성 시스템을 전기적으로 연결해제하는 단계

를 더 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

부하의 부하 수요가 임계 전력을 초과하는지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 부하의 부하 수요가 임계 전력을 초과한다는 결정에 응답하여, 양방향 DC/AC 인버터, 상기 정류기 경로 및 AC/DC 정류기를 통해 전력 저장 디바이스로부터 상기 부하로 제3 전력을 제공하는 단계

를 더 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 부하에 제공된 제3 전력이 안정적인지 여부를 결정하는 단계;

상기 부하에 제공된 제3 전력이 안정적이라는 결정에 응답하여,

상기 회로 차단기를 폐쇄함으로써, 상기 복수의 DC/AC 인버터를 상기 정류기 경로에 전기적으로 연결하는 단계; 및

상기 정류기 경로 및 상기 AC/DC 정류기를 통해 상기 부하에 상기 제2 전력의 적어도 제1 부분을 제공하는 단계

를 더 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 부하의 부하 수요가 상기 제2 전력에 의해 충족되는지 여부를 결정하는 단계;

상기 부하의 부하 수요가 상기 제2 전력에 의해 충족된다는 결정에 응답하여,

상기 부하에 상기 제3 전력을 제공하는 것을 중단하는 단계; 및

상기 부하에 상기 정류기 경로 상의 상기 제2 전력을 제공하는 단계; 및

상기 부하의 부하 수요가 상기 제2 전력에 의해 충족되지 않는다는 결정에 응답하여, 상기 부하에 상기 정류기 경로 상의 상기 제2 전력 및 상기 제3 전력을 제공하는 단계

를 더 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 적어도 하나의 전력 모듈은 연료 전지 모듈을 포함하고, 부하가 정보화 기술(information technology; IT) 부하를 포함하는, 전력 생성 시스템의 동작 방법.

청구항 21

연료 전지 시스템으로서,

각각의 적어도 하나의 연료 전지를 포함하는 복수의 전력 모듈;

각각이 입력단과 출력단을 갖고, 각각이 상기 입력단에서 상기 복수의 전력 모듈 중의 하나의 전력 모듈에 전기적으로 연결되는 복수의 DC/DC 컨버터;

상기 출력단에서 상기 복수의 DC/DC 컨버터에 전기적으로 연결되고, 부하에 전기적으로 연결될 수 있는 DC 전력 버스(power bus);

각각이 DC단 및 AC단을 갖고, 각각이 상기 DC단에서 상기 복수의 전력 모듈 중의 상기 하나의 전력 모듈에 전기적으로 연결되는 복수의 DC/AC 인버터;

상기 AC단에서 병렬로 상기 복수의 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결되는 AC 버스;

DC단과 AC단을 갖고, 상기 AC단에서 상기 AC 버스에 전기적으로 연결되는 양방향 DC/AC 인버터;

상기 DC단에서 상기 양방향 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결되는 전력 저장 디바이스; 및

AC단 및 DC단을 갖고, 상기 AC단에서 상기 AC 버스에 전기적으로 연결되고 상기 DC단에서 상기 DC 전력 버스에 전기적으로 연결되는 AC/DC 정류기

를 포함하는, 연료 전지 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] **관련 출원**

[0002] 본 출원은 2019년 2월 20일에 출원되고 발명의 명칭이 "Hybrid DC Power Installation For Data Center Load"인 미국 임시특허출원에 대한 우선권을 주장한다. 이 문헌의 전체 내용이 모든 목적으로 위하여 본 명세서에 참조로 통합된다.

[0003] 본 발명은 일반적으로 발전 시스템에 관한 것으로서, 특히 부하 전력 수요를 초과하는 연료 전지 전력 출력을 효율적으로 관리하는 연료 전지 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 연료 전지와 같은 전기화학 장치는, 고효율로 연료에 저장된 에너지를 전기 에너지로 변환할 수 있다. 가령, 고체 산화물 연료 전지(solid oxide fuel cell; SOFC) 시스템과 같은 연료 전지 시스템에서, 산화 흐름(oxidizing)은 연료 전지의 캐소드 측을 통과하는 반면, 연료 유입 흐름은, 연료 전지의 애노드 측을 통과한다. 산화 흐름은 일반적으로 공기인 반면, 연료 흐름은 메탄, 천연 가스, 펜탄, 에탄올 또는 메탄올과 같은 탄화수소 연료일 수 있다. 연료 전지는, 캐소드 흐름 스트림에서 애노드 흐름 스트림으로, 음으로 대전된(negatively charged) 산소 이온의 수송을 가능하게 하며, 여기서 상기 이온은, 탄화수소 분자의 유리(free) 수소 또는 수소와 결합하여, 수증기를 형성하거나 및/또는 일산화탄소와 결합하여 이산화탄소를 형성한다. 음으로 대전된 이온의 과잉 전자는, 애노드 및 캐소드 사이에 완성된 전기 회로를 통해 연료 전지의 캐소도 측으로 다시 보내져(routed), 회로를 통한 전류의 흐름을 발생시킨다.

[0005] SOFC 시스템은, 다수의 상이한 배열 하에서 다수의 상이한 장치에 전력을 공급하기 위해 사용될 수 있다. 다양한 잠재적인 응용은, 상이한 컨트롤 하드웨어 및 소프트웨어를 사용하는 상이한 유형의 시스템과 함께 사용하도록 쉽게 조정될 수 있는 SOFC 시스템 및 제어 방법에 대한 필요를 이끌어낸다.

발명의 내용

[0006] 일실시예는, 가령 연료 전지 발전 시스템과 같은 발전 시스템의 동작 방법을 포함하며, 상기 동작 방법은, 복수의 DC/DC 컨버터 및 DC 전력 버스를 통해 적어도 하나의 전력 모듈로부터 부하에 최대 임계 전력량까지 제1 전력을 제공하는 단계, 유틸리티로부터의 전력이 이용가능하지 여부를 결정하는 단계 및 유틸리티로부터의 전력이 이용가능하다는 결정에 응답하여, 복수의 DC/AC 인버터를 통해 적어도 하나의 전력 모듈로부터 정류기 경로로 제2 전력을 제공하는 단계를 포함한다. 제2 전력은 임계 전력량을 초과하는, 적어도 하나의 전력 모듈에 의해 생성된 전력을 포함한다.

[0007] 다른 실시예는, 각각 적어도 하나의 연료 전지 셀을 포함하는 복수의 전력 모듈과, 각각 입력단 및 출력단을 갖고, 각각이 입력단에서 복수의 전력 모듈 중의 하나의 전력 모듈과 전기적으로 연결된 복수의 직류(DC)/DC 컨버터와, 부하에 전기적으로 연결가능하고 부하에서 병렬로 상기 복수의 DC/DC 컨버터에 전기적으로 연결된 DC 전력 버스와, 각각이 DC단과 AC단을 갖고, 각각이 DC단에서 복수의 전력 모듈 중의 하나의 전력 모듈과 전기적으로 연결되는 복수의 DC/교류(AC) 인버터와, 상기 AC단에서 병렬로 상기 복수의 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결된 정류기 경로와, AC단 및 DC단을 갖고, 상기 DC단에서 DC 전력 버스와 전기적으로 연결되고 AC단에서 정류기 경로와 전기적으로 연결된 AC/DC 정류기와, 복수의 DC/DC 컨버터 및 복수의 DC/AC 인버터에 통신가능하게 연결된 컨트롤 디바이스를 포함하는 시스템을 포함한다. 컨트롤 디바이스는, 컨트롤 디바이스로 하여금 복수의 DC/DC 컨버터 및 DC 전력 버스를 통해 복수의 전력 모듈로부터 부하로 최대 임계 전력량까지 제1 전력을 제공하게 하고, 유틸리티로부터의 전력이 이용가능한지 여부를 결정하게 하고, 유틸리티로부터의 전력이 이용가능하다는 결정에 응답하여, 복수의 DC/AC 인버터를 통해 복수의 전력 모듈로부터 정류기 경로로 제2 전력을 제공하게 하는 컨트롤 디바이스 실행가능한 명령어로 구성되며, 상기 제2 전력은 상기 임계 전력량을 초과하는, 복수의 전력 모듈에 의해 생성된 전력을 포함한다.

[0008] 다른 실시예는, 각각이 적어도 하나의 연료 전지 셀을 포함하는 복수의 전력 모듈과, 각각의 입력단과 출력단을 갖고, 각각이 입력단에서 복수의 전력 모듈 중의 하나의 전력 모듈에 전기적으로 연결된 복수의 DC/DC 컨터버와, 부하에 전기적으로 연결가능하고 출력단에서 병렬로 상기 복수의 DC/DC 컨버터에 전기적으로 연결된 DC 전력 버스와, 각각의 DC단과 AC단을 갖고, 각각이 DC단에서 복수의 전력 모듈 중의 하나의 전력 모듈에 전기적으로 연결된 복수의 DC/AC 인버터와, AC단에서 병렬로 상기 복수의 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결된 AC 버스와, AC단에서 병렬로 복수의 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결된 AC 버스와, DC단과 AC단을 갖고, AC단에서 AC 버스에 전기적으로 연결된 양방향 DC/AC 인버터와, DC단에서 양방향 DC/AC 인버터에 전기적으로 연결된 전력 저장 디바이스와, AC단 및 DC단을 갖고, AC단에서 AC 버스에 전기적으로 연결되고 DC단에서 DC 전력 버스에 전기적으로 연결된 AC/DC 정류기를 포함하는 연료 전지 시스템을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 다양한 실시예에 따른 연료 전지 시스템의 사시도이다.

도 2는 다양한 실시예에 따른 고온 박스의 개략적인 측단면도이다.

도 3a는 일부 실시예에 따른 연료 전지 정보 기술(IT) 그리드 시스템의 블록도이다.

도 3b는 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 3c는 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 3d는 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 3e는 일부 실시예에 따른 복수의 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 4는 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 5는 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 6은 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 7은 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 8은 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 9는 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 10은 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 11은 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템을 관리하기 위한 프로세스 흐름도이다.

도 12는 일부 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템의 블록도이다.

도 13은 일부 실시예에 따른 정적 인터럽터(static interrupter)의 개략도이다.

도 14는 일부 실시예에 따른 부하에 대한 하이브리드 DC 전력을 관리하기 위한 프로세스 흐름도이다.

도 15a 및 15b는 일부 실시예에 따른 부하에 대한 하이브리드 DC 전력의 정상 모드(normal mode) 관리를 위한 프로세스 흐름도이다.

도 16은 일부 실시예에 따른 부하에 대한 하이브리드 DC 전력의 장애(fail) 모드 관리를 위한 프로세스 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 다양한 실시예들이 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명될 것이다. 가능한 경우라면, 동일한 참조 번호가, 동일하거나 유사한 부분들을 지칭하기 위해 도면 전반에 걸쳐서 사용될 것이다. 특정 실시예 및 구현에 대하여 이루어지는 참조는 예시적인 목적을 위한 것이며, 청구항들의 범위를 제한하려는 의도가 아니다.

[0011] 다양한 실시예는, 연료 전지 그리드 시스템에서 연료 전지의 순환(cycling)을 관리하기 위한 전기 회로, 전기 컴포넌트 및 방법을 포함한다. 연료 전지의 성능 및 수명은, 특정 출력으로 연료 전지 작동을 유지함으로써 관리 및 향상될 수 있고, 그럼으로써 열 순환 연료 전지의 양 및 빈도를 감소시킬 수 있다. 연료 전지의 온도는, 연료 전지가 생성하는 전기 출력의 양과 상관관계를 가질 수 있다. 임계 온도는, 연료 전지의 컴포넌트에 대한 피로도 또는 손상이 임계 온도 미만 내지 초과인 것으로부터 열 순환으로 인해 발생할 수 있는 온도로 설정될 수 있다. 전기 출력을 생성하는 경우에 임계 온도 미만의 온도로부터 연료 전지를 반복하여 재가열하는 것은, 연료 전지의 컴포넌트에 대한 피로도 또는 손상을 심화시킬 수 있다.

[0012] 정상 전기 출력에서 연료 전지를 동작시키는 것은, 임계 온도보다 높게 연료 전지의 온도를 유지시킬 수 있고, 따라서 임계 온도 아래에서 열 순환의 양 및 빈도를 감소시킬 수 있다. 하지만, 부하에 의한 전력의 수요가 변화할 수 있고, 따라서 연료 전지가 연료 전지 그리드 시스템에 배치되는 경우 연료 전지가 연료 전지에 의해 생성된 전기 출력은, 임계 온도 이상에서 연료 전지 온도를 유지하는데 요구되는 레벨 아래로 떨어질 수 있다. 따라서, 그리드 시스템에서 연료 전지를 동작시키는 것은 시스템에 의해 소비될 수 있는 것보다 더 많은 전력을 생성할 수 있다. 배터리 내에 초과 전력을 저장하는 것이 선택사항일 수 있지만, 이러한 배터리는 시스템에 대해 비용이 많이 드는 문제점이 될 수 있고, 일부 기간 동안 초과 전력 전부를 저장하지 못할 수 있다.

[0013] 다양한 실시예에서, 부하는 동작을 위해 전력을 소비하는 임의의 전기 장치일 수 있다. 부하는, 조명, 환경 제어, 기계류, 데이터 처리 및 저장 등을 위한 전기 장치를 포함하는, 주거용, 사무용, 산업용 및/또는 서비스용 활용을 위한 전기 장치를 포함할 수 있다. 본 출원에서, 정보화 기술(IT) 활용이 예시적인 실시예로 사용되며,

청구항들 및 발명의 설명을 IT 활용으로 제한하지는 않는다. 예시적인 실시예로서 본 명세서에서 사용되는 용어 "IT 부하"는 예시적인 IT 부하를 통합한 예시적인 연료 전지 그리드 시스템을 지칭할 수 있고, 임의의 유형의 부하를 통합한 임의의 연료 전지 그리드 시스템을 위해 대체될 수 있다.

[0014] 다양한 실시예는, 연료 전지가 임계 온도 이상으로 유지되기에 충분한 전력에서 작동할 수 있도록, 과잉 전력을 수용하게끔 조절된 부하에 대한 연결과 함께 연료 전지 그리드 시스템에 전기적으로 연결된 부하 밸런싱 부하(load balancing load)를 포함할 수 있다. 연료 전지 그리드 시스템은, 연료 전지 그리드 시스템의 저장 용량 및/또는 부하에 의해 요구되는 전력을 초과하여 연료 전지에 의해 생성된 임의의 전력을 로드 밸런싱 부하로 보낼 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하는, 임의의 전력 소비 또는 전력 저장 디바이스나 시스템을 포함할 수 있다. 예컨대, 부하 밸런싱 부하는, 초과 전력을 소진시키도록 구성된, 연료 전지 그리드 시스템 내의 또는 그 근처에 위치한 부하 뱅크 부하(load bank load)를 포함할 수 있다. 다른 실시예로서, 부하 밸런싱 부하는, 연료 전지 그리드 시스템 내에 또는 그 근처에 위치한 기계적 부하, 가령 냉각 시스템을 포함할 수 있다. 다른 실시예로, 부하 밸런싱 부하는, 연료 전지 그리드 시스템의 전기 부하, 가령 조명 시스템을 포함할 수 있다. 다른 실시예로, 부하 밸런싱 부하는, 연료 전지 그리드 시스템 내에 또는 그 근처에 위치한 전기 저장 유닛을 포함할 수 있다. 다른 실시예로, 부하 밸런싱 부하는, 가령 전기 유틸리티 그리드와 같은 연료 전지 그리드 시스템으로부터 멀리 떨어져 위치한 전기 부하를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하는, 동일한 유형의 부하 밸런싱 부하 다수를 포함할 수 있거나, 다양한 유형의 부하 밸런싱 부하의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0015] 도 1은 모듈형 연료 전지 시스템의 설명을 위해 참조로 본 명세서에 통합되는, 미국 특허 제8,440,362호에 보다 완전하게 설명되는 모듈형 연료 전지 시스템의 실시예를 도시한다. 모듈형 시스템은, 상술한 것들 뿐만 아니라, 모듈형 연료 전지 시스템의 설명을 위해 참조로 본 명세서에 통합되는, 미국 특허출원 공보 US 2011-0281185(출원번호 제11/656,006호, 2007년 1월 22일에 출원됨)에 설명된 모듈 및 컴포넌트를 포함할 수 있다. 연료 전지 인클로저(10)의 모듈형 설계는 유연한 시스템 설치 및 동작을 제공한다.

[0016] 모듈형 연료 전지 시스템 인클로저(enclosure)(10)는 복수의 전력 모듈 하우징(12)(연료 전지 전력 모듈 컴포넌트를 포함함), 하나 이상의 연료 입력(즉, 연료 처리) 모듈 하우징(16) 및 하나 이상의 전력 조절(즉, 전기 출력) 모듈 하우징(18)을 포함한다. 예컨대, 시스템 인클로저는, 예컨대 6개 내지 12개의 전력 모듈과 같은 가령 2-30개의 전력 모듈과 같이 임의의 원하는 개수의 모듈을 포함할 수 있다. 도 1은, 공통 베이스(20) 상의, 6개의 전력 모듈(나란히 놓여진 하나의 행의 6개의 모듈들), 하나의 연료 처리 모듈 및 하나의 전력 조절 모듈을 포함하는 시스템 인클로저(10)를 도시한다. 각각의 모듈은 그 자체의 캐비닛 또는 하우징을 포함할 수 있다. 대안으로, 전력 조절 및 연료 처리 모듈들은 하나의 캐비닛 또는 하우징(14)에 위치한 단일 입력/출력 모듈로 조합될 수 있다. 간소화를 위해, 각각의 하우징(12, 14, 16, 18)은 이하에서 "모듈"로 지칭될 것이다.

[0017] 하나의 행(row)의 전력 모듈들(12)이 도시되었지만, 시스템은 하나보다 많은 행의 모듈들(12)을 포함할 수 있다. 예컨대, 시스템은 연속으로(back to back)으로 적층된 2개의 행의 전력 모듈들을 포함할 수 있다.

[0018] 각 전력 모듈(12)은 하나 이상의 고온 박스(13)를 하우징하도록 구성된다. 각각의 고온 박스는 하나 이상의 스택 또는 열(column)의 연료 전지(명료함을 위해 미도시), 가령 전도성 상호연결 플레이트에 의해 분리된 세라믹 산화물 전해질을 갖는 하나 이상의 스택 또는 열의 고체 산화물 연료 전지를 포함한다. 다른 연료 전지 유형, 가령 PEM, 용융 탄산염, 인산 등과 같은 것들이 또한, 사용될 수 있다.

[0019] 모듈형 연료 전지 시스템 인클로저(10)는 또한, 하나 이상의 입력 또는 연료 처리 모듈(16)을 포함한다. 이 모듈(16)은, 가령 탈황기 베드와 같은 연료의 사전 처리에 사용되는 컴포넌트를 포함하는 캐비닛을 포함한다. 연료 처리 모듈(16)은 상이한 유형의 연료를 처리하도록 설계될 수 있다. 예컨대, 디젤 연료 처리 모듈, 천연 가스 연료 처리 모듈 및 에탄올 연료 처리 모듈이 동일하거나 분리된 캐비닛들에 제공될 수 있다. 특정 연료에 맞춰진 상이한 베드(bed) 조성물이 각각의 모듈에 제공될 수 있다. 처리 모듈(들)(16)은: 파이프라인으로부터 제공된 천연 가스, 압축 천연 가스, 메탄, 프로판, 액화 석유 가스, 가솔린, 디젤, 가정용 난방유, 등유, JP-5, JP-8, 항공 연료, 수소, 암모니아, 에탄올, 메탄올, 합성 가스, 바이오 가스, 바이오 디젤 및 다른 적절한 탄화수소나 수소를 함유하는 연료로부터 선택된 연료들 중의 적어도 하나를 처리할 수 있다. 원하는 경우, 개질기(reformer, 17)는 연료 처리 모듈(16)에 위치할 수 있다. 대안으로, 개질기(17)를 연료 전지 스택(들)과 열적으로 통합하는 것이 바람직한 경우, 개별 개질기(17)가 각각의 전력 모듈(12) 내의 각각의 고온 박스(13)에 위치할 수 있다. 또한, 내부 개질 연료 전지가 사용되는 경우, 외부 개질 장치(17)가 완전히 생략될 수 있다.

[0020] 모듈형 연료 전지 시스템 인클로저(10)는 또한, 하나 이상의 전력 조절 모듈(18)을 포함한다. 전력 조절 모듈

(18)은, 연료 전지 스택이 생성한 DC 전력을 AC 전력으로 변환하기 위한 컴포넌트, 그리드로 출력되는 AC 전력용 전기 커넥터 및 전기적 과도상태를 관리하기 위한 회로, 시스템 컨트롤러(예컨대, 컴퓨터 또는 전용 컨트롤로직 디바이스 또는 회로)를 포함하는 캐비닛을 포함한다. 전력 조절 모듈(18)은 연료 전지 모듈로부터의 DC 전력을 상이한 AC 전압 및 주파수로 변환하도록 설계될 수 있다. 208V, 60Hz; 480V, 60Hz; 415V, 50Hz 및 다른 공통 전압 및 주파수를 위한 설계가 제공될 수 있다.

[0021] 연료 처리 모듈(16) 및 전력 조절 모듈(18)은 하나의 입력/출력 캐비닛(14)에 하우징될 수 있다. 단일 입력/출력 캐비닛(14)이 제공되면, 모듈(16, 18)은 수직으로 (예컨대, 연료 처리 모듈(16) 탈황기 캐니스터/베드 위의 전력 조절 모듈(18) 컴포넌트) 또는 캐비닛(14)에 나란히 위치될 수 있다.

[0022] 도 1의 예시적인 실시예에 도시된 바와 같이, 하나의 입력/출력 캐비닛(14)은 6개의 전원 모듈(12)의 하나의 행에 제공되며, 이들은 입력/출력 모듈(14)의 일측에 선형으로 나란히 배열된다. 예컨대, 모듈들의 행은 시스템이 전원을 공급하는 건물(예컨대, 모듈의 캐비닛 후면이 건물 벽을 향하도록)에 인접하게 위치할 수 있다. 하나의 행의 전력 모듈(12)이 도시되어 있지만, 시스템은 하나 이상의 행의 모듈(12)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 위에서 언급한 바와 같이, 시스템은 연속적으로(back to back) 적층된 2개의 행의 전력 모듈을 포함할 수 있다.

[0023] 전원 모듈(12) 및 입/출력 모듈(14) 각각은, 모듈의 내부 컴포넌트가 (예를 들어, 유지보수, 수리, 교체를 위해) 액세스될 수 있도록 하는 도어(30)(예컨대, 해치, 액세스 패널 등)를 포함한다. 일실시예에 따르면, 모듈(12, 14)은 각 캐비닛의 한 면에만 도어(30)를 갖는 선형 어레이로 배열되어서, 시스템의 연속적인 행이 단부에서 서로 인접하여 설치될 수 있게 한다. 이러한 방식으로, 연료 전지 인클로저(10)의 크기 및 용량은, 기존 모듈(12 및 14) 및 베이스(20)에 필요한 최소한의 재배열로, 추가 모듈(12 또는 14) 및 베이스(20)로 조정될 수 있다. 원하는 경우 모듈(14)에 대한 도어(30)는 캐비닛 전면이 아닌 측면에 있을 수 있다.

[0024] 도 2는 연료 전지 스택 또는 열(40)을 포함하는 연료 전지 시스템 고온 박스(hotbox, 13)의 평면도를 도시한다. 고온 박스(13)는 연료 전지 스택 또는 열(40)을 포함하는 것으로 도시된다. 그러나, 고온 박스(13)는 둘 이상의 스택 또는 열(40)을 포함할 수 있다. 스택이나 열(40)은 서로 적층된 전기적으로 연결된 연료 전지(45)를 포함할 수 있고, 상호연결부(50)가 연료 전지들(45) 사이에 배치된다. 스택 또는 열의 첫번째 및 마지막 연료 전지(45)는, 각각의 단부 플레이트(60) 및 상호연결부(50) 사이에 배치된다. 단부 플레이트(60)는 연료 전지 스택 또는 열(40)의 전기 출력에 전기적으로 연결된다. 고온 박스(13)는 다른 컴포넌트들, 가령 연료 도관, 공기 도관, 밀봉부, 전기 접촉부 등을 포함할 수 있고, 발전소 컴포넌트의 밸런스(balance)를 포함하는 연료 전지 시스템 내에 통합될 수 있다. 연료 전지(45)는, 가령, 이트리아 안정화 지르코니아(yttria stabilized zirconia, YSZ) 또는 스칸디아 안정화 지르코니아(scandia stabilized zirconia, SSZ)와 같은 세라믹 전해질과, 니켈-YSZ, Ni-SSZ 또는 니켈-사마리아 도핑된 세리아(SDC) 서멧(nickel-samaria doped ceria cermet)과 같은 애노드 전극과, 란탄 스트론튬 망가나이트(lanthanum strontium manganite, LSM)와 같은 캐소드 전극을 포함한다. 상호연결부(50) 및/또는 단부 플레이트(60)는 임의의 적절한 가스 불투과성 및 전기 도전성의 재료, 가령, 크롬-철 합금, 가령 4 내지 6 중량%의 철 및 균형 크롬을 함유하는 합금을 포함할 수 있다. 상호연결부(50)는, 인접한 연료 전지(45)를 전기적으로 연결하고, 연료 및 공기가 연료 전지(45)에 도달하기 위한 채널을 제공한다.

[0025] 모듈식 연료 전지 시스템 인클로저(10)와 같은 연료 전지 시스템은, 다양한 부분의 지원 장비를 포함하거나 및/또는 이에 의해 보강될 수 있다. 지원 장비는 연료 전지 시스템의 작동을 지원하기 위한 다양한 보조 장비 및 시스템을 포함할 수 있다. 지원 장비는 연료 전지 시스템이 설치된 사이트(site)의 제약 및/또는 특징에 기초하여 달라질 수 있다. 비제한적인 실시예로서, 지원 장비는 연료 지원 장비, 항공 지원 장비 및/또는 환기 지원 장비를 포함할 수 있다. 연료 지원 장비의 한 유형은, 연료 전지 시스템에서 배기 연료 압력 및/또는 공급을 제어하도록 구성된 장비, 가령 연료 전지 시스템에 연료를 공급하고, 연료/배기를 재순환하고 및/또는 배기 연료를 배출하도록 구성된 연료 송풍기 또는 펌프를 포함할 수 있다. 다른 유형의 연료 지원 장비는, 가령 연료 예열기, 배기 스크러버(exhaust scrubber) 등과 같은 연료 전지 시스템을 위해 연료를 처리하도록 구성될 수 있다. 다른 유형의 연료 지원 장비가 또한, 사용될 수 있다. 하나의 유형의 공기 지원 장비는, 가령 공기 및/또는 배기 공기를 연료 전지 캐소드, 애노드 테일 가스 산화기(ATO), 공기 열 교환기, CPOx 반응기 등에 제공하는 송풍기 또는 팬과 같이 연료 전지 시스템 내에 공기를 제공하거나 및/또는 연료 전지 시스템으로부터 배기 공기를 제공하도록 구성된 공기 지원 장비일 수 있다. 다른 유형의 공기 지원 장비가 또한, 사용될 수 있다. 하나의 유형의 환기 지원 장비는, 고온 박스 외부의 하우징(예컨대, 모듈형 연료 전지 시스템 인클로저(10) 내에 있으나 고온 박스(13) 자체의 외부에 있는 부분들)으로부터 또는 그 내부에 공기를 환기 및/또는 순환시키도록 구성된 장비, 가령 수용가능한 인클로저(10) 압력을 유지하기 위해 인클로저(10) 내에서 또는 인클로저(10) 외부로부터 공기를 송풍하기 위한 환기 팬(80)을 포함할 수 있다. 다른 유형의 환기 지원 장비가 또한, 사용될 수 있

다. 지원 장비는, 특히 전기 모터를 포함하는 지원 장비는 동작을 위해, 교류(AC) 전력, 예컨대, 1상, 2상, 또는 3상 AC 전력을 요구할 수 있다.

[0026] 연료 전지 시스템이 서로 다른 모드에서 전력을 공급받기 위한 지원 장비를 필요로 하는, 모듈식 연료 전지 시스템 인클로저(10)와 같은 연료 전지 시스템의 여러 응용이 존재할 수 있다. 하나의 모드는 시동(start up) 모드일 수 있다. 시동 모드에서 연료 전지 시스템은 아직 전력을 생산할 수 없으며, 지원 장비는 그리드 또는 다른 시동 전원과 같은 연료 전지 시스템 이외의 소스에 의해 전력을 공급받을 수 있다.

[0027] 다른 모드는 정상 동작 모드일 수 있다. 정상 동작 모드에서 연료 전지 시스템은 지원 장비에 전력을 공급할 수 있으며, 그리드 또는 시동 전원이 또한, 지원 장비에 전력을 공급하거나 전력의 공급이 가능할 수 있다. 일 실시예에서, 정상 동작 모드에서, 지원 장비의 기생 부하는, 연료 전지 시스템으로부터 직접 전력을 공급받을 수 있다. 연료 전지 시스템에 의한 지원 장비의 전력 공급은 효율적인 동작 모드일 수 있다. 또한, 그리드 또는 시동 전원의 장애가 발생한 경우, 지원 장비에 이미 연료 전지 시스템에 의해 전력이 공급될 수 있으므로, 지원 장비 동작이 중단되지 않을 수 있다.

[0028] 다른 모드는, 연료 전지 시스템으로부터의 전력만이 지원 장비에 이용가능한 독립 모드(stand alone mode)일 수 있다. 추가 모드는, 시동 모드 동안 그리드 또는 시동 전원의 전력 공급 중단 또는 독립 모드 동안 연료 전지 시스템의 장애와 같이 지원 장비에 전력이 이용가능하지 않는 경우 발생하는 장애 모드(failure mode)일 수 있다.

[0029] 도 3a 내지 10은 비제한적 실시예에서 전기 유틸리티 제공자의 전기 유틸리티 그리드(802) 또는 기계적 부하(600)로도 또한, 지칭될 수 있는 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(load balancing load)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 다양한 실시예들을 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 임의의 개수 및 조합의 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302), DC 전력 버스(304), DC/AC 인버터(308) 및 AC 전류를 사용하여 동작하도록 구성된 IT 부하(310)로부터 데이터 신호를 수신하고 이들로 제어 신호를 전송하도록 구성된 하나 이상의 컨트롤 디바이스(301)를 포함한 다양한 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 다양한 실시예에서, IT 부하(310)는, DC 전류를 사용하여 동작하도록 구성될 수 있고, DC/AC 인버터(308)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 생략될 수 있다. 제어 디바이스(들)(301)는, 도 11에 도시된 방법의 동작들을 포함하는 다양한 실시예들을 동작들을 수행하도록 구성된 전체 시스템 제어 디바이스(301) 또는 서버와 같은 임의의 형태의 프로그램 가능한 컴퓨팅 장치 또는 시스템일 수 있다. 도 3a 내지 10은 예시적인 실시예로서 의도되며 청구항들의 범위를 제한하지 않는 것으로 의도된 다양한 실시예들을 도시한다.

[0030] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 도 1을 참조하여 본 명세서에 설명된 바와 같이 구성될 수 있는 임의의 개수인 "N개"의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)의 개수는, IT 부하(310)의 적어도 정상적인 전력 수요를 충족시키기에 충분한 전력을 생성하기에 필요한 전력 모듈(12)의 개수만큼일 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈의 개수는, 임의의 개수의 중복 전력 모듈(12)을 포함할 수 있으므로, 적어도 하나의 전력 모듈(12)로부터의 전기 출력이 감소되거나 없는 경우에도, 중복 전력 모듈(12)을 사용하여 IT 부하(310)의 전력 수요에 대하여 계속 공급할 수 있다. 유사하게, 전력 모듈은 중복 연료 전지 스택(도시되지 않음)을 포함할 수 있으므로, 전력 모듈(12)의 적어도 하나의 연료 전지 스택으로부터의 전기 출력이 감소되거나 없는 경우, 중복 연료 전지 스택을 사용하여 IT 부하(310)의 전력 수요에 대하여 공급을 계속할 수 있다.

[0031] 전력 모듈(12)은, 전력 모듈(12)이 임계값 미만의 온도 내지 온도 임계치를 초과하는 온도로부터 전력 모듈(12)의 컴포넌트를 반복적으로 사이클링함으로써 전력 모듈(12)의 컴포넌트를 피로화 또는 손상시키는 온도 임계치를 갖는 방식으로 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)은 온도 임계치를 초과하는 온도를 유지하도록 제어될 수 있다. 온도 임계치를 초과하는 온도를 유지하기 위한 전력 모듈(12)의 제어는, 전력 모듈(12)의 전기 출력 및/또는 전력 모듈(12)의 컴포넌트의 온도 판독치에 기초할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)은 온도 임계치를 초과하는 온도를 유지하기 위해 전력 모듈(12)을 제어하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스(301)는, 임의의 개수의 전력 모듈(12)에 통신가능하게 연결될 수 있고, 각각의 온도를 온도 임계치보다 높게 유지하도록 각각의 전력 모듈을 제어하게끔 구성될 수 있다.

[0032] 전력 모듈(12)은 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있고, 전기 도관을 통해 DC 전류를 DC/DC 컨버터(302)에 공급할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 전원으로부터 수신된 DC 전류를 더 높거나 더 낮은 전압으로 변환하도록 구성될 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 입력단에서 전력을 수신하고, 출력단에서 전력을 공급하도록 구성된 단방향(unidirectional)일 수 있다. 다양한 실시예에서, 전원은 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. DC/DC

컨버터(302)는 입력단에서 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있고, 출력단에서 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 모듈(12)로부터 DC/DC 컨버터(302)에 의해 수신된 DC 전류는, DC/DC 컨버터(302)에 의해 변환되어, DC 전력 버스(304)에 공급될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC/DC 컨버터(302)는 IT 부하(310)의 전력 수요 및/또는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 전력 용량에 기초하여 지정된 전력 및/또는 암페어 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. DC/DC 컨버터(302)에 의해 공급되는 지정된 전압 및/또는 암페어 전력은 DC 전력 버스(304) 상에서 또는 다른 DC/DC 컨버터(302)에 의해 공급된 전압 및/또는 암페어 전력에 기초할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 배치된 임의의 개수 "M"의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, DC/DC 컨버터(302)에 대한 전력 모듈(12)의 비율을 1대1로 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/DC 컨버터(302)에 대한 전력 모듈(12)의 비율을 1대1로 포함할 수 있다.

[0033] DC 전력 버스(304)는 다수의 전력원을 위한 공통의 전기 도관으로 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력원은, 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전기 유틸리티 그리드(802)의 임의의 개수 및 조합을 포함할 수 있다. DC 전력 버스(304)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 다른 컴포넌트, 가령 DC/DC 컨버터(302), DC 단로기(DC disconnects; 400) 및/또는 양방향 DC/AC 인버터(800)를 통해 전력원에 전기적으로 연결될 수 있다. DC 전력 버스(304)는 전력을 부하에 보내도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하는 IT 부하(310) 및 부하 밸런싱 부하(306)의 임의의 개수 및 조합을 포함할 수 있다. DC 전력 버스(304)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 다른 컴포넌트, 가령 DC/AC 인버터(308)를 통해 다수의 IT 부하(310)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0034] DC/AC 인버터(308)는 전력원으로부터 수신된 DC 전류를 AC 전류로 반전(invert)시키도록 구성될 수 있다. DC/AC 인버터(308)는, 입력단에서 전력을 수신하고, 출력단에서 전력을 공급하도록 구성된 단방향일 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력원은 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전기 유틸리티 그리드(802)의 임의의 개수 및 조합을 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는, 입력단에서 전력원에 전기적으로 연결되고, 출력단에서 IT 부하(310)에 전기적으로 연결될 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 다른 컴포넌트, 가령 DC 전력 버스(304), DC/DC 컨버터(302) 및/또는 양방향 DC/AC 인버터(800)를 통해 전력원에 전기적으로 연결될 수 있다. DC/AC 인버터(308)에 의해 수신된 DC 전류는 DC/AC 인버터(308)에 의해 반전되어 IT 부하(310)에 공급될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC/AC 인버터(308)는, IT 부하(310)의 전력 수요 및/또는 IT 부하(310)의 전력 구성에 기초하여 지정된 전압 및/또는 암페어 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 "P" 개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있고, 이들 각각은 DC 전력 버스(304) 및 IT 부하(310)에 배치된다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, IT 부하(310)에 대하여 DC/AC 인버터(308)를 1대1의 비율로 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310)에 대하여 DC/AC 인버터(308)를 1대1의 비율로 포함할 수 있다.

[0035] IT 부하(310)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에서 전력을 소비하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력은 임의의 개수 및 조합의 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전기 유틸리티 그리드(802)에 의해 연료 전지 IT 그리드 시스템(402)에 제공될 수 있다. IT 부하(310)는 임의의 개수 및 조합의 컴퓨팅 장치, 가령 서버, 네트워크 스위치, 라우터, 슈퍼컴퓨터 및/또는 양자 컴퓨터를 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 "Q"개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)가 요구하는 전압 및/또는 암페어 전력은, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 상의 IT 부하(310)의 전력 수요일 수 있다. 다수의 IT 부하(310)는, 전력의 전압 및/또는 암페어가 특정 요구사항 내에 있도록 요구하며, 이러한 조합된 요구사항들이 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 상의 IT 부하(310)의 전력 수요를 제시한다.

[0036] 부하 밸런싱 부하(load balancing load; 306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 생성된 전력을 수신하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 생성된 전력을 소비하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 생성된 전력을 저장 및 분산하도록 구성될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는 부하 뱅크(load bank), 기계적 부하(600), 전기적 부하 및/또는 전력 저장 디바이스의 임의의 개수 및 조합을 포함할 수 있다. 부하 뱅크는, 저항성 부하 뱅크, 유도성 부하 뱅크, 용량성 부하 뱅크 및/또는 조합된 부하 뱅크를 포함하는, 전력을 열 에너지로 소산시키는 것과 같이 에너지를 소진하도록 구성된 임의의 형태의 부하 뱅크를 포함할 수 있다. 기계적 부하(600)는, 예컨대 IT 부하 냉각 시스템, HVAC 시스템, 기체 및/또는 액체 펌핑 시스템, 팬, 통풍구 등을 포함할 수 있다. 전기적 부하는 예컨대, 조명 시스템, 보안 시스템 등을 포함할 수 있다. 전력

저장 디바이스는, 전자기 전력 저장소, 기계적 전력 저장소, 전기화학적 전력 저장소, 화학적 전력 저장소 및/또는 화력 전력 저장소를 포함하는 임의의 형태의 전력 저장소(power storage)를 포함할 수 있다.

[0037] 도 3a는 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예를 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/DC 컨버터(302)에 대한 전력 모듈(12)을 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0038] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 전기 연결부는 이중 코드화(dual corded)될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공함으로써 DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 이중 코드화된 전기 연결은, IT 부하(310) 및 연관된 DC/AC 인버터(308) 사이에서 이중 코드화될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공함으로써 연관된 DC/AC 인버터(308)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/AC 인버터(308)에 대하여 IT 부하(310)를 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0039] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 또는 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, DC 전력 버스(304)를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서고, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성되는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내의 과잉 전력을 수신할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 부하 밸런싱 부하(306)로의 연결들을 제어하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0040] 도 3b는 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)을 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은 다수의 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은 다수의 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 전력 모듈(12) 대 DC/DC 컨버터(302)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 제1 DC/DC 컨터버(302)는 제1 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 제2 DC/DC 컨버터(302)는 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 다수의 DC/DC 컨버터(302) 및 다수의 DC 전력 버스(304)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복의 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써, 전력 모듈(12)에서 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 부하 밸런싱 부하(306)로의 연결을 제어하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0041] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 전기적 연결은 이중 코드화될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공함으로써 DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)를 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)는 제1 DC 전력 버스(304) 및 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 이중 코드화된 전기 연결은, IT 부하(310) 및 연관된 DC/AC 인버터(308) 사이에 이중 코드화될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공함으로써 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/AC 인버터(308)에

대하여 IT 부하(310)를 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 DC/AC 인버터(308)는 제1 DC 전력 버스(304) 및 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에서 전기적으로 연결될 수 있다.

[0042] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 또는 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304) 중 적어도 하나를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다수의 DC 전력 버스(304)를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 각 부하 밸런싱 부하(306)를 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결함으로써 다수의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 과잉 전력을 수신할 수 있다.

[0043] 도 3c는 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예를 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은 다수의 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은 다수의 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 전력 모듈(12) 대 DC/DC 컨버터(302)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 제1 DC/DC 컨버터(302)는 제1 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 제2 DC/DC 컨버터(302)는 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 다수의 DC/DC 컨버터(302) 및 다수의 DC 전력 버스(304)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써, 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0044] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 전기적 연결은 이중 코드화될 수 있으며, 이는 중복 전기 연결을 제공함으로써 DC 전원 버스(304)로부터 IT 부하(310)로의 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)는 제1 DC 전력 버스(304) 및 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각각의 IT 부하(310)는 다수의 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 병렬로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 DC/AC 인버터(308)는 제1 DC 전원 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 DC/AC 인버터(308)는 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 DC/AC 인버터(308) 및 다수의 DC 전력 버스(304)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0045] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 부하 밸런싱 부하(306)의 임의의 개수 또는 조합에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304) 중 적어도 하나를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다수의 DC 전력 버스(304)를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 각 부하 밸런싱 부하(306)를 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결함으로써 다수의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된, 초과 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 수용할 수 있다.

[0046] 도 3d는 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예를 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/DC 컨버터(302)에 대하여 전력 모듈(12)을 1대1의 비율로 포함할 수 있다.

DC/DC 컨버터는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 부하 밸런싱 부하(306)로의 연결을 제어하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0047] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 전기 연결은 이중 코드화될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공함으로써 DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각각의 IT 부하(310)는 다수의 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 DC/AC 인버터(308)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써, 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각각의 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0048] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 또는 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된 과잉 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 수용할 수 있다.

[0049] 도 3e는 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결된 다수의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예를 도시한다. 임의의 개수 "R"개의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 또는 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는 IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된 과잉 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 수용할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)들의 구성의 임의의 조합, 가령 본 명세서에 설명된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성들을 포함할 수 있다.

[0050] 도 4 내지 10에 도시되는 것처럼, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 전류의 흐름을 차단하도록 구성된 전기 보호 컴포넌트 및 전력 저장 디바이스(402)의 임의의 개수 및 조합을 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 트랜스포머(406)를 포함할 수 있다. 도 4 내지 10은 청구항들의 범위를 제한하지 않고 예시적인 실시예로 의도되는 다양한 실시예들을 도시한다.

[0051] 도 4 내지 10을 전체적으로 참조하면, 전력 저장 디바이스(402)는 임의의 개수 및 조합의 전력 저장 디바이스(402)를 포함할 수 있다. 예컨대, 전력 저장 디바이스(402)는, 전자기 전력 저장소, 기계적 전력 저장소, 전기화학적 전력 저장소, 화학적 전력 저장소 및/또는 열적 전력 저장소를 포함하는 임의의 형태의 전력 저장소를 포함할 수 있다. 일부 비-제한적 실시예는 커패시터, 플라이휠(flywheel) 및/또는 배터리를 포함한다. 전력 저장 디바이스(402)는, 중복 전력 공급을 제공함으로써, IT 부하(310)로의 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 전력 모듈(12)로부터 부족하거나, 감소되거나 또는 전기 출력이 전혀 없는 경우, 전력 저장 디바이스(402)는, IT 부하(310)의 전력 수요의 공급을 증강 또는 계속하기 위해 사용될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 전력 모듈(12)에 의해 생성된 전력을 저장하도록 구성될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 IT 부하(310)의 전력 수요 아래에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 전력의 생성에 응답하여, 저장된 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 전력원으로부터 전력을 수신하고 저장된 전력을 DC 전력 버스(304)에 출력할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 각각이 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 배치된 임의의 개수 "S"개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력원은 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전기 유틸리티 그리드(802)를 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 부하 밸런싱 부하(306) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)로의 연결을 제어하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0052] 전기 보호 컴포넌트는 퓨즈, 회로 차단기(circuit breaker) 및/또는 스위치를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(disconnect; 400)를 포함할 수 있다. DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)로부터 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트들의 임의의 개수 및 조합을 연결 및 차단하도록 구성될 수 있다. DC 단로기(400)는 임계 전력 허용오차(tolerance)를 갖도록 구성될 수 있다. DC 단로기(400)는 임의의 개수 및 조합의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트를 DC 전력 버스(304)에 연결하도록 정상적으로 구성될 수 있다. 임계 전력 허용오차를 초과하는 DC 단로기(400)에 공급된 전력은, DC 단로기(400)에 의해 DC 전력 버스(304)로부터 임의의 개수 및 조합의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트들을 차단시키는 것을 트리거할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)로부터 임의의 개수 및 조합의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트들을 선택적으로 연결 및 차단할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트는 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트는, DC/AC 인버터(308), 회로 차단기(404), 트랜스포머(406) 및/또는 AC 전류를 사용하여 동작하도록 구성된 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 다양한 실시예에서, IT 부하(310)는 DC 전류를 사용하여 동작하도록 구성될 수 있고, DC/AC 인버터(308)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 생략될 수 있다.

[0053] 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 회로 차단기(404)를 포함할 수 있다. 회로 차단기(404)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 임의의 개수 및 조합의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트들을 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 회로 차단기(404)는 임계 전력 허용오차를 갖도록 구성될 수 있다. 회로 차단기(404)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로 임의의 개수 및 조합의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트를 연결하도록 일반적으로 구성될 수 있다. 임계 전력 허용오차를 초과하는, 회로 차단기(404)에 공급된 전력은, 회로 차단기(404)에 의한 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 임의의 개수 및 조합의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트를 연결해제하는 것을 트리거할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트는 트랜스포머(406) 및/또는 IT 부하(310)를 포함할 수 있다.

[0054] 트랜스포머(406)는 전력원으로부터 수신된 전력의 전압을 증가 또는 감소시키도록 구성될 수 있다. 트랜스포머(406)는 입력단에서 전력을 수신하고 출력단에서 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력원은 임의의 개수 및 조합의 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전기 유틸리티 그리드(802)를 포함할 수 있다. 트랜스포머(406)는 입력단에서 전력원에 전기적으로 연결되고, 출력단에서 IT 부하(310)에 전기적으로 연결될 수 있다. 트랜스포머(406)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 다른 컴포넌트들, 가령 DC/AC 인버터(308), DC 전력 버스(304) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)를 통해 전력원에 전기적으로 연결될 수 있다. DC 전력 버스(304)를 통해 전력원으로부터 트랜스포머(406)에 의해 수신된 DC 전류는, 트랜스포머(406)에 의해 증가 또는 감소된 전압을 갖고 IT 부하(310)에 공급될 수 있다. DC/AC 인버터(308)를 통해 전력원으로부터 트랜스포머(406)에 의해 수신된 AC 전류는 트랜스포머(406)에 의해 증가 또는 감소된 전압을 갖고 IT 부하(310)에 공급될 수 있다. 다양한 실시예에서, 트랜스포머(406)는, IT 부하(310)의 전력 수요 및/또는 IT 부하(310)의 전력 구성에 기초하여 지정된 전압의 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 각각이 DC 전력 버스(304) 및 IT 부하(310) 사이에 배치된, P개의 트랜스포머(406)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 각각의 트랜스포머(406)는, 보다 구체적으로 DC/AC 인버터(308) 및 IT 부하(310) 사이에 배치될 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310)에 대하여 트랜스포머(406)를 1대1의 비율로 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 트랜스포머(406) 대 IT 부하(310)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 트랜스포머(406)는 선택적일 수 있다. 트랜스포머(406)는, 전력 모듈(12) 및 IT 부하(310)의 네이티브 전압의 부정합(mismatches in the native voltage)을 위해 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 상에 포함될 수 있고, 네이티브 전압의 정합을 갖도록 전력 모듈(12) 및 IT 부하(310)를 위해 제외될 수 있다.

[0055] 도 4는 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예를 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/DC 컨버터(302)에 대하여 전력 모듈(12)을 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12)과 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0056] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 S개의 전력 저장 디바이스(402)를 포함할 수 있다. 각 전력 저장 디바이스

(402)는 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC/DC 컨버터(302)를 통해 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.

[0057] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)로부터 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 차단하도록 구성된 임의의 개수 T의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(disconnects; 400)를 포함할 수 있다. 각 DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)로부터 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는, 전력 모듈(12) 및 전력 저장 디바이스(402) 중 하나 또는 둘 모두를 선택적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)로부터 DC/DC 컨버터(302)를 유사하게 그리고 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0058] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 간의 전기 연결은 이중 코드화될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공하여 DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)를 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 다수의 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 관련된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 DC/AC 인버터(308)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써, 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0059] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 트랜스포머(406)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 다수의 트랜스포머(406)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 트랜스포머(406)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 트랜스포머(406)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 트랜스포머(406)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 트랜스포머(406)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 각 트랜스포머(406)는 DC/AC 인버터(308)를 통해 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 트랜스포머(406)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 트랜스포머(406)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 트랜스포머(406) 대 IT 부하(310)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 트랜스포머(406)는 선택적일 수 있다. 트랜스포머(406)는 전력 모듈(12) 및 IT 부하(310)의 네이티브 전압의 부정합을 위해 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 상에 포함될 수 있고, 정합된 네이티브 전압을 갖는 전력 모듈(12) 및 IT 부하(310)를 위해 제외될 수 있다.

[0060] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 IT 부하(310)로부터 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 P개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각 DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대해 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대하여, DC/AC 인버터(308), 회로 차단기(404) 및/또는 트랜스포머(406)를 유사하게 그리고 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대해 IT 부하(310)의 다수의 입력들 중의 하나의 입력을 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0061] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트들을 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 P개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 회로 차단기(circuit breaker; 404)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트는, 트랜스포머(406) 및/또는 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. 각 회로 차단기(404)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여, 트랜

스포머(406)를 유사하게 그리고 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 IT 부하(310)의 다수의 입력들 중 하나를 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, IT 부하(310) 및 DC/AC 인버터(308) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 트랜스포머(404) 및 DC/AC 인버터(308) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0062] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 또는 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성되는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내의 초과 전력을 수신할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는, 전기 보호 컴포넌트에 의해 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 전기적으로 연결 및 연결해제될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다.

[0063] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 시스템의 다양한 컴포넌트로의 연결을 제어하고 이로부터 신호를 수신하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0064] 도 5는 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예를 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은 다수의 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은, DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/DC 컨버터(302)에 대하여 전력 모듈(12)을 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 다수의 DC 전력 버스(304)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 연결을 제공하여 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0065] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 S개의 전력 저장 디바이스(402)를 포함할 수 있다. 각 전력 저장 디바이스(402)는 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC/DC 컨버터(302)를 통해 전력 모듈에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 전력 모듈(12) 대 전력 저장 디바이스(402)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는, DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 제1 전력 저장 디바이스(402)는, DC/DC 컨버터(302) 및 제1 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있고, 제2 전력 저장 디바이스(402)는, DC/DC 컨버터(302) 및 제2 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결된 다수의 전력 저장 디바이스(402)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써 전력 저장 디바이스(402)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다.

[0066] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 임의의 개수 T의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각각의 DC 단로기(400)는 DC 전원 버스(304)에 대하여 전원 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)를 연결 및 연결 해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는, DC 단로기(400)에 전기적으로 연결된 전력 저장 디바이스(402) 및 전원 모듈(12) 중 하나 또는 둘 모두를 선택적으로 연결 및 연결 해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 제1 DC 단로기(400)는, 제1 DC 전력 버스(304)에 대하여 전력 모듈(12) 및 제1 전력 저장 디바이스(402)를 전기적으로 연결 및 연결해제할 수 있고, 제2 DC 단로기(400)는 제2 DC 전력 버스(304)에 대하여 전력 모듈(12) 및 제2 전력 저장 디바이스(402)를 전기적으로 연결 및 연결 해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 유사하게 그리고 추가적으로 DC 전원 버스(304)에 대하여 DC/DC 컨버터(302)를 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0067] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 전기적 연결은 이중 코드화(dual corded)될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공하여 DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)는 제1 DC 전력 버스(304) 및 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 다수의 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있

다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 DC/AC 인버터(308)는 제1 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 DC/AC 인버터(308)는 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 DC/AC 인버터(308) 및 다수의 DC 전력 버스(304)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공하여 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로의 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각각의 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)를 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결한다.

[0068] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 트랜스포머(406)를 포함할 수 있다. 각각의 IT 부하(310)는 다수의 트랜스포머(406)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 트랜스포머(406)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 트랜스포머(406)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 트랜스포머(406)는 제1 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 트랜스포머(406)는 제2 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 각 트랜스포머(406)는 DC/AC 인버터(308)를 통해 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 트랜스포머(406)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공하여 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로의 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 트랜스포머(406)는, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)를 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결한다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 트랜스포머(406) 대 IT 부하(310)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 트랜스포머(406)는 선택적일 수 있다. 트랜스포머(406)는, 전력 모듈(12) 및 IT 부하(310)의 네이티브 전압의 부정합을 위해 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 상에 포함될 수 있고, 정합된 네이티브 전압을 갖는 전력 모듈(12) 및 IT 부하(310)를 위해 제외될 수 있다.

[0069] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, IT 부하(310)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 P개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각 DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 제1 DC 단로기(400)는 제1 DC 전력 버스(304)에 대해 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있고, 제2 DC 단로기(400)는 제2 DC 전력 버스에 대해 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 DC/AC 인버터(308), 회로 차단기(404) 및/또는 트랜스포머(406)를 유사하게 그리고 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0070] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 P개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 회로 차단기(304)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트는 트랜스포머(406) 및/또는 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. 각 회로 차단기(404)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 트랜스포머(406)를 유사하게 그리고 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 IT 부하(310)의 다수의 입력들 중 하나를 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, IT 부하(310) 및 DC/AC 인버터(308) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, DC/AC 인버터(308) 및 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 트랜스포머(404) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0071] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 V개 또는 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된 초과 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 수용할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 제1 DC 전력 버스(304)를 통해 제1 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있고, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 제2 DC 전력 버스(304)를 통해 제2 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는 전기 보호 컴포넌트에 의해 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 전기적으로 연결 및 연결해제될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는, 연관된 DC 전력 버스(304)에 대하여 연관된 부하 밸런싱 부하(306)를 전기적으로 연결 및 연결해제

하도록 구성된 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다.

[0072] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 다양한 실시예들의 방법을 구현하기 위해 시스템의 다양한 컴포넌트에 대하여 연결을 제어하고 그로부터 신호를 수신하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0073] 도 6은 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306, 600)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예를 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은, DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/DC 컨버터(302)에 대하여 전력 모듈(12)을 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0074] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 S개의 전력 저장 디바이스(402)를 포함할 수 있다. 각 전력 저장 디바이스(402)는 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC/DC 컨버터(302)를 통해 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.

[0075] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 임의의 개수 T개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각 DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예로, DC 단로기(400)는, DC 단로기(400)에 전기적으로 연결된 전력 저장 디바이스(402) 및 전력 모듈(12) 중 하나 또는 둘 모두를 선택적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 DC/DC 컨버터(302)를 유사하게 그리고 추가로 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0076] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 전기적 연결은 이중 코드화될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공하여 DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 다수의 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 DC/AC 인버터(308)는, DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 DC/AC 인버터(308)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)를 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결시킨다.

[0077] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 트랜스포머(406)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 다수의 트랜스포머(406)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 트랜스포머(406)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 트랜스포머(406)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 트랜스포머(406)는, DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 트랜스포머(406)는, DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 각 트랜스포머(406)는 DC/AC 인버터(308)를 통해 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 트랜스포머(406)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 트랜스포머(406)는, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)를 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결한다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 트랜스포머(406) 대 IT 부하(310)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 트랜스포머(406)는 선택적일 수 있다. 트랜스포머(406)는, 전력 모듈(12) 및 IT 부하(310)의 네이티브 전압의 부정합을 위해 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 상에 포함될 수 있고, 정합된 네이티

브 전압을 갖는 전력 모듈(12) 및 IT 부하(310)를 위해 제외될 수 있다.

[0078] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 P개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각 DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여, DC/AC 인버터(308), 회로 차단기(404) 및/또는 트랜스포머(406)를 유사하게 그리고 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대하여 IT 부하(310)의 다수의 입력 중 하나를 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0079] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 P개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 회로 차단기(404)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트는, 트랜스포머(406) 및/또는 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. 각 회로 차단기(404)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 트랜스포머(406)를 유사하게 그리고 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 IT 부하(310)의 다수의 입력 중 하나를 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는 IT 부하(310) 및 DC/AC 인버터(308) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는, DC/AC 인버터(308) 및 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 트랜스포머(404) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0080] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 임의의 개수 또는 조합의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는 기계적 부하(600)를 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 다수의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된 초과 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 수용할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는, 전기 보호 컴포넌트에 의해, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 전기적으로 연결 및 연결해제될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는, AC 전력을 요구하는 임의의 부하, 가령 AC 기계적 부하(600)일 수 있다. AC 기계적 부하(600)는, DC/AC 인버터(308)를 통해 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0081] 도 7 및 8은 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306, 600)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예들을 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, DC/DC 컨버터(302)에 대하여 전력 모듈(12)을 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0082] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 S개의 전력 저장 디바이스(402)를 포함할 수 있다. 각 전력 저장 디바이스(402)는 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC/DC 컨버터(302)를 통해 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 임의의 개수 T개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각 DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는, DC 단로기(400)에 전기적으로 연결된 전력 저장 디바이스(402) 및 전력 모듈(12) 중 하나 또는 둘 모두를 선택적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 DC/DC 컨버터(302)를 유사하게 및 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0083] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이의 전기

연결은 이중 코드화될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공하여 DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)로의 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 다수의 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 다수의 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대 다수의 비율로 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제1 DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 제2 DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연관된 IT 부하(310)에 전기적으로 연결된 다수의 DC/AC 인버터(308)를 포함하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 구성은, 중복 전기 컴포넌트 및 연결을 제공함으로써 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 각 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)를 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결한다.

[0084] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 연결 해제하도록 구성된 P개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각각의 DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대하여 IT 부하(310)를 연결 및 연결 해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대하여 DC/AC 인버터(308)를 유사하게 추가로 연결 및 연결 해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대하여 IT 부하(310)의 다수의 입력 중 하나를 연결 및 연결 해제할 수 있다.

[0085] 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다른 구성에서, 추가 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302), 및 전기 보호 컴포넌트의 임의의 개수 및 조합을 더 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 추가 전력 모듈(12)은, N개의 전력 모듈(12)과 병렬로 DC 전력 버스에 전기적으로 연결될 수 있다. 추가 전력 모듈(12)은 N개의 전력 모듈(12)과 유사하게 구성될 수 있다. 그러나 추가 전력 모듈(12)은 N개의 전력 모듈(12)에 대해 중복될 수 있으며, N개의 전력 모듈(12)이 IT 부하(310)의 전력 수요를 충족하기에 불충분한 전력을 제공하는 것에 응답하여, IT 부하(310)에 전력을 제공하도록 구성될 수 있다. 다양한 양태에서, 추가 전력 모듈(12)은 일반적으로 IT 부하(310)의 전력 수요를 초과하여, DC 전력 버스(304)에 전력을 제공할 수 있다. 추가 전력 모듈(12)은 일반적으로 온도 임계값 이상으로 온도를 유지하도록 동작할 수 있다. 추가 DC/DC 컨버터는 M개의 DC/DC 컨버터(302)와 유사하게 구성될 수 있고, 추가 전력 모듈(12)을 DC 전력 버스에 전기적으로 연결할 수 있다. 추가 DC 단로기(400)는, M개의 DC 단로기(400)와 유사하게 구성되어, 추가 전력 모듈(12) 및/또는 추가 DC/DC 컨버터(302)를 DC 전력 버스에 대해 전기적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 추가적인 DC 단로기(400)는 부하 밸런싱 부하(306, 600)의 임의의 개수 및 조합에 대하여(from) DC 전력 버스(304)를 연결 및 연결 해제하도록 구성될 수 있다.

[0086] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 시스템의 다양한 컴포넌트로의 연결을 제어하고 그로부터의 신호를 수신하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0087] 도 7에 도시된 실시예는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)이 부하 밸런싱 부하(306)의 임의의 개수 또는 조합에 전기적으로 연결될 수 있음을 보여준다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는 기계적 부하(600)를 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 다수의 부하 균형 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 균형 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서는, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된 초과 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 수용할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC/DC 컨버터(302)는, 부하 밸런싱 부하(306)에 의해 소비가능한 DC 전류로, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 의해 수용된 DC 전력을 변환하도록 구성되고, DC 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는, 전기 보호 컴포넌트에 의해, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 전기적으로 연결 및 연결해제될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. DC 단로기(400)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 DC 전력 버스(304)에 대하여 부하 밸런싱 부하(306) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다.

[0088] 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는, AC 전력, 가령 AC 기계적 부하(600)를 요구하는 임의의 부하일 수 있다. AC 기계적 부하(600)는, DC/AC 인버터(308)를 통해 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 기계적 부하(600)에 의해 소진가능한 AC 전력으로, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 수신된 DC 전력을 반전(invert)하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 기계적 부하(600)는, R개의 연

료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 전기적으로 연결될 수 있다. 각각의 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/AC 인버터(308)를 통해 기계적 부하(600)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0089] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 시스템의 다양한 컴포넌트로의 연결을 제어하고 그로부터 신호를 수신하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0090] 도 8에 도시된 실시예는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)이 임의의 개수 또는 조합의 부하 밸런싱 부하에 전기적으로 연결될 수 있음을 보여준다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하는 기계적 부하(600)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하는 전기 유틸리티 그리드(802)를 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 다수의 부하 밸런싱 부하에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하는 IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된 초과 전력을 수용할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하는 AC 전력을 요구하는 임의의 부하일 수 있다. 부하 밸런싱 부하는 양방향 DC/AC 인버터(800) 또는 DC/AC 인버터(308)를 통해 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. DC/AC 인버터(308) 또는 양방향 DC/AC 인버터(800)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 수신된 DC 전력을 부하 밸런싱 부하가 소비가능한 AC 전력으로 반전(invert)하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 기계적 부하(600)는 R개의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 전기적으로 연결될 수 있다. 각각의 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC/AC 인버터(308)를 통해 기계적 부하(600)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0091] 전기 유틸리티 그리드(802)는 또한, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 IT 부하(310)의 전력 수요를 충족하기에, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내의 전력이 불충분한 것에 응답하여 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 제공할 수 있다. 양방향 DC/AC 인버터는, 전기 유틸리티 그리드(802)가 제공한 AC 전력을 DC 전력으로 반전(invert)하고, DC 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 DC 전력 버스(304)에 제공하도록 구성될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에서, DC 전력 버스(304)에 제공된 전력은, IT 부하의 전력 수요를 충족시키고, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 생성된 DC 전력을 보충하기 위해 DC/AC 인버터(308)를 통해 IT 부하(310)로 유도될 수 있다.

[0092] 도 9 및 10은 다양한 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306, 600)에 전기적으로 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 실시예를 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 전력 모듈(12)은, DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있다. 각 전력 모듈(12)은 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 전력 모듈(12) 대 DC/DC 컨버터(302)를 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/DC 컨버터(302)는 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0093] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 S개의 전력 저장 디바이스(402)를 포함할 수 있다. 각 전력 저장 디바이스(402)는 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC/DC 컨버터(302)를 통해 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다.

[0094] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 임의의 개수 T개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각 DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는, DC 단로기(400)에 전기적으로 연결된 전력 모듈(12) 및 전력 저장 디바이스(402) 중 하나 또는 둘 모두를 선택적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대하여 DC/DC 컨버터(302)를 추가적으로 그리고 유사하게 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0095] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 Q개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있다. IT 부하(310)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 다양한 실시예에서, IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기 연결은 이중 코드화될 수 있어서, 중복 전기 연결을 제공하여 DC 전력 버스(304)로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 공급의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대1의 비율로 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템

(300)은 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있다. 각 IT 부하(310)는 DC/AC 인버터(308)에 전기적으로 연결될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310) 대 DC/AC 인버터(308)를 1대1의 비율로 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 DC 전력 버스(304)에 병렬로 전기적으로 연결될 수 있다. 각 DC/AC 인버터(308)는 IT 부하(310) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 전기적으로 연결될 수 있고, IT 부하(310)를 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결한다.

[0096] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 IT 부하(310)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 P개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 각 DC 단로기(400)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대하여 DC/AC 인버터(308) 및/또는 회로 차단기(404)를 유사하게 그리고 추가적으로 연결 및 연결해제할 수 있다.

[0097] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 IT 부하(310)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 임의의 개수 "X"개의 전기 보호 컴포넌트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 회로 차단기(404)를 포함할 수 있다. 각 회로 차단기(404)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여 IT 부하(310)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대하여, IT 부하(310)의 다수의 입력 중 하나를 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 회로 차단기(404)는 IT 부하(310) 및/또는 DC/AC 인버터(308) 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0098] 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다른 구성에서, 임의의 개수 및 조합의 추가 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302) 및 전기 보호 컴포넌트를 더 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. 추가 전력 모듈(12)은, N개의 전력 모듈(12)과 함께 병렬로 DC 전력 버스에 전기적으로 연결될 수 있다. 추가 전력 모듈(12)은 N개의 전력 모듈(12)과 유사하게 구성될 수 있다. 하지만, 추가 전력 모듈(12)은 N개의 전력 모듈(12)에 대해 중복일 수 있고, IT 부하(310)의 전력 수요를 충족하기에 N개의 전력 모듈(12)이 불충분한 전력을 공급하는 것에 응답하여, IT 부하(310)에 전력을 제공하도록 구성될 수 있다. 다양한 양태에서, 추가 전력 모듈(12)은, IT 부하(310)의 전력 수요를 초과하여, DC 전력 버스(304)에 전력을 일반적으로 제공할 수 있다. 추가 전력 모듈(12)은 그것의 온도 임계치보다 높은 온도를 유지하도록 일반적으로 동작할 수 있다. 추가 DC/DC 컨버터는 M개의 DC/DC 컨버터(302)와 유사하게 구성될 수 있고, 추가 전력 모듈(12)을 DC 전력 버스에 전기적으로 연결한다. 추가 DC 단로기(400)는, M개의 DC 단로기(400)와 유사하게 구성될 수 있고, DC 전력 버스에 대하여 추가 전력 모듈(12) 및/또는 추가 DC/DC 컨버터(302)를 전기적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 추가 DC 단로기(400)는, 임의의 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306, 600)에 대하여 DC 전력 버스(304)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다.

[0099] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 시스템의 다양한 컴포넌트로의 연결을 제어하고 그로부터 신호를 수신하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0100] 도 9에 도시된 실시예는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)이 부하 밸런싱 부하(306)의 임의의 개수 또는 조합에 전기적으로 연결될 수 있음을 보여준다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는 DC 기계적 부하(600)를 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 다수의 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하(306)는, IT 부하(310)의 전력 수요를 초과하여, 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내에 초과 전력을 수신할 수 있다. 다양한 실시예에서, DC/DC 컨버터(302)는 DC 부하 밸런싱 부하(306)에 전기적으로 연결될 수 있고, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 수신된 DC 전력을, 부하 밸런싱 부하(306)에 의해 소모가능한 DC 전류로 변환하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는, 전기 보호 컴포넌트에 의해 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 대해 전기적으로 연결 및 연결해제될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. DC 단로기(400)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 DC 전력 버스(304)에 대하여, 부하 밸런싱 부하(306) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)를 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다.

[0101] 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)는 AC 기계적 부하(600)와 같은, AC 전력을 필요로 하는 임의의 부하일 수 있다. AC 기계적 부하(600)는 DC/AC 인버터(308)를 통해 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. DC/AC 인버터(308)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 수신된 DC 전력을 기계적 부하(600)에 의해 소모가능한 AC 전력으로 반전(invert)하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 기계적 부하(600)는 R개의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 전기적으로 연결될 수 있다. 각각의 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템

(300)은, DC/AC 인버터(308)를 통해 기계적 부하(600)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0102] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 시스템의 다양한 컴포넌트로부터 신호를 수신하고 이 컴포넌트에 대한 연결을 제어하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0103] 도 10에 도시된 실시예는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)이 임의의 개수 또는 조합의 부하 밸런싱 부하에 전기적으로 연결될 수 있음을 보여준다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하는 기계적 부하(600)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하는 전기 유틸리티 그리드(802)를 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 DC 전력 버스(304)를 통해 다수의 부하 밸런싱 부하에 전기적으로 연결될 수 있다. 부하 밸런싱 부하는, IT 부하(310)의 전력 수요를 넘어서서 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 조합에 의해 생성된 초과 전력을 수신할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하는 AC 전력을 필요로 하는 임의의 부하일 수 있다. 부하 밸런싱 부하는 DC/AC 인버터(308) 또는 양방향 DC/AC 인버터(800)를 통해 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. DC/AC 인버터(308) 또는 양방향 DC/AC 인버터(800)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터 수신된 DC 전력을, AC 부하 밸런싱 부하에 의해 소모가능한 AC 전력으로 반전하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 기계적 부하(600)는 R개의 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 전기적으로 연결될 수 있다. 각각의 연결된 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은, DC/AC 인버터(308)를 통해 기계적 부하(600)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0104] 전기 유틸리티 그리드(802)는 또한, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 전력이, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 IT 부하(310)의 전력 수요를 충족시키기에 불충분한 것에 응답하여, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 전력을 제공할 수 있다. 양방향 DC/AC 인버터는, 전기 유틸리티 그리드(802)에 의해 제공되는 AC 전력을 DC 전력으로 반전(invert)시키고, DC 전력을 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 DC 전력 버스(304)에 제공하도록 구성될 수 있다. DC 전력 버스(304)에 제공된 DC 전력은, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)인 경우 DC/AC 인버터(308)를 통해 IT 부하(310)로 유도될 수 있어서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에서 생성된 DC 전력을 보충하고, IT 부하의 전력 수요를 충족시킨다.

[0105] 다양한 실시예에서, 실시예가 도 3 내지 10에 도시되는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 및/또는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트들의 임의의 개수 및 조합의 기능을 제어하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)(예컨대, 컴퓨터 코드를 실행하도록 구성된 프로그램가능한 프로세싱 디바이스)의 임의의 개수 및 조합을 포함할 수 있다. 유사하게, 컨트롤 디바이스(들)(301)의 임의의 개수 및 조합은, 부하 밸런싱 부하(306)를 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 전기적으로 연결하는 컴포넌트 및 전기 유틸리티 그리드(802) 및/또는 기계적 부하(600)를 포함하는 부하 밸런싱 부하(306)의 기능을 제어하도록 구현될 수 있다. 컨트롤 디바이스(들)(301)은: 연료 전지 IT 그리드 시스템(300), 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트, 부하 밸런싱 부하(306) 및/또는 부하 밸런싱 부하(306)를 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 전기적으로 연결하는 컴포넌트의 동작 및 기능을 모니터링하도록 구성될 수 있다. 컨트롤 디바이스(들)(301)은, 컨트롤 디바이스(들)(301) 사이에서 연료 전지 IT 그리드 시스템(300), 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 컴포넌트, 부하 밸런싱 부하(306) 및/또는 부하 밸런싱 부하(306)를 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)에 전기적으로 연결하는 컴포넌트의 동작 및 기능과 관련된 신호를 전송하도록 구성되고, 통신가능하게 연결될 수 있다. 컨트롤 디바이스(들)(301)은 다른 컨트롤 디바이스(들)(301)로부터 수신된 신호를 해석하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 기능의 제어, 동작 및 기능을 모니터링하는 것, 기능 및 동작과 관련된 신호를 전송하는 것 및 수신된 신호를 해석하는 것은, 전력 모듈(12)의 온도를 온도 임계치보다 높게 유지하는 것, IT 부하(310)의 전력 수요를 결정 및 이에 응답하는 것, 및 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)으로부터의 초과 전력을 부하 밸런싱 부하(360, 600, 802)로 유도하는 것과 관련될 수 있다.

[0106] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)은 다양한 실시예의 방법을 구현하기 위해 시스템의 다양한 컴포넌트로의 연결을 제어하고 그로부터 신호를 수신하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다.

[0107] 도 11은 다양한 실시예에 따른 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)을 관리하는 방법(1100)을 도시한다. 방법(1100)은, 임의의 개수 또는 조합의 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302), DC 전력 버스(304), 기계적 부하(600) 및/또는 전기 그리드(802)를 포함하는 부하 밸런싱 부하(306), DC/AC 인버터(308), IT 부하(310), DC 단로기(400) 및/또는 회로 차단기(404)를 포함하는 전기 보호 컴포넌트, 전력 저장 디바이스(402), 트랜스포머(406) 및/또는 양방향 DC/AC 인버터(800)로부터 신호를 수신하고 이들로 컨트롤 신호를 전송하도록 구성된 하나 이상의 컨트롤 디바이스(301)를 사용하여 구현될 수 있다. 다양한 실시예에서 실행가능한 대안적 구성들을 포함시키기 위하여, 방법(1100)을 구현하는 하드웨어는 본 명세서에서 "컨트롤 디바이스"로 지칭된다.

[0108] 블록(1101)에서 컨트롤 디바이스는, 전력 모듈(12)의 센서 및/또는 전력 모듈(12)의 컨트롤 디바이스로부터, 전력 모듈(12)의 전력 출력 및/또는 온도를 나타내는 신호를 수신할 수 있다.

[0109] 결정 블록(1102)에서, 컨트롤 디바이스는 전력 모듈(12)에 대한 온도 임계치를 전력 모듈(12)의 온도가 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 전술한 바와 같이, 온도 임계치는, 온도 임계치 미만의 온도로부터 온도 임계치 초과의 온도로 전력 모듈(12)을 가열하는 것이 전력 모듈(12)의 컴포넌트를 피로화 또는 손상시킬 수 있는 온도일 수 있다.

[0110] 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 블록(1101)에서 획득된 온도 표시 신호에 기초하는 전력 모듈(12)의 온도를, 결정 블록(1102)에서의 전력 모듈(12)의 온도 임계치와 비교할 수 있다.

[0111] 전력 모듈(12)의 온도는, 전력 모듈(12)의 전력 출력과 상관될 수 있다. 따라서, 일부 실시예에서, 블록(1101)에서 획득된 전력 모듈(12)의 전기 출력은, 전력 모듈의 온도를 결정 및 컨트롤하는데 사용될 수 있다. 전력 모듈(12)의 온도가 전력 모듈(12)의 온도를 초과하는지 결정 블록(1102)에서 결정하기 위해, 컨트롤 디바이스는, 전력 모듈(12)의 전기 출력이 전력 모듈(12)의 전력 출력 임계치를 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 블록(1101)에서 수신된 전력 모듈(12)의 전기 출력을 전력 모듈(12)의 전력 출력과 비교할 수 있다. 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 전력 모듈(12)의 전력 출력을 온도 단위로 변환할 수 있고, 전력 모듈(12)의 계산된 온도를 전력 모듈(12)에 대한 온도 임계치와 비교할 수 있다.

[0112] 전력 모듈(12)의 온도가 전력 모듈(12)에 대한 온도 임계치를 초과한다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1102)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1106)에서 전력 모듈(12)의 전력 출력을 유지할 수 있다. 본 명세서에 표기된 바와 같이, 전력 모듈(12)의 온도는 전력 모듈(12)의 전력 출력과 상관될 수 있다. 따라서, 전력 모듈(12)의 전력 출력을 유지하는 것은, 전력 모듈(12)의 온도를 온도 임계치보다 높게 유지하는 역할을 할 수 있다.

[0113] 다양한 실시예에서, 방법(1100)의 실행 동안 임의의 지점에서, 컨트롤 디바이스는 블록(1104)에서 전력 수요 신호를 수신할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 수요 신호는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내의 IT 부하(310)의 전력 수요의 변화일 수 있거나 이를 나타낼 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 전력 수요 신호를 지속적으로 수신할 수 있고, 지속적으로 수신되는 전력 수요 신호에 변화가 있는 시기를 결정할 수 있다. 블록(1104)에서, 전력 수요 신호를 수신하는 것은, 연속적으로 수신된 전력 수요 신호의 변화를 수신하는 것을 포함할 수 있다.

[0114] 블록(1104)에서 전력 수요 신호를 수신하는 것에 응답하여, 또는 블록(1106)에서 전력 모듈(12)의 전력 출력을 유지한 이후에, 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1108)에서 IT 부하(310)의 전력 수요가 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, DC 전력 버스(304)에서의 센서로부터, IT 부하(310)로 전력 모듈(12)을 전기적으로 연결하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 임의의 컴포넌트 또는 전력 모듈(12)의 출력에서의 센서로부터, 및/또는 전력 모듈(12)을 IT 부하(310)에 전기적으로 연결하는 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 임의의 컴포넌트 또는 전력 모듈(12)의 컨트롤 디바이스로부터 전기 출력을 결정할 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전기 출력을 결정하기 위해 연료 전지 IT 그리드 시스템(300)의 다양한 컴포넌트 또는 전력 모듈(12)로부터 전기 출력을 조합할 수 있다. IT 부하(310)의 전력 수요가 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력을 초과하는지 여부를 결정하기 위해, 컨트롤 디바이스는 전력 수요를 전력 출력과 비교할 수 있다.

[0115] 전력 수요가 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력을 초과하지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1108)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1110)에서 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력이 IT 부하(310)의 전력 수요를 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1108)에서 IT 부하(310)의 전력 수요가 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력을 초과하는지 여부를 결정하는 것과 유사한 방식으로 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력이 IT 부하(310)의 전력 수요를 초과하는지 여부를 결정할 수 있다.

[0116] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력이 IT 부하(310)의 전력 수요를 초과한다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1110)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1112)에서 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 초과 전력 출력을, 임의의 개수 및 조합의 부하 밸런싱 부하(306)로 유도할 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 부하 밸런싱 부하(306)로의 전기 연결을 제어함으로써 부하

밸런싱 부하(306)로의 초과 전력 출력의 흐름을 제어할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 전기 연결을 직접 제어함으로써, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전기 연결의 컨트롤 디바이스에 컨트롤 신호를 전송함으로써, 및/또는 DC 전력 버스(304)로의 부하 밸런싱 부하(306)의 전기 연결을 제어하도록 구성된 부하 밸런싱 부하(306)의 컨트롤 디바이스에 시그널링함으로써 부하 밸런싱 부하(306)에 대한 전기 연결을 제어할 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하 밸런싱 부하(306)로의 전기 연결은 DC/DC 컨버터(302), DC/AC 인버터(308), DC 단로기(400), 양방향 DC/AC 인버터(800) 및/또는 부하 밸런싱 부하(306)를 DC 전력 버스(304)에 대해 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 스위칭 메커니즘을 포함할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 전력 모듈(12)의 초과 전력 출력의 양을 결정하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 컨트롤 디바이스는 전력 모듈(12)의 전력 출력 및 IT 부하(310)의 전력 수요 사이의 차이를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0117] 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력이 IT 부하(310)의 전력 수요를 초과하는지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1108)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1106)에서 전력 모듈(12)의 전력 출력을 유지할 수 있다.

[0118] 전력 모듈(12)의 온도가 전력 모듈(12)의 온도 임계치를 초과하지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1102)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 또는 전력 수요가 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 모듈(12)의 전력 출력을 초과하지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1108)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1114)에서 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 출력을 증가시킬 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스는, 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전력 모듈(12)의 전력 출력을 증가시킴으로써, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 출력을 증가시킬 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 전기 유틸리티 그리드(802)로부터 전력을 공급하기 위해 양방향 DC/AC 인버터(800)를 제어함으로써, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 출력을 증가시킬 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스는, 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402)를 직접 제어하는 것 및/또는 DC 전력 버스(304)로의 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)의 전기 연결을 직접 제어함으로써, 전력 모듈(12) 및/또는 전력 저장 디바이스(402)의 전력 출력을 제어할 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스(301)는, DC 전력 버스(304)에 대하여 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전력 모듈(12)의 전기 연결 및/또는 전력 저장 디바이스(402), 전력 모듈(12)의 컨트롤러로 컨트롤 신호를 전송함으로써 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전력 모듈(12)의 전력 출력을 제어할 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 DC 전력 버스(304)에 대한 전기 유틸리티 그리드(802)의 전기 연결의 컨트롤러로 컨트롤 신호를 전송함으로써, 연료 전지 IT 그리드 시스템(300) 내 전력 출력을 제어할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 연결은, DC/DC 컨버터(302), DC/AC 인버터(308), DC 단로기(400), 양방향 DC/AC 인버터(800) 및/또는 DC 전력 버스(304)에 대하여 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 부하 밸런싱 부하(306)를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 구성된 스위칭 메커니즘을 포함할 수 있다.

[0119] 다양한 실시예에서, 방법(1100)은 계속하여 실행될 수 있다. 다양한 실시예에서, 방법(1100)은 루프(loop)로서 연속적으로 또는 주기적으로 계속 실행될 수 있다. 다양한 실시예에서, 다양한 블록들(1102-1114)이 다른 블록들(1102-1114)과 병렬로 임의의 시간에 실행될 수 있다.

[0120] 도 12는 부하에 하이브리드 DC 전력을 제공하도록 구성된 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 실시예를 도시한다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)은, 임의의 개수 및 조합의 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302), DC 전력 버스(304), DC/AC 인버터(308), DC 전류를 사용하여 동작하도록 구성된 IT 부하(310), DC 단로기(400), 전력 저장 디바이스(402), 회로 차단기(404), 양방향 DC/AC 인버터(800), 정적 인터럽터(1202), 트랩된 키 인터로크(trapped key interlock; 1204), AC/DC 정류기(1206), 및 다이오드(1208)로부터 데이터 신호를 수신하고 이들로 컨트롤 신호를 전송하도록 구성된 하나 이상의 컨트롤 디바이스(301)를 포함하는, 다양한 컴포넌트를 포함할 수 있다. 컨트롤 디바이스(들)(301)은 임의의 형태의 프로그램가능한 컴퓨팅 디바이스 또는 시스템, 가령 도 14-16에 도시된 방법의 동작을 포함하는 다양한 실시예의 동작을 수행하도록 구성된 서버나 전체 시스템 컨트롤 디바이스(301)일 수 있다. 도 12는 예시적인 실시예로 의도되고, 청구항의 범위를 제한하지 않는 실시예들을 도시한다.

[0121] 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)은 도 1을 참조하여 본 명세서에서 설명된 것과 같이 구성될 수 있는 임의의 개수 N개의 전력 모듈(12)을 포함할 수 있고, 여기서 N은 1이상의 정수, 가령 1 내지 24, 예컨대, 6 내지 12의 정수이다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)의 개수는 적어도, IT 부하(310)의 전력 수요의 적어도 지정된 부분을 충족하기에 충분한 전력을 생성하는데 필요한 전력 모듈(12)의 개수만큼일 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)의 개수는, 임의의 개수의 중복 전력 모듈(12)을 포함할 수 있어서, 적어도 하나의 전력 모듈(12)로부터 전력 출력이 감소되거나 전력 출력이 없는 경우, 중복 전력 모듈(12)이 IT 부하(310)의 전력 수요의

부분의 공급을 계속하는데 사용될 수 있다. 유사하게, 전력 모듈은 중복 연료 전지 스택(미도시)을 포함할 수 있어서, 전력 모듈(12)의 적어도 하나의 연료 전지 스택으로부터 전력 출력이 감소되거나 없는 경우, 중복 연료 전지 스택이 IT 부하(310)의 전력 수요의 부분에 대한 공급을 계속하기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 전력 모듈(12)은, 전력 저장 장치(402)의 충전 레벨이 충전 임계량에 미달되는 것에 응답하여, 전력 저장 디바이스(402)에 전력을 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 전력 모듈(12)은, 전력 모듈(12)이 IT 부하(310)의 부하 수요보다 많은 전력을 출력하는 것 및 충전 임계량을 전력 저장 디바이스(402)의 충전 레벨이 초과하는 것에 응답하여 전력을 전기 유틸리티에 제공하도록 구성될 수 있다.

[0122] 전력 모듈(12)은, DC/DC 컨버터(302)를 통해 전력 모듈에 전기적으로 연결된 적어도 DC 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로, 전압, 전류 및/또는 전력과 관련하여 구성될 수 있는 전력의 임계량을 제공하는 방식으로 구성될 수 있다. 전력의 임계량은 IT 부하(310)의 전력 수요의 지정된 부분의 일부일 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력 모듈(12)은, IT 부하(310), 전력 저장 디바이스(402), 전기 유틸리티 및 보조/비필수 부하의 임의의 조합으로 정류기 경로를 통해 전력을 제공하도록 구성될 수 있다. 정류기 경로는, DC 버스(304), 및 DC/AC 인버터(308)의 DC측 상에 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있는, DC/AC 인버터(308)의 AC측 사이에 전기적으로 연결되는 것으로 본 명세서에 설명되는 컴포넌트들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 이 컴포넌트는, 하나 이상의 회로 차단기(404), 정적 인터럽트(static interrupt; 1202), 트랩된 키 인터로크(1204), 양방향 DC/AC 인버터(800)의 DC 측 상에 전력 저장 디바이스(402)에 전기적으로 연결된 양방향 DC/AC 인버터(800), AC/DC 정류기(1206), AC/DC 정류기(1206)를 DC 버스에 전기적으로 연결하는 DC 단로기(400)(예컨대, 도 12에 도시된 DC 단로기 B), 및 DC 버스(304)로부터의 피드백으로부터 정류기 경로를 전기적으로 보호하는 하나 이상의 다이오드(1208)의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 이러한 컴포넌트는 AC 버스(314)를 통해 서로 전기적으로 연결될 수 있다. 따라서, 정류기 경로는 또한, AC 버스(314)를 포함한다.

[0123] IT 부하(310), 전력 저장 디바이스(402), 전기 유틸리티 및 보조적/비-중요 부하의 임의의 조합으로 전력 모듈(12)로부터의 전력 출력의 흐름을 유도하기 위한 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 다양한 컴포넌트의 제어는, 전력 모듈(12)의 전력 출력의 판독값, IT 부하(310)의 전력 수요, 전력 저장 디바이스(402)의 충전 레벨 및 전기 유틸리티의 전력 출력의 임의의 조합에 기초할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)은 전력 모듈(12)로부터의 전력 출력의 흐름을 유도하기 위해 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 다양한 컴포넌트를 제어하도록 구성된 컨트롤 디바이스(301)를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 컨트롤 디바이스(301)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 다양한 컴포넌트의 임의의 조합에 통신가능하게 연결될 수 있고, 전력 모듈(12)로부터 전력 출력의 흐름을 유도하도록 다양한 컴포넌트로부터 신호를 수신하거나 및/또는 제어하도록 구성될 수 있다. 유사하게, 컨트롤 디바이스(301)는 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전기 유틸리티로부터의 전력 출력이 IT 부하(310)로 향하는 흐름을 유도하도록 구성될 수 있다.

[0124] 전력 모듈(12)은 DC/DC 컨버터(302)에 전기적으로 연결될 수 있고, 전기 도관(electrical conduit)을 통해 DC/DC 컨버터(302)에 DC 전류를 공급할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는, 전력원으로부터 수신된 DC 전류를 더 높거나 낮은 전압으로 변환하도록 구성될 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는 일방향일 수 있고, 입력단에서 전력을 수신하고 출력단에서 전력을 공급하도록 구성된다. 다양한 실시예에서, 전력원은 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)는, 입력단에서 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있고, 출력단에서 DC 전력 버스(304)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 모듈(12)로부터 DC/DC 컨버터(302)에 의해 수신된 DC 전류는 DC/DC 컨버터(302)에 의해 변환되고 DC 전력 버스(304)에 공급될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC/DC 컨버터(302)는, 전력에 대하여 지정된 전압 및/또는 암페어 전류로 IT 부하(310)에 대하여, 전압, 전류 및/또는 전력에 관하여 구성될 수 있는 임계량의 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 임계량의 전력은 미리 결정될 수 있고, 전력 모듈(12)의 전력 용량 및/또는 IT 부하(310)의 전력 수요에 기초할 수 있다. DC/DC 컨버터(302)에 의해 공급된 전력을 위한 지정된 전압 및/또는 암페어 전류는, DC 전력 버스(304) 상에서 또는 다른 DC/DC 컨버터(302)에 의해 공급된 전력을 위한 전압 및/또는 암페어 전류에 기초할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)은, N개의 전력 모듈(12) 및 DC 전력 버스(304) 사이에 배치된 임의의 개수 M개의 DC/DC 컨버터(302)를 포함할 수 있으며, 여기서 M은 1이상의 정수이고, N과 동일하거나 상이한 숫자일 수 있다.

[0125] DC 전력 버스(304)는 다수의 전력원을 위한 공통 전기 도관으로 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력원은 임의의 개수 및 조합의 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402), 전기 유틸리티 및/또는 발전기를 포함할 수 있다. DC 전력 버스(304)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 다른 컴포넌트, 가령 DC/DC 컨버터(302), DC/AC 인버터(308), DC 단로기(400), 회로 차단기(404), 양방향 DC/AC 인버터(800), 정적 인터럽터(1202) 및 AC/DC 정류기(1206)를 통해 전력원에 전기적으로 연결될 수 있다. DC 전력 버스(304)는 부하로 전력을 송신하도

록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 부하는 임의의 개수 "Q"개의 IT 부하(310)를 포함할 수 있고, 여기서 Q는 1 이상의 정수이고, Q는 N이나 M과 상이하거나 동일한 숫자일 수 있다. DC 전력 버스(304)는, 양의(positive) 전력 도관, 중립(neutral) 전력 도관 및 음의(negative) 전력 도관을 포함하는 3상 전력을 위한 도관을 제공할 수 있다.

[0126] DC/AC 인버터(308)는 전력원으로부터 수신된 DC 전류를 AC 전류로 반전(invert)하도록 구성될 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 일방향일 수 있어서, 입력단에서 전력을 수신하고 출력단에서 전력을 공급하도록 구성된다. 다양한 실시예에서, 전력원은 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(308)는 입력단에서 전력 모듈(12)에 전기적으로 연결될 수 있고, 출력단에서 정류기 경로에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력원으로부터 DC/AC 인버터(308)에 의해 수신된 DC 전류는 DC/AC 인버터(308)에 의해 반전(invert)될 수 있고, IT 부하(310), 전기 저장 디바이스(402), 전기 유틸리티, 및 보조/비중요 부하의 임의의 조합으로 정류기 경로를 통해 AC 전류로서 공급될 수 있다. 다양한 실시예에서, DC/AC 인버터(308)는 임계량의 전력을 초과하는, 전력 모듈(12)에 의해 생성된 전력에 대한 전압 및/또는 암페어 전류를 공급하도록 구성될 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)은, 각각이 전력 모듈(12) 및 정류기 경로 사이에 배치된 임의의 개수 P개의 DC/AC 인버터(308)를 포함할 수 있고, 여기서 P는 1이상의 정수이며, P는 N이나 M과 상이하거나 동일한 숫자일 수 있다.

[0127] 양방향 DC/AC 인버터(800)는 전력원으로부터 수신된 DC 전류를 AC 전류로 반전하고, 전력원으로부터 수신된 AC 전류를 DC 전류로 반전(invert)하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력원은 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전기 유틸리티를 포함할 수 있다. 양방향 DC/AC 인버터(800)는 전력원, 가령 전력 모듈(12)로 AC 단에서 DC/AC 인버터(308) 및/또는 전기 유틸리티를 통해 전기적으로 연결될 수 있다. 양방향 DC/AC 인버터(800)는 또한, 가령 AC/DC 정류기(1206)를 통해 AC단에서 IT 부하(310)에 전기적으로 연결될 수 있다. 양방향 DC/AC 인버터(800)는 전력원, 가령 전기 저장 디바이스(402)에 DC단에서 전기적으로 연결될 수 있다. 전력원으로부터 양방향 DC/AC 인버터(800)에 의해 수신된 DC 전류는, 양방향 DC/AC 인버터(800)에 의해 반전(invert)될 수 있고, IT 부하(310)에 공급될 수 있다. 전력원으로부터 양방향 DC/AC 인버터(800)에 의해 수신된 AC 전류는, 양방향 DC/AC 인버터(800)에 의해 반전될 수 있고, 전력 저장 디바이스(402)에 공급될 수 있다. 다양한 실시예에서, 양방향 DC/AC 인버터(800)는, IT 부하(310)의 전력 수요 및/또는 IT 부하(310)의 전력 구성, 및 전력 모듈(12) 및/또는 전기 유틸리티에 의해 제공된 정류기 경로 상의 전력에 기초하여 전력을 위한 지정된 전압 및/또는 암페어 전류를 공급하도록 구성될 수 있다.

[0128] IT 부하(310)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200) 내 전력을 소모하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력은 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402), 발전기 및/또는 전기 유틸리티의 임의의 개수 및 조합에 의해 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)에 제공될 수 있다. IT 부하(310)는, 임의의 개수 및 조합의 컴퓨팅 디바이스, 가령 서버, 네트워크 스위치, 라우터, 슈퍼컴퓨터 및/또는 양자 컴퓨터 및/또는 냉각 서브시스템을 포함할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)은 임의의 개수 "Q"의 IT 부하(310)를 포함할 수 있고, 여기서 Q는 1 이상의 정수이며, Q는 N이나 M과 상이하거나 동일한 숫자일 수 있다. IT 부하(310)에 의해 요구되는 전력의 전압 및/또는 암페어 전류는 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200) 상의 IT 부하(310)의 전력 수요일 수 있다. 다수의 IT 부하(310)는 특정 요구사항 내에 전력의 전압 및/또는 암페어 전류가 있도록 요구할 수 있고, 조합된 경우 이들 요구사항은 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200) 상의 IT 부하(310)의 전력 수요를 제시한다.

[0129] 전력 저장 디바이스(402)는 임의의 개수 및 조합의 전력 저장 디바이스(402)를 포함할 수 있다. 예컨대, 전력 저장 디바이스(402)는, 전자기 전력 저장소, 기계적 전력 저장소, 전기화학적 전력 저장소, 화학적 전력 저장소 및/또는 열적 전력 저장소를 포함하는 임의의 형태의 전력 저장소를 포함할 수 있다. 일부 비제한적 실시예는 커패시터, 플라이휠 및/또는 배터리를 포함한다. 전력 저장 디바이스(402)는, 중복 전력 공급을 제공하여 IT 부하(310)의 전력 수요의 신뢰성을 증가시킬 수 있다. 전력 유틸리티로부터의 전기 출력이 불충분하거나, 감소되거나 전혀 없는 경우, 전력 저장 디바이스(402)는 IT 부하(310)의 전력 수요의 공급을 증강 또는 지속하기 위해 사용될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 전력 모듈(12)에 의해 생성된 전력을 저장하도록 구성될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 IT 부하(310)의 전력 수요 아래에서 전력 모듈(들)(12)에 의한 전력의 생성에 응답하여, 저장된 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는, 정류기 경로를 통해 전력원(예컨대, 전기 유틸리티 및/또는 전력 모듈(들)(12))으로부터 전력을 수신하고, 정류기 경로를 통해 저장된 전력을 DC 전력 버스(304)에 출력할 수 있다.

[0130] 전기 보호 컴포넌트는 퓨즈, 회로 차단기 및/또는 스위치를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 DC 단로기(400)를 포함할 수 있다. DC 단로기(400)는 DC 전력 버스(304)에 대하여 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트들의 임의의 개수 및 조합을 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. DC 단로기

(400)는 임계 전력 허용오차를 갖도록 구성될 수 있고, 이는 전압, 전류 및/또는 전력에 관하여 구성될 수 있다. DC 단로기(400)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트의 임의의 개수 및 조합을 DC 전력 버스(304)에 연결하도록 일반적으로 구성될 수 있다. 임계 전력 허용오차를 초과하는 DC 단로기(400)에 공급된 전력은, DC 단로기(400)에 의한, DC 전력 버스(304)로부터의 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 임의의 개수 및 조합의 컴포넌트들의 연결해제를 트리거할 수 있다. 다양한 실시예에서, 임의의 개수 및 조합의 "T"개의 DC 단로기(400) - 상기 T는 1이상, 가령 T는 M+2와 같음 - 는 DC 전력 버스(304)로부터 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트들의 임의의 개수 및 조합을 선택적으로 연결 및 연결해제할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트는 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트는 정류기 경로의 컴포넌트 및 전력 모듈(12)을 포함할 수 있다.

[0131] 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 회로 차단기(404)를 포함할 수 있다. 회로 차단기(404)는, 임의의 개수 및 조합의 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트, 전기 유틸리티, 발전기 및/또는 보조/비중요 부하를 서로로부터 연결 및 연결해제하도록 구성될 수 있다. 회로 차단기(404)는 임계 전력 허용오차를 갖도록 구성될 수 있고, 이는 전압, 전류 및/또는 전력에 관해 구성될 수 있다. 회로 차단기(404)(예컨대, 도 12에 도시된 회로 차단기들(1-P), 회로 차단기(A), 회로 차단기(C), 회로 차단기(D) 및/또는 회로 차단기(F))는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트들의 임의의 개수 및 조합, 전기 유틸리티 및/또는 보조/비중요 부하를 서로에 대해 연결하도록 일반적으로 구성될 수 있다. 임계 전력 허용오차를 초과하거나 미달하는, 회로 차단기(404)에 공급된 전력은, 회로 차단기(404)에 의한, 임의의 개수 및 조합의 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트들을 서로로부터, 전기 유틸리티, 발전기 및/또는 보조/비중요 부하의 연결해제를 트리거할 수 있다. 예컨대, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)에 전력을 제공하는데 전기 유틸리티가 장애가 있는 것은, 임의의 개수의 회로 차단기(404)(예컨대, 회로 차단기들(1-P), 회로 차단기(A), 회로 차단기(B), 및/또는 회로 차단기(C))가 전기 유틸리티로부터 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)을 연결해제하고, 정류기 경로로부터 전력 모듈(12)을 연결해제하는 것을 트리거할 수 있다. 일부 실시예에서, 회로 차단기(404)(예컨대, 회로 차단기(B) 및/또는 회로 차단기(E))는 전기 유틸리티 및/또는 발전기로부터 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트들의 임의의 개수 및 조합을 연결해제하도록 일반적으로 구성될 수 있다. 예컨대, 회로 차단기(404)(예컨대, 회로 차단기(B))는 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트에 대하여 전기 유틸리티를 전기적으로 연결 및 연결해제하기 위한 유지보수 우회물(bypass)로 제공될 수 있고, 회로 차단기(404)는 수동으로 스위칭될 수 있다. 추가적인 예로서, 회로 차단기(404)(예컨대, 회로 차단기(E))는 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 컴포넌트에 대하여 발전기를 전기적으로 연결 및 연결해제하도록 제공될 수 있다. 회로 차단기(404)는, 전력 모듈(12)의 출력을 초과하는 IT 부하(310)의 수요 및 IT 부하(310)로 전력을 제공함에 있어서 전력 저장 디바이스(402) 및 전기 유틸리티의 장애에 응답하여, 발전기를 연결하게끔 조건부로 스위칭될 수 있다.

[0132] 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 정적 인터럽터(1202)를 포함할 수 있다. 정적 인터럽터(1202)는, 정적 인터럽터(1202)의 입력들 중 하나에서 전력의 정적 인터럽터 임계 전압 및/또는 암페어 전류에 응답하여 특정 방향으로 전류의 흐름을 허용하도록 구성될 수 있다. 정적 인터럽터(1202)는, 정적 인터럽터(1202)가 전력의 반대방향의 흐름을 허용할 수 있는 시점인, 반대 입력에서 전력의 정적 인터럽터 임계 전압 및/또는 암페어 전류를 수신할 때까지 일방향으로 전력의 흐름을 계속 허용할 수 있다. 정적 인터럽터(1202)는, 전력의 정적 인터럽터 임계 전압 및/또는 암페어 전류가 정적 인터럽터의 입력에 인가될 때까지 정적 인터럽터(1202)가 전력의 임의의 송신을 차단할 수 있는 시점인, 전력이 정적 인터럽터(1202)에 제공되는 것이 중단되는 때까지 일방향의 전력의 흐름을 계속 허용할 수 있다. 다양한 실시예에서, 정적 인터럽터(1202)는 전력 유틸리티로부터 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)과, IT 부하(310)로의 전력의 흐름을 제어할 수 있고, 정적 인터럽터(1202)는 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200) 및 전력 모듈(12)로부터 전기 유틸리티로 향하는 전력의 흐름을 제어할 수 있다. 도 13은 정적 인터럽터의 입력단/출력단 사이에 병렬로 연결된 대향하는 흐름 사이리스터(flow thyristor; 1300)를 포함하는 정적 인터럽터(1202)의 실시예를 도시한다. 본 명세서에서 논의되는 것처럼, 회로 차단기(404)(예컨대, 회로 차단기(B))가 유지보수 우회물로서 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 정적 인터럽터(1202) 및 유지보수 우회 회로 차단기(404)는, 병렬로 전기 연결될 수 있어서 전력이 정적 인터럽터(1202)를 우회하게끔 수동으로 제어될 수 있다.

[0133] 다양한 실시예에서, 전기 보호 컴포넌트는 다이오드(1208)를 포함할 수 있다. 다이오드(1208)는 지정된 방향으로 전력이 흐르게끔 허용하도록 구성될 수 있다. 다이오드(1208)는, 전력 모듈(12) 및/또는 정류기 경로로의 피드백 전기 흐름을 방지하기 위해 DC 전력 버스(304)과, 전력 모듈(12) 및/또는 정류기 경로 사이에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0134] 트랩된 키 인터로크(1204), 가령 커크 인터로크(Kirk interlock)는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)으로의 전력을 제공하기 위한 발전기 및 전기 유틸리티의 능력을 제어하게끔 구현될 수 있다. 트랩된 키 인터로크(trapped key interlock; 1204)는, 전기 유틸리티 및 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)을 전기적으로 연결하도록 구성된 회로 차단기(404)(예컨대, 회로 차단기(C)) 및 발전기와 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)을 전기적으로 연결하도록 구성된 회로 차단기(404)(예컨대, 회로 차단기(E))가 동시에 폐쇄되지 않을 수 있도록 강제할 수 있다. 트랩된 키 인터로크(1204)는, 트랩된 키 인터로크(1204)에 연결된 각각의 회로 차단기(400)의 상태의 변경을 허용하게끔 키가 사용되고, 키가 한번에 하나의 회로 차단기(404)의 상태의 변경을 허용하게끔 사용될 것을 요구할 수 있다.

[0135] AC/DC 정류기(1206)는 전력원으로부터 수신된 AC 전류를 DC 전류로 정류(rectify)하도록 구성될 수 있다. AC/DC 정류기(1206)는 일방향일 수 있어서, 입력단에서 전력을 수신하고 출력단에서 전력을 공급하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 전력원은 전력 모듈(12), 전력 저장 디바이스(402), 전기 유틸리티 및/또는 발전기를 포함할 수 있다. AC/DC 정류기(1206)는 정류기 경로를 통해 발전기 및/또는 전기 유틸리티에 입력단에서 전기적으로 연결될 수 있고, DC 전력 버스(304)를 통해 출력단에서 IT 부하(310)에 전기적으로 연결될 수 있다. AC/DC 정류기(1206)는, DC/AC 인버터(308, 800) 및 정류기 경로를 통해 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 전력 모듈(12)에 입력단에서 전기적으로 연결될 수 있고, DC 전력 버스(304)를 통해 출력단에서 IT 부하(310)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력원으로부터 AC/DC 정류기(1206)에 의해 수신된 AC 전류는, AC/DC 정류기(1206)에 의해 정류될 수 있고, DC 전력 버스(304)를 통해 DC 전류로서 IT 부하(310)에 공급될 수 있다. 다양한 실시예에서, AC/DC 정류기(1206)는 전력의 임계량을 초과하는, 전력 모듈(12)에 의해 생성된 전력의 전압 및/또는 암페어 전류를 공급하도록 구성될 수 있다. 예컨대, AC/DC 정류기(1206)의 전압 설정점은, AC/DC 정류기(1206)를 통해 IT 부하(310)에 추가 전력이 제공되기 이전에, DC 전력 버스(304)를 통해 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)에 임계량의 전력이 제공되도록 촉진하게끔 DC/DC 컨버터(302)의 전압 설정점 아래로 설정될 수 있다.

[0136] 도 14는 다양한 실시예에 따른 부하로의 하이브리드 DC 전력을 관리하기 위한 방법(1400)을 도시한다. 방법(1400)은, 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302), DC 전력 버스(304), DC/AC 인버터(308), IT 부하(310), DC 단로기(400), 전력 저장 디바이스(402), 회로 차단기(404), 양방향 DC/AC 인버터(800), 정적 인터럽터(1202), 트랩된 키 인터로크(1204), AC/DC 정류기(1206), 다이오드(1208) 및 정류기 경로의 임의의 개수 또는 조합으로부터 신호를 수신하거나 및/또는 이들로 제어 신호를 전송하도록 구성된 하나 이상의 컨트롤 디바이스(301)를 사용하여 구현될 수 있다. 다양한 실시예에서 가능한 대안적 구성을 포함하기 위하여, 방법(1400)을 구현하는 하드웨어는 본 명세서에서 "컨트롤 디바이스"로 지칭된다.

[0137] 결정 블록(1402)에서, 컨트롤 디바이스는 전력이 전기 유틸리티로부터 이용가능한지 여부를 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 전기 유틸리티는 장애가 발생할 수 있고, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)에 전력을 제공하지 못할 수 있다. 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는, 전기 유틸리티로부터 전력이 이용가능한지 여부를 결정하기 위해, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)에 제공되는 가령 암페어나 볼트와 같은 전력 레벨을 판독하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스에는, 전력이 전기 유틸리티로부터 이용가능한지 여부를 결정하기 위해 정적 인터럽터(1202)를 통해 전기 유틸리티로부터 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)에 전력이 제공되고 있는지 여부를 표시할 수 있는 정적 인터럽터(1202)의 상태가 통보될 수 있다.

[0138] 전력이 전기 유틸리티에서 이용가능하다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1402)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1404)에서 정상 모드로 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)을 동작시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 정상 모드(normal mode)에서의 동작은 도 15a의 방법(1500) 및/또는 도 15b의 방법(1550)을 참조하여 본 명세서에서 추가로 설명된다.

[0139] 전력이 전기 유틸리티에서 이용가능하지 않다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1402)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1406)에서 장애 모드(failure mode)로 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)을 동작시킬 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 장애 모드에서의 동작은 도 16의 방법(1600)을 참조하여 본 명세서에서 추가로 설명된다.

[0140] 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 결정 블록(1402)에서 전기 유틸리티로부터 전력이 이용가능하지 여부를 연속하여 또는 주기적으로 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는, 블록(1404)에서 정상 모드로 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)이 동작하는 것 또는 블록(1406)에서 장애 모드로 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)가 동작하는 것이 완료될 때 또는 그와 병행하여, 결정 블록(1402)에서 전력이 전기 유틸리티로부터 이용가능한지 여부를 결정할 수 있다.

[0141] 도 15a는 다양한 실시예에 따른 부하에 대한 하이브리드 DC 전력의 정상 모드 관리를 위한 방법(1500)을 도시한다. 방법(1500)은, 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302), DC 전력 버스(304), DC/AC 인버터(308), IT 부하(310), DC 단로기(400), 전력 저장 디바이스(402), 회로 차단기(404), 양방향 DC/AC 인버터(800), 정적 인터럽터(1202), 트랩된 키 인터로크(1204), AC/DC 정류기(1206), 다이오드(1208) 및 정류기 경로의 임의의 개수 또는 조합으로부터 신호를 수신하거나 및/또는 그로부터 컨트롤 신호를 전송하도록 구성된 하나 이상의 컨트롤 디바이스(301)를 사용하여 구현될 수 있다. 다양한 실시예에서 가능한 대안적 구성을 포함하기 위해, 방법(1500)을 구현하는 하드웨어는 본 명세서에서 "컨트롤 디바이스"로 지칭된다. 일부 실시예에서, 방법(1500)은 도 14를 참조하여 상술한 방법(1400)의 블록(1404)의 일부로서 구현될 수 있다.

[0142] 블록(1502)에서, 컨트롤 디바이스는 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 최대 임계량의 전력까지 하나 이상의 전력 모듈(12)의 출력을 제공할 수 있다. 시스템(1200) 내에 하나 이상의 전력 모듈(12)이 존재하기 때문에, 용어 "전력 모듈(12)"이 "하나 이상의 전력 모듈(12)"의 반복을 회피하기 위하여 명료함을 위해 하기에서 사용될 것이다. 하지만, 하기의 "전력 모듈"은 시스템(1200)에 위치한 하나 이상의 전력 모듈(12)을 의미하는 것임을 유의해야 한다. 본 명세서에서 논의되는 것처럼, 전력은, 전력 모듈(12)을 DC 전력 버스(304)를 전기적으로 연결하는 DC/DC 컨버터(302)를 통해, 그리고 DC/DC 컨버터(302)를 IT 부하(310)에 전기적으로 연결하는 DC 전력 버스(304)를 통해 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)에 제공될 수 있다. DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 전력 모듈(12)이 제공할 수 있는 전력의 양은, 미리 결정되어서, 전압, 전류 및/또는 전력에 관하여 구성될 수 있는 임계량의 전력으로 설정될 수 있다. 전력 모듈(12)은 임계량의 전력보다 많이 생성할 수 있도록 구성될 수 있지만, 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 모듈(304)을 통해 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)에 제공되는 전력의 양을 임계량의 전력으로 제한하도록 구성될 수 있다.

[0143] 블록(1504)에서, 컨트롤 디바이스는 임계량의 전력을 초과하는 전력 모듈(12)의 전력 출력을 정류기 경로에 제공할 수 있다. 본 명세서에서 논의되는 것처럼, 전력 모듈(12)은 DC/AC 인버터(308)를 통해 정류기 경로에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)는 DC 전력 버스(304)로 출력될 수 있는 전력 출력의 양, 즉 임계량의 전력으로 제한될 수 있기 때문에, 전력 모듈(12)에 의해 생성된 임의의 추가 전력은 DC 전력으로부터 AC 전력으로 반전(invert)될 수 있고, 정류기 경로에 제공될 수 있다.

[0144] 결정 블록(1506)에서 컨트롤 디바이스는, 전력 수요로도 또한, 본 명세서에서 지칭되는 IT 부하(310)로부터의 부하 수요(load demand)가 전력 모듈(12)의 출력보다 적은지 여부를 결정할 수 있다. 전력 모듈(12)의 출력은 DC 전력 버스(304)로 출력된 임계량의 전력 및 정류기 경로로 출력되는 전력 모듈(12)에 의해 생성된 추가 전력을 조합한 전체 출력일 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 전력 모듈(12)이 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 출력할 수 있는 임계량의 전력을, 가령 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)로부터 검색하거나 또는 이에 대한 사전 정보를 가질 수 있다. 컨트롤 디바이스는 DC 전력 버스(304) 및/또는 정류기 경로에 대한 전력 모듈(12)의 전력 출력에 관한 신호를 감지 및/또는 수신할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요의 신호를 감지 및/또는 수신할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 부하 수요가 전력 모듈(12)의 출력보다 적은지 여부를 결정하기 위해 IT 부하(310)로부터의 부하 수요를 전력 모듈(12)의 출력과 비교할 수 있다.

[0145] IT 부하(310)로부터의 부하 수요가 전력 모듈(12)의 출력보다 적다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1506)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1508)에서 전력 저장 디바이스(402) 충전 레벨(즉, 충전 상태)이 충전 임계량을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 전력 저장 디바이스(402)의 충전 레벨을 표시하는 신호를 테스트 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 충전 레벨이 충전 임계량을 초과하는지 여부를 결정하기 위해 전력 저장 디바이스(402)의 충전을 충전 임계량과 비교할 수 있다. 예컨대, 충전 임계량은 전력을 저장하기 위한 전력 저장 디바이스의 최대 충전 레벨, 가령 75% 이상의 충전 레벨, 예컨대 100%의 충전 레벨일 수 있다.

[0146] 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 임계량을 초과하지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1508)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1510)에서 정류기 경로 상에 전력 모듈(12)의 출력을 사용하여 전력 저장 디바이스(402)를 충전할 수 있다. 본 명세서에서 논의되는 것처럼, 임계 전력량을 초과하는 전력 모듈(12)의 전력 출력은 정류기 경로로 출력될 수 있다. 전력 모듈(12)에 의해 정류기 경로로 출력된 전력의 적어도 일부는, IT 부하(310)에 전력을 공급하기 위해 필요하지 않을 수 있다. 충전 임계량을 초과하지 않는 전력 저장 디바이스 충전 레벨에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 전력 저장 디바이스(402)를 충전하기 위해 전력 저장 디바이스(402)를 향하여 정류기 경로를 통해 전력 모듈(12)에 의해 출력된 전력의 적어도 일부를 유도시킬 수 있다. 전력 모듈(12)에 의해 출력된 정류기 경로 상의 전력은, DC/AC 인버터(308)에 의해 DC 전력으로부터 반전(invert)된 AC 전력일 수 있다. 전력 저장 디바이스(402)는 충전을 위해 DC 전력을 사용할 수 있다. 양방향

DC/AC 인버터(800)는 전력 저장 디바이스(402)를 충전하기 위해 AC 전력의 적어도 일부를 DC 전력으로 반전시키도록 컨트롤 디바이스에 의해 제어될 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1508)에서 전력 저장 디바이스(402) 충전 레벨이 충전 임계량을 초과하는지 여부를 반복하여, 주기적으로 및/또는 연속적으로 결정할 수 있다. 예컨대, 컨트롤 디바이스는, 전력 저장 디바이스(402)가 블록(1510)에서 충전되는 동안에 결정 블록(1508)에서 전력 저장 디바이스(402) 충전 레벨이 충전 임계량을 초과하는지 여부를 반복하여, 주기적으로 및/또는 연속적으로 결정할 수 있다.

[0147] 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 임계량을 초과한다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1508)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1512)에서 전기 유틸리티로 정류기 경로 상의 전력 모듈(12)의 출력을 제공할 수 있다. 임계 전력량을 초과하는 전력 모듈(12)에 의해 생성된 전력은, DC/AC 인버터(308)에 의해 DC 전력으로부터 반전된 AC 전력으로 정류기 경로에 출력될 수 있다. 전력 모듈(12)에 의해 정류기 경로로 출력된 전력의 적어도 일부는 IT 부하(310)에 전력을 공급하기 위해 필요하지 않을 수 있다. IT 부하(310)에 전력을 공급하는데 필요하지 않은 전력 모듈(12)에 의해 정류기 경로로 출력된 전력의 일부는, 전기 유틸리티로 출력될 수 있다.

[0148] IT 부하(310)로부터의 부하 수요가 전력 모듈(12)의 출력보다 적지 않다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1506)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1514)에서 IT 부하(310)로 정류기 경로 상에 전력 모듈(12)의 전기 출력을 제공할 수 있다. 전력 모듈(12)이 임계량의 전력보다 많은 전력을 생성하는 한, 전력 모듈(12)은 정류기 경로로 전력을 출력할 수 있다. 정류기 경로로 전력 모듈에 의해 출력된 전력은 IT 부하(310)에 전력을 공급하는데 사용될 수 있다.

[0149] 결정 블록(1516)에서, 컨트롤 디바이스는 전력 저장 디바이스 출력 레벨이 충전 출력 임계량을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 예컨대, 충전 출력 임계량은, 가령 50%의 충전 레벨과 같은, IT 부하(310)로 전력 저장 디바이스로부터 전력을 제공하기 위해 적절한 전력 저장 디바이스의 최소 충전 레벨일 수 있다. 컨트롤 디바이스는 전력 저장 디바이스(402)의 충전 레벨을 나타내는 신호를 테스트 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과하는지 여부를 결정하기 위해, 전력 저장 디바이스(402)의 충전을 충전 출력 임계량과 비교할 수 있다. IT 부하(310)로부터의 부하 수요가 결정 블록(1506)에서 전력 모듈(12)의 출력보다 적지 않다고 결정함에 의하여, 컨트롤 디바이스는, 보충될 필요가 있을 수 있는 IT 부하(310)의 전력 수요를 충족시키기에는 불충분한 전력 모듈(12)에 의해 제공되는 전력이 있음을 인식할 수 있다.

[0150] 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과하지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1516)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1518)에서 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)에 전기 유틸리티의 출력을 제공할 수 있다. IT 부하(310)의 전력 수요를 충족시키기에는 불충분한 전력 모듈(12)에 의해 출력된 전력을 보충하기 위해, 컨트롤 디바이스는, 전력 모듈(12)에 의해 출력된 전력의 부족함을 경감시키도록 전기 유틸리티로부터의 전력의 양을 계산하여 제공할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요 및 IT 부하(310)로 향하는 전력 모듈(12)에 의해 출력된 전력을 표시하는 신호를 판독 및/또는 수신하고, 얼마나 많은 전력이 IT 부하(310)의 전력 수요를 충족시키기 위해 전기 유틸리티로부터 필요한지를 계산하도록 구성될 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 전기 유틸리티로부터 IT 부하(310)로 향하는 전력 출력의 양을 제공하게끔 정류기 경로의 컴포넌트를 제어할 수 있다.

[0151] 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과한다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1516)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1520)에서 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)에, 전력 저장 디바이스(402)의 출력을 제공할 수 있다. IT 부하(310)의 전력 수요를 충족하기에 불충분한 전력 모듈(12)에 의한 전력 출력을 보충하기 위하여, 컨트롤 디바이스는, 전력 모듈(12)에 의해 출력된 전력의 부족함을 경감시키도록, 전력 저장 디바이스(402)로부터의 전력의 양을 계산하고 제공할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요 및 IT 부하(310)로 전력 모듈(12)에 의해 출력된 전력을 표시하는 신호를 판독 및/또는 수신하고, IT 부하(310)의 전력 수요를 충족하기 위해 얼마나 많은 전력이 전력 저장 디바이스(402)로부터 필요한지를 계산하도록 구성될 수 있다. 컨트롤 디바이스는 전력 저장 디바이스(402)로부터 IT 부하(310)로 전력 출력의 양을 제공하기 위해 정류기 경로의 컴포넌트를 제어할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1516)에서 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과하는지 여부를 반복하여, 주기적으로 및/또는 연속하여 결정할 수 있다. 예컨대, 컨트롤 디바이스는, 전력 저장 디바이스(402)가 블록(1520)에서 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)에 전력을 출력하는 동안에 결정 블록(1516)에서 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과하는지 여부를 반복하여, 주기적으로 및/또는 연속으로 결정할 수 있다.

[0152] 도 15b는 다른 실시예에 따른 부하로의 하이브리드 DC 전력의 정상 모드 관리를 위한 방법(1550)을 도시한다. 방법(1550)은, 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302), DC 전력 버스(304), DC/AC 인버터(308), IT 부하(310), DC 단로기(400), 전력 저장 디바이스(402), 회로 차단기(404), 양방향 DC/AC 인버터(800), 정적 인터럽터(1202), 트랩된 키 인터로크(1204), AC/DC 정류기(1206), 다이오드(1208) 및 정류기 경로로부터 신호를 수신하거나 및/또는 이들로 컨트롤 신호를 전송하도록 구성된 하나 이상의 컨트롤 디바이스(301)를 사용하여 구현될 수 있다. 다양한 실시예에서 가능한 대안적 구성을 포함하기 위하여, 방법(1550)을 구현하는 하드웨어는 본 명세서에서 "컨트롤 디바이스"로 지칭된다. 일부 실시예에서, 방법(1550)은 도 14를 참조하여 방법(1400)의 블록(1404)의 일부로서 구현될 수 있다.

[0153] 도 15b의 대안적 실시예의 방법에서, 블록들(1502, 1504, 1508, 1510, 1512, 1516, 1518, 1520)은, 도 15a의 방법(1500)의 동일한 번호의 블록들에 기술된 바와 같이 구현될 수 있다.

[0154] 블록(1502)에서, 컨트롤 디바이스는 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로, 최대 전력 임계량만큼 전력 모듈(12)의 출력을 제공할 수 있다.

[0155] 결정 블록(1552)에서, 컨트롤 디바이스는, 전력 수요로도 본 명세서에서 지칭되는 IT 부하(310)의 부하 수요가 임계량의 전력보다 적은지 여부를 결정할 수 있다. 본 명세서에서 논의되는 바와 같이, 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)는, DC 전력 버스(304)에 출력될 수 있는 전력 출력의 양을, 즉 임계량의 전력으로 제한될 수 있다. 임계량의 전력은, 미리 결정될 수 있고, IT 부하(310)의 전력 수요 및/또는 전력 모듈(12)의 전력 용량에 기초할 수 있다. 예컨대, 임계량의 전력은, IT 부하(310)의 통상적인 전력 수요의 적어도 지정된 일부분을 충족할 수 있는 전력의 양일 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 가령 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)로부터, 전력 모듈(12)이 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 출력할 수 있는 임계량의 전력에 대한 사전 지식을 가질 수 있거나, 이를 검색할 수 있다(retrieve). 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요의 신호를 수신 및/또는 감지할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, IT 부하(310)의 부하 수요가 임계량의 전력보다 적은지 여부를 결정하기 위해, IT 부하의 부하 수요를 임계량의 전력과 비교할 수 있다.

[0156] IT 부하(310)의 부하 수요가 임계량의 전력보다 적다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1552)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1554)에서, DC 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 제공되는 전력 출력을 초과하는, 전력 모듈(12)의 전력 출력을 정류기 경로에 제공할 수 있다. 본 명세서에서 논의되는 것처럼, 전력 모듈(12)은 DC/AC 인버터(308)를 통해 정류기 경로에 전기적으로 연결될 수 있다. IT 부하(310)의 부하 수요를 초과하는, 전력 모듈(12)에 의해 생성된 추가 전력은, DC 전력에서 AC 전력으로 반전(invert)될 수 있고, 정류기 경로에 제공될 수 있다.

[0157] 결정 블록(1508)에서, 컨트롤 디바이스는 전력 저장 디바이스(402) 충전 레벨(즉, 충전 상태)이 충전 임계량(charge threshold amount)을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 임계량을 초과하지 않는다는 결정(즉, 결정 블록(1508)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1510)에서 정류기 경로 상에서 전력 모듈(12)의 출력을 사용하여 전력 저장 디바이스(402)를 충전할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 결정 블록(1508)에서 전력 저장 디바이스(402)가 충전 임계량을 초과하는지 여부를 반복하여, 주기적으로 및/또는 연속적으로 결정할 수 있다. 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 임계량을 초과한다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1508)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1512)에서 전기 유틸리티로 정류기 경로 상에서 전력 모듈(12)의 출력을 제공할 수 있다.

[0158] IT 부하(310)의 부하 수요가 임계량의 전력보다 적지 않다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1552)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1504)에서, 임계량의 전력을 초과하는 전력 모듈(12)의 전력 출력을 정류기 경로에 제공할 수 있다.

[0159] 블록(1556)에서, 컨트롤 디바이스는 정류기 경로 상에서 IT 부하(310)에 전력 모듈(12)의 출력의 적어도 일부(즉, 일부 또는 전부)를 제공할 수 있다. IT 부하(310)의 부하 수요가 임계량의 전력, 즉 DC 전력 버스(304)를 통해 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 제공된 전력의 양을 초과함에 따라, 전력 모듈(12)로부터 정류기 경로로 제공된 추가 전력은 IT 부하(310)의 부하 수요를 충족하는데 사용될 수 있다. 전력 모듈(12)에 의해 제공된 정류기 경로 상의 전력량 및 IT 부하(310)의 부하 수요에 따라, 전력 모듈(12)에 의해 제공된 정류기 경로 상의 전력의 일부 또는 전부가 IT 부하(310)로 제공될 수 있다. 정류기 경로는 AC/DC 정류기(1206)를 통해 IT 부하에 전기적으로 연결될 수 있고, 이는 정류기 경로 상의 AC 전류를 IT 부하(310)로 제공되는 DC 전류로 변환할 수 있다.

[0160] 결정 블록(1558)에서, 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 부하 수요가 충족되는지 여부를 결정할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, IT 부하(310)의 부하 수요 및 블록(1556)에서와 같은 정류기 경로를 통과하는, DC 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 제공된 전력의 양, 즉 임계량의 전력을 제어, 미리 결정 및/또는 감지할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, IT 부하(310)의 부하 수요가 충족되는지 여부를 결정하기 위해, 정류기 경로 및 DC 버스(304)를 통해 IT 부하(310)에 제공되는 전력의 합과 부하 수요를 비교할 수 있다.

[0161] IT 부하(310)의 부하 수요가 충족된다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1558)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1560)에서 정류기 경로 상에서 이용가능한 전력이 있는지 여부를 결정할 수 있다. 전술한 바와 같이, 컨트롤 디바이스는 블록(1556)에서와 같이 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)로 제공된 전력의 양을 제어, 미리 결정 및/또는 감지할 수 있다. 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 또한, 블록(1504)에서와 같이, 전력 모듈(12)로부터 정류기 경로에 제공된 전력의 양을 제어, 미리 결정 및/또는 감지할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 정류기 경로로부터 IT 부하(310)에 제공된 전력의 양과, 전력 모듈(12)로부터 정류기 경로에 제공된 전력의 양으로부터 정류기 경로 상에 잔존하는 전력의 양을 계산할 수 있다. 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 또한, 정류기 경로로부터 IT 부하(310)에 전력을 제공한 이후, 정류기 경로 상에 잔존하는 전력의 양을 제어, 미리 결정 및/또는 감지할 수 있다. 정류기 경로 상에 이용가능한 전력이 없다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1560)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 결정 블록(1558)에서 IT 부하(310)의 부하 수요가 충족되는지 여부를 반복하여, 주기적으로 및/또는 연속적으로 결정할 수 있다.

[0162] 정류기 경로 상에 전력이 이용가능하다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1560)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1508)에서, 전력 저장 디바이스(402) 충전 레벨(즉, 충전 상태)이 충전 임계량을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 임계량을 초과하지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1508)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1510)에서 정류기 경로 상에서 전력 모듈(12)의 출력을 사용하여 전력 저장 디바이스(402)를 충전할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1508)에서 전력 저장 디바이스(402) 충전 레벨이 충전 임계량을 초과하는지 여부를 반복하여, 주기적으로 및/또는 연속하여 결정할 수 있다. 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 임계량을 초과한다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1508)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1512)에서 정류기 경로 상에 전력 모듈(12)의 출력을 전기 유틸리티에 제공할 수 있다.

[0163] IT 부하(310)의 부하 수요가 충족되지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1558)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 결정 블록(1516)에서 전력 저장 디바이스(402) 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과하지 않는다는 결정(즉, 결정 블록(1516)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1518)에서 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)로 전기 유틸리티의 출력을 제공할 수 있다. 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과한다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1516)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1520)에서 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)로 전력 저장 디바이스(402)의 출력을 제공할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 결정 블록(1516)에서 전력 저장 디바이스 충전 레벨이 충전 출력 임계량을 초과하는지 여부를 반복하여, 주기적으로 및/또는 연속하여 결정할 수 있다.

[0164] 도 16은 다양한 실시예에 따른 부하로 향하는 하이브리드 DC 전력의 장애 모드 관리를 위한 방법(1600)을 도시한다. 방법(1600)은, 전력 모듈(12), DC/DC 컨버터(302), DC 전력 버스(304), DC/AC 인버터(308), IT 부하(310), DC 단로기(400), 전력 저장 디바이스(402), 회로 차단기(404), 양방향 DC/AC 인버터(800), 정적 인터럽터(1202), 트랩된 키 인터로크(1204), AC/DC 정류기(1206), 다이오드(1208) 및 정류기 경로의 임의의 개수 또는 조합으로부터 신호를 수신 및/또는 컨트롤 신호를 전송하도록 구성된 하나 이상의 컨트롤 디바이스(301)를 사용하여 구현될 수 있다. 다양한 실시예에서 가능한 대안적 구성을 포함하기 위하여, 방법(1600)을 구현하는 하드웨어는 본 명세서에서 "컨트롤 디바이스"로 지칭된다. 일부 실시예에서, 방법(1600)은 도 14를 참조하여 전술된 방법(1400)의 블록(1406)의 일부로서 구현될 수 있다.

[0165] 블록(1602)에서, 컨트롤 디바이스는 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 최대 임계량의 전력만큼 전력 모듈(12)의 출력을 제공할 수 있다. 본 명세서에서 논의되는 것처럼, 전력은, DC/DC 컨버터(302)를 IT 부하(310)로 전기적으로 연결하는 DC 전력 버스(304)를 통해, 그리고 전력 모듈(12)을 DC 전력 버스(304)로 전기적으로 연결하는 DC/DC 컨버터(302)를 통해 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 제공될 수 있다. DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)에 전력 모듈(12)이 제공할 수 있는 전력의 양은 미리 결정될 수 있고, 전압, 전류 및/또는 전력과 관련하여 구성될 수 있는 임계량의 전력으로 설정될 수 있다. 전력 모듈(12)은, 임계량의 전력보다 많이 생산하도록 구성될 수 있지만, 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)는, DC 전력 버스(304)를 통해 전력 모

듈(12)로부터 IT 부하(310)로 제공되는 전력의 양을, 임계량의 전력으로 제한하도록 구성될 수 있다.

[0166] 블록(1604)에서, 컨트롤 디바이스는, 전기 유틸리티가 장애가 발생하는 경우(즉, 전력 공급을 중단하는 경우) 전력 모듈(12)을 정류기 경로로부터 그리고 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)을 전기 유틸리티로부터 분리(isolate)시킬 수 있다. 전력 모듈(12)은, DC/AC 인버터(308) 및 임의의 개수의 회로 차단기(404)(예컨대, 도12에 도시된 회로 차단기(1-P) 및/또는 회로 차단기(A))를 포함하는, 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)의 다른 컴포넌트를 통해 정류기 경로에 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 모듈(12)을 정류기 경로로부터 분리하기 위해, 컨트롤 디바이스는 DC/AC 인버터(308)로 하여금, 정류기 경로로의 DC/AC 인버터(308)의 출력을 차단하거나 및/또는 전력 모듈(12)을 정류기 경로에 전기적으로 연결하는 적어도 하나의 회로 차단기(404)가 개방되도록 제어할 수 있다. 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)은, 정적 인터럽터(1202) 및 회로 차단기(404)(예컨대, 도12에 도시된 회로 차단기(C))를 통해 전기 유틸리티에 전기적으로 연결될 수 있다. 전기 유틸리티로부터 연료 전지 IT 그리드 시스템(1200)을 분리시키기 위해, 컨트롤 디바이스는 정적 인터럽터(1202)의 동작을 방지하거나 및/또는 회로 차단기(404)를 개방할 수 있다. 일부 실시예에서, 정적 인터럽터(1202)는, 회로 차단기(404)를 개방하기 이전에 동작을 멈출 수 있다. 일부 실시예에서, 회로 차단기(404)는, 일반적으로 폐쇄되도록 구성될 수 있고, 유틸리티가 전력 공급을 위해 이용가능하지 않은 경우에만 개방되도록 일반적으로 구성될 수 있다.

[0167] 결정 블록(1606)에서, 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요가 전력 모듈(12)이 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)에 출력할 수 있는 임계량의 전력을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 가령 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)로부터, 전력 모듈(12)이 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)에 출력할 수 있는 임계량의 전력에 대한 사전 지식을 가지고 있거나 이를 검색(retrieve)할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요의 신호를 감지 및/또는 수신할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, IT 부하(310)의 전력 수요가, 전력 모듈(12)이 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)에 출력할 수 있는 임계량의 전력을 초과하는지 여부를 결정하기 위해, 임계량의 전력을 전력 수요와 비교할 수 있다.

[0168] IT 부하(310)의 전력 수요가, 전력 모듈(12)이 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 출력할 수 있는 임계량의 전력을 초과하지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1606)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1620)에서, DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로, 최대 임계량의 전력만큼 전력 모듈(12)의 출력을 제공할 수 있다.

[0169] IT 부하(310)의 전력 수요가, 전력 모듈(12)이 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 출력할 수 있는 임계량의 전력을 초과한다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1606)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1608)에서 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)로 전력 저장 디바이스(402)의 출력을 제공할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요의 신호를 감지 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. IT 부하(310)의 전력 수요를 IT 부하(310)로 전력 모듈(12)에 의해 출력되는 임계량의 전력과 비교함으로써, 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요를 충족시키기 위해 필요한 전력의 양을 계산할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, IT 부하(310)의 전력 수요를 충족하기에 필요한 계산된 전력의 양을, 전력 저장 디바이스(402)로부터 AC 버스(314)로 출력하게끔 전력 저장 디바이스(402) 및/또는 양방향 DC/AC 인버터(800)를 제어할 수 있다.

[0170] 결정 블록(1610)에서, 컨트롤 디바이스는 전력 저장 디바이스(402)로부터 IT 부하(310)로 향하는 출력이 안정적인지 여부를 결정할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 전력 저장 디바이스(402)로부터 IT 부하(310)레 제공하기 위해 정류기 경로 상에서 이용가능한 전력의 양 및/또는 수량에 대한 신호를 감지 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요의 신호를 감지 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. IT 부하(310)의 전력 수요를, 정류기 경로 상에서 전력 저장 디바이스(402)로부터 이용가능한 전력 및 전력 모듈(12)에 의해 IT 부하(310)로 출력된 임계량의 전력과 비교함으로써, 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요가 충족되고 있는지 여부를 결정할 수 있다. IT 부하(310)의 전력 수요가, 정류기 경로를 통해 전력 저장 디바이스(402)에 의해 그리고 DC 전력 버스(304)를 통해 전력 모듈(12)에 의해 IT 부하(310)에 제공된 전력에 의해 충족되고 있는 경우, 컨트롤 디바이스는 전력 저장 디바이스(402)로부터 IT 부하(310)로 향하는 출력이 안정적이라고 결정할 수 있다. 즉, 컨트롤 디바이스는, 양방향 DC/AC 인버터(800)에 의해 DC로부터 AC로 변환된, 전력 저장 디바이스(402)의 전력 출력에 의해 생성된, 정류기 경로 상의 AC 그리드가 안정적이라고 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는 또한, IT 부하(310)로 전력 저장 디바이스(402)로부터의 출력이 안정적인지 여부를 결정하기 위해, 정류기 경로 상의 AC 전력의 품질, 가령 진폭을, 정성적 임계치와 비교할 수 있다.

[0171] 전력 저장 디바이스(402)로부터 IT 부하(310)로 향하는 출력이 안정적이지 않다는 결정(즉, 결정 블록(1610)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1608)에서 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)로 전력 저장

디바이스(402)의 출력을 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 컨트롤 디바이스는, 양방향 DC/AC 인버터(800)에 의해 DC에서 AC로 변환된 전력 저장 디바이스(402)의 전력 출력에 의해 생성된 정류기 경로 상의 AC 그리드를 안정화하기 위해 전력 저장 디바이스(402)의 전력 출력을 증가시킬 수 있다. IT 부하로의 전력 저장 디바이스(402)로부터의 출력이 안정적이라고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1610)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1612)에서 정류기 경로에, 임계량의 전력을 초과하는 전력 모듈(12)의 출력을 제공할 수 있다. 본 명세서에서 논의되는 것처럼, 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)는, DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 출력될 수 있는 임계량의 전력으로 제한될 수 있고, 임계량의 전력을 초과하여 전력 모듈(12)에 의해 생성된 임의의 전력은, DC/AC 인버터(308)에 의해 AC 전력으로 반전(invert)될 수 있고, 정류기 경로로 출력될 수 있다. 일부 실시예에서, 정류기 경로로 임계량의 전력을 초과하는 전력 모듈(12)의 출력을 제공하기 위해, 컨트롤 디바이스는 블록(1604)에서 정류기 경로로부터 전력 모듈(12)이 분리된 것을 해제(undo)시킬 수 있다. 분리를 해제하거나, 정류기 경로로 전력 모듈(12)을 다시 연결하기 위해, 컨트롤 디바이스는 DC/AC 인버터(308)로 하여금 DC/AC 인버터(308)의 출력을 정류기 경로로 허용하도록 제어하거나 및/또는 전력 모듈(12)을 정류기 경로에 전기적으로 연결하는 적어도 하나의 회로 차단기(404)(예컨대, 도 12에 도시된 회로 차단기(1-P) 및/또는 회로 차단기(A))가 폐쇄되도록 제어할 수 있다.

[0172] 결정 블록(1614)에서, 컨트롤 디바이스는, IT 부하(310)의 잔존하는 전력 수요(즉, DC 버스(304) 상의 전력 모듈(12)의 출력을 초과하는 수요)가 정류기 경로 상에서 전력 모듈(12)의 출력에 의해 충족되는지 여부를 결정할 수 있다. 전력 모듈(12)의 출력은, DC 전력 버스(304)로 출력되는 임계량의 전력과, 정류기 경로로 출력되는 전력 모듈(12)에 의해 생성된 추가 전력을 합한 전체 출력일 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 가령 전력 모듈(12) 및/또는 DC/DC 컨버터(302)로부터, 전력 모듈(12)이 DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)로 출력할 수 있는 임계량의 전력에 대한 사전 지식을 갖거나 이를 검색할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 정류기 경로 및/또는 DC 전력 버스(304)로의 전력 모듈(12)의 전력 출력의 신호를 감지 및/또는 수신할 수 있다. 컨트롤 디바이스는 IT 부하(310)의 전력 수요의 신호를 감지 및/또는 수신할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, IT 부하(310)의 전력 수요가 전력 모듈(12)의 전력 출력보다 적은지 여부를 결정하기 위해, 정류기 경로 및/또는 DC 전력 버스(304)로 향하는 전력 모듈(12)의 출력량 및/또는 임계 전력량을 전력 수요와 비교할 수 있다.

[0173] IT 부하(310)의 잔존하는 전력 수요가 정류기 경로 상에서 전력 모듈(12)의 출력에 의해 충족되지 않는다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1614)이 "아니오"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는 블록(1616)에서 전력 모듈(12)의 전력 출력을 제공하고, 정류기 경로 상에서 전력 저장 디바이스(402)의 전력 출력을 IT 부하(310)에 계속 제공할 수 있다. IT 부하(310)의 전력 수요가 전력 모듈(12)의 출력보다 큰 경우, 전력 모듈(12)의 출력은 IT 부하(310)에 의해 완전하게 소진될 수 있다. 따라서, 컨트롤 디바이스는, 정류기 경로를 통해 IT 부하(310)로, (블록(1608)에서와 같이) 전력 저장 디바이스(402)로부터 그리고 전력 모듈(12)로부터, DC 전력 버스(304)를 통해 IT 부하(310)에 전력 모듈(12)이 출력할 수 있는 임계량의 전력보다 큰 초과 전력을 제공할 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 전력 저장 디바이스(402)가 더 이상 동일한 양의 부하 수요를 지원할 필요가 없어질 수 있기 때문에, 전력 모듈(12)의 전력 출력을 제공하기 이전과 비교할 때, 전력 저장 디바이스(402)로부터의 전력을 감소시킬 수 있다. 컨트롤 디바이스는, 결정 블록(1614)에서 정류기 경로 상에서 전력 모듈(12)의 출력에 의해 IT 부하(310)의 전력 수요가 충족되는지 여부를, 반복하여, 주기적으로 및/또는 계속하여 결정할 수 있다.

[0174] IT 부하(310)의 잔존하는 전력 수요가 정류기 경로 상에서 전력 모듈(12)의 출력에 의해 충족된다고 결정하는 것(즉, 결정 블록(1614)이 "예"인 것)에 응답하여, 컨트롤 디바이스는, 블록(1618)에서 IT 부하(310)의 잔존하는 전력 수요를 충족시키기 위해, 정류기 경로에서 전력 모듈(12)로부터 IT 부하(310)로 출력의 전부 또는 일부를 제공할 수 있다. 블록(1620)에서, 컨트롤 디바이스는 AC/DC 정류기(1260) 및 AC 버스(314)를 통해 IT 부하(310)에 전력 저장 디바이스(402)의 출력을 제공하는 것을 중단하기 위해 AC/DC 인버터를 제어할 수 있다. 블록(1622)에서, 컨트롤 디바이스는, 전력 저장 디바이스(402)의 충전 상태가 충전 임계치를 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 즉, 컨트롤 디바이스는 전력 저장 디바이스(402)가, 디바이스(402)의 충전 상태가 특정 임계치 미만인 경우(예컨대, 100% 미만, 가령 75% 미만) 재충전될 필요가 있는지 여부를 결정할 수 있다.

[0175] 컨트롤 디바이스가 전력 저장 디바이스(402)가 재충전되어야 하고(즉, 충전이 충전 임계치를 초과하지 않고 결정 블록(1622)이 "아니오"인 것), IT 부하(310)의 잔존하는 전력 수요를 충족하는데 사용되는 양을 초과하는, 정류기 경로 상의 전력 모듈(12)의 잔존하는 출력이 존재하는 경우, 이후 블록(1624)에서, 컨트롤 디바이스는, 전력 저장 디바이스(402)가 충전 임계치에 도달할 때까지(즉, 디바이스(402)가 완전히 충전될 때까지) 정류기 경로 상의 전력 모듈(12)의 잔존하는 출력을 사용하여 전력 저장 디바이스(402)를 충전할 수 있다. 블록(1624)에서, 컨트롤 디바이스는, 정류기 경로 상의 전력 모듈(12)의 잔존하는 출력을 전력 저장 디바이스(402)에 제공

하게끔 DC/AC 인버터(800)를 제어할 수 있다. 즉, 전력은 AC 버스(314)로부터 DC/AC 인버터(800)를 통해 전력 저장 디바이스(402)로 흐른다. 프로세스는 이후, 장애 모드가 종료되고 정상 모드가 복원될 때까지 블록(1614)으로 복귀한다.

[0176] 컨트롤 디바이스가, IT 부하(310)의 잔존하는 전력 수요를 충족하기 위해 사용된 양을 초과하여, 정류기 경로 상에 전력 모듈(12)의 잔존하는 출력이 없다고 결정하는 경우, 이후 프로세스는, 장애 모드가 종료되고 정상 모드가 복원될 때까지 블록(1614)으로 복귀한다. 컨트롤 디바이스가 전력 저장 디바이스(402)가 재충전될 필요가 없다고 결정하는 경우(즉, 충전이 충전 임계치를 초과하고 결정 블록(1622)이 "예"인 경우), 이후 프로세스는, 장애 모드가 종료되고 정상 모드가 복원될 때까지 블록(1614)으로 복귀한다.

[0177] 전술한 방법의 설명 및 도면은 예시적인 실시예로서 제공되는 것이고, 제시된 순서로 다양한 실시예들의 단계가 수행되어야 함을 암시하거나 요구하는 것으로 의도되지 않는다. 당업자가 인식할 수 있는 바와 같이, 전술한 실시예의 단계들의 순서는 임의의 순서로 수행될 수 있다. 추가로, 가령 "이후(thereafter)", "이후(then)", "다음으로(next)" 등과 같은 단어는, 단계들의 순서를 제한하는 것으로 의도되지 않고, 이 단어들은 방법의 설명을 통해 독자를 안내하기 위해 단순히 사용되는 것이다. 하나 이상의 도면이 예시적인 실시예를 설명하는데 사용되었다. 도면의 사용은 수행된 동작의 순서와 관련하여 제한적임을 의미하지 않는다. 예시적인 실시예에 대한 전술한 설명은 설명 및 예시의 목적을 위해 제시되었다. 이는 개시된 정확한 형태와 관련하여 한정하거나 온전한 것으로 의도되지 않으며, 수정 및 변형들이 상술한 교시내용에 비추어 가능하거나, 개시된 실시예를 실시하면서 획득될 수 있다. 본 발명의 범위는 하기에 첨부되는 청구항들 및 청구항들의 등가물에 의해 정의되는 것으로 의도된다.

[0178] 본 명세서에 설명된 연결된 컨트롤러 및 컨트롤 디바이스(301)를 포함하는 컨트롤 요소는, 특정 기능을 수행하도록 설계된 프로세서에서 구현될 수 있거나, 특정 기능을 수행하도록 명령어로 프로그래밍된 다른 컴포넌트, 메모리 및 프로그램가능한 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 디바이스(가령 컴퓨터)를 사용하여 구현될 수 있다. 프로세서는, 본 명세서에 개시된 다양한 실시예의 기능을 포함하는, 다양한 기능을 수행하도록 소프트웨어 명령어(애플리케이션)에 의해 구성될 수 있는, 임의의 프로그램가능한 마이크로프로세서, 마이크로컴퓨터 또는 다수의 프로세서 칩이나 칩들일 수 있다. 일부 컴퓨팅 디바이스에서, 다수의 프로세서가 제공될 수 있다. 통상적으로, 소프트웨어 애플리케이션은 이들이 프로세서로 로딩되고 액세스되기 이전에 내부 메모리에 저장될 수 있다. 일부 컴퓨팅 디바이스에서, 프로세서는 애플리케이션 소프트웨어 명령어를 저장하기에 충분한 내부 메모리를 포함할 수 있다.

[0179] 본 명세서에 개시된 실시예들과 연계하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록, 모듈, 회로 및 알고리즘 단계들은 전자식 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어 및 소프트웨어의 이와 같은 상호교환성을 명확히 예시하기 위하여, 다양한 예시적인 컴포넌트, 블록, 모듈, 회로 및 단계들이 이들의 기능과 관련하여 일반론적으로 앞서 설명되었다. 이러한 기능성이 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는, 전체 시스템에 부과되는 설계 제약 및 특정 애플리케이션에 따른다. 당업자는 각각의 특정 애플리케이션을 위해 다양한 방식으로 소정의 기능성을 구현할 수 있지만, 이러한 구현에 대한 결정은 본 발명의 범위로부터 벗어남을 야기하는 것으로 해석되어서는 안된다.

[0180] 본 명세서에 개시된 양태와 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직, 로직 블록, 모듈 및 회로를 구현하는데 사용되는 하드웨어는, 본 명세서에 설명된 기능을 수행하도록 설계된, 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), ASIC(application specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array), 또는 다른 프로그램가능한 로직 디바이스, 이산형 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산형 하드웨어 컴포넌트 또는 이들의 임의의 조합일 수 있거나 또는 이를 포함할 수 있는 컨트롤 디바이스로 구현 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수 있지만, 대안으로 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 컨트롤러, 마이크로컨트롤러 또는 스테이트 머신일 수 있다. 프로세서는 또한, 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예컨대, DSP 및 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서, DSP 코어와 연계된 하나 이상의 마이크로프로세서 또는 임의의 다른 이러한 구성으로 구현될 수 있다. 대안으로, 일부 블록 또는 방법은 주어진 기능 고유의 회로에 의해 수행될 수 있다.

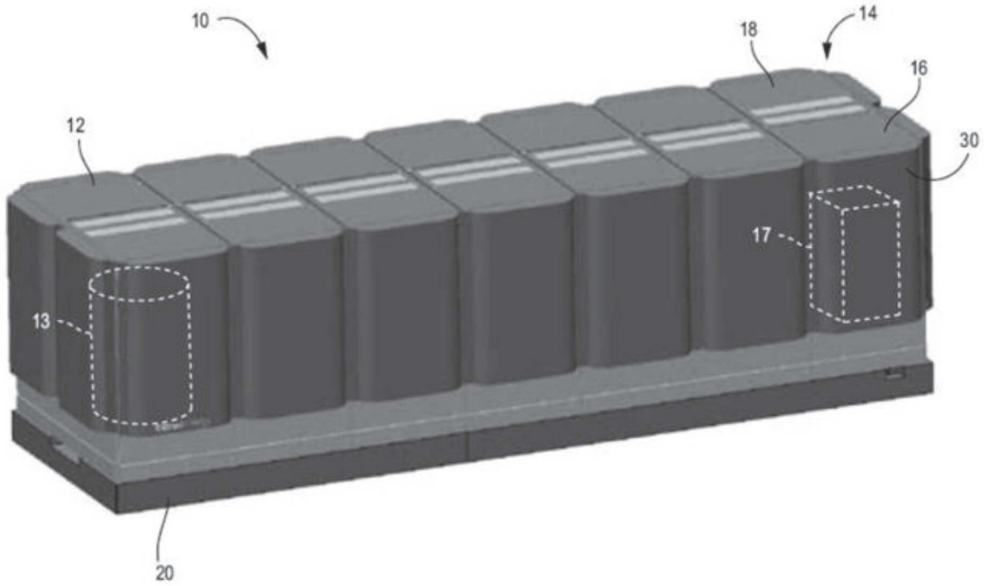
[0181] 개시된 실시예에 대한 상술한 설명은, 당업자가 개시된 실시예들 중 임의의 것을 제조 또는 사용할 수 있도록 제공된다. 이 실시예들에 대한 다양한 수정사항이 당업자에게 자명해질 것이고, 본 명세서에 정의된 일반적인 원리는 본 개시내용의 범위를 벗어나지 않고 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 청구항은, 본 명세서에 나타난 실시예를 제한하는 것으로 의도되지 않으며, 본 명세서에 개시된 신규한 특징 및 원리와 청구항의 언어

와 일관되게끔 가장 넓은 범위에 일치하도록 의도되는 것이다.

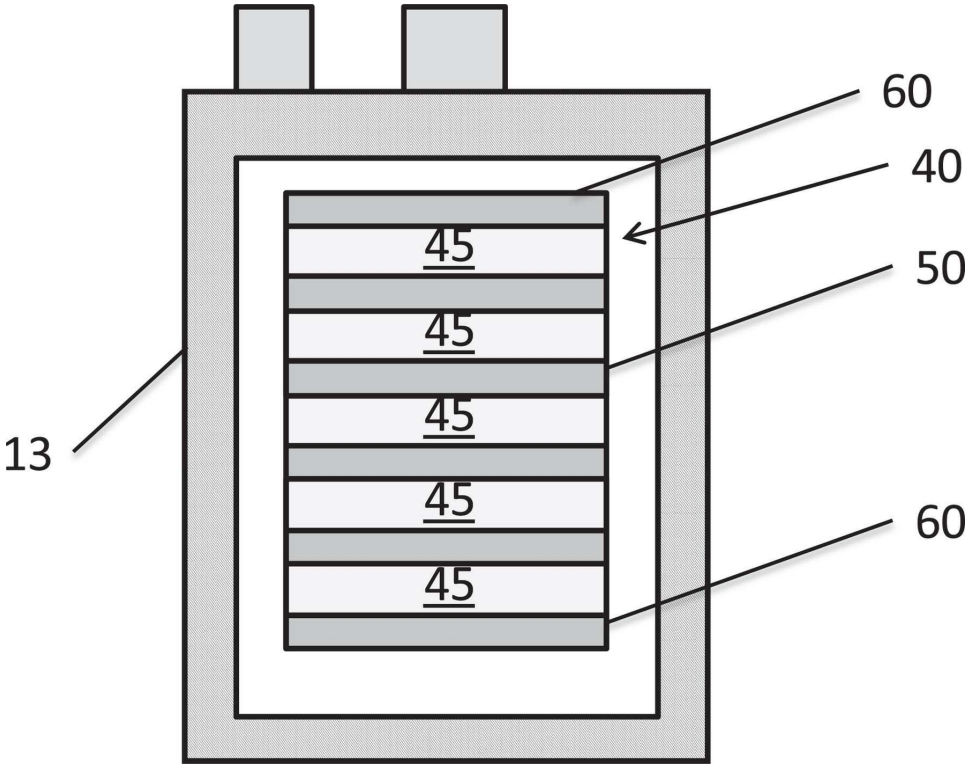
[0182] .

도면

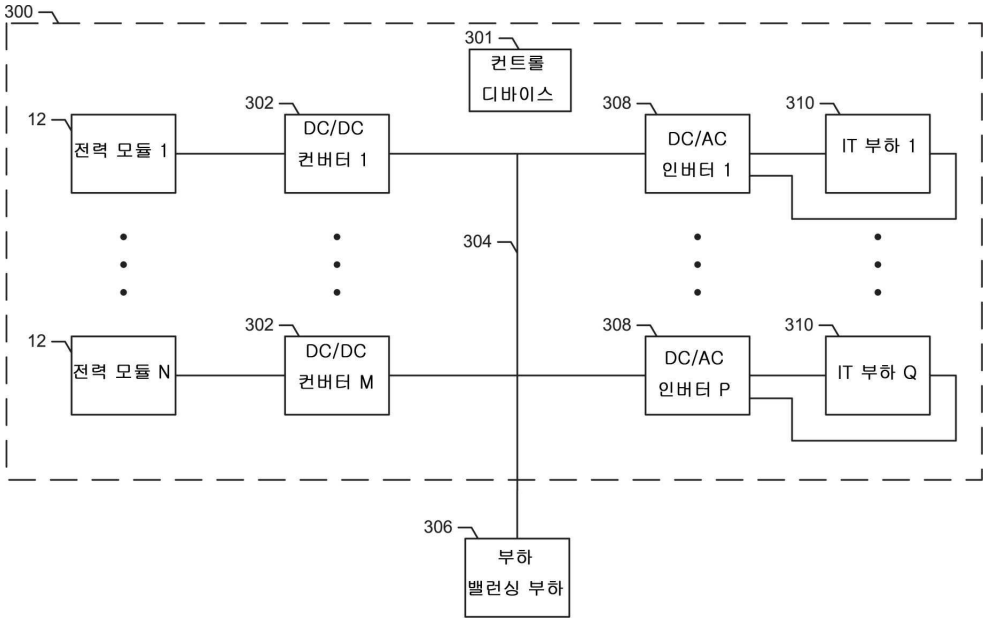
도면1



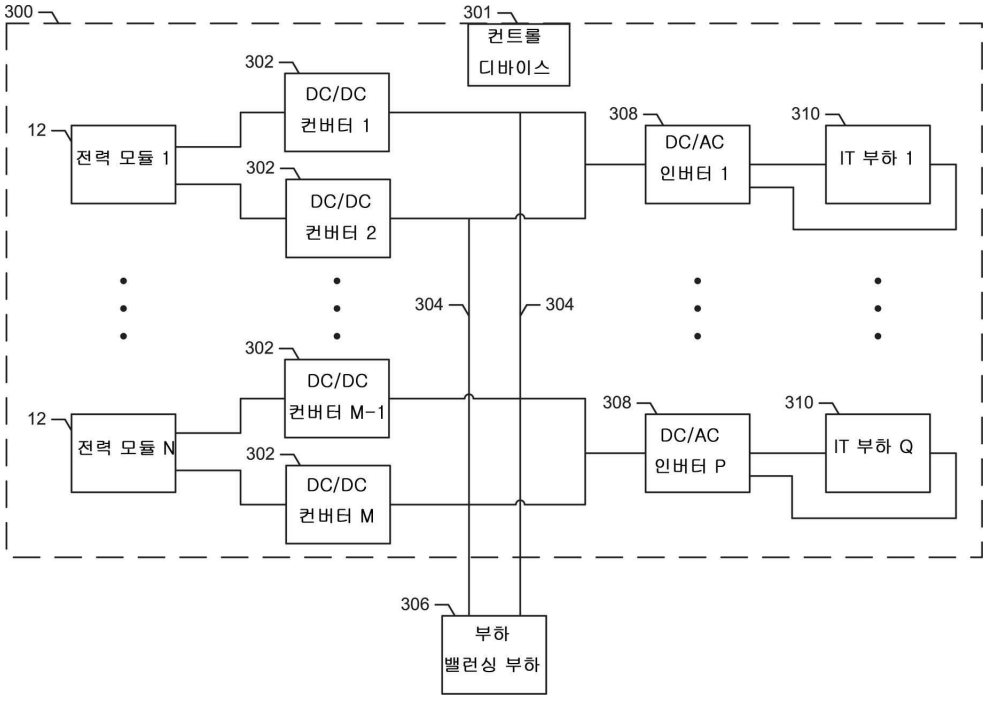
도면2



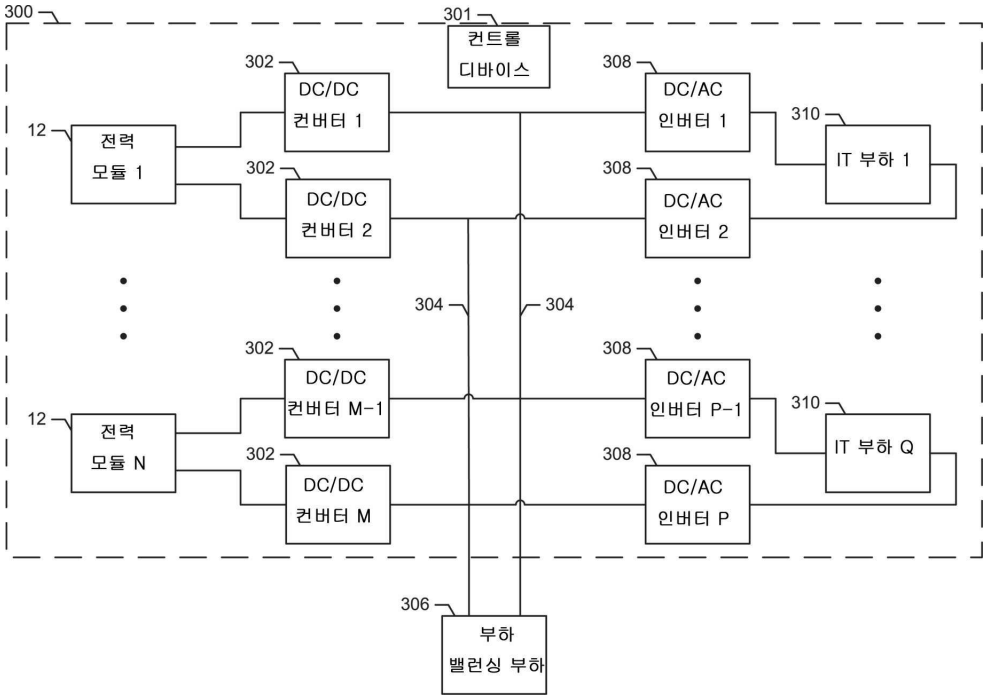
도면3a


300
301
컨트롤
디바이스
12
전력 모듈 1
302
DC/DC
컨버터 1
308
DC/AC
인버터 1
310
IT 부하 1
304
12
전력 모듈 N
302
DC/DC
컨버터 M
308
DC/AC
인버터 P
310
IT 부하 Q
306
부하
밸런싱 부하

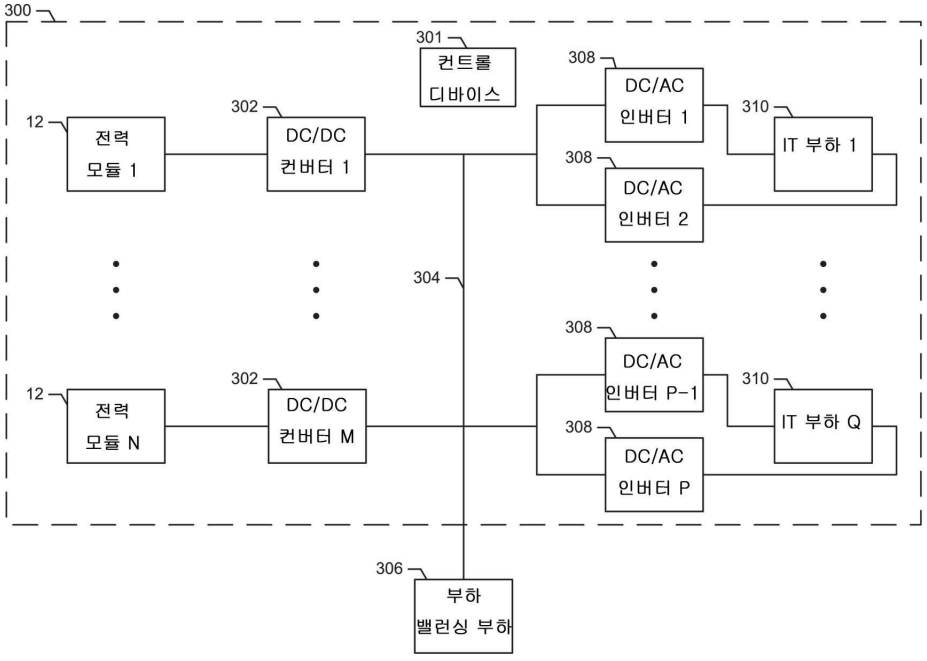
도면3b


300
301
컨트롤
디바이스
302
DC/DC
컨버터 1
12
전력 모듈 1
302
DC/DC
컨버터 2
308
DC/AC
인버터 1
310
IT 부하 1
304
304
302
DC/DC
컨버터 M-1
12
전력 모듈 N
302
DC/DC
컨버터 M
308
DC/AC
인버터 P
310
IT 부하 Q
306
부하
밸런싱 부하

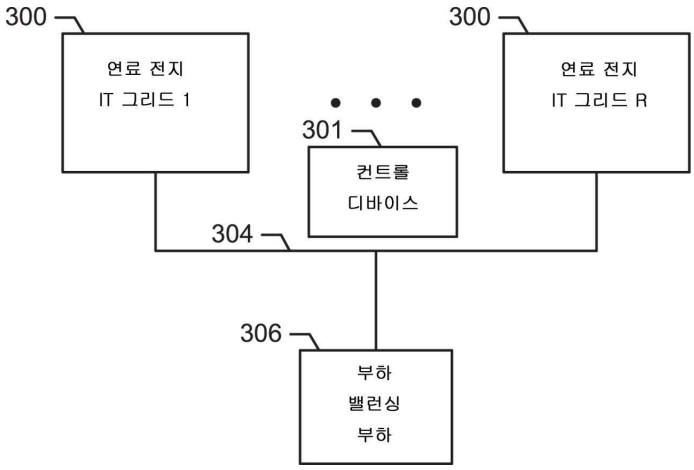
도면3c


300
301
컨트롤
디바이스
302
DC/DC
컨버터 1
308
DC/AC
인버터 1
310
IT 부하 1
12
전력
모듈 1
302
DC/DC
컨버터 2
308
DC/AC
인버터 2
304
304
302
DC/DC
컨버터 M-1
308
DC/AC
인버터 P-1
310
IT 부하 Q
12
전력
모듈 N
302
DC/DC
컨버터 M
308
DC/AC
인버터 P
306
부하
밸런싱 부하

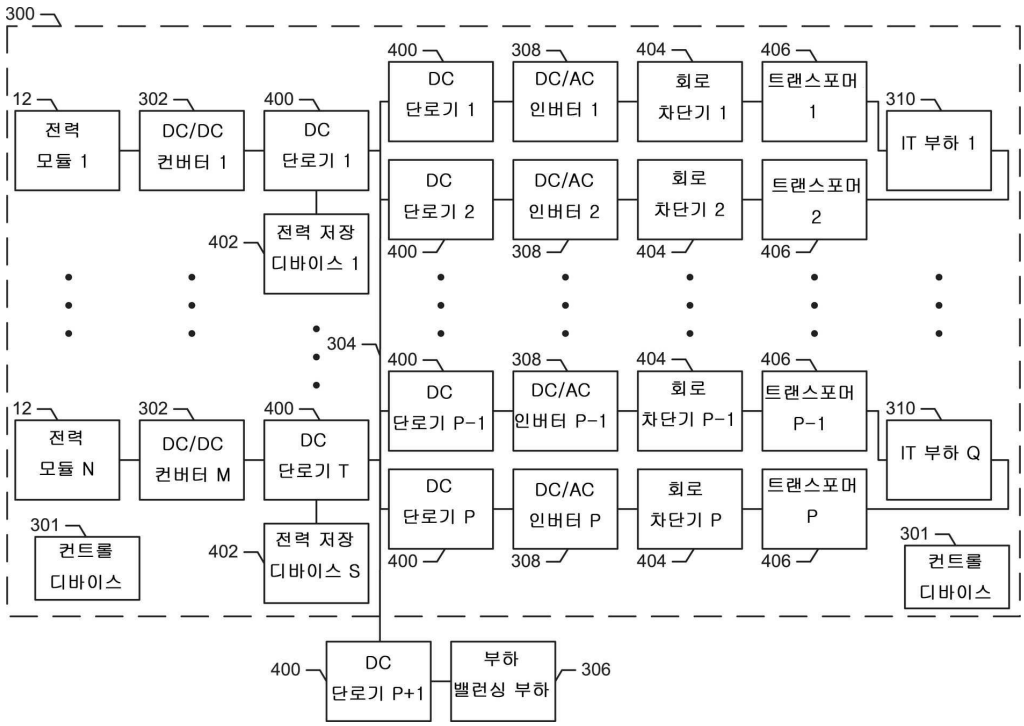
도면3d


300
301
컨트롤
디바이스
308
DC/AC
인버터 1
310
IT 부하 1
12
전력
모듈 1
302
DC/DC
컨버터 1
308
DC/AC
인버터 2
304
308
DC/AC
인버터 P-1
310
IT 부하 Q
12
전력
모듈 N
302
DC/DC
컨버터 M
308
DC/AC
인버터 P
306
부하
밸런싱 부하

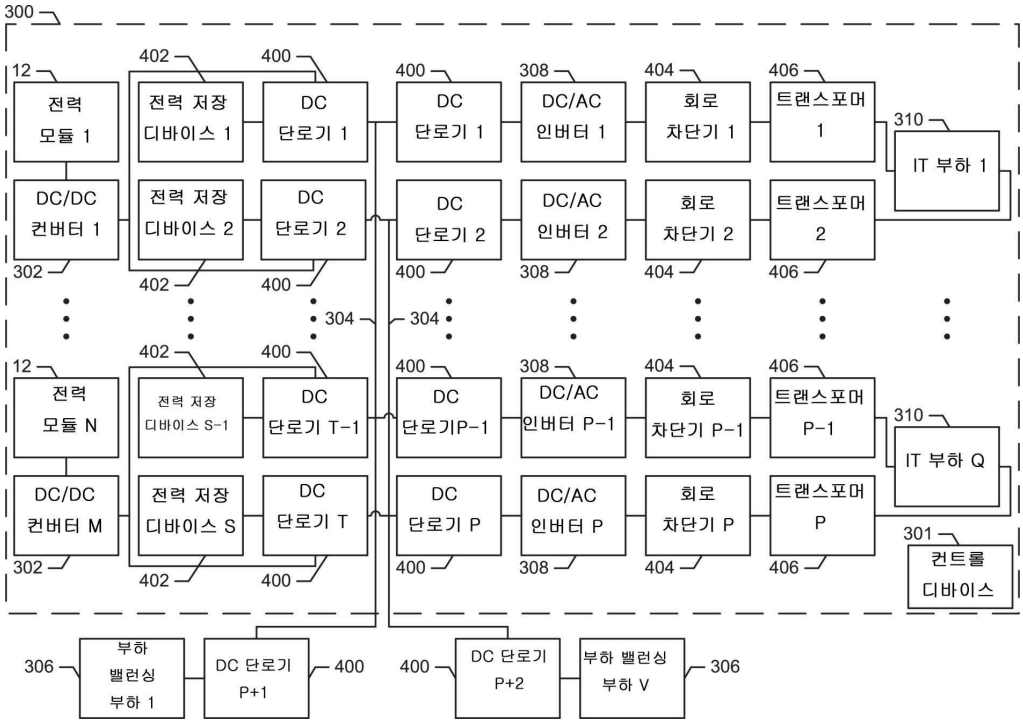
도면3e


300
연료 전지
IT 그리드 1
300
연료 전지
IT 그리드 R
301
컨트롤
디바이스
304
306
부하
밸런싱
부하

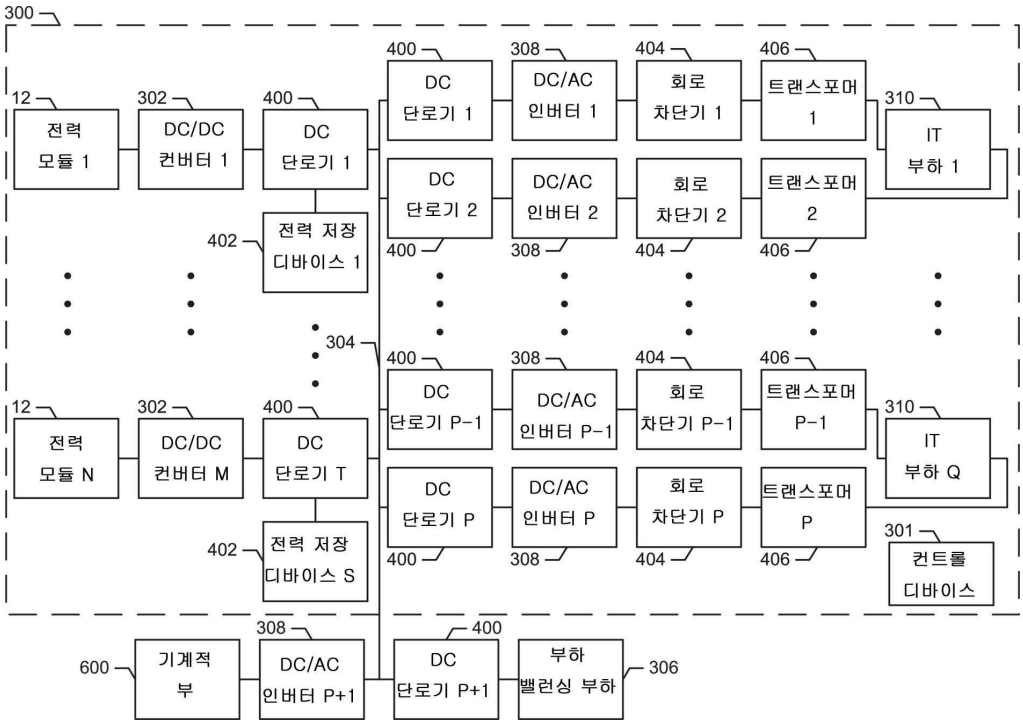
도면4


300
12
전력
모듈 1
302
DC/DC
컨버터 1
400
DC
단로기 1
402
전력 저장
디바이스 1
304
12
전력
모듈 N
302
DC/DC
컨버터 M
400
DC
단로기 T
402
전력 저장
디바이스 S
301
컨트롤
디바이스
400
DC
단로기 1
308
DC/AC
인버터 1
404
회로
차단기 1
406
트랜스포머
1
310
IT 부하 1
400
DC
단로기 2
308
DC/AC
인버터 2
404
회로
차단기 2
406
트랜스포머
2
400
DC
단로기 P-1
308
DC/AC
인버터 P-1
404
회로
차단기 P-1
406
트랜스포머
P-1
310
IT 부하 Q
400
DC
단로기 P
308
DC/AC
인버터 P
404
회로
차단기 P
406
트랜스포머
P
301
컨트롤
디바이스
400
DC
단로기 P+1
부하
밸런싱 부하
306

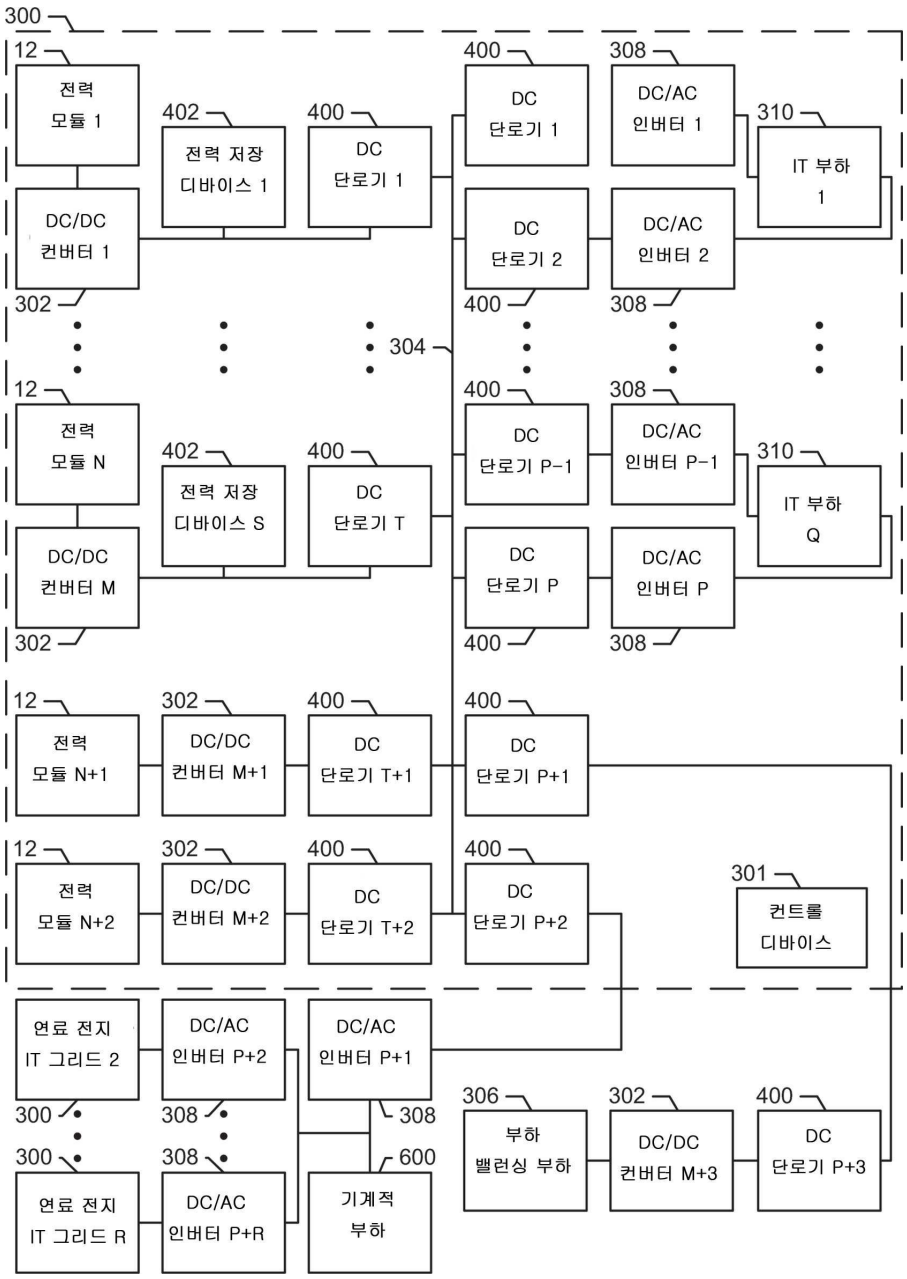
도면5


300
12
전력 모듈 1
DC/DC 컨버터 1
302
전력 모듈 N
DC/DC 컨버터 M
402
전력 저장 디바이스 1
전력 저장 디바이스 2
전력 저장 디바이스 S-1
전력 저장 디바이스 S
400
DC 단로기 1
DC 단로기 2
DC 단로기 T-1
DC 단로기 T
304
400
DC 단로기 1
DC 단로기 2
DC 단로기P-1
DC 단로기 P
308
DC/AC 인버터 1
DC/AC 인버터 2
DC/AC 인버터 P-1
DC/AC 인버터 P
404
회로 차단기 1
회로 차단기 2
회로 차단기 P-1
회로 차단기 P
406
트랜스포머 1
트랜스포머 2
트랜스포머 P-1
트랜스포머 P
310
IT 부하 1
IT 부하 Q
301
컨트롤 디바이스
306
부하 밸런싱 부하 1
DC 단로기 P+1
DC 단로기 P+2
부하 밸런싱 부하 V

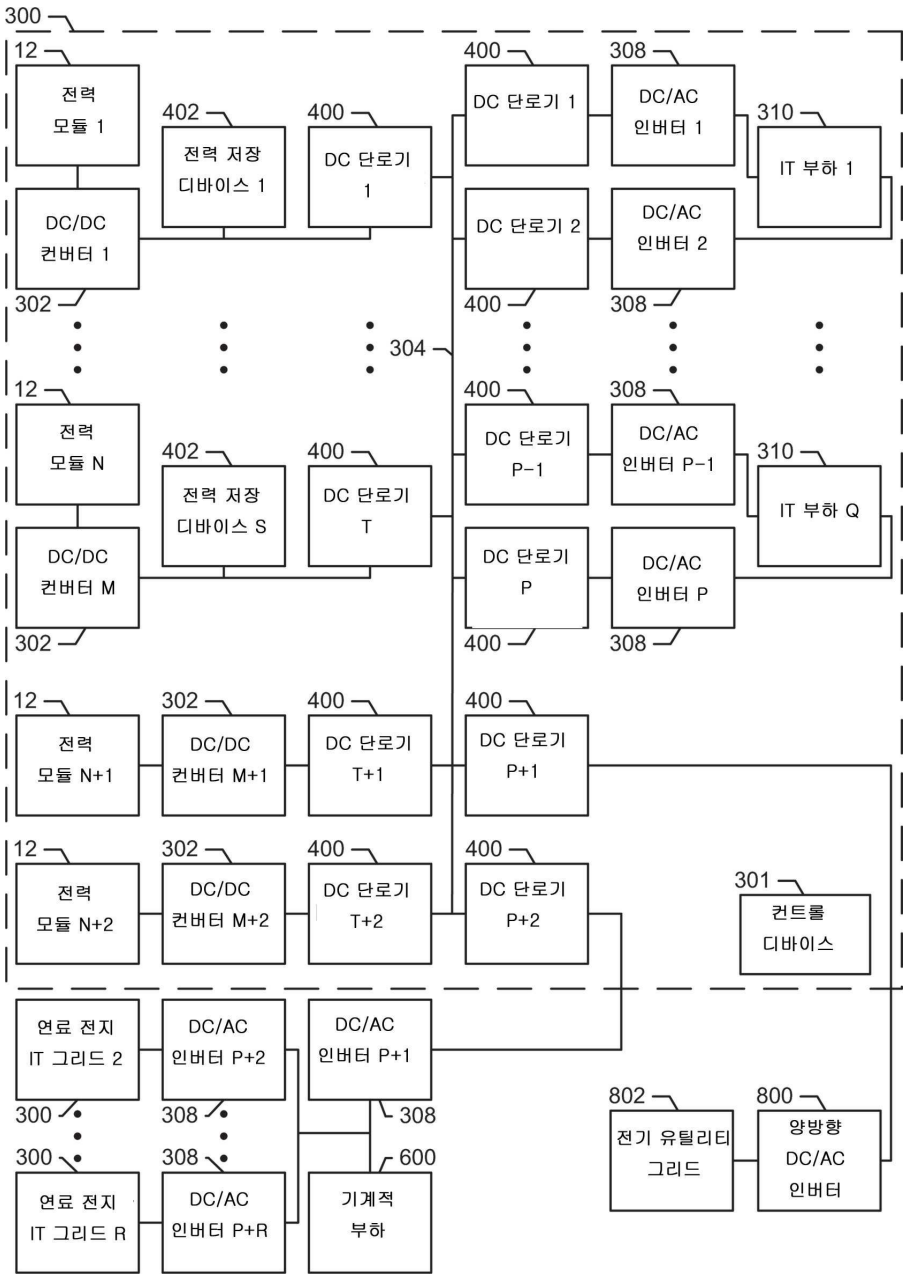
도면6


300
12
전력 모듈 1
전력 모듈 N
302
DC/DC 컨버터 1
DC/DC 컨버터 M
400
DC 단로기 1
DC 단로기 T
402
전력 저장 디바이스 1
전력 저장 디바이스 S
304
DC 단로기 1
DC 단로기 2
DC 단로기 P-1
DC 단로기 P
308
DC/AC 인버터 1
DC/AC 인버터 2
DC/AC 인버터 P-1
DC/AC 인버터 P
404
회로 차단기 1
회로 차단기 2
회로 차단기 P-1
회로 차단기 P
406
트랜스포머 1
트랜스포머 2
트랜스포머 P-1
트랜스포머 P
310
IT 부하 1
IT 부하 Q
301
컨트롤 디바이스
600
기계적 부
DC/AC 인버터 P+1
DC 단로기 P+1
부하 밸런싱 부하
306

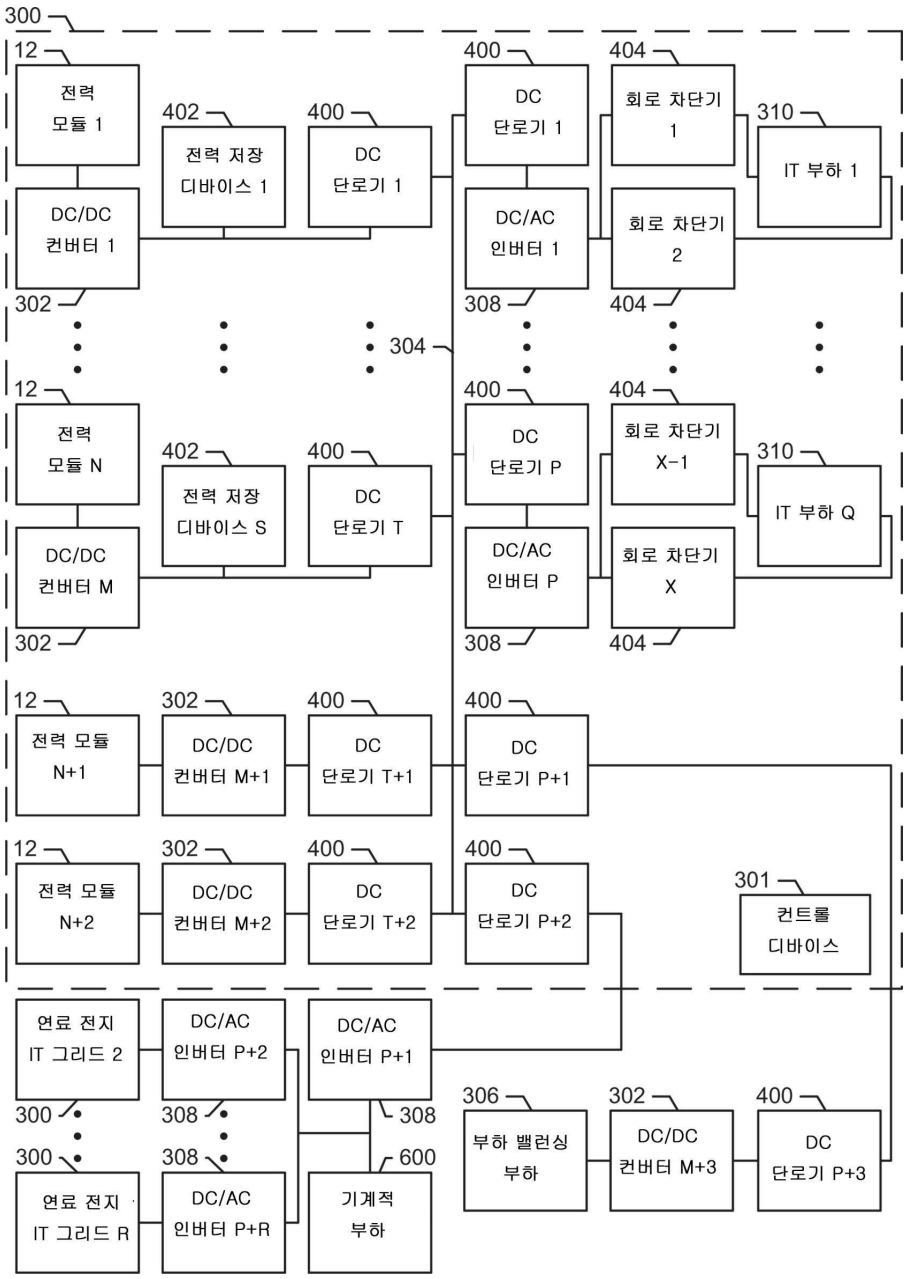
도면7


300
12
전력 모듈 1
402
전력 저장 디바이스 1
400
DC 단로기 1
400
DC 단로기 1
308
DC/AC 인버터 1
310
IT 부하 1
DC/DC 컨버터 1
DC 단로기 2
DC/AC 인버터 2
302
304
400
308
12
전력 모듈 N
402
전력 저장 디바이스 S
400
DC 단로기 T
400
DC 단로기 P-1
308
DC/AC 인버터 P-1
310
IT 부하 Q
DC/DC 컨버터 M
DC 단로기 P
DC/AC 인버터 P
302
400
308
12
전력 모듈 N+1
302
DC/DC 컨버터 M+1
400
DC 단로기 T+1
400
DC 단로기 P+1
12
전력 모듈 N+2
302
DC/DC 컨버터 M+2
400
DC 단로기 T+2
400
DC 단로기 P+2
301
컨트롤 디바이스
연료 전지 IT 그리드 2
DC/AC 인버터 P+2
DC/AC 인버터 P+1
300
308
306
부하 밸런싱 부하
302
DC/DC 컨버터 M+3
400
DC 단로기 P+3
300
308
600
연료 전지 IT 그리드 R
DC/AC 인버터 P+R
기계적 부하

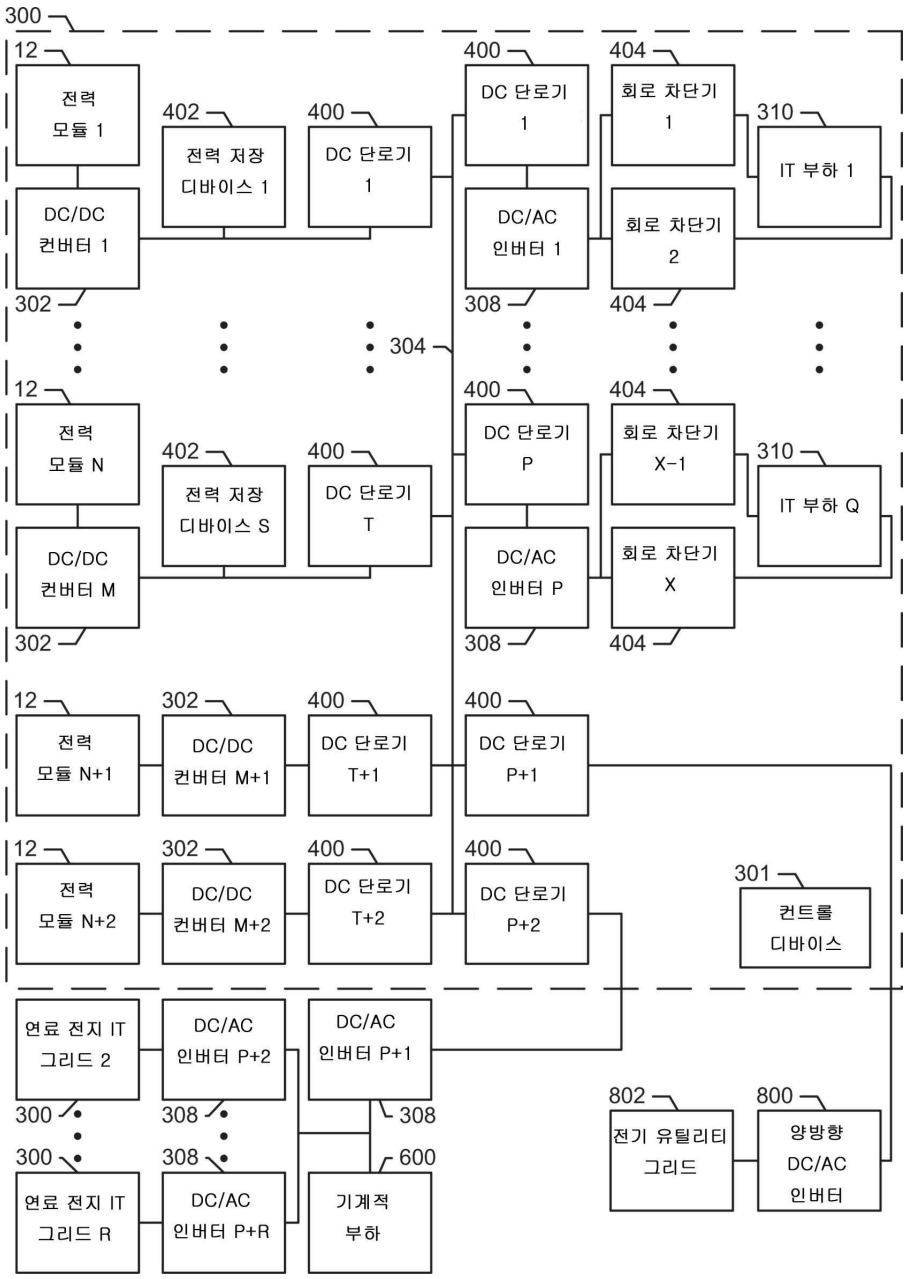
도면8


300
12
전력 모듈 1
DC/DC 컨버터 1
302
402
전력 저장 디바이스 1
400
DC 단로기 1
304
12
전력 모듈 N
DC/DC 컨버터 M
302
402
전력 저장 디바이스 S
400
DC 단로기 T
12
전력 모듈 N+1
302
DC/DC 컨버터 M+1
400
DC 단로기 T+1
12
전력 모듈 N+2
302
DC/DC 컨버터 M+2
400
DC 단로기 T+2
400
DC 단로기 1
DC 단로기 2
400
DC 단로기 P-1
DC 단로기 P
400
DC 단로기 P+1
400
DC 단로기 P+2
308
DC/AC 인버터 1
DC/AC 인버터 2
308
DC/AC 인버터 P-1
DC/AC 인버터 P
308
310
IT 부하 1
310
IT 부하 Q
301
컨트롤 디바이스
연료 전지 IT 그리드 2
300
300
연료 전지 IT 그리드 R
DC/AC 인버터 P+2
308
308
DC/AC 인버터 P+R
DC/AC 인버터 P+1
308
600
기계적 부하
802
전기 유틸리티 그리드
800
양방향 DC/AC 인버터

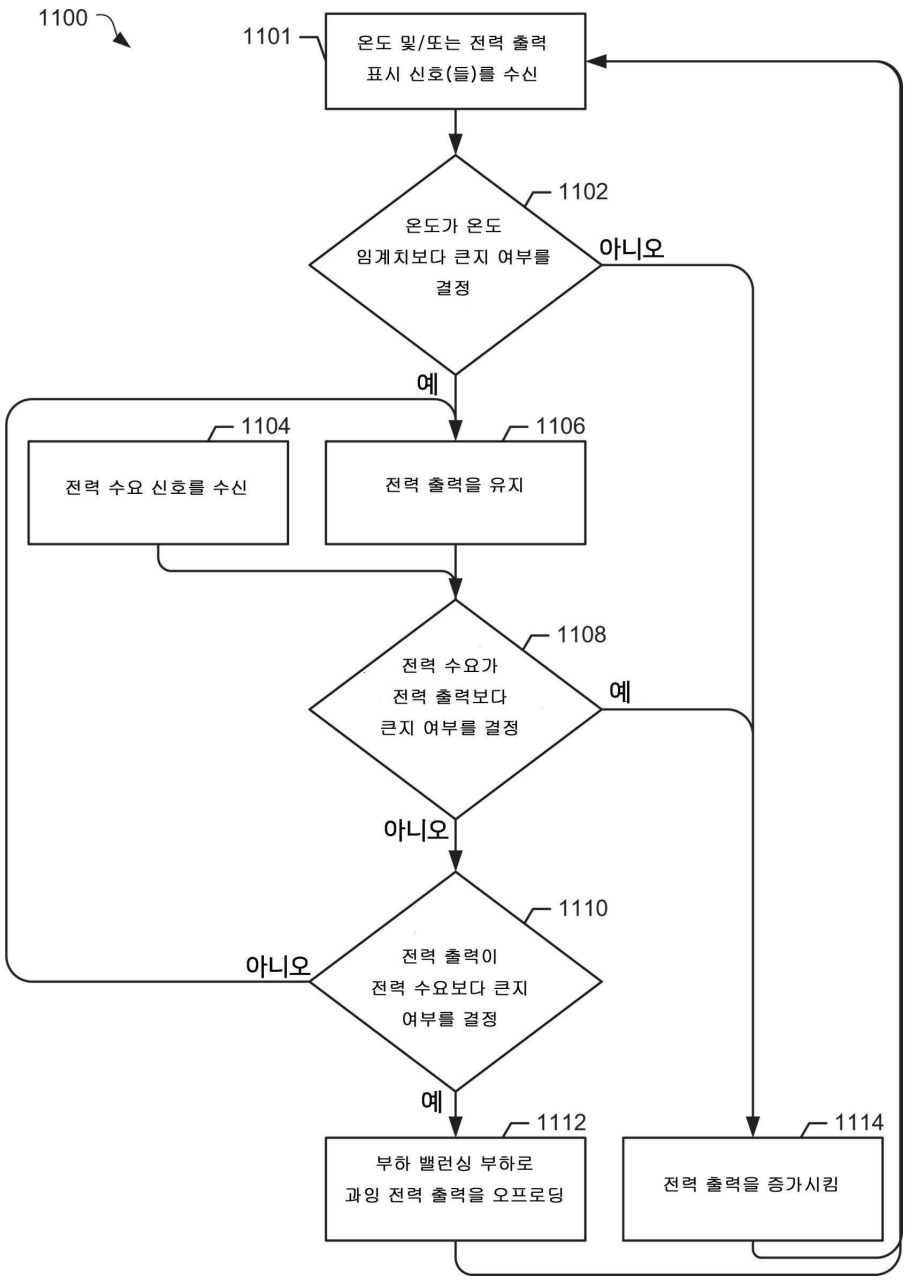
도면9


300
12
전력 모듈 1
402
전력 저장 디바이스 1
400
DC 단로기 1
400
DC 단로기 1
404
회로 차단기 1
310
IT 부하 1
DC/DC 컨버터 1
DC/AC 인버터 1
회로 차단기 2
302
308
404
304
12
전력 모듈 N
402
전력 저장 디바이스 S
400
DC 단로기 T
400
DC 단로기 P
404
회로 차단기 X-1
310
IT 부하 Q
DC/DC 컨버터 M
DC/AC 인버터 P
회로 차단기 X
302
308
404
12
전력 모듈 N+1
302
DC/DC 컨버터 M+1
400
DC 단로기 T+1
400
DC 단로기 P+1
12
전력 모듈 N+2
302
DC/DC 컨버터 M+2
400
DC 단로기 T+2
400
DC 단로기 P+2
301
컨트롤 디바이스
연료 전지 IT 그리드 2
DC/AC 인버터 P+2
DC/AC 인버터 P+1
300
308
308
600
300
308
연료 전지 IT 그리드 R
DC/AC 인버터 P+R
기계적 부하
306
부하 밸런싱 부하
302
DC/DC 컨버터 M+3
400
DC 단로기 P+3

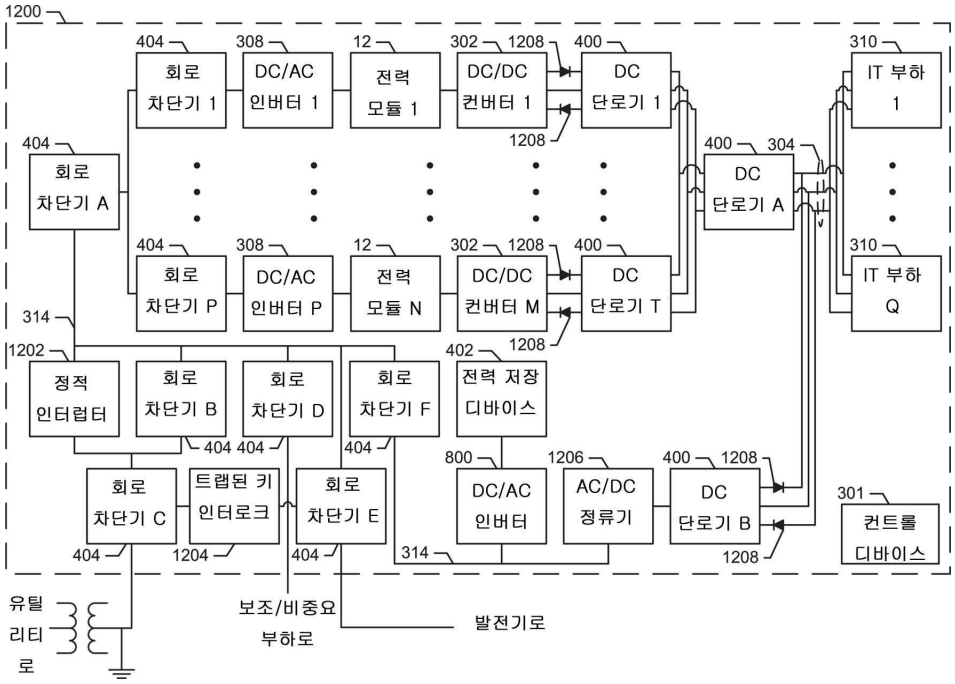
도면10


300
12
전력 모듈 1
402
전력 저장 디바이스 1
400
DC 단로기 1
400
DC 단로기 1
404
회로 차단기 1
310
IT 부하 1
DC/DC 컨버터 1
DC/AC 인버터 1
회로 차단기 2
302
308
404
304
12
전력 모듈 N
402
전력 저장 디바이스 S
400
DC 단로기 T
400
DC 단로기 P
404
회로 차단기 X-1
310
IT 부하 Q
DC/DC 컨버터 M
DC/AC 인버터 P
회로 차단기 X
302
308
404
12
전력 모듈 N+1
302
DC/DC 컨버터 M+1
400
DC 단로기 T+1
400
DC 단로기 P+1
12
전력 모듈 N+2
302
DC/DC 컨버터 M+2
400
DC 단로기 T+2
400
DC 단로기 P+2
301
컨트롤 디바이스
연료 전지 IT 그리드 2
DC/AC 인버터 P+2
DC/AC 인버터 P+1
300
308
308
802
전기 유틸리티 그리드
800
양방향 DC/AC 인버터
300
308
600
연료 전지 IT 그리드 R
DC/AC 인버터 P+R
기계적 부하

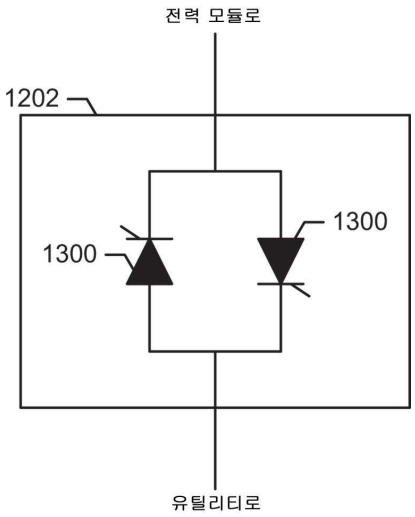
도면11


1100
1101
온도 및/또는 전력 출력 표시 신호(들)를 수신
1102
온도가 온도 임계치보다 큰지 여부를 결정
아니오
예
1104
전력 수요 신호를 수신
1106
전력 출력을 유지
1108
전력 수요가 전력 출력보다 큰지 여부를 결정
예
아니오
1110
전력 출력이 전력 수요보다 큰지 여부를 결정
아니오
예
1112
부하 밸런싱 부하로 과잉 전력 출력을 오프로딩
1114
전력 출력을 증가시킴

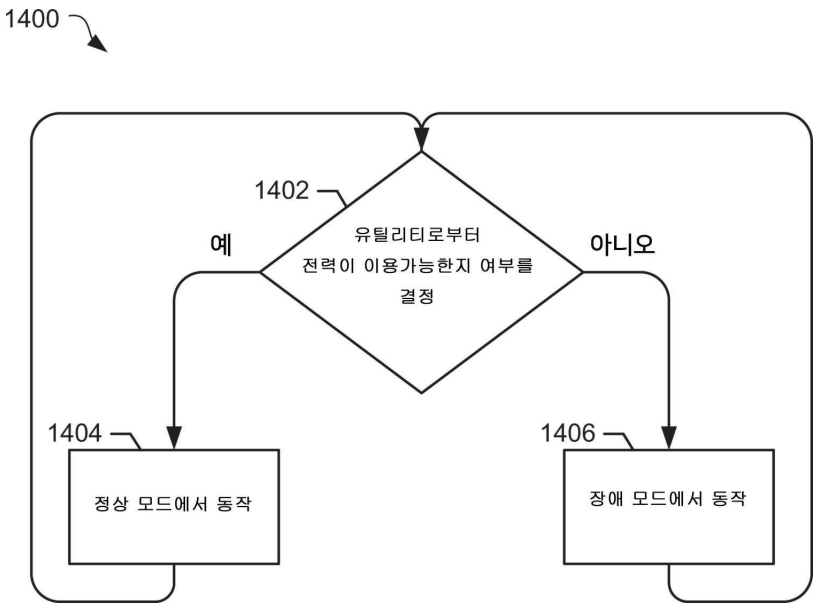
도면12


1200
404
회로 차단기 1
308
DC/AC 인버터 1
12
전력 모듈 1
302
1208
DC/DC 컨버터 1
400
DC 단로기 1
310
IT 부하 1
404
회로 차단기 A
400
304
DC 단로기 A
404
회로 차단기 P
308
DC/AC 인버터 P
12
전력 모듈 N
302
1208
DC/DC 컨버터 M
400
DC 단로기 T
310
IT 부하 Q
314
1202
정적 인터럽터
회로 차단기 B
회로 차단기 D
회로 차단기 F
402
전력 저장 디바이스
404
404
404
800
1206
400
1208
회로 차단기 C
트랩된 키 인터로크
회로 차단기 E
DC/AC 인버터
AC/DC 정류기
DC 단로기 B
301
컨트롤 디바이스
404
1204
404
314
1208
유틸리티로
보조/비중요 부하로
발전기로

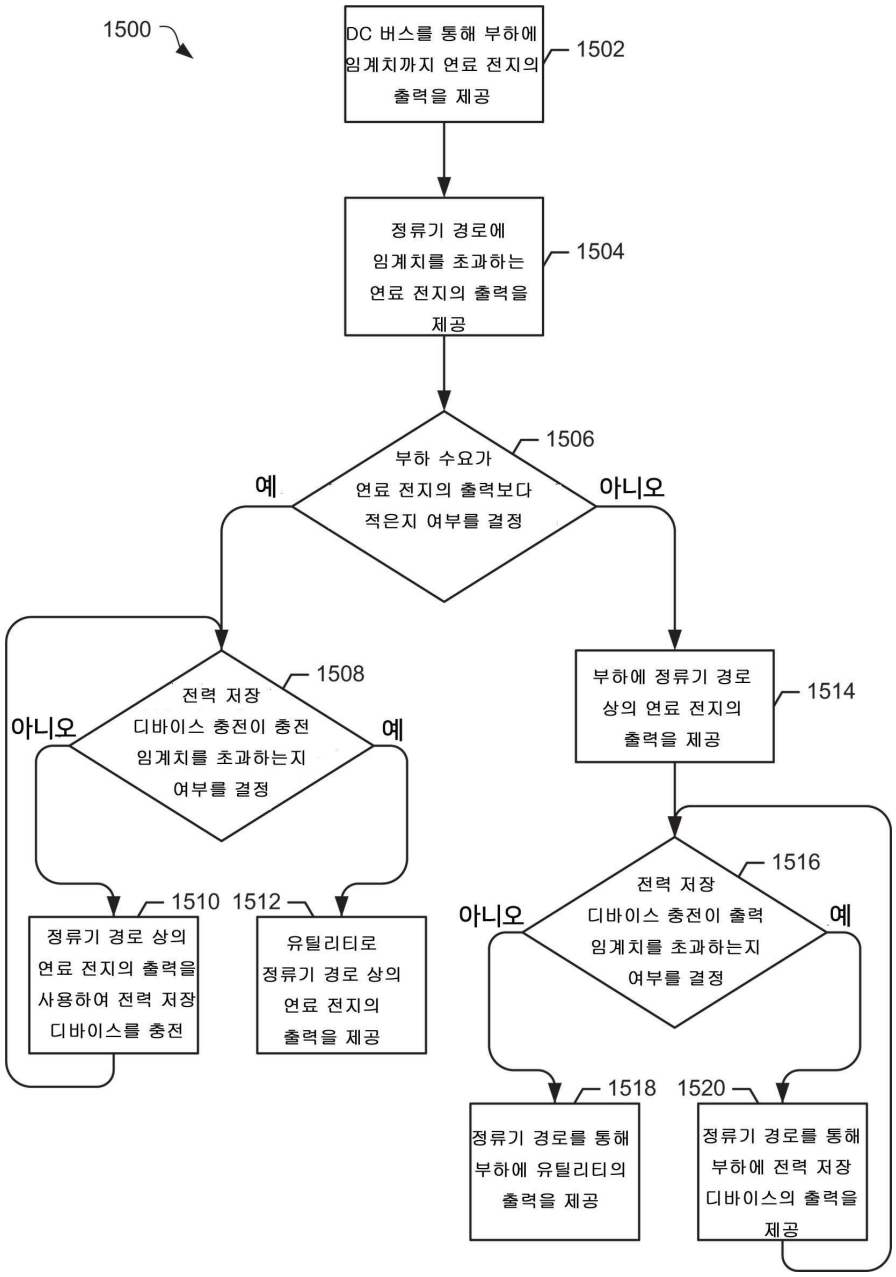
도면13


전력 모듈로
1202
1300
1300
유틸리티로

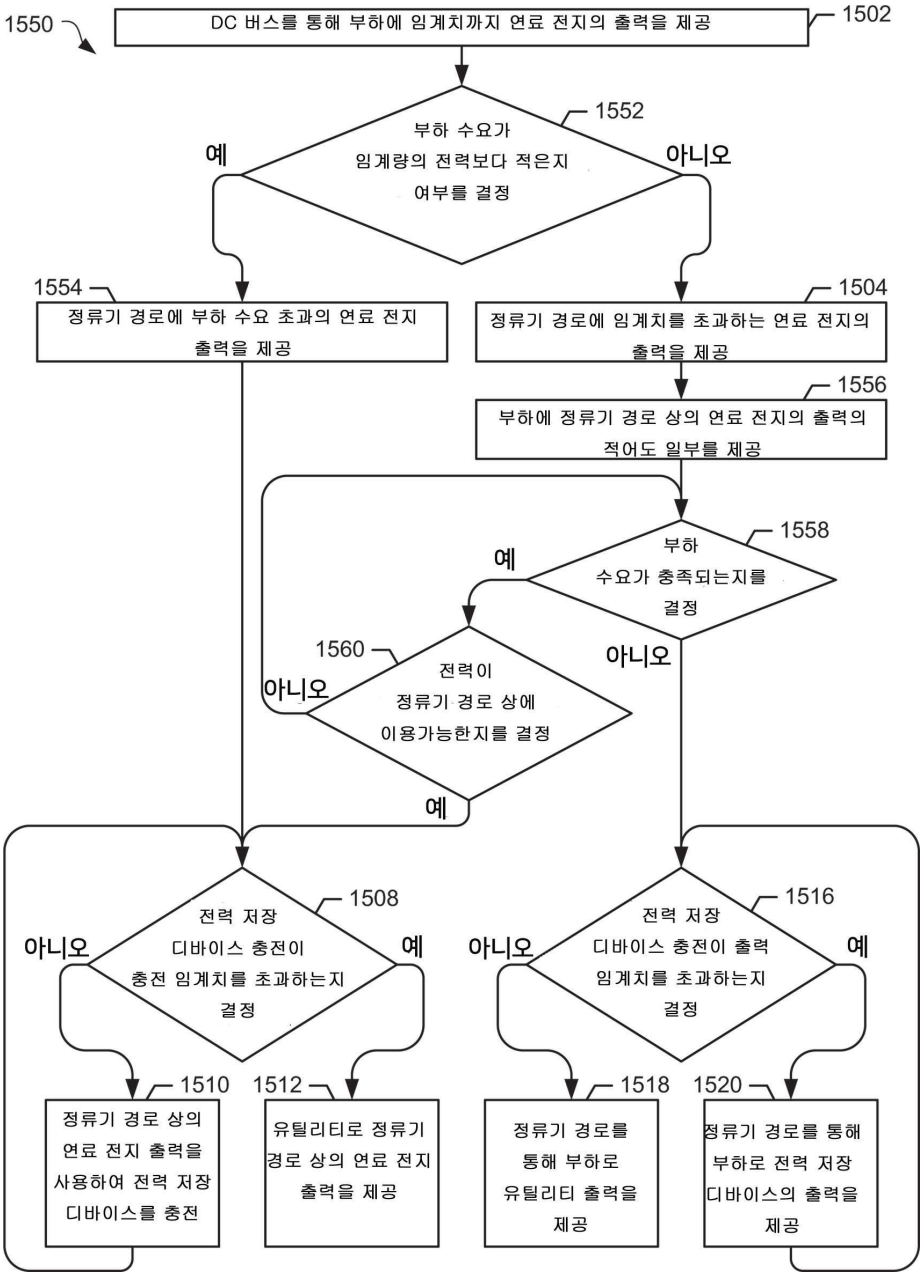
도면14


1400
1402
유틸리티로부터
전력이 이용가능한지 여부를
결정
예
아니오
1404
정상 모드에서 동작
1406
장애 모드에서 동작

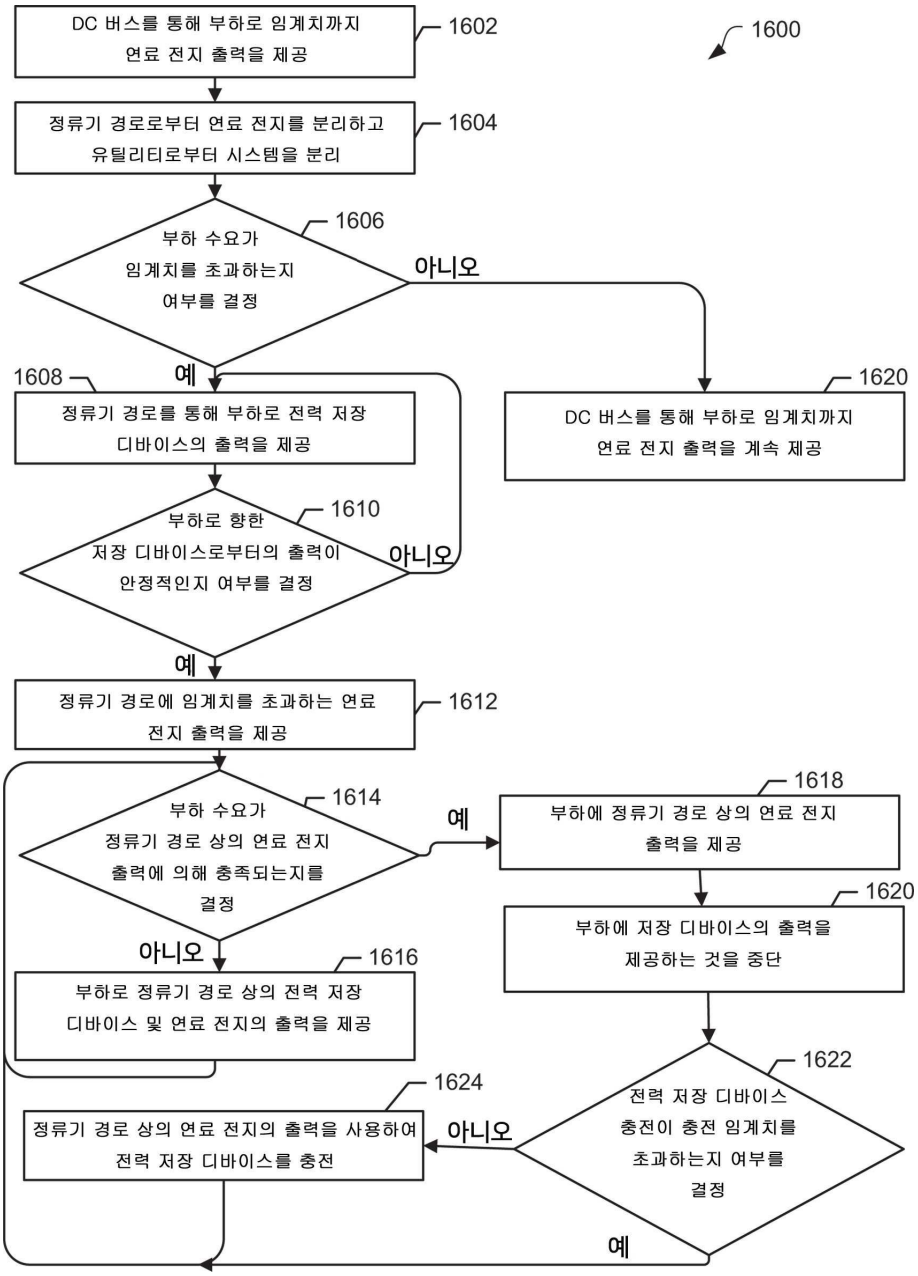
도면15a


1500
DC 버스를 통해 부하에 임계치까지 연료 전지의 출력을 제공
1502
정류기 경로에 임계치를 초과하는 연료 전지의 출력을 제공
1504
부하 수요가 연료 전지의 출력보다 적은지 여부를 결정
1506
예
아니오
전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하는지 여부를 결정
1508
아니오
예
정류기 경로 상의 연료 전지의 출력을 사용하여 전력 저장 디바이스를 충전
1510
유틸리티로 정류기 경로 상의 연료 전지의 출력을 제공
1512
부하에 정류기 경로 상의 연료 전지의 출력을 제공
1514
전력 저장 디바이스 충전이 출력 임계치를 초과하는지 여부를 결정
1516
아니오
예
정류기 경로를 통해 부하에 유틸리티의 출력을 제공
1518
정류기 경로를 통해 부하에 전력 저장 디바이스의 출력을 제공
1520

도면15b


1550
DC 버스를 통해 부하에 임계치까지 연료 전지의 출력을 제공
1502
1552
부하 수요가 임계량의 전력보다 적은지 여부를 결정
예
아니오
1554
정류기 경로에 부하 수요 초과의 연료 전지 출력을 제공
1504
정류기 경로에 임계치를 초과하는 연료 전지의 출력을 제공
1556
부하에 정류기 경로 상의 연료 전지의 출력의 적어도 일부를 제공
1558
부하 수요가 충족되는지를 결정
예
아니오
1560
전력이 정류기 경로 상에 이용가능한지를 결정
아니오
예
1508
전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하는지 결정
아니오
예
1516
전력 저장 디바이스 충전이 출력 임계치를 초과하는지 결정
아니오
예
1510
정류기 경로 상의 연료 전지 출력을 사용하여 전력 저장 디바이스를 충전
1512
유틸리티로 정류기 경로 상의 연료 전지 출력을 제공
1518
정류기 경로를 통해 부하로 유틸리티 출력을 제공
1520
정류기 경로를 통해 부하로 전력 저장 디바이스의 출력을 제공

도면16


DC 버스를 통해 부하로 임계치까지 연료 전지 출력을 제공
1602
1600
정류기 경로로부터 연료 전지를 분리하고 유틸리티로부터 시스템을 분리
1604
부하 수요가 임계치를 초과하는지 여부를 결정
1606
아니오
예
1608
정류기 경로를 통해 부하로 전력 저장 디바이스의 출력을 제공
DC 버스를 통해 부하로 임계치까지 연료 전지 출력을 계속 제공
1620
부하로 향한 저장 디바이스로부터의 출력이 안정적인지 여부를 결정
1610
아니오
예
정류기 경로에 임계치를 초과하는 연료 전지 출력을 제공
1612
부하 수요가 정류기 경로 상의 연료 전지 출력에 의해 충족되는지를 결정
1614
예
부하에 정류기 경로 상의 연료 전지 출력을 제공
1618
부하에 저장 디바이스의 출력을 제공하는 것을 중단
1620
아니오
부하로 정류기 경로 상의 전력 저장 디바이스 및 연료 전지의 출력을 제공
1616
전력 저장 디바이스 충전이 충전 임계치를 초과하는지 여부를 결정
1622
아니오
정류기 경로 상의 연료 전지의 출력을 사용하여 전력 저장 디바이스를 충전
1624
예