

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

— 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

second digital control platform for controlling an operation of each of the virtual DC distributed power sources.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼은, AC 마이크로그리드; DC 마이크로그리드; 및 상기 AC 마이크로그리드와 상기 DC 마이크로그리드를 연계하기 위한 AC/DC 연계 컨버터를 포함하고, 상기 AC 마이크로그리드는 복수의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원, 상기 각각의 가상 AC 분산전원에 연결된 AC 선로 모의장치, 상기 AC 선로 모의장치에 연결된 AC 부하 모의장치, 및 상기 각각의 가상 AC 분산전원의 동작을 제어하기 위한 제1 디지털 제어 플랫폼을 포함하며, 상기 DC 마이크로그리드는 복수의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원, 상기 각각의 가상 DC 분산전원에 연결된 DC 선로 모의장치, 상기 DC 선로 모의장치에 연결된 DC 부하 모의장치, 및 상기 각각의 가상 DC 분산전원의 동작을 제어하기 위한 제2 디지털 제어 플랫폼을 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼

기술분야

- [1] 본 발명은 마이크로그리드의 제어 및 운영 시스템을 개발하고 테스트할 수 있는 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 마이크로그리드는 태양열 발전, 풍력 발전, 열병합 발전, 연료 전지 등 다양한 분산전원과 부하로 구성되어 있으며, 계통과 연계 또는 독립운전이 가능한 소규모 전력시스템이다. 이러한 마이크로그리드는 전력제어가 가능한 전력변환장치를 포함하고 있어 다수의 분산전원의 병렬운전, 전력제어, 전력품질 향상, 시스템 안정도 향상과 같이 전력변환장치 기반의 전력제어에 관한 연구가 활발히 수행되고 있다.
- [3] 이와 같이 수행된 다양한 연구를 통하여 개발된 전력변환장치의 알고리즘의 성능을 실제 마이크로그리드와 동일한 조건 및 환경에서 검증하기 위하여 하드웨어-인-더-루프 시뮬레이션(HILS: Hardware-in-the-Loop simulation) 기법이 사용되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 디지털 제어 플랫폼에 의하여 출력 제어가 가능한 다수의 인버터 기반 분산전원을 사용하여 마이크로그리드의 제어 및 운영 알고리즘을 적용할 수 있고, 이를 통해 마이크로그리드 시스템의 제어 및 운영 알고리즘을 유연하고 신속하게 그리고 신뢰성 있게 설계, 개발 및 테스트할 수 있는 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [5] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼은,
- [6] AC 마이크로그리드;
- [7] DC 마이크로그리드; 및
- [8] 상기 AC 마이크로그리드와 상기 DC 마이크로그리드를 연계하기 위한 AC/DC 연계 컨버터를 포함하고,
- [9] 상기 AC 마이크로그리드는 복수의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원, 상기 각각의 가상 AC 분산전원에 연결된 AC 선로 모의장치, 상기 AC 선로 모의장치에 연결된 AC 부하 모의장치, 및 상기 각각의 가상 AC 분산전원의

- 동작을 제어하기 위한 제1 디지털 제어 플랫폼을 포함하며,
- [10] 상기 DC 마이크로그리드는 복수의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원, 상기 각각의 가상 DC 분산전원에 연결된 DC 선로 모의장치, 상기 DC 선로 모의장치에 연결된 DC 부하 모의장치, 및 상기 각각의 가상 DC 분산전원의 동작을 제어하기 위한 제2 디지털 제어 플랫폼을 포함한다.
- [11] 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 있어서, 상기 AC 마이크로그리드는, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼과 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원을 연결하기 위한 제1 인터페이스 장치를 더 포함하고, 상기 DC 마이크로그리드는, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼과 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원을 연결하기 위한 제2 인터페이스 장치를 더 포함할 수 있다.
- [12] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 있어서, 상기 제1 인터페이스 장치는,
- [13] 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에서 출력되는 신호의 크기를 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에서 처리가능한 신호의 크기로 변환하여 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에 제공하고, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에서 출력되는 신호의 크기를 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에서 처리가능한 신호의 크기로 변환하여 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에 제공하는, 제1 신호 크기 변환기; 및
- [14] 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에서 출력되는 신호의 유형을 제1 디지털 제어 플랫폼에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에 제공하고, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에서 출력되는 신호의 유형을 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에 제공하는, 제1 신호 유형 변환기를 포함하고,
- [15] 상기 제2 인터페이스 장치는,
- [16] 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에서 출력되는 신호의 크기를 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에서 처리가능한 신호의 크기로 변환하여 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에 제공하고, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에서 출력되는 신호의 크기를 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에서 처리가능한 신호의 크기로 변환하여 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에 제공하는, 제2 신호 크기 변환기; 및
- [17] 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에서 출력되는 신호의 유형을 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에 제공하고, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에서 출력되는 신호의 유형을 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에 제공하는, 제2 신호 유형 변환기를 포함할 수 있다.

- [18] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 있어서, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼은, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원의 AC 전압, AC 전류, 및 DC 링크 전압에 기반하여, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원의 동작을 제어하고,
- [19] 상기 제2 디지털 제어 플랫폼은, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원의 DC 전압, DC 전류, 및 DC 링크 전압에 기반하여, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원의 동작을 제어할 수 있다.
- [20] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 있어서, 상기 각각의 인버터 기반의 AC 분산전원은, AC-AC 백투백(BTB: back to back) 인버터를 포함하고,
- [21] 상기 각각의 컨버터 기반의 DC 분산전원은, AC-DC 백투백(BTB: back to back) 컨버터를 포함할 수 있다.
- [22] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 있어서, 상기 AC 마이크로그리드는, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원의 출력을 상기 AC 선로 모의장치에 연결하거나 연결해제하기 위한 복수의 제1 스위치를 더 포함하고,
- [23] 상기 DC 마이크로그리드는, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원을 상기 DC 선로 모의장치에 연결하거나 연결해제하기 위한 복수의 제2 스위치를 더 포함할 수 있다.
- [24] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼은, 상기 AC/DC 연계 컨버터의 동작을 제어하기 위한 제3 디지털 제어 플랫폼; 및 상기 제3 디지털 제어 플랫폼과 상기 AC/DC 연계 컨버터를 연결하기 위한 제3 인터페이스 장치를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [25] 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 의하면, 디지털 제어 플랫폼에 의하여 출력이 제어가능한 다수의 가상 분산전원을 사용하여 마이크로그리드의 제어 및 운영 알고리즘을 적용할 수 있고, 이를 통해 마이크로그리드 시스템의 제어 및 운영 알고리즘을 유연하고 신속하게 그리고 신뢰성 있게 설계, 개발 및 테스트할 수 있다.
- [26] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼은 디지털 제어 플랫폼을 이용하여 실제 컨버터의 제어가 가능하여 다양한 컨버터 응용 분야 및 AC/DC 마이크로그리드 분야에서의 신속한 제어 알고리즘의 설계 및 검증이 가능하다.
- [27] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 의하면 시스템의 구조를 유연하게 변경 가능하여 다양한 컨버터 시스템의 제어 알고리즘의 개발 및 테스트가 가능하다.

- [28] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 의하면 단일 또는 다수의 실제 컨버터를 유연하게 결선이 가능하고, 다양한 실제 컨버터를 직접 제어할 수 있으므로, 다양한 전력변환장치의 응용 분야에 적용가능한 제어 알고리즘을 신속하게 개발 및 테스트할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [29] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼을 도시한 도면.
- [30] 도 2a 및 도 2b는 도 1에 도시된 제1 및 제2 인터페이스 장치를 설명하기 위한 도면.
- [31] 도 3은 디지털 제어 플랫폼과 인버터 또는 컨버터의 동작을 설명하기 위한 도면.
- [32] 도 4는 AC 선로 모의장치의 회로도.
- [33] 도 5는 AC 부하 모의장치의 회로도.
- [34] 도 6은 실제 구현된 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼을 도시한 도면.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [35] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다.
- [36] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [37] 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다.
- [38] 또한, "제1", "제2", "일면", "타면" 등의 용어는, 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [39] 이하, 본 발명을 설명함에 있어, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [40] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.
- [41] MATLAB/SIMULINK는 다양한 전력변환장치의 제어기를 개발하는 과정에서 범용적으로 사용되고 있으며, 보다 신속하고 정확한 제어기 개발을 위하여 사용되고 있다.

- [42] 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에서는 실제 컨버터에 기반한 가상 분산전원과 부하 모의장치, 선로 모의장치를 이용한 소규모 마이크로그리드를 구축하여, 실제 마이크로그리드와 동일한 환경을 구축하고, 제어설계의 신속성과 정확성을 극대화하기 위하여, 각 컨버터의 제어기는 MATLAB/SIMULINK 기반의 디지털 제어 플랫폼인 OPAL-RT사의 OP4510을 이용하였다.
- [43] 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼은, AC 마이크로그리드(100), DC 마이크로그리드(102), 및 상기 AC 마이크로그리드(100)와 상기 DC 마이크로그리드(102)를 연계하기 위한 AC/DC 연계 컨버터(104)를 포함한다.
- [44] 상기 AC 마이크로그리드(100)는 3개의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)을 포함하는 가상 AC 분산전원 장치(108), 상기 각각의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)에 연결된 AC 선로 모의장치(106), 상기 AC 선로 모의장치(106)에 연결된 AC 부하 모의장치(112), 및 상기 각각의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)의 동작을 제어하기 위한 제1 디지털 제어 플랫폼(110)을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 가상 AC 분산전원 장치(108)는 3개의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)을 포함하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 더 적거나 더 많은 수의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원을 포함할 수 있다.
- [45] 상기 DC 마이크로그리드(102)는 3개의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)을 포함하는 가상 DC 분산전원 장치(116), 상기 각각의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)에 연결된 DC 선로 모의장치(114), 상기 DC 선로 모의장치(114)에 연결된 DC 부하 모의장치(120), 및 상기 각각의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)의 동작을 제어하기 위한 제2 디지털 제어 플랫폼(118)을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 가상 DC 분산전원 장치(116)는 3개의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)을 포함하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 더 적거나 더 많은 수의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원을 포함할 수 있다.
- [46] 또한, 상기 AC 마이크로그리드(100)는, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(110)과 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)을 연결하기 위한 제1 인터페이스 장치(109)를 더 포함하고, 상기 DC 마이크로그리드(102)는, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)과 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)을 연결하기 위한 제2 인터페이스 장치(117)를 더 포함한다.
- [47] 또한, 상기 AC 마이크로그리드(100)는, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1 내지 VDER3, 308 및 310, 312 및 314, 316 및 318)의 출력을 상기 AC 선로 모의장치(106, 302)에 연결하거나 연결해제하기 위한 3개의 제1 스위치(320, 322, 324)를 더 포함하고, 상기 DC 마이크로그리드(102)는, 상기

각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4 내지 VDER6)을 상기 DC 선로 모의장치(114)에 연결하거나 연결해제하기 위한 복수의 제2 스위치(미도시)를 더 포함한다.

[48] 또한, 상기 AC 부하 모의장치(306)와 AC 선로 모의장치(302) 간에는 상기 AC 부하 모의장치(306)와 AC 선로 모의장치(302)를 연결하거나 연결해제하기 위한 제3 스위치(326)가 구비되어 있다.

[49] 또한, 상기 DC 부하 모의장치(120)와 DC 선로 모의장치(114) 간에는 상기 DC 부하 모의장치(120)와 DC 선로 모의장치(114)를 연결하거나 연결해제하기 위한 제4 스위치(미도시)가 구비되어 있다.

[50] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼은, 상기 AC/DC 연계 컨버터(104)의 동작을 제어하기 위한 제3 디지털 제어 플랫폼(124) 및 상기 제3 디지털 제어 플랫폼(124)과 상기 AC/DC 연계 컨버터(104)를 연결하기 위한 제3 인터페이스 장치(122)를 더 포함한다.

발명의 실시를 위한 형태

[51] 도 1 및 도 2a에 도시된 바와 같이, 상기 제1 인터페이스 장치(109)는, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)에서 출력되는 신호의 크기를 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(109)에서 처리가능한 신호 크기로 변환하여 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(109)에 제공하고, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(109)에서 출력되는 신호의 크기를 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)에서 처리가능한 신호 크기로 변환하여 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3, 204)에 제공하는, 제1 신호 크기 변환기(200), 및 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)에서 출력되는 신호의 유형을 제1 디지털 제어 플랫폼(109)에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(109)에 제공하고, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(109)에서 출력되는 신호의 유형을 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)에 제공하는, 제1 신호 유형 변환기(202)를 포함한다.

[52] 도 1 및 도 2b를 참조하면, 상기 제2 인터페이스 장치(117)는, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)에서 출력되는 신호의 크기를 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)에서 처리가능한 신호 크기로 변환하여 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)에 제공하고, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)에서 출력되는 신호의 크기를 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)에서 처리가능한 신호 크기로 변환하여 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)에 제공하는,

제2 신호 크기 변환기(204), 및 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)에서 출력되는 신호의 유형을 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)에서 처리가능한 신호 유형으로 변환하여 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)에 제공하고, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)에서 출력되는 신호의 유형을 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)에서 처리가능한 신호 유형으로 변환하여 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)에 제공하는, 제2 신호 유형 변환기(206)를 포함한다.

- [53] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(110, 300)은, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)의 AC 전압, AC 전류, 및 DC 링크 전압에 기반하여, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)의 동작을 제어한다.
- [54] 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)은, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)의 DC 전압, DC 전류, 및 DC 링크 전압에 기반하여, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)의 동작을 제어한다.
- [55] 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)은 AC-AC 백투백(BTB: back to back) 인버터(308 및 310, 312 및 314, 316 및 318)를 포함하고, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)은 AC-DC 백투백(BTB: back to back) 컨버터(미도시)를 포함한다.
- [56] 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(110)은 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)의 동작을 제어하여 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)이 가상의 AC 분산전원으로 동작하도록 한다.
- [57] 또한, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)은 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)의 동작을 제어하여 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)이 가상의 DC 분산전원으로 동작하도록 한다.
- [58] 도 1에서, T1 내지 T14는 트랜스포머를 나타내고, 참조번호 130은 정지형 스위치(STS: Static Transfer Switch)를 나타낸다.
- [59] 상기 AC/DC 연계 컨버터(104)는 계통연계 스위치(126) 및 AC/DC 컨버터(128)를 포함한다.
- [60] 도 3에서, 참조번호 300은 디지털 제어 플랫폼을 나타내고, 참조번호 302는 선로 모의장치, 참조번호 304는 인버터 기반의 가상 AC 분산전원 장치 그리고 참조번호 306은 AC 부하 모의장치를 나타낸다.
- [61] 참조번호 308과 312, 참조번호 312 및 314, 참조번호 316 및 318은 백투백 인버터를 나타낸다.
- [62] 참조번호 308, 312, 316은 AC를 DC로 변환하는 인버터이고, 참조번호 310, 314,

318은 DC를 AC로 변환하는 컨버터이다.

- [63] 상기 제1 디지털 제어 플랫폼(110)은 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원(VDER1, VDER2, VDER3)으로부터 AC 전압, AC 전류 및 DC 링크 전압을 센싱하고, 지령치에 맞는 펄스폭 변조 신호(PWM1, PWM2, PWM3)를 출력하도록 구성된다.
- [64] 상기 제2 디지털 제어 플랫폼(118)은 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원(VDER4, VDER5, VDER6)으로부터 DC 전압, DC 전류 및 DC 링크 전압을 센싱하고, 지령치에 맞는 펄스폭 변조 신호(PWM4, PWM5, PWM6)를 출력하도록 구성된다.
- [65] AC 선로 모의장치(106) 및 DC 선로 모의장치(114)는 저항 및 인덕터로 구성되어, 실제 AC 마이크로그리드와 DC 마이크로그리드의 선로의 역할을 하도록 구성된다. 도 4는 예시적인 AC 선로 모의장치의 회로도를 도시한 것이다.
- [66] AC 부하 모의장치(112)는 저항, 인덕터 및 커패시터로 구성되어 실제 마이크로그리드의 AC 부하의 역할을 하도록 구성되고, DC 부하 모의장치(120)는 저항으로 구성되어 실제 마이크로그리드의 DC 부하의 역할을 하도록 구성된다. 도 5는 예시적인 AC 부하 모의장치를 도시한 것이다.
- [67] 한편, 도 6은 실제 구현된 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼을 도시한 도면이다.
- [68] 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에서는, 인버터 또는 컨버터에 기반한 가상 분산전원(VDER1 내지 VDER6), 부하 모의장치(112, 120), 선로 모의장치(106, 114), 및 각 가상 분산전원(VDER1 내지 VDER6)의 동작을 제어하는 디지털 제어 플랫폼(110, 118)을 이용하여 실제 마이크로그리드와 동일한 환경을 구축한다.
- [69] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에서는, 제1 디지털 플랫폼(110) 및 제2 디지털 플랫폼(118)에서 제어 알고리즘에 기반하여 분산전원(VDER1 내지 VDER6)의 동작을 제어하고, 시간에 따라 부하 모의장치(112, 120)의 부하를 변동함으로써, 분산전원의 출력 변동 및 부하의 변동에 따른 마이크로그리드의 제어 및 운영 알고리즘의 동작 및 성능을 유연하고 신속하게 그리고 신뢰성 있게 테스트할 수 있다.
- [70] 예를 들어, 디지털 제어 플랫폼을 이용하여 1기의 컨버터는 전압제어기반(VCM: voltage control mode)의 드롭(droop) 제어를 수행하게 하고, 나머지 2기의 컨버터는 전류제어기반(CCM: current control mode)의 리버스 드롭(reverse droop) 제어를 수행하게 하며, 시간에 따라 부하 모의장치의 부하를 변동하여 마이크로그리드의 리버스 드롭 제어기를 테스트할 수 있다.
- [71] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 의하면, AC 마이크로그리드 또는 DC 마이크로그리드뿐만 아니라, AC/DC 연계 컨버터를 포함하는 AC/DC

하이브리드 마이크로그리드의 제어 및 운영 알고리즘의 동작 및 성능을 테스트하거나, 인버터 또는 컨버터와 같은 전력변환장치의 제어기 또는 제어 알고리즘의 동작 및 성능을 보다 신속하고 신뢰성 있게 테스트하는데 사용될 수 있다.

- [72] 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼은 마이크로그리드 제어 시스템의 설계 및 테스트, 인버터 제어 알고리즘의 설계 및 테스트, 컨버터 제어 알고리즘의 설계 및 테스트, 그리고 병렬 운전 전력변환장치의 제어 알고리즘의 설계 및 테스트에 적용될 수 있다.
- [73] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 의하면, 시스템의 구조를 유연하게 변경 가능하여 다양한 컨버터의 제어 알고리즘을 개발하고 테스트할 수 있다.
- [74] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼에 의하면, 단일 또는 다수의 실제 컨버터를 유연하게 결선하여 다양한 실제 컨버터를 직접 제어할 수 있으므로, 다양한 전력변환장치의 응용 분야에 적용가능한 제어 알고리즘을 신속하게 개발 및 테스트할 수 있다.
- [75] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세하게 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다고 할 것이다.
- [76] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로, 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

청구범위

- [청구항 1] AC 마이크로그리드;
 DC 마이크로그리드; 및
 상기 AC 마이크로그리드와 상기 DC 마이크로그리드를 연계하기 위한 AC/DC 연계 컨버터를 포함하고,
 상기 AC 마이크로그리드는 복수의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원, 상기 각각의 가상 AC 분산전원에 연결된 AC 선로 모의장치, 상기 AC 선로 모의장치에 연결된 AC 부하 모의장치, 및 상기 각각의 가상 AC 분산전원의 동작을 제어하기 위한 제1 디지털 제어 플랫폼을 포함하며,
 상기 DC 마이크로그리드는 복수의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원, 상기 각각의 가상 DC 분산전원에 연결된 DC 선로 모의장치, 상기 DC 선로 모의장치에 연결된 DC 부하 모의장치, 및 상기 각각의 가상 DC 분산전원의 동작을 제어하기 위한 제2 디지털 제어 플랫폼을 포함하는, 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
 상기 AC 마이크로그리드는, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼과 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원을 연결하기 위한 제1 인터페이스 장치를 더 포함하고,
 상기 DC 마이크로그리드는, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼과 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원을 연결하기 위한 제2 인터페이스 장치를 더 포함하는, 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,
 상기 제1 인터페이스 장치는,
 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에서 출력되는 신호의 크기를 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에서 처리가능한 신호의 크기로 변환하여 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에 제공하고, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에서 출력되는 신호의 크기를 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에서 처리가능한 신호의 크기로 변환하여 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에 제공하는, 제1 신호 크기 변환기; 및
 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에서 출력되는 신호의 유형을 제1 디지털 제어 플랫폼에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에 제공하고, 상기 제1 디지털 제어 플랫폼에서 출력되는 신호의 유형을 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원에 제공하는, 제1 신호 유형 변환기를 포함하고,
 상기 제2 인터페이스 장치는,

상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에서 출력되는 신호의 크기를 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에서 처리가능한 신호의 크기로 변환하여 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에 제공하고, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에서 출력되는 신호의 크기를 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에서 처리가능한 신호의 크기로 변환하여 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에 제공하는, 제2 신호 크기 변환기; 및
 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에서 출력되는 신호의 유형을 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에 제공하고, 상기 제2 디지털 제어 플랫폼에서 출력되는 신호의 유형을 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에서 처리가능한 신호의 유형으로 변환하여 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원에 제공하는, 제2 신호 유형 변환기를 포함하는, 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼.

[청구항 4]

청구항 3에 있어서,
 상기 제1 디지털 제어 플랫폼은,
 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원의 AC 전압, AC 전류, 및 DC 링크 전압에 기반하여, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원의 동작을 제어하고,
 상기 제2 디지털 제어 플랫폼은,
 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원의 DC 전압, DC 전류, 및 DC 링크 전압에 기반하여, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원의 동작을 제어하는, 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼.

[청구항 5]

청구항 1에 있어서,
 상기 각각의 인버터 기반의 AC 분산전원은,
 AC-AC 백투백(BTB: back to back) 인버터를 포함하고,
 상기 각각의 컨버터 기반의 DC 분산전원은,
 AC-DC 백투백(BTB: back to back) 컨버터를 포함하는, 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼.

[청구항 6]

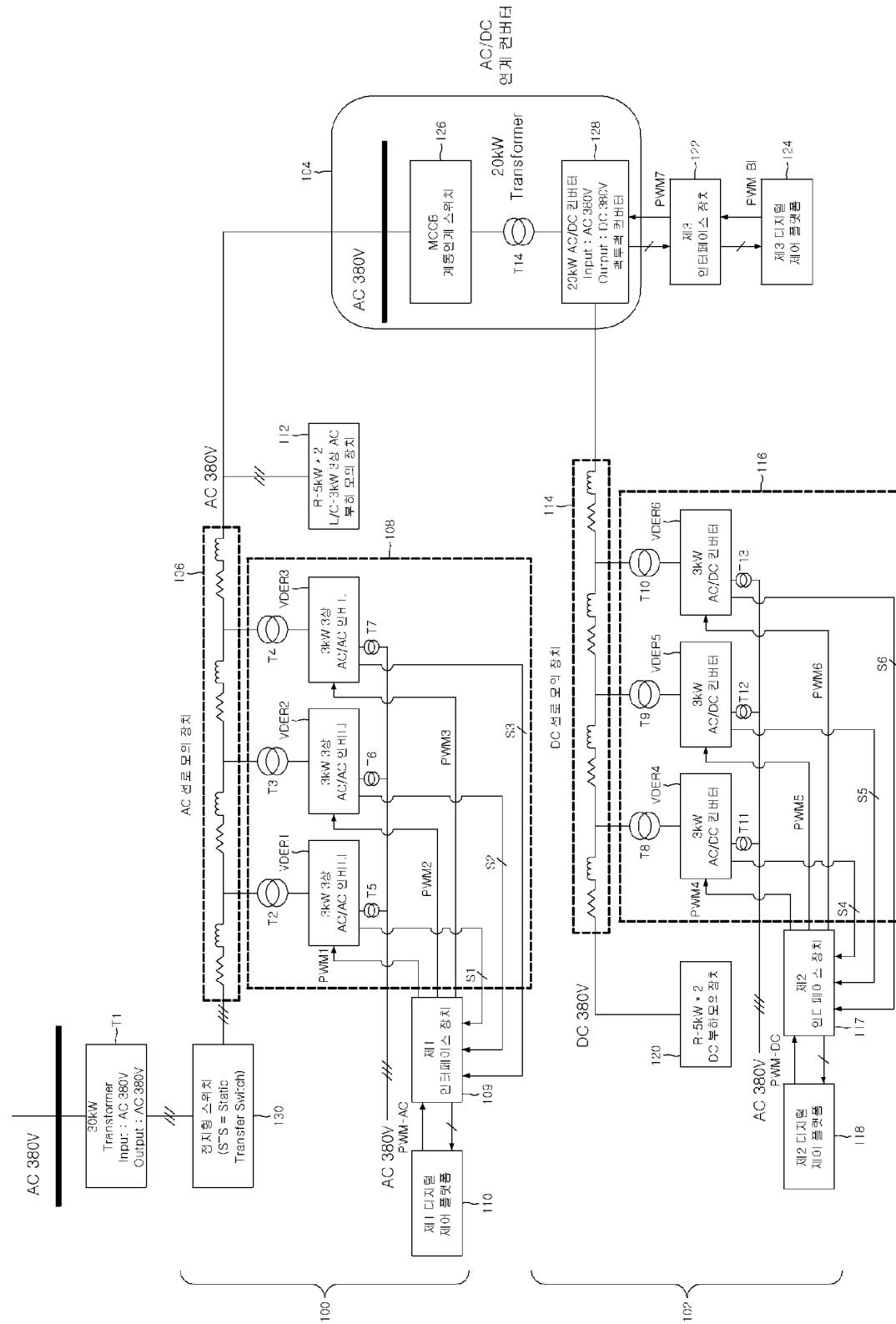
청구항 1에 있어서,
 상기 AC 마이크로그리드는, 상기 각각의 인버터 기반의 가상 AC 분산전원의 출력을 상기 AC 선로 모의장치에 연결하거나 연결해제하기 위한 복수의 제1 스위치를 더 포함하고,
 상기 DC 마이크로그리드는, 상기 각각의 컨버터 기반의 가상 DC 분산전원을 상기 DC 선로 모의장치에 연결하거나 연결해제하기 위한 복수의 제2 스위치를 더 포함하는, 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼.

[청구항 7]

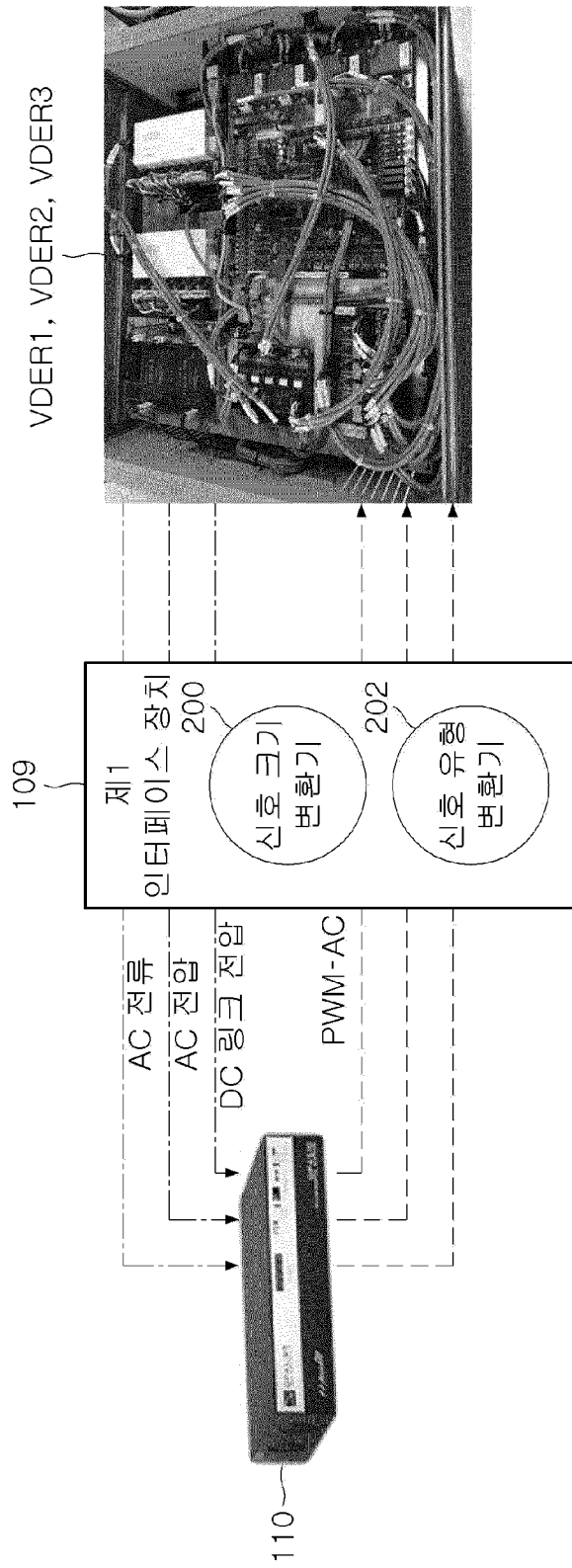
청구항 1에 있어서,

상기 AC/DC 연계 컨버터의 동작을 제어하기 위한 제3 디지털 제어 플랫폼; 및
상기 제3 디지털 제어 플랫폼과 상기 AC/DC 연계 컨버터를 연결하기 위한 제3 인터페이스 장치를 더 포함하는, 마이크로그리드의 제어 및 운영 연구를 위한 유연한 테스트 플랫폼.

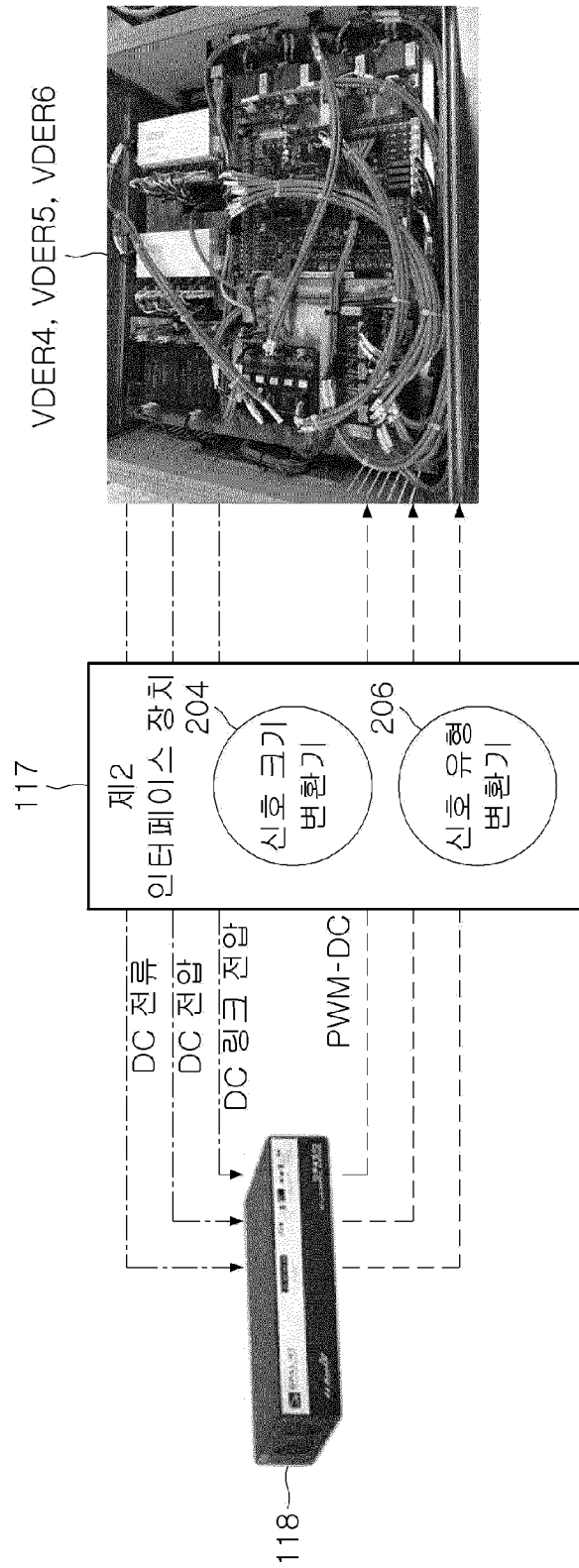
[도1]



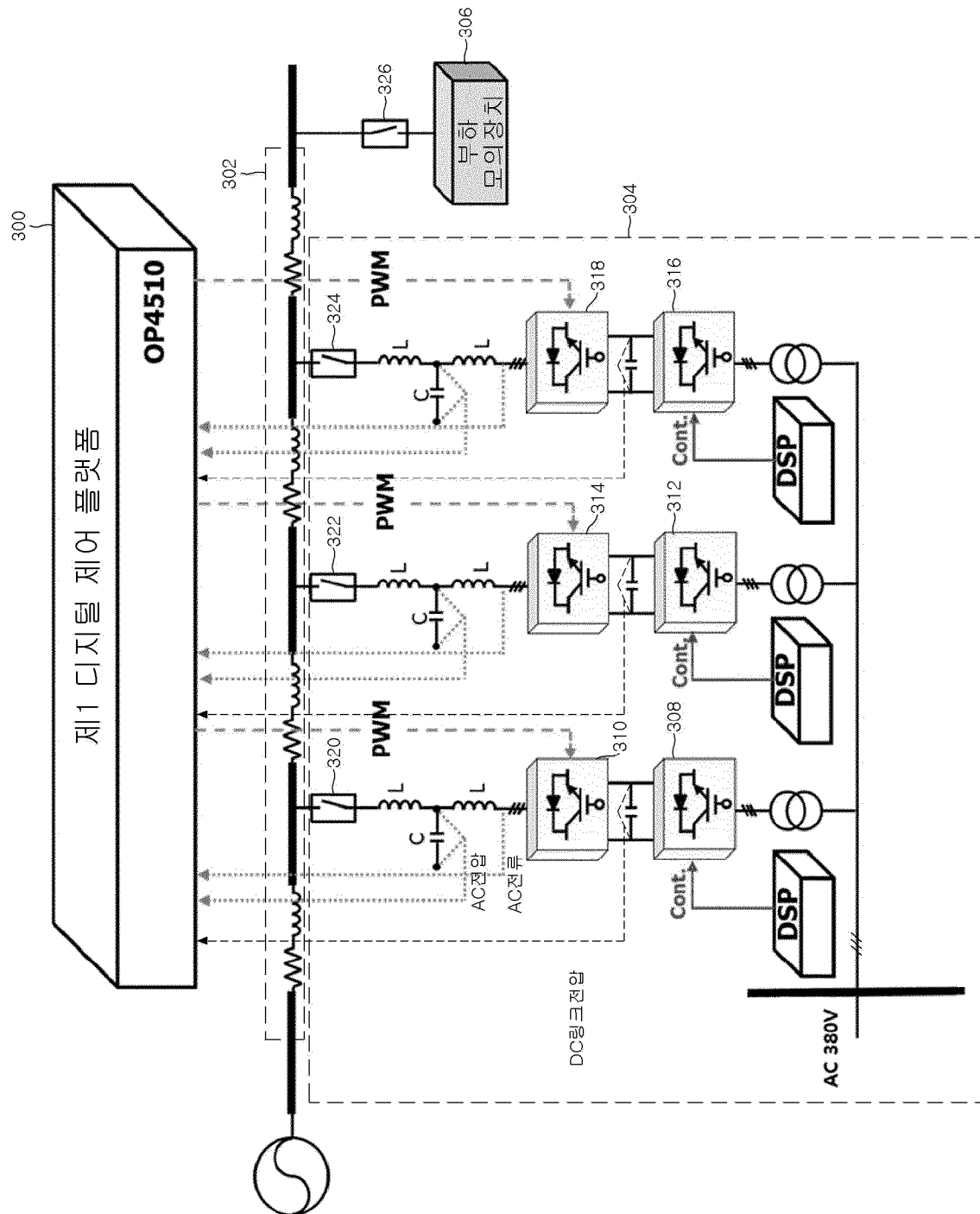
[도2a]



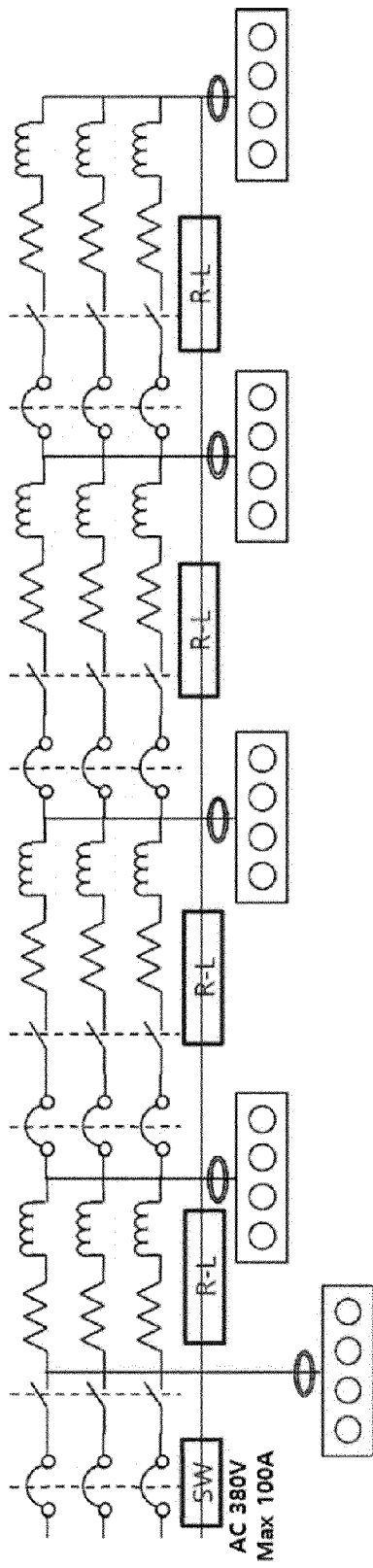
[도2b]



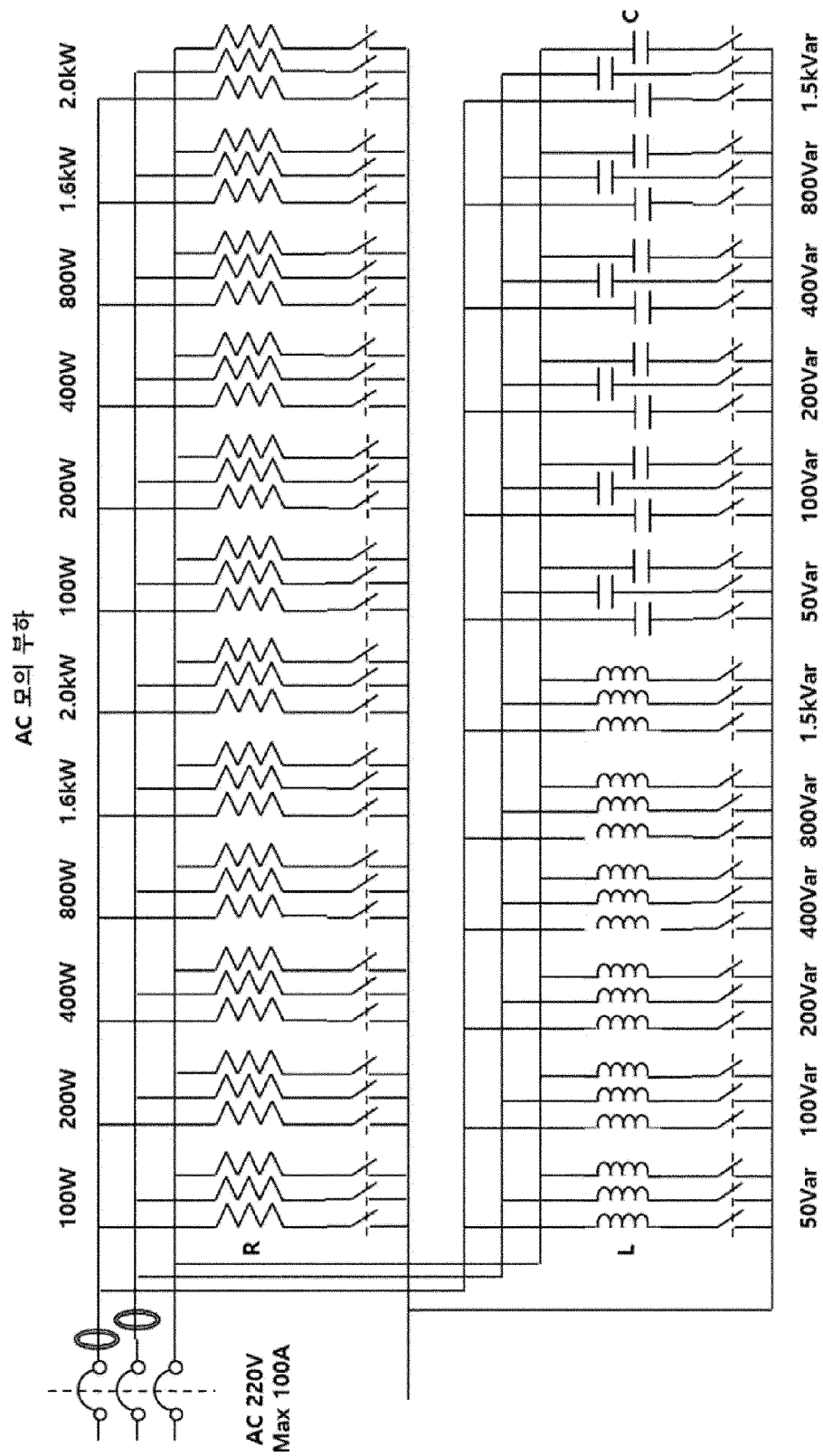
[도3]



[도4]



[도5]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/004920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/38(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J 3/38; H02J 3/36; H02J 3/46; H02J 3/06; H02J 13/00; G09B 23/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: microgrid, converter, simulator, track, load, platform, inverter

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1277185 B1 (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 24 June 2013 See paragraphs [26]-[28], and figure 3.	1-7
A	ARRA, Ankith Reddy, "MODELING AND STABILITY ANALYSIS OF AC AND DC MICROGRIDS", In: A Thesis in Electrical and Computer Engineering Submitted to the Graduate Faculty of the Texas Tech University, December 2015 See pages 21-65.	1-7
A	KR 10-1689315 B1 (INCHEON UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 02 January 2017 See paragraphs [24]-[27], and figure 1.	1-7
A	KR 10-2014-0046788 A (LEE, Geun Joon) 21 April 2014 See paragraphs [13]-[18], and figures 1-2.	1-7
A	KR 10-1412742 B1 (KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 04 July 2014 See paragraphs [41]-[47], and figure 3.	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 AUGUST 2018 (14.08.2018)

Date of mailing of the international search report

16 AUGUST 2018 (16.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/004920

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1277185 B1	24/06/2013	NONE	
KR 10-1689315 B1	02/01/2017	EP 3331116 A1 JP 2017-527240 A US 2018-0131183 A1 WO 2017-018584 A1	06/06/2018 14/09/2017 10/05/2018 02/02/2017
KR 10-2014-0046788 A	21/04/2014	KR 10-1400009 B1	27/06/2014
KR 10-1412742 B1	04/07/2014	KR 10-2014-0060401 A	20/05/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02J 3/38(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H02J 3/38; H02J 3/36; H02J 3/46; H02J 3/06; H02J 13/00; G09B 23/18

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 마이크로그리드, 컨버터, 모의장치, 선로, 부하, 플랫폼, 인버터

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1277185 B1 (재단법인 포항산업과학연구원) 2013.06.24 단락 26-28, 및 도면 3 참조.	1-7
A	ANKITH REDDY ARRA, 'MODELING AND STABILITY ANALYSIS OF AC AND DC MICROGRIDS', In: A thesis in electrical and computer engineering submitted to the graduate faculty of the texas tech university, 2015.12 페이지 21-65 참조.	1-7
A	KR 10-1689315 B1 (인천대학교 산학협력단) 2017.01.02 단락 24-27, 및 도면 1 참조.	1-7
A	KR 10-2014-0046788 A (이근준) 2014.04.21 단락 13-18, 및 도면 1-2 참조.	1-7
A	KR 10-1412742 B1 (한국전기연구원) 2014.07.04 단락 41-47, 및 도면 3 참조.	1-7

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 08월 14일 (14.08.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 08월 16일 (16.08.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



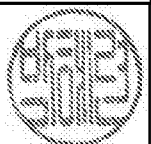
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

박혜련

전화번호 +82-42-481-3463



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1277185 B1	2013/06/24	없음	
KR 10-1689315 B1	2017/01/02	EP 3331116 A1 JP 2017-527240 A US 2018-0131183 A1 WO 2017-018584 A1	2018/06/06 2017/09/14 2018/05/10 2017/02/02
KR 10-2014-0046788 A	2014/04/21	KR 10-1400009 B1	2014/06/27
KR 10-1412742 B1	2014/07/04	KR 10-2014-0060401 A	2014/05/20