



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0014200
(43) 공개일자 2011년02월10일

(51) Int. Cl.

H02J 7/35 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)

(21) 출원번호 10-2010-7028006

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년05월14일
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년12월13일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/044033

(87) 국제공개번호 WO 2009/140548
국제공개일자 2009년11월19일

(30) 우선권주장
61/127,772 2008년05월14일 미국(US)

(71) 출원인

내셔널 세미콘더터 코포레이션

미국 캘리포니아주 95052-8090, 산타 클라라,
2900 세미콘더터 드라이브

(72) 벌명자

포스 앤드류

미국 캘리포니아주 샌호세

고메즈 미구엘

미국 캘리포니아주 프레몬트
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인코리아나

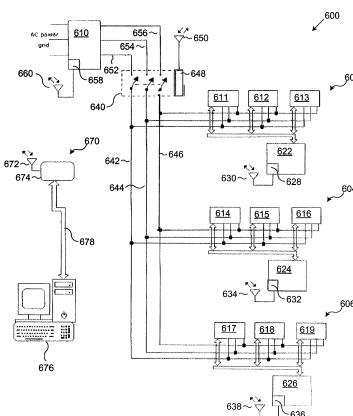
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 지능형 인터버들의 어레이를 위한 시스템 및 방법

(57) 요 약

발전 어레이 (200)에서의 DC-AC 변환을 위한 시스템 및 방법이 개시된다. 이 시스템 및 방법은 솔라 패널들
의 그룹 (205)에 결합된 다수의 인버터들 (220)을 포함한다. 그룹 제어기 (250)는 인버터들 (220)의 인
터리빙된 스위칭을 위해 인버터들 (220)의 동작을 조정한다. 그룹 제어기 (250)는 추가적인 솔라 패널들
(205)과 별별로 결합된 인버터들 (220)의 추가 그룹들과의 동작을 조정하기 위하여 LAN (Local Area
Network), 무선 네트워크 (670), 또는 이 둘을 경유하여 통신한다.

대 표 도 - 도6



(72) 발명자

메들리 돈

미국 캘리포니아주 써니베일

헨델 롤랜드

미국 캘리포니아주 샌프란시스코

하센푸스 개리

미국 캘리포니아주 콩코드

버그 더그

미국 캘리포니아주 로스 가토스

특허청구의 범위

청구항 1

에너지 생성 시스템에서 이용하기 위한 에너지 변환 어레이로서,
직류 에너지를 수신하고 교류 에너지를 출력하도록 구성된 복수의 인버터들을 구비하고,
제 1 인버터의 출력이 제 2 인버터의 출력과 인터리빙되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 인버터들은, 솔라 에너지 생성 시스템, 풍력 에너지 생성 시스템, 지열 에너지 생성 디바이스, 및 수력 에너지 생성 시스템 중 적어도 하나에 결합되도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 3

에너지 생성 시스템에서 이용하기 위한 에너지 변환 어레이로서,
직류 에너지를 수신하고 교류 에너지를 출력하도록 구성된 복수의 지능형 인버터들을 구비하고,
상기 복수의 지능형 인버터들은 전력 대역 최적화를 수행하도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

복수의 에너지 생성 디바이스들 각각으로부터의 값을 측정하도록 구성된 복수의 센서들을 더 구비하고,
상기 값은 온도, 출력 전류 및 출력 전압 중 적어도 하나에 대응하는, 에너지 변환 어레이.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

다수의 상기 복수의 지능형 인버터들에 결합되는 그룹 제어기를 더 구비하고,
상기 그룹 제어기는, 상기 복수의 지능형 인버터들 중 적어도 하나의 동작을 변화시키기 위하여 상기 복수의 센서들로부터 수신된 상기 값을 이용하도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 그룹 제어기는, 원격 제어기에 데이터를 전송하도록 구성되고, 상기 원격 제어기로부터 수신된 커맨드들에 대해 응답하는, 에너지 변환 어레이.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 복수의 지능형 인버터들의 전력 출력을 측정하고,
최적의 전력 대역의 상한과 상기 최적의 전력 대역의 하한 중 적어도 하나와 상기 측정된 전력을 비교하고,
상기 측정된 전력이 상기 상한을 초과한다는 판정에 응답하여 적어도 하나의 추가 인버터를 인에이블하고,
상기 측정된 전력이 상기 하한 미만이라는 판정에 응답하여 적어도 하나의 인버터를 디스에이블하도록 구성된 그룹 제어기를 더 구비하는, 에너지 변환 어레이.

청구항 8

에너지 생성 시스템에서 이용하기 위한 에너지 변환 어레이로서,
 복수의 솔라 발전 디바이스들; 및
 복수의 인버터들을 구비하고,
 상기 복수의 인버터들 각각은 상기 복수의 솔라 발전 디바이스들 중 하나로부터 직류 에너지를 수신하고 교류 에너지를 출력하도록 구성되며,
 제 1 인버터의 출력이 제 2 인버터의 출력과 인터리빙되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
 상기 복수의 솔라 발전 디바이스들 각각은 솔라 패널, 솔라 패널들의 스트링, 및 병렬로 결합된 솔라 패널들의 복수의 스트링 중 하나를 구비하는, 에너지 변환 어레이.

청구항 10

솔라 전력 시스템에서 이용하기 위한 에너지 변환 어레이로서,
 복수의 솔라 발전 디바이스들; 및
 상기 복수의 솔라 발전 디바이스들에 결합된 복수의 인버터들을 구비하고,
 상기 복수의 인버터들은 레귤레이팅되지 않은 (non-regulated) 직류 에너지를 수신하고 교류 에너지의 출력을 조정하도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
 상기 복수의 인버터들에 결합된 복수의 제어기들을 더 구비하는, 에너지 변환 어레이.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
 상기 복수의 제어기들은 로컬 영역 네트워크 (Local Area Network) 접속을 경유하여 통신하도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 13

제 11 항에 있어서,
 상기 복수의 제어기들은 원격 제어기에 데이터를 전송하도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 14

제 10 항에 있어서,
 상기 복수의 제어기들은,
 상기 복수의 인버터들의 전력 출력을 측정하고,
 최적의 전력 대역의 상한과 상기 최적의 전력 대역의 하한 중 적어도 하나와 상기 측정된 전력을 비교하고,
 상기 측정된 전력이 상기 상한을 초과한다는 판정에 응답하여 적어도 하나의 추가 인버터를 인에이블하고,
 상기 측정된 전력이 상기 하한 미만이라는 판정에 응답하여 적어도 하나의 인버터를 디스에이블하도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 인버터들은 상기 교류 에너지의 전력 최적화를 수행하도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 인버터들은 상기 교류 에너지의 출력들을 인터리빙하도록 구성되는, 에너지 변환 어레이.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 솔라 발전 디바이스는 솔라 패널, 솔라 패널들의 스트링, 및 병렬로 결합된 솔라 패널들의 복수의 스트링 중 하나인, 에너지 변환 어레이.

청구항 18

전력 어레이를 위한 전류 변환 방법으로서:

복수의 인버터에 의해, 복수의 에너지 생성 디바이스들로부터 전기 에너지를 수신하는 단계; 및

상기 복수의 인버터들에 의해 직류 에너지의 교류 에너지로의 변환을 수행하도록 상기 복수의 인버터들의 스위칭을 조정하는 단계를 구비하는, 전류 변환 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

입력 전류, 입력 전압, 출력 전류, 출력 전압, 솔라 패널 온도, 및 솔라 어레이 온도 중 적어도 하나에 대응하는 값을 측정하는 단계를 더 구비하는, 전류 변환 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 조정하는 단계는, 상기 측정된 값에 기초하여 상기 복수의 인버터들의 동작을 변화시키는 단계를 더 구비하는, 전류 변환 방법.

청구항 21

제 18 항에 있어서,

상이한 복수의 인버터들의 제어기 및 수요 전력계 중 적어도 하나로부터 데이터를 수신하는 단계를 더 구비하고,

상기 데이터는 적어도 하나의 솔라 패널에 대한 전압, 전류, 및 온도 중 적어도 하나의 측정치를 포함하는, 전류 변환 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 조정하는 단계는 상기 수신된 데이터에 기초하여 상기 복수의 인버터들의 동작을 변화시키는 단계를 더 구비하는, 전류 변환 방법.

청구항 23

제 18 항에 있어서,

상이한 복수의 인버터의 제 2 제어기 및 원격 제어기 중 적어도 하나에 데이터를 전송하는 단계를 더 구비하고,

상기 데이터는 적어도 하나의 솔라 패널에 대한 전압, 전류, 및 온도 중 적어도 하나의 측정치를 포함하는, 전류 변환 방법.

청구항 24

제 18 항에 있어서,

상기 조정하는 단계는,

상기 복수의 인버터들의 전력 출력을 측정하는 단계;

최적의 전력 대역의 상한과 상기 최적의 전력 대역의 하한 중 적어도 하나와 상기 측정된 전력을 비교하는 단계;

상기 측정된 전력이 상기 상한을 초과한다는 판정에 응답하여 적어도 하나의 추가 인버터를 인에이블하는 단계; 및

상기 측정된 전력이 상기 하한 미만이라는 판정에 응답하여 적어도 하나의 인버터를 디스에이블하는 단계를 포함하는, 전류 변환 방법.

명세서

기술 분야

[0001]

본 출원은, 2008년 5월 14일 출원되고, 발명의 명칭이 "REDUNDANT ARRAY OF INTELLIGENT INVERTERS" 인 미국 가특허 출원 제 61/127,772 호에 관한 것이다. 가특허 출원 제 61/127,772 호는 본 출원의 양수인에게 양도되었고, 본 명세서에 그 전체가 참조로 통합되었다. 본 출원은, U.S.C. § 119(e) 하에서 미국 가특허 출원 제 61/127,772 호에 대한 우선권을 주장한다.

[0002]

본 발명은 일반적으로 전력 시스템 (electrical power system)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 솔라 셀 (solar-cell) 전력 어레이로부터의 에너지를 변환하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

광발전 (Photovoltaic; PV) 패널들 ("솔라 패널"이라고도 함)은 전기 에너지를 생성하기 위하여 태양으로부터의 복사광을 이용한다. 솔라 패널들은 태양광을 전기 에너지로 변환하기 위하여 다수의 PV 셀들을 포함한다. 대다수의 솔라 패널들은 웨이퍼 기반 결정질 실리콘 셀들 또는 카드뮴 텔루라이드 또는 실리콘 기반의 박막형 셀들을 이용한다. 결정질 실리콘은 일반적으로 PV 셀에서 웨이퍼 형태로 사용되는 것으로, 통상의 반도체인 실리콘으로부터 추출된다. PV 셀들은 광을 에너지로 직접 변환하는 반도체 디바이스들이다. 광이 PV 셀 상으로 비추게 되면, 셀 양단에 전압이 형성되고, 부하에 접속될 경우, 셀을 통하여 전류가 흐르게 된다. 전압 및 전류는, 셀의 물리적 크기, 셀 상에 비춰는 광량, 셀의 온도, 및 외부 요소들을 포함하여 몇몇 요소에 따라 변화한다.

[0004]

솔라 패널 (또는 PV 모듈이라고도 함)은 직렬 및 병렬로 배열된 PV 셀들로 이루어진다. 예를 들어, PV 셀들은 먼저 그룹 내에서 직렬로 결합된다. 그 후, 다수의 그룹이 함께 병렬로 결합된다. 이와 같이, PV 어레이 (또는 "솔라 어레이"라고도 함)는 직렬 및 병렬로 배열된 솔라 패널들로 이루어진다. 서로 물리적으로 근접 위치된 2개 이상의 PV 어레이들을 PV 어레이 사이트 (PV array site)라고 한다.

[0005]

각 솔라 패널에 의해 생성된 전력은 솔라 패널의 전압 및 전류에 의해 결정된다. 솔라 어레이에서, 전기적 접속들이 원하는 출력 스트링 전압을 달성하기 위하여 직렬로 형성되며/되거나 원하는 양의 스트링 전류원 용량을 제공하기 위하여 병렬로 형성된다. 몇몇 경우에는, DC-DC 컨버터로 각 패널 전압을 상승시키거나 하강시키게 된다.

[0006]

솔라 어레이에는 전기 부하, 전기 그리드 (electric grid) 또는 배터리 셀 (이에 한정되지 않음)과 같은 전력 저장 디바이스에 접속된다. 솔라 패널들은 직류 (DC) 전력을 전달한다. 전기 부하, 전기 그리드, 또는 전력 저장 디바이스가 교류 (AC, 예를 들어, 초당 60 사이클 또는 60 헤르츠 (Hz))를 이용하여 동작할 경우, 솔라 어레이에는 DC-AC 인버터를 통하여 전기 부하, 전기 그리드, 또는 전력 저장 디바이스에 접속된다.

[0007]

솔라 패널들은 I-V 곡선으로 표현되는 전압 및 전류 특성을 나타낸다. 솔라 셀들이 부하에 접속되어 있지 않을 경우, 이들 단자 양단의 전압은 이들의 개방 회로 전압 V_{oc} 이다. 단자들이 서로 접속되어 단락 회로를 형성하게 될 경우, 단락 회로 전류 I_{sc} 가 생성된다. 이 두 경우에 있어서, 전압과 전류를 승산함으로써 전

력이 주어지게 되므로, 어떠한 전력도 생성되지 않게 된다. 최대 전력점 (Maximum Power Point; MPP) 은 솔라 패널들이 최대 전력에서 작동하는 지점을 정의한다.

[0008] 종래의 솔라 어레이에서, 솔라 어레이에서의 개별 솔라 패널들 전체는 어레이에 대하여 태양광을 충분히 수신해야만 적절하게 동작하게 된다. 어레이의 일부에 그림자가 지거나 손상되는 경우, 전체 어레이의 전력 출력, 심지어 태양광에 여전히 노출된 섹션으로부터의 전력 출력은 낮아지게 된다. 필연적으로, 패널들 중에서 효율을 저감시키는 변동이 다수의 솔라 어레이에 또한 존재한다. 따라서, 이를 변동들이 검출되지 않고 보정되지 않을 경우, 상당한 양의 에너지가 실현되지 않은 채 남아있게 된다.

[0009] 단일의 솔라 패널에 의해 생성된 DC 전력을 AC 전력으로 변환하는 "마이크로 인버터" (micro-inverter) 를 제조하려는 많은 시도가 종래로부터 있었다. 패널별 (또는 모듈별이라고도 함) 인버전 (inversion) 은 MPPT (Maximum Power Point Tracking) 추적과 경시적으로 구식인 솔라 패널들을 새것으로 교체하는 능력을 포함하는 중요한 이점을 산출한다. 솔라 어레이에서 가장 구식일 것 같은 기준의 솔라 패널들의 전압 및 전류 특성을 매칭시킬 필요없이 구식인 솔라 패널들을 교체할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그러나, 이러한 종래의 시스템에서는, 기준의 솔라 패널들은 AC 전력 그리드 상에 나타나는 피크 전압, 예를 들어, 단상 120V 에 대해 대략 200V 또는 3상 208V에 대하여 대략 300V 이하의 전압에서 동작한다. 이 때문에, 이러한 종래의 시스템은 부스트 스테이지 (boost stage) 를 포함해야만 한다. 이러한 부스트 스테이지는 고가이며 신뢰할 수 없는 컴포넌트일 수 있는 변압기를 포함하는 더 복잡한 회로를 요구한다.

[0011] 종래의 인버터 설계에 있어서는 트레이드 오프 (trade-off) 가 존재한다. 인버터 설계에 있어서의 이러한 트레이드 오프는 PWM (pulse wave modulation) 스위칭 주파수와 관련이 있다. 더 높은 주파수가 그리드 추적의 정확도를 증가시키므로, 고주파 왜곡을 감소시킨다. 그러나, 더 높은 주파수는 더 많은 스위칭과 동일하다. 증가된 스위칭은 스위칭 손실로 인하여 효율을 감소시키게 된다.

[0012] 또한, 인덕터 설계에 있어서, 보드 인덕터들 (board inductors) 에 대한 물리적 크기와 인덕턴스에 관련된 트레이드 오프가 존재한다. 높은 인덕턴스를 갖는 큰 인덕터는 최소 고조파 왜곡을 제공한다. 그러나, 높은 인덕턴스를 갖는 큰 인덕터들은 금전적인 비용 및 물리적 공간 면에서 고가이다.

과제의 해결 수단

[0013] 솔라 셀 전력 시스템에서 이용되는 솔라 패널 어레이가 제공된다. 솔라 패널 어레이에는 다수의 솔라 패널들을 포함한다. 솔라 패널 어레이에는 또한 솔라 패널에 병렬로 결합된 복수의 인버터를 포함한다. 적어도 하나의 그룹 제어기는 인터리빙된 스위칭 (interleaved switching) 을 수행하기 위하여 복수의 인버터의 동작을 조정하도록 구성되어 있다.

[0014] 솔라 셀 전력 시스템에서 이용되는 컨버터가 제공된다. 컨버터는 다수의 솔라 패널의 양 (positive) 의 단자에 결합하도록 구성된 제 1 입력 단자를 포함한다. 컨버터는 또한 제 1 입력 단자에 결합된 제 1 상측 (high side) 스위치; 제 1 입력 단자에 결합된 제 2 상측 스위치; 제 1 상측 스위치와 제 1 출력 단자 사이에 결합된 제 1 인덕터; 제 2 상측 스위치와 제 2 출력 단자 사이에 결합된 제 2 인덕터; 제 1 출력 단자에 결합된 제 1 풀다운 (pull-down) 스위치; 제 2 출력 단자에 결합된 제 2 풀다운 스위치; 및 제어기를 포함한다. 제어기는 제 1 및 제 2 상측 스위치 및 제 1 및 제 2 풀다운 스위치의 동작을 변화시키도록 구성된다.

[0015] 광발전 어레이에 대한 전류 변환 방법이 제공된다. 이 방법은 복수의 인버터가 전기 에너지를 복수의 솔라 패널들로부터 수신하는 단계를 포함한다. 복수의 인버터에 의해 직류 에너지의 교류 에너지로의 인터리빙된 변환을 수행하도록 인버터의 스위칭이 조정된다.

[0016] 이하의 본 발명의 상세한 설명을 시작하기 이전에, 본 발명의 전반에 걸쳐서 사용된 특정 단어 및 구문의 정의를 설명하는 것이 바람직하다. 용어 "패킷" 은 특정 통신 신호에 이용되는 포맷과 상관없이 임의의 정보를 포함하는 통신 신호를 칭한다. 용어 "애플리케이션", "프로그램" 및 "루틴" 은 적합한 컴퓨터 언어에서 구현되도록 구성된 하나 이상의 컴퓨터 프로그램, 명령의 세트, 절차, 함수, 오브젝트, 클래스, 인스턴스, 또는 관련 데이터를 칭한다. 용어 "결합하다" 및 이의 파생어들은 2개 이상의 엘리먼트들 사이의 임의의 직접 또는 간접 통신을 칭하는 것으로, 이들 엘리먼트들은 서로 물리적으로 접촉되어 있을 수도 있고 그렇지 않을 수도

있다. 용어 "전송하다", "수신하다", "통신하다" 뿐만 아니라 이들의 파생어들은 직접 및 간접 통신 모두를 포함한다. 용어 "포함하다" (include), "구비하다" (comprise), 및 이들의 파생어들은 제한이 없는 포함을 의미한다. 용어 "또는"은 포함적으로 "및/또는"을 의미한다. 구문 "~와 연관된", "이와 연관된", 뿐만 아니라 이의 파생어들은, 포함함, ~내에 포함됨, ~와 상호 접속함, 함유함, ~내에 함유됨, ~에 또는 ~와 접속함, ~에 또는 ~와 결합함, ~와 통신가능함, ~와 협력함, 인터리빙함, 병치함, ~에 근접함, ~에 또는 ~으로 한정됨, 가짐, ~의 특성을 가짐 등을 의미할 수도 있다. 용어 "제어기"는 적어도 하나의 동작을 제어하는 임의의 디바이스, 시스템, 또는 이들의 일부를 의미한다. 제어기는 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 또는 이들 중 적어도 2개의 몇몇 조합으로 구현될 수도 있다. 임의의 특정 제어기와 연관된 기능은 국부적으로든 또는 원격적으로든 중앙 집중될 수도 있거나 분산될 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0017]

이하, 본 발명 및 본 발명의 이점의 더욱 완전한 이해를 위해, 동일한 참조부호가 동일한 부분을 나타내는 첨부한 도면과 함께 아래의 상세한 설명을 참조한다.

도 1a는 본 발명의 실시형태에 따른, 솔라 어레이의 개략도이다.

도 1b는 본 발명의 실시형태에 따른, 솔라 패널의 개략도이다.

도 1c는 본 발명의 실시형태에 따른, 네트워크 접속을 경유하여 데이터를 전송하는 온도 데이터 출력 라인 및 일사량 데이터 라인의 예를 예시한다.

도 2는 본 발명의 실시형태에 따른, 지능형 인버터들을 포함하는 솔라 어레이의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 실시형태에 따른, 지능형 인버터 스위칭 동작을 예시한다.

도 4는 본 발명의 실시형태에 따른, 2개의 입력 전압으로 동작하는 DC-AC 인버터에 대하여 전력 변환 효율 대백분율(%) 정격 출력 전력에 관한 예시적 그래프를 예시한다.

도 5는 본 발명의 실시형태에 따른, 적응형 전력 관리에 관한 예시적 그래프를 나타낸다.

도 6은 본 발명의 실시형태에 따른, 중앙 제어기 설비에 응답하는 단일 AC 스위칭 수단을 통하여 전력 그리드에 결합된 전력 인버터 그룹들을 포함하는 솔라 패널을 도시하는 개략도이다.

도 7a는 본 발명의 실시형태에 따라 생성된 전류 리플 패턴의 예시적 그래프를 예시한다.

도 7b는 본 발명의 실시형태에 따른, 부하에 전류를 제공하는 3개의 동기화된 인버터의 전류 리플의 예시적 그래프를 예시한다.

도 7c는 본 발명의 실시형태에 따른, 부하에 전류를 제공하는 3개의 조정되어 인터리빙된 인버터에 대한 전류의 예시적 그래프를 예시한다.

도 8은 본 발명의 실시형태에 따른, 조정되지 않고 인터리빙된 인버터와 조정되어 인터리빙된 인버터가 고조파 왜곡에 미치는 영향을 나타내는 예시적 그래프를 나타낸다.

도 9는 본 발명의 실시형태에 따른, 무변압기형의 부스트가 없는 DC-AC 전력 컨버터의 개략도를 예시한다.

도 10은 본 발명의 실시형태에 따른, 3상 AC 발전을 위하여 3상 멜타 구성으로 결합된 인버터 그룹들을 갖는 솔라 어레이의 개략도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018]

이하에서 논의되는 도 1a 내지 도 10, 및 본 발명에서 개시된 원리들을 설명하기 위하여 이용되는 다양한 실시형태들은 단지 예시이며, 본 발명의 범위를 한정하려는 어떠한 방식으로도 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 원리들이 임의로 적합하게 배열된 광발전 어레이 시스템에서 구현될 수도 있음을 당업자들은 이해할 것이다.

[0019]

본 발명의 범위는 DC 에너지를 AC 에너지로 변환하도록 구성된 전력 인버터들의 어레이에 관한 것이다. 여기서 논의되는 실시형태들이, 솔라 어레이에서의 하나 이상의 솔라 패널과 같은 솔라 에너지 생성 디바이스에 결합된 전력 인버터들을 이하에 설명하지만, 전력 인버터들은 풍력 발전기 또는 풍력 발전 단지 (wind generation farm), 지열 에너지 생성 디바이스, 및 수력 (하이드로) 또는 파력 발전 디바이스, 또는 이와 유사한 전원들 (이에 한정되지 않음)과 같은 임의의 DC 에너지 생성 디바이스에 결합되어 이로부터 DC 에너지를 수

신할 수 있다.

[0020] 도 1a 는 본 발명의 실시형태에 따른, 솔라 어레이의 개략도를 예시한다. 도 1a 에 도시한 솔라 어레이 (100) 의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 솔라 어레이의 다른 실시 형태들이 이용될 수 있다.

[0021] 솔라 패널들 (105) 이 함께 접속되어 어떻게 솔라 어레이 (100) 를 형성하는지에 관한 비제한적 예가 도 1a 에 도시되어 있다. 솔라 어레이 (100) 는 6개의 솔라 패널들 (105) 을 포함한다. 6개의 솔라 패널들 (105) 은 단지 예시적인 것이며 솔라 어레이의 임의의 개수의 솔라 패널들 (105) 을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 솔라 패널들 (105) 은, 예를 들어, 상부로부터 바닥으로 각각 배열된 2개의 패널의 3개의 로우 (row) 에서 직렬로 결합되어 있다. 예를 들어, 솔라 어레이 (100) 는 단일 직렬 스트링 (single series string) 으로 형성될 수 있다. 솔라 패널들 (105) 은 제 1 솔라 패널 (105a) 의 음극 단자가 제 2 솔라 패널 (105b) 의 양극 단자에 결합되고, 제 2 솔라 패널 (105b) 의 음극 단자가 제 3 솔라 패널 (105c) 의 양극 단자에 결합되는 식으로 결합되어 있다. 또한, 제 1 솔라 패널 (105a) 의 양극 단자는 솔라 어레이 (100) 의 양극 출력 단자 (110) 에 결합되어 있다. 몇몇 실시형태에서, 제 1 솔라 패널 (105a) 의 양극 단자는 솔라 어레이 (100) 의 양극 출력 단자 (110) 이다. 또한, 마지막 솔라 패널 (105f) 의 음극 단자는 솔라 어레이 (100) 의 음극 출력 단자 (115) 에 결합되어 있다. 몇몇 실시형태에서, 마지막 솔라 패널 (105f) 의 음극 단자는 솔라 어레이 (100) 의 음극 출력 단자 (115) 이다.

[0022] 솔라 어레이 (100) 는 수평면일사계 (pyranometer; 120), 또는 태양 복사광 센서를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 수평면일사계는 솔라 어레이 (100) 에 근접하여 독립적으로 장착되어 있다. 추가적인 다른 실시형태에서는, 수평면일사계가 솔라 어레이 (100) 상에 장착되어 있다. 수평면일사계 (120) 는 평면상에서 광대역 태양 복사를 측정하기 위하여 이용되는 광량계 (actinometer) 타입이다. 수평면일사계 (120) 는 화씨 180도 (180°F) 의 시야로부터 태양 복사속 밀도 (solar radiation flux density; 제곱 미터당 와트 단위) 를 측정하도록 구성되는 센서이다. 수평면일사계 (120) 는 솔라 어레이 (100) 에서 측정된 광대역 태양 복사에 해당하는 데이터를 전송하기 위한 데이터 라인 (122) 에 결합되어 있다. 수평면일사계 (120) 의 데이터 출력은 솔라 어레이 (100) 를 비추는 태양 광량에 비례한다.

[0023] 도 1b 는 본 발명의 실시형태에 따른, 솔라 패널 (105)의 개략도를 예시한다. 도 1b 에 도시한 솔라 패널 (105) 의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 솔라 패널 (105) 의 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0024] 몇몇 실시형태에서, 하나 이상의 솔라 패널 (105) 내에 있는 PV 셀들 (125) 의 스트링들은 병렬로 결합된다. 예를 들어, 솔라 패널 (105) 에서 PV 셀들 (125) 의 제 1 스트링 (130) 은 PV 셀들 (125) 의 제 2 스트링 (140) 과 병렬로 결합되는 식으로 구성되어 있다. 2개의 스트링 (130 및 135) 은 단지 예시를 목적으로 도시된 것이며 솔라 패널 (105) 은 임의 개수의 스트링들을 포함할 수 있다.

[0025] 스트링 (130 및 135) 각각은 제 1 PV 셀 (125) 의 음극 단자가 제 2 PV 셀 (125) 의 양극 단자에 결합되도록 직렬로 결합된 다수의 PV 셀들 (125) 을 포함한다. 또한, 스트링 (130 및 135) 각각은 바이패스 다이오드 (140) 를 포함한다. 스트링 (130 및 135) 각각에는, 바이패스 다이오드 (140) 가 제 1 PV 셀 (125) 의 양극 단자와 솔라 패널 (105) 의 양극 단자 (145) 사이에 결합되어 있다. 솔라 패널 (105) 의 음극 단자 (150) 는 스트링 (130 및 135) 각각의 마지막 PV 셀 (125) 의 음극 단자에 결합되어 있다.

[0026] 바이패스 다이오드 (140) 는 솔라 패널 (105) 에 대한 단락 회로 보호를 지원한다. PV 셀들 (125) 은 특수하게 구성된 P-N 접합이며, 고온의 날씨에서 고전류가 흐르며 동작하고 있을 때 단락된다. 스트링들 (130 및 135) 에서 PV 셀 (125) 이 단락되는 경우, 단락된 PV 셀 (125) 을 갖는 스트링 (130 및 135) 의 전압은 다른 스트링들 (130 및 135) 의 전압 아래로 강하하게 된다. 예를 들어, 제 1 스트링 (130) 에서 PV 셀 (125) 이 단락되면, 제 1 스트링 (130) 의 전압은 제 2 스트링 (135) 의 전압 아래로 2개의 다이오드 전압 강하 이상 강하하게 된다. 따라서, 바이패스 다이오드 (140) 는 역바이어스되고 도통되지 않게 되어 단락된 PV 셀 (125) 를 갖는 스트링 (135) 은 전체 솔라 패널 (105) 에 대해 단락 회로로 되지 않는다.

[0027] 솔라 패널 (105) 은 온도 센서 (155) 를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 온도 센서 (155) 는 솔라 패널 (105) 상에 장착된다. 온도 센서 (155) 는 솔라 패널 (105) 에서 또는 그 위에서의 온도를 모니터링하도록 구성된다. 온도 센서 (155) 는 데이터 출력 라인 (160) 에 결합된다. 각각의 솔라 패널 (105) 은 해당 온도 데이터 출력 라인 (160) 을 포함한다. 예를 들어, 도 1a 에 도시된 바와 같이, 솔라 패널 (105a) 은

온도 데이터 출력 라인 (160a)을 포함하고; 솔라 패널 (105b)은 온도 데이터 출력 라인 (160b)을 포함하고; 솔라 패널 (105c)은 온도 데이터 출력 라인 (160c)을 포함하고; 솔라 패널 (105d)은 온도 데이터 출력 라인 (160d)을 포함하고; 솔라 패널 (105e)은 온도 데이터 출력 라인 (160e)을 포함하며; 솔라 패널 (105f)은 온도 데이터 출력 라인 (160f)을 포함하고 있다.

[0028] 도 1c는 본 발명의 실시형태에 따른, 네트워크 접속을 경유하여 데이터를 전송하는 온도 데이터 출력 라인 및 수평면일사계 데이터 라인의 예를 예시한다. 도 1c에 나타낸 네트워크 접속을 경유하여 데이터를 전송하는 온도 센서들 및 수평면일사계의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0029] 온도 출력 데이터 라인들 (160a 내지 160f), 예를 들어, 솔라 어레이 (100)에 대한 온도 출력 데이터 라인들 (160)은 네트워크 접속 (165)을 경유하여 솔라 사이트 관리자 (solar site manager)에 결합되어 있다. 또한, 수평면일사계 (120)로부터의 데이터 라인 (122)은 또한 네트워크 접속 (165)을 경유하여 사이트 관리자에 결합되어 있다. 네트워크 접속은 LAN (Local Area Network) 접속, WAN (Wide Area Network) 접속, 유선 접속, 무선 접속, 또는 이들의 조합일 수 있다.

[0030] 도 2는 본 발명의 실시형태에 따른, 지능형 인버터들을 포함하는 솔라 어레이의 개략도를 예시한다. 도 2에 도시한 솔라 어레이 (200)의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0031] 솔라 사이트는 다수의 솔라 패널들 (205)을 포함한다. 솔라 패널 (205)은 상술한 솔라 패널 (105)과 동일한 구조 및 구성을 가질 수 있다. 솔라 패널들 (205)은, 제 1 솔라 패널 (205a)의 음극 단자가 제 2 솔라 패널 (205b)의 양극 단자에 결합되고, 제 2 솔라 패널 (205b)의 음극 단자가 제 3 솔라 패널 (205c)의 양극 단자에 결합되고, 제 3 솔라 패널 (205c)의 음극 단자가 제 4 솔라 패널 (205d)의 양극 단자에 결합되도록 직렬로 결합된다. 4개의 솔라 패널들 (205)은 단지 예시를 위한 것이며 솔라 어레이 (200)는 임의의 개수의 솔라 패널들 (205)을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0032] 마지막 솔라 패널 (205d)의 음극 단자는 음극 (-) DC 전력 라인 (210)에 결합된다. 제 1 솔라 패널 (205a)의 양극 단자는 양극 (+) DC 전력 라인 (215)에 결합된다.

[0033] 다수의 전력 인버터들 (220)은 DC 전력 라인들 (210 및 215)에 결합된다. 예를 들어, 각 전력 인버터 (220)는 이것의 음극 DC 전력 입력 (-) (222) 상에서 음극 DC 전력 라인 (210)에 결합되고 이것의 양극 DC 전력 입력 (+) (224) 상에서 양극 DC 전력 라인 (215)에 결합된다.

[0034] 개별 전력 인버터들 (220) 각각은 각각의 AC 사인파에 대응하는 다중 출력 라인들 (A, B 및 C)을 포함한다. AC 전기 시스템은 3상 사인파에서 동작한다. 사인파 전압은 접지에 대하여 측정되므로, 양의 피크들과 음의 피크들을 갖는다. 3상은 각각 "A", "B" 및 "C"로 표시된다. 각각의 위상은 다음의 위상과 120° 만큼 분리되어 있다. 따라서, 각 위상 (A, B 및 C)에 대한 양 및 음의 피크들은 다른 위상들 상에서의 AC 전압과 관련하여 다른 폐이징 (phasing)을 갖는다. 전력 인버터 (220)는 출력 라인들 (A, B 및 C)을 경유하여 서로 결합되어 각 위상은 대응하는 위상 (예를 들어, 동일 피크 전압 타이밍 또는 동일 폐이징을 가짐)에 고정된다. 예를 들어, 제 1 인버터 (220a)의 출력 라인 A는 제 2 및 제 3 인버터들 (220b 및 220c) 각각의 출력 라인 A에 결합되고, 제 1 인버터 (220a)의 출력 라인 B는 제 2 및 제 3 인버터들 (220b 및 220c) 각각의 출력 라인 B에 결합되고, 제 1 인버터 (220a)의 출력 라인 C는 제 2 및 제 3 인버터들 (220b 및 220c) 각각의 출력 라인 C에 결합된다. 각각 동일한 위상의 인버터 (220) 출력 라인은 다수의 AC 출력 라인들 (230, 232 및 234) 중 하나에 결합된다. 예를 들어, 인버터들 (220) 각각으로부터의 출력 라인 A는 AC 출력 라인 (230)에 결합되고, 인버터들 (220) 각각으로부터의 출력 라인 B는 AC 출력 라인 (232)에 결합되고, 인버터들 (220) 각각으로부터의 출력 라인 C는 AC 출력 라인 (234)에 결합된다.

[0035] 전력 인버터 (220)는 내부 AC 스위칭 디바이스 (240)를 포함한다. 스위칭 디바이스 (240)는 인버터 (220)에 의해 내부적으로 생성되는 제어 신호에 응답한다. 솔라 어레이 (200)의 출력 전력이 어떤 (예를 들어, 특정) 임계값을 넘어서 안정화될 때, 스위칭 디바이스 (240)는 개별 전력 인버터 출력들 (A, B 및 C)을 출력 라인들 (230, 232 및 234)에 결합시킨다. 스위칭 디바이스 (240)는 접속해제 이벤트에 응답하여 출력 라인들 (230, 232 및 234)로부터 인버터 (220)를 접속해제 (예를 들어, 결합을 분리) 하도록 구성된다. 접속해제 이벤트는 인버터 (220) 과열, 인버터 (220)의 고장 및 그룹 제어기 (250)로부터 네트워크 (245)를 경유하여 인버터 (220)에 전송된 접속해제 커맨드를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 네

트워크 (245) 는 유선 또는 무선 통신 매체를 경유하여 확립된 LAN 접속 또는 WAN 접속일 수 있다.

[0036] 각 인버터 (220) 는 데이터 접속 (255) 을 경유하여 네트워크 (245) 에 결합된다. 몇몇 실시형태에서, 데이터 접속 (255) 은 다중선 디지털 데이터 라인 접속이다. 전력 인버터들 (220) 및 그룹 제어기 (250) 에서의 내부 라인 드라이버들 (구체적인 도시 생략) 과 함께 네트워크 (245) 는 RS-485와 같은 널리 공지된 프로토콜을 이용하여 디지털 데이터의 양방향 (예를 들어, 2 방향) 흐름을 가능하게 한다.

[0037] 그룹 제어기 (250) 는 각 인버터 (220)로부터의 출력 전압 데이터 및 전류 데이터를 수신하고 저장하도록 구성된 하나 이상의 프로세서들 및 메모리 디바이스들을 포함한다. 그룹 제어기 (250) 는 네트워크 (245) 를 경유하여 인버터 그룹에서의 인버터들 (220)로부터 출력 전압 데이터 및 전류 데이터를 수신한다. 그룹 제어기 (250) 는 인버터 그룹에서의 인버터들 (220) 의 출력 전력을 출력 전력의 최적 전력 대역 또는 최소 변환 손실 범위 내에서 유지하기 위하여 수신된 출력 전압 데이터 및 전류 데이터를 이용하도록 구성된다.

[0038] 각 솔라 패널 (205) 에 포함된 하나 이상의 온도 및/또는 전압 센서들 (270) 및 하나 이상의 복사계들 (예를 들어, 수평면일사계들로 구체적인 도시는 생략) 은 네트워크 (245) 를 통하여 그룹 제어기 (250) 에 데이터를 전송한다. 그룹 제어기 (250) 는 MPP 에서 솔라 에너지의 전력으로의 변환을 유지하기 위하여 네트워크 (245) 를 경유하여 전력 인버터들 (220) 에 커맨드들을 송신하여 출력 전류를 변화시키게 된다. 추가적으로 및 다르게는, 그룹 제어기 (250) 는 무선 데이터 네트워크를 경유하여 솔라 패널 (205) 및 전력 인버터들 (220)로부터 수집된 데이터를 무선 데이터 송신기/수신기 (260) 및 안테나 (265) 를 이용하여 중앙 설비 (도시 생략) 에 송신할 수 있다. 몇몇 실시형태에서, 그룹 제어기 (250) 는 통신 포트 또는 모뎀 (이에 한정되지 않음) 과 같은 무선 인터페이스 (도시 생략) 를 이용하여 무선 데이터 네트워크를 경유하여 중앙 시설에 데이터를 송신한다. 그룹 제어기 (250) 는 안테나 (265) 및 송신기/수신기 (260) 를 통하여 중앙 설비로부터 수신된 커맨드들에 응답한다. 수신된 커맨드는 솔라 어레이 (200) 에서 하나 이상의 소자들의 검사 및 유지관리를 위해 요구될 수 있는 인버터 그룹 중단 (shut down) 커맨드 (이에 한정되지 않음) 를 포함할 수 있다.

[0039] 도 3 은 본 발명의 실시형태에 따른, 지능형 인버터 스위칭 동작을 예시한다. 도 3 에 도시한 동작 (300) 의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0040] 단계 305 에서, 하나 이상의 인버터들이 인에이블된다. 따라서, 인에이블된 인버터들은 전력을 전기 분배 그리드 (이에 한정되지 않음) 와 같은 AC 전기 부하로 출력한다.

[0041] 단계 310 에서, 인버터의 출력 전력은 인버터에 대한 최적의 전력 대역의 전력 상한에 대하여 측정된다. 전력은 인버터에 의해 개별적으로 측정되거나, 인버터들로부터 수신된 데이터를 이용하여 그룹 제어기에 의해 측정되거나, 또는 이 두 가지에 의해 측정될 수 있다. 출력 전력이 인버터에 대한 최적의 전력 대역의 상한을 초과하지 않을 경우, 프로세스는 단계 310 을 반복하고, 여기서, 출력 전력은 연속적으로 또는 특정 간격으로 측정된다.

[0042] 동작 중에 있는 인버터의 출력 전력이 하나의 인버터에 대한 최적의 전력 대역의 전력 상한을 초과하는 경우에, 그룹 내에서의 제 2 (예를 들어, 다른) 인버터가 단계 315 에서 인에이블된다. 추가의 인버터 (예를 들어, 하나의 인버터가 이전에 인에이블되었을 경우 제 2 인버터, 2개의 인버터들이 이전에 인에이블되었을 경우 제 3 인버터, 등) 가 인에이블되어, 전체 출력 전력이 인버터들 사이에 공유된다. 예를 들어, 제 2 인버터가 인에이블되면, 동작 중에 있는 2개의 인버터들은 하나의 인버터에 대한 최적의 전력 대역의 전력 상한이었던 이전의 전체 출력 전력의 50% 를 공유하게 된다. 따라서, 동작 중에 있는 2개의 인버터들은 최적의 전력 대역 이내이지만 최적의 전력 대역의 하한에 근접하여 동작한다.

[0043] 추가의 예에서, 그룹에서의 2개의 인버터들이 이전에 인에이블되었고 동작하고 있는 2개의 인버터들의 출력 전력이 단계 310 에서 2개의 인버터들에 대한 최적의 전력 대역의 전력 상한을 초과하게 되면, 그룹에서의 제 3 인버터가 인에이블되어, 동작하고 있는 3개의 인버터들이 2개의 인버터들에 대한 최적의 전력 대역의 전력 상한이었던 전력의 1/3 (예를 들어, 33.3%) 을 공유한다. 따라서, 동작하고 있는 3개의 인버터들은 최적의 전력 대역 내에서 동작한다.

[0044] 2개 이상의 전력 인버터가 인에이블되는 경우에, 그룹 제어기는 인버터의 출력 전력을 측정하고, 측정된 값을 단계 320 에서 최적의 전력 대역의 전력 하한과 비교한다. 전력은 각 인버터에 의해 개별적으로 측정되거나, 인버터들로부터 수신된 데이터를 이용하여 그룹 제어기에 의해 측정되거나, 또는 이 두 가지에 의해 측정될 수 있다. 출력 전력이 최적의 전력 대역의 하한을 초과하면, 프로세스는 단계 310 으로

복귀하고, 여기서, 출력 전력은 연속적으로 또는 특정 간격으로 측정된다.

[0045] 그룹의 출력 전력이 최적의 전력 대역의 전력 하한 아래로 내려가면, 동작 상태에 있는 각 인버터의 출력 전력을 최적의 전력 대역내로 되돌리기 위해, 인버터들 중 하나가 단계 325에서 디스에이블된다. 그 후에, 프로세스는 단계 310으로 복귀하고, 여기서, 출력 전력이 연속적으로 또는 특정 간격으로 측정된다.

[0046] 도 4는 본 발명의 실시형태에 따른, 2개의 입력 전압으로 동작하는 DC-AC 인버터에 대하여 전력 변환 효율 대백분율(%) 정격 출력 전력에 관한 예시적 그래프를 예시한다. 도 4에 도시한 그래프(400)의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0047] 도 3을 참조한 350 VDC 및 597 VDC 입력을 갖은 인버터에 대한 최적의 전력 대역의 예가 도 4에 도시되어 있다. 피크 전력 변환 효율은 입력 전압과 관계없이 정격 최대 출력 전력의 55%이다. 따라서, 50% 내지 85% 정격 최대 출력 전력의 최적의 전력 대역은 오직 인버터 정격 및 실제 출력 전력에 의해 결정된다.

[0048] 도 5는 본 발명의 실시형태에 따른, 적응형 전력 관리에 대한 예시적 그래프를 예시한다. 도 5에 도시한 그래프(500)의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0049] 그래프(500)는 도 2의 예의 표현을 도시하고, 여기서, 하나의 2400W 정격 인버터가 3개의 1000W 정격 인버터들과 비교된다. 전력 출력이 양쪽의 인버터 구성에 대하여 2400W로 증가함에 따라서, 단일 인버터는 1000W에서 최적의 전력 대역으로 이동하고 1800W에서 최적의 전력 대역을 벗어난다. 3개의 1000W 인버터들의 경우, 제 1 인버터는 500W에서 최적의 전력 대역으로 이동하고, 더 많은 인버터들이 인에이블됨에 따라 최적의 전력 대역 내에서 머무른다. 추가의 인버터들이 출력에 여분의 전력을 추가하고 동시에 모든 인버터 출력들이 최적의 출력 대역 내에서 유지된다.

[0050] 도 6은 본 발명의 실시형태에 따른, 중앙 제어기 설비에 응답하는 단일 AC 스위칭 수단을 통하여 전력 그리드에 결합된 전력 인버터 그룹들을 포함하는 솔라 어레이를 도시하는 개략도를 예시한다. 도 6에 도시한 솔라 어레이(600)의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0051] 솔라 어레이(600)는 전력 인버터들의 3개의 그룹들(602, 604 및 606)을 포함한다. 3개의 그룹들(602, 604 및 606)은 병렬로 결합된다. 따라서, 각 그룹(602, 604 및 606)으로부터의 출력 전력은 함께 가산되어, AC 수요 전력계(610)를 통하여 전력 그리드(또는 다른 AC 전기 부하)로 전달된다.

[0052] 각 그룹(602, 604 및 606)은 3개의 전력 인버터들을 포함한다. 전력 인버터들은 도 2에 대하여 상술한 전력 인버터들(220)과 동일한 구조 및 구성을 가질 수 있다. 각각 3개의 전력 인버터들을 포함하는 전력 인버터들의 3개의 그룹은 단지 예시를 위한 것이고, 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 개수의 그룹들 및 그룹마다 다른 개수의 인버터들을 갖는 실시형태가 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0053] 전력 인버터들의 제 1 그룹(602)은 전력 인버터들(611, 612 및 613)과 그룹 제어기(622)를 포함한다. 전력 인버터들의 제 2 그룹(604)은 전력 인버터들(614, 615 및 616) 및 그룹 제어기(624)를 포함한다. 전력 인버터들의 제 3 그룹(606)은 전력 인버터들(617, 618 및 619) 및 그룹 제어기(626)를 포함한다. 추가적으로, 그룹 제어기(622, 624 및 626) 각각은 데이터 송수신기(예를 들어, 몇몇 실시형태에서는 전송기 및 수신기)를 포함한다. 예를 들어, 그룹 제어기(622)는 안테나(630)에 결합된 데이터 송수신기(628)를 포함하고, 그룹 제어기(624)는 안테나(634)에 결합된 데이터 송수신기(632)를 포함하고, 그룹 제어기(626)는 안테나(638)와 결합된 데이터 송수신기(636)를 포함한다.

[0054] 인버터들의 그룹들(602, 604 및 606)은 3상 스위치(640)에 위상에 따라 결합되어 있다. 인버터들의 그룹들(602, 604 및 606)은 각 인버터(611 내지 619)로부터의 출력들(A, B 및 C)을 3상 스위치(640) 내의 대응하는 스위치 캠포넌트에 결합한다. 예를 들어, 인버터들(611 내지 619)로부터의 제 1 출력 라인(642)을 경유하여 3상 스위치(640)의 제 1 스위칭 소자에 결합되고, 인버터들(611 내지 619)로부터의 제 2 출력은 제 2 입력 라인(644)을 경유하여 3상 스위치(640)의 제 2 스위칭 소자에 결합되고, 인버터들(611 내지 619)로부터의 제 3 출력은 제 3 입력 라인(646)을 경유하여 3상 스위치(640)의 제 3 스위칭 소자에 결합된다. 몇몇 실시형태에서, 3상 스위치(640)는 3개의 분리된 스위치이며, 여기서, 각각의 분리된 스위치는 그룹들(602, 604 및 606) 각각으로부터 대응하는 위상(A, B 및 C)에 결합된다. 3상 스위치는 안테나(650)에 결합된 송수신기(648)를 포함한다. 3상 스위치(640)는 입력 라인들(642, 644 및 646)을 AC 수요 전력계(610)의 각각의 위상 입력(652, 654 및 656)에 결합되도록 동작한다. 예를

들어, 3상 스위치 (640)는 제 1 입력 라인 (642)을 위상 입력 (652)에 결합하도록 구성되고, 제 2 입력 라인 (644)을 위상 입력 (654)에 결합하도록 구성되고, 제 3 입력 라인 (644)을 위상 입력 (654)에 결합하도록 구성된다.

[0055] AC 수요 전력계 (610)는 전력 분배 그리드 (이에 한정되지 않음)와 같은 전기 부하에 결합된 출력 리드들 (leads)을 포함한다. AC 수요 전력계 (610)는 출력 리드들 양단의 선간 (line-to-line) 전압을 측정하며, 이는 전력 그리드의 AC 전압이다. 추가적이며 대안의 실시형태에서, AC 수요 전력계 (610)는 출력 리드들에서 선-접지간 (line-to-ground) 전압을 측정한다. AC 수요 전력계 (610)의 위상 입력들 (652, 654 및 656)을 통하여 AC 전류를 전송하는 인버터들의 3개의 그룹들 (602, 604 및 606)에 의해 생성되는 전체 라인 전류를 AC 수요 전력계 (610)가 측정한다. 몇몇 실시형태에서, AC 수요 전력계 (610)는 측정된 전압 및 출력 AC 라인 전류들을 송수신기 (658) 및 안테나 (660)를 경유하여 무선 데이터 네트워크 (670)에 전송한다.

[0056] 무선 데이터 네트워크 (670)는 무선 라우터 (674)에 결합된 안테나 (672)를 포함한다. 무선 데이터 네트워크 (670)는 원격 제어기 (676)와 통신한다. 몇몇 실시형태에서, 원격 제어기 (676)는 인터넷 또는 다른 유선 통신 (678)을 경유하여 무선 라우터 (674)를 통해 무선 데이터 네트워크 (670)에 결합된다. 몇몇 실시형태에서, 무선 라우터 (674), 또는 안테나 (672), 또는 이 모두는 원격 제어기 (676) 내에 포함된다.

[0057] 원격 제어기 (676)는 송수신기 (674) 및 안테나 (672)를 경유하여 데이터를 수신한다. 데이터는 그룹 제어기들 (622, 624 및 626)로부터 수신된다. 예를 들어, 그룹 제어기 (622)는 송수신기 (628) 및 안테나 (630)를 경유하여 데이터를 원격 제어기 (676)에 전송하고, 원격 제어기 (676)는 안테나 (672) 및 무선 라우터 (674)를 경유하여 데이터를 수신한다.

[0058] 원격 제어기 (676)는 또한 무선 라우터 (674) 및 안테나 (672)를 경유하여 커맨드들을 전송한다. 커맨드들은 그룹 제어기들 (622, 624 및 626)에 의해 수신된다. 예를 들어, 원격 제어기 (676)는 송수신기 (674) 및 안테나 (672)를 경유하여 데이터를 그룹 제어기 (622)에 전송하고, 그룹 제어기 (622)는 안테나 (630) 및 송수신기 (628)를 경유하여 데이터를 수신한다. 추가적으로, 원격 제어기는 3상 스위치 (640)에 커맨드들을 전송할 수 있다. 예를 들어, 3상 스위치 (640)는 안테나 (650) 및 송수신기 (648)를 경유하여 원격 제어기 (676)로부터 커맨드들을 수신할 수 있다. 몇몇 실시형태에서, 원격 제어기 (676)는 AC 수요 전력계 (610)에 커맨드들을 전송할 수 있고, AC 수요 전력계 (610)는 안테나 (660) 및 송수신기 (658)를 경유하여 커맨드들을 수신한다.

[0059] 도 7a는 본 발명의 실시형태에 따라 생성된 전류 리플 파형의 예시적 그래프를 예시한다. 도 7a에 도시한 그래프의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0060] 모든 그룹 제어기들 (622, 624 및 626) 및 원격 제어기 (676) 사이의 무선 네트워크 구성으로, 솔라 어레이 (600)에서의 모든 전력 인버터들 (611 내지 619)에 대한 턴온 (turn-ON) 타임의 조정이 개선된다. 전력 인버터 (611 내지 619)에서의 전력 스위치가 턴온될 때, 출력 전류는 선형적 기울기로 증가하기 시작한다. 전력 인버터 (611 내지 619)에서의 전력 스위치가 턴오프할 때, 출력 전류는 선형적 기울기로 감소하기 시작한다. 이 스위칭은 AC 사인파에 대하여 톱니파 성분 (705)을 생성한다. 톱니파 (705)는 인버터 전력 스위치 주파수와 동일한 기본 주파수 및 그 기본 주파수의 많은 고조파 주파수를 갖는다. 기본 및 고조파 주파수들이 AC 사인파에 가산되면, AC 출력에서의 고조파 왜곡이 생기게 된다. 3개의 전력 인버터들이 병렬로 접속되어 있고 이들의 전력 스위치 턴온 타임 및 턴오프 타임이 동기화되면, 톱니파 성분의 진폭은 3배로 되고 고조파 왜곡은 3배로 악화된다.

[0061] 도 7b는 본 발명의 실시형태에 따른, 부하에 전류를 제공하는 3개의 동기화된 인버터의 전류 리플의 예시적 그래프를 예시한다. 도 7b에 도시한 그래프의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0062] 일 예에서, 3개의 전력 인버터들이 병렬로 접속되어 있고 이들의 전력 스위치의 턴온 타임은 인버터 스위칭 주파수의 일 사이를 시간 또는 일 주기 내에서 동일하게 이격되어 있다. 그 후, 임의의 소정의 시간에서, 2개의 인버터들은 출력 전류를 증가시키거나 감소시키는 반면 세 번째 인버터는 출력 전류에 대해 반대의 것을 행한다. 이는 임의의 시간에서, 하나의 인버터에 대하여 출력 전류의 리플이 동일한 레이트로 상승 또는 하강하지만, 단일 인버터에 대해 행하는 시간의 1/3 동안 상승 및 하강한다는 것을 의미한다. 인버터 스위칭 주

파수의 3배인 리플 전류의 톱니파 (710) 과형을 초래하지만, 단일의 인버터에 대해서는 리플 전류 (705) 의 1/3 진폭이 된다. 리플 전류의 기본 주파수의 고조파 진폭은 또한 단일 인버터의 진폭의 1/3 이다.

[0063] 도 7c 는 본 발명의 실시형태에 따른, 부하에 전류를 제공하는 3개의 조정되어 인터리빙된 인버터에 대한 전류의 예시적 그래프를 예시한다. 도 7c 에 도시한 그래프의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0064] 몇몇 실시형태에서, 인버터들은 위상마다 인터리빙된다. 이러한 실시형태에서, 하나의 인버터는 제 2 인버터 이전에 턴온된다. 또한, 제 3 인버터는 제 2 인버터 다음의 시간에서 턴온된다. 각 인버터가 턴온되는 시간 사이의 간격은 스위칭 온 및 오프되는 인버터들의 개수에 기초할 수 있다. 예를 들어, 간격은 -20° 에서 $+20^{\circ}$ 사이의 위상 시프트일 수 있다. AC 전력 그리드에 보내진 AC 출력에서의 고조파를 감소시키기 위하여 조정된 인터리빙이 최대 전력점 산출 동기화와 연동하여 작동한다. 조정된 인터리빙은 도 7b 에서 톱니파 (710) 형상으로 예시된 보강 간섭보다는 각 인버터로부터의 주파수들의 상쇄 간섭을 제공한다. 따라서, 인터리빙된 인버터들에 의해 생성된 톱니파 (715) 형상은 도 7b 에 예시된 동기화된 인버터들의 톱니파 형상보다 상당히 작으며, 몇몇 실시형태에서는, 도 7a 에 예시된 단일 인버터의 톱니파 리플 전류 (705) 보다 작다.

[0065] 도 8 은 본 발명의 실시형태에 따른, 조정되지 않고 인터리빙된 인버터와 조정되어 인터리빙된 인버터가 고조파 왜곡에 미치는 영향을 나타내는 예시적 그래프를 예시한다. 도 8 에 도시한 그래프들의 실시형태들은 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0066] 도 8 에 도시한 그래프 표현은 AC 사인파의 고조파 성분에 대하여 조정되지 않은 인버터들과 조정되어 인터리빙된 인버터들의 영향을 비교한 것이다. 상부의 그래프는 2개 및 3개가 병렬로 결합된 조정되지 않은 인버터들에 대한 출력 전류의 1/2 사인파를 도시한다. 상부의 그래프는, 하나의 인버터로부터 병렬인 2개의 인버터들 및 병렬인 3개의 인버터들로 진행할 때, 사인파에 가산된 톱니파 전류 리플의 진폭이 점진적으로 커지는 진폭을 획득한다는 것을 예시한다.

[0067] 하부의 그래프는, 2개 및 3개가 병렬로 결합된 조정되어 인터리빙된 인버터들에 대한 출력 전류의 1/2 사인파를 도시한다. 2개 및 3개가 병렬로 결합된 조정되어 인터리빙된 인버터들은 단지 예시를 위한 것이며, 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 3개 이상의 인버터들이 이용될 수 있다. 조정되어 인터리빙된 인버터들의 경우에, 하나의 인버터에서 병렬인 2개의 인버터들 및 병렬인 3개의 인버터들로 진행할 때, 사인파에 가산된 톱니파 전류 리플의 진폭은 점진적으로 높아지는 주파수 및 작아지는 진폭을 획득한다.

[0068] 조정된 인터리빙은 병렬로 결합된 4개 이상의 인버터들로 확장될 수 있다. 조정된 인터리빙에 있어서, N개가 병렬로 접속된 인버터들 중 하나에서의 오직 하나의 인버터 전력 스위치만이 임의의 순간 오프 상태에서 온 상태로 천이하거나, 온 상태에서 오프 상태로 천이한다. 연속적인 전력 스위치 활성화의 오프 상태에서 온 상태로의 천이 (턴온) 는 인버터 스위칭 주파수를 N으로 나눈 주기가 된다.

[0069] 도 9 는 본 발명의 실시형태에 따른, 무변압기형의 부스트가 없는 DC-AC 전력 컨버터의 개략도를 예시한다. 도 9 에 도시한 인버터의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0070] 몇몇 실시형태에서, 인버터 (900) 는 DC 전압 부스트없이 DC 입력으로부터 AC 출력을 생성할 수 있다. 따라서, 인버터 (900) 가 스위칭 변환 스테이지만을 포함하기 때문에, 인버터 (900) 는 종래의 DC-AC 전력 컨버터 보다 효율면에서 이점을 제공한다.

[0071] 이러한 몇몇 실시형태에서, 전력 스위치들 및 전류 제한 인덕터들이 인버터들 (220) 내측에서 함께 접속된다. 솔라 어레이는 다수의 솔라 패널 (905) 을 포함한다. 솔라 패널 (905) 은 도 1 에 관하여 상술한 솔라 패널 (105) 과 동일한 구조 및 구성을 가질 수 있다.

[0072] 인버터 (900) 는 양극 (+) DC 전력 입력 라인 (910) 및 음극 (-) DC 전력 입력 라인 (912) 을 포함한다. 입력 전류 감지 저항기 (914) 가 음극 DC 전력 입력 라인 (912) 과 접지 (916) 사이에 결합된다. 노이즈 필터 커패시터 (918) 가 양극 DC 전력 입력 라인 (910) 과 음극 DC 전력 입력 라인 (912) 사이에 결합된다. 양극 DC 전력 입력 라인 (910) 은 또한 상측 전력 스위치 (920) 와 상측 전력 스위치 (922) 의 드레인 노드들에 결합되어, 커패시터 (918) 의 양극 리드가 상측 전력 스위치들 (920 및 922) 의 드레인 노드들에 결합된다. 전력 스위치 (920) 의 소스는 제 1 환류 (freewheel) 다이오드 (924) 의 캐소드와 제 1 전류 제한 인덕터 (926) 의 제 1 리드에 결합된다. 제 1 환류 다이오드 (924) 의 애노드는 접지 (916) 에 결합된다. 제

1 전류 제한 인덕터 (926) 의 제 2 리드는 제 1 풀다운 스위치 (928) 의 드레인, 출력 노이즈 필터 커패시터 (930) 의 제 1 리드, 및 AC 출력 "L" 라인 (932) 에 결합된다. 전력 스위치 (922) 의 소스는 제 2 환류 다이오드 (934) 의 캐소드 및 제 2 전류 제한 인덕터 (936) 의 제 1 리드에 결합된다. 제 2 환류 다이오드 (934) 의 애노드는 접지 (916) 에 결합된다. 제 2 전류 제한 인덕터 (936) 의 제 2 리드는 제 2 풀다운 스위치 (938) 의 드레인, 출력 노이즈 필터 커패시터 (930) 의 제 2 리드, 및 AC 출력 "N" 라인 (940) 에 결합된다. 풀다운 스위치들 (928 및 938) 의 소스 노드들은 서로 결합되어 출력 전류 감지 저항기 (942) 를 통하여 절연된 전력 접지에 결합된다. 인버터 (900) 는 제어 라인들 (945 및 946) 상에서 스위치 (920) 에 제 1 제어 신호들, 제어 라인들 (948 및 950) 상에서 스위치 (928) 에 제 2 제어 신호들, 제어 라인들 (952 및 954) 상에서 스위치 (938) 에 제 3 제어 신호들, 및 제어 라인들 (956 및 958) 상에서 스위치 (922) 에 제 4 제어 신호들을 통신하는 인버터 제어기 (944) 를 포함한다.

[0073] 인버터 (900) 는, 스위치 (938) 를 턴온하기 위해 라인 (954) 에 상대적인 라인 (952) 에 양의 전압을 먼저 인가한 후, 계속 변화하는 온 타임 및 계속 변화하는 오프 타임으로 전력 스위치 (920) 를 교대로 턴 온 및 오프하기 위해 라인 (946) 에 상대적인 라인 (945) 에 제로 전압과 양의 전압 사이에서 변하는 펄스폭 변조된 구형파를 인가하는 제어기 (944) 에 의해 AC 사인파 출력의 양의 1/2 사이클 동안 동작한다.

[0074] 전력 스위치 (920) 의 연속 변화하는 온 타임 및 오프 타임은, 전력 스위치 (920) 의 1 온-오프 사이클을 변화시킴으로써 인덕터들 (926 및 936) 에서의 출력 전류가 증가되거나 감소되게 하여, 평균 출력 전류는 시간에 걸쳐 양의 1/2 사인파의 형상을 따른다. 풀다운 스위치 (938) 는 양의 1/2 사인파의 전체 시간 동안 온을 유지하고 풀다운 스위치 (928) 의 턴온과 동시에 턴오프 된다. 라인 (950) 에 상대적인 라인 (948) 에 인가된 양의 전압에 의해 음의 1/2 사인파의 전체 시간 동안 스위치 (928) 가 턴온되는 것을 제외하고, AC 사인파의 음의 1/2 은 양의 1/2 과 정확하게 동일한 방식으로 생성된다. 그 후, 전력 스위치 (922) 는 제어 라인들 (958 및 956) 상에서의 펄스 폭 변조된 구형파에 의해 교대로 턴온 및 턴오프되어, 출력 전류가 음의 1/2 사인파의 형상을 따르게 한다 (출력 전류의 방향이 반전됨).

[0075] 제 1 클램프 다이오드 (960) 의 애노드는 스위치 (928) 의 드레인에 결합된다. 제 1 클램프 다이오드 (960) 의 캐소드는 양의 DC 전력 입력 라인 (910) 에 결합된다. 제 2 클램프 다이오드 (962) 의 애노드는 스위치 (938) 의 드레인에 결합되고, 제 2 클램프 다이오드 (962) 의 캐소드는 양의 DC 전력 입력 라인 (910) 에 결합된다.

[0076] 입력 전류 감지 저항기 (914) 양단의 전압은 입력 전류를 나타내며 라인 (964) 에 의해 제어기 (944) 에 결합된다. 출력 전류 감지 저항기 (942) 양단의 전압은 출력 전류를 나타내며, 라인 (966) 에 의해 제어기 (944) 에 결합된다.

[0077] 도 10 은 본 발명의 실시형태에 따른, 3상 AC 발전을 위하여 3상 멜타 구성으로 결합된 인버터 그룹들을 갖는 솔라 어레이에 대한 개략도를 예시한다. 도 10에 예시한 솔라 어레이의 실시형태는 단지 예시를 위한 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다른 실시형태들이 이용될 수 있다.

[0078] 몇몇 실시형태에서, 인버터들 (1002, 1004 및 1006) 의 그룹들이 3상 멜타 구성으로 결합될 때, 추가적인 조정 프로세스가 무선 데이터 네트워크에 의해 실행된다. 원격 제어기 (도 6 에 대해 위에서 보다 상세하게 논의된) 그룹 (제어기들 (1022, 1024 및 1026)) 을 포함하는 무선 데이터 네트워크는 적응형 전력 요소 (factor) 및 위상 밸런싱을 실행한다.

[0079] 적응형 전력 요소 및 위상 밸런싱은 다음과 같이 동작한다. 전체 설비 (예를 들어, 솔라 사이트) 에 대한 AC 출력계 (1010) 가 다른 위상들의 사인파에 대해 과도한 전압 사인파 타이밍 시프트를 검출하거나 하나의 위상에 대하여 전압과 전류 사이에서 과도한 사인파 타이밍 시프트를 검출하는 경우에, AC 출력계 (1010) 는 무선 송수신기 (1032) 및 안테나 (1034) 를 경유하여 무선 네트워크를 통하여 이 문제점에 관한 정보를 모든 그룹 제어기들 (1022, 1024 및 1026) 에게 전송한다. 그룹 제어기들은 정보를 송수신하기 위한 송수신기 및 안테나를 포함한다. 예를 들어, 그룹 제어기 (1022) 는 송수신기 및 안테나 (1023) 를 포함하고, 그룹 제어기 (1024) 는 송수신기 및 안테나 (1025) 를 포함하고, 그룹 제어기 (1026) 는 송수신기 및 안테나 (1027) 를 포함한다. 그 후, 모든 위상들의 사인파 타이밍을 정상 3상 타이밍으로 되돌리기 위하여, 그룹 제어기들 (1022, 1024 및 1026) 은 이들의 각각의 인버터들 (1011 내지 1019) 에 LAN 접속들 (1040, 1042 및 1044) 각각을 경유하여 시그널링한다.

[0080] 마지막으로, 인버터 그룹들 (1002, 1004 및 1006) 의 LAN 접속들 (1040, 1042 및 1044), 무선 데이터 네트워크

및 인터넷 (또는 다른 데이터 유선) 접속을 갖는 무선 라우터는 솔라 패널 센서들, 전력 인버터들 (1011 내지 1019) 및 AC 출력계 (1010)에 의해 수집된 데이터가 원격 제어기에 전달되도록 하여 솔라 어레이 설비의 기능을 분석하고 시스템 오퍼레이터들에게 이 설비의 문제점들 및 고장들에 대하여 경보를 발하게 된다. 인버터 그룹 (1002, 1004 및 1006)에서의 임의의 인버터 (1011 내지 1019)가 고장일 경우, 그룹 제어기 (1022, 1024 및 1026)는 다른 것들에 영향을 미치지 않고 그 인버터를 정지시킨다. 그 후, 나머지 인버터들이 부하를 담당하게 된다. 그 후, 그룹 제어기 (1022, 1024 및 1026)는 무선 데이터 네트워크, 무선 라우터 및 인터넷을 경유하여 경보를 원격 제어기에 송신하여 시스템 오퍼레이터에게 이 고장에 관하여 통지한다.

[0081] 추가적으로 및 다르게는, 인버터 그룹 (1002, 1004 및 1006)에서의 임의의 인버터 (1011 내지 1019)가 임계값 이상의 내부 온도를 갖는 경우에, 이 인버터는 출력 전력 한계 모드로 진입하고 그룹 내의 다른 인버터들은 더 많은 전력을 생성하여 임의의 손실된 전력을 보충한다. 그룹 제어기 (1022, 1024 및 1026)는 또한 이 조건에 대하여 원격 제어기에 경보를 송신한다.

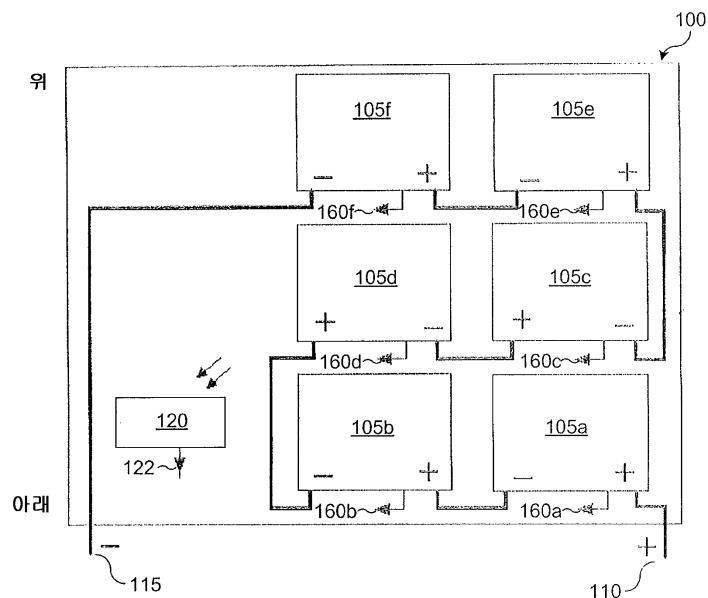
[0082] 추가적 및 대안의 실시형태에서, DC-AC 인버터는 인버터 전력 스위치들의 가변 주파수 스위칭으로 알려진 내부 효율 최적화 방법을 실행하도록 구성된 제어기를 포함한다. 제어기는, 인버터 동작을 조정하기 위하여 인버터들 사이에 데이터 링크를 필요로 하는 그 밖의 전술한 최적화 방법들과 독립적으로 가변 주파수 스위칭을 실행할 수 있다. 인버터 전력 스위치 주파수는 또한 스위칭 주파수로 알려져 있으며 일반적으로 약 20 kHz로 설정된다. 스위칭 주파수가 20 kHz 보다 높아질 경우, 각 PWM 사이클에서 전달되는 전력이 더 작아지기 때문에 더 적은 컴포넌트들이 이용될 수 있다. 더 적은 컴포넌트들은 더 낮은 제품 비용을 발생시킨다. 그러나, 스위칭 주파수가 올라갈수록, 스위칭 손실 또한 증가하고 전력 변환 효율은 떨어진다. 다른게는, 스위칭 주파수가 내려갈수록, 스위칭 손실이 감소하고, 전력 변환 효율은 증가한다.

[0083] 추가적 및 대안의 다른 실시형태에서, 인버터들은 CCM (Continuous Conduction Mode)에서 동작을 유지하도록 구성된다. 인버터들은 2개의 동작 모드인 CCM 및 DCM (Dis-continuous Conduction Mode)에서 동작한다. CCM에서는, 인덕터 전류는 절대로 제로에 도달하지 않는다. DCM에서는, 인덕터 전류는 제로에 도달한다. 효율적인 동작을 위해, 인버터는 CCM 모드에서만 동작하도록 구성된다. CCM 모드에서 동작을 유지하면서, 사인파의 피크 출력 전력 간격들 동안 스위칭 손실들을 감소시키는 인버터에서의 주요한 제어는 전압 및 전류의 변화에 응답하여 스위칭 주파수를 조정하는 것이다. 따라서, 출력 전압 및 전력이 정현곡선의 신호에서 최대값에 근접함에 따라, 스위칭 주파수는 최대 전력 전송 동안 스위칭 손실을 최소화하기 위하여 낮아지도록 조정된다. 그 후, 정현곡선의 출력이 낮은 출력 전압 및 전력에 근접함에 따라, 스위칭 주파수는 더 높은 주파수로 증가할 수 있어서, 인덕터를 통하는 전류는 제로로 감소하지 않는다.

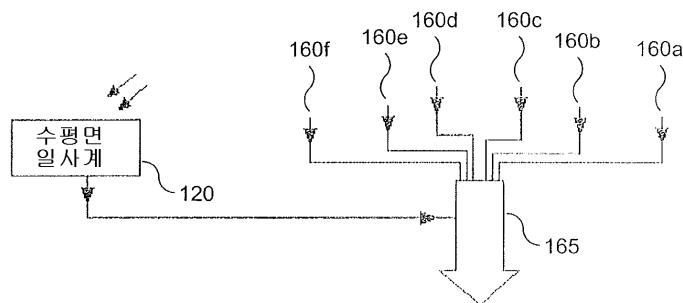
[0084] 본 발명을 예시적인 실시형태로 설명하였지만, 다양한 변경 및 변형이 당업자들에게 제안될 수도 있다. 본 발명은 이러한 변경 및 변형을 첨부된 청구항의 범위 내에 포함하는 것으로 의도한다.

도면

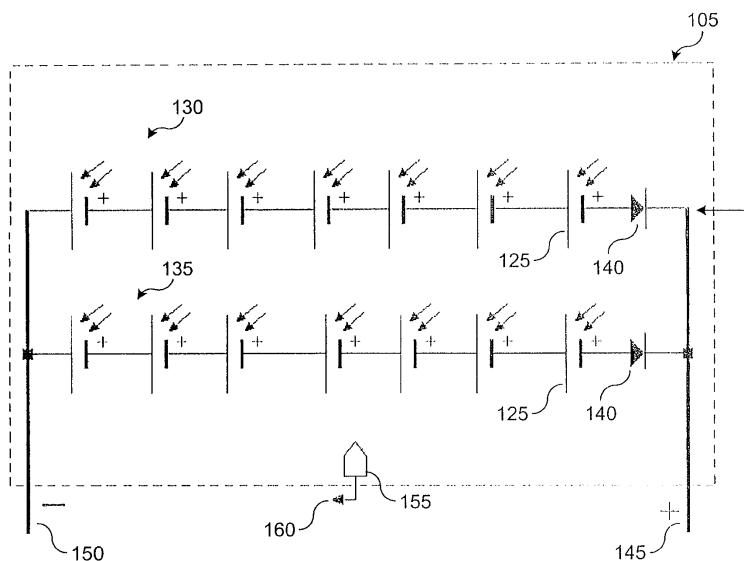
도면 1a



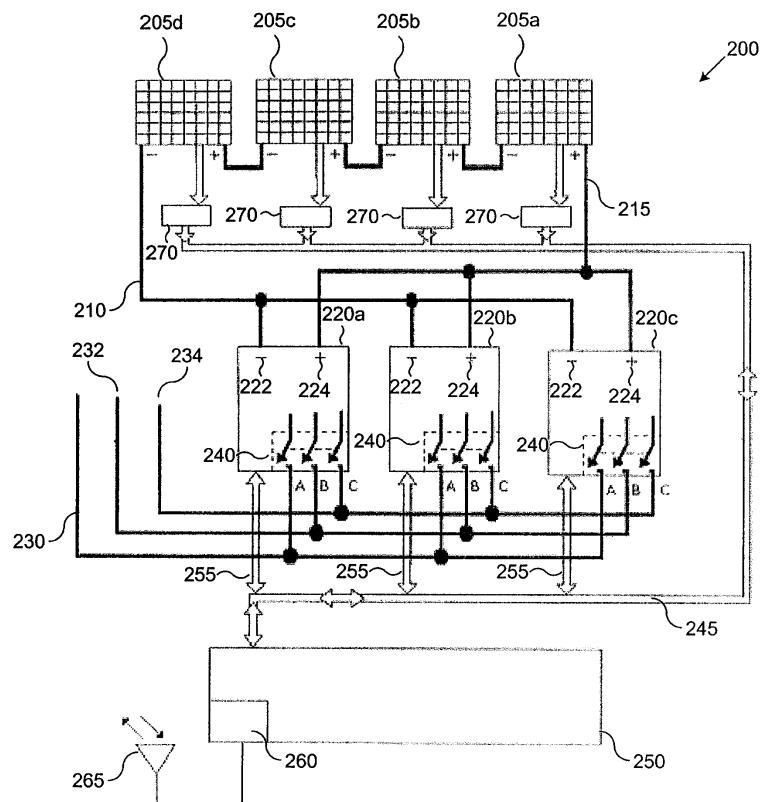
도면 1b



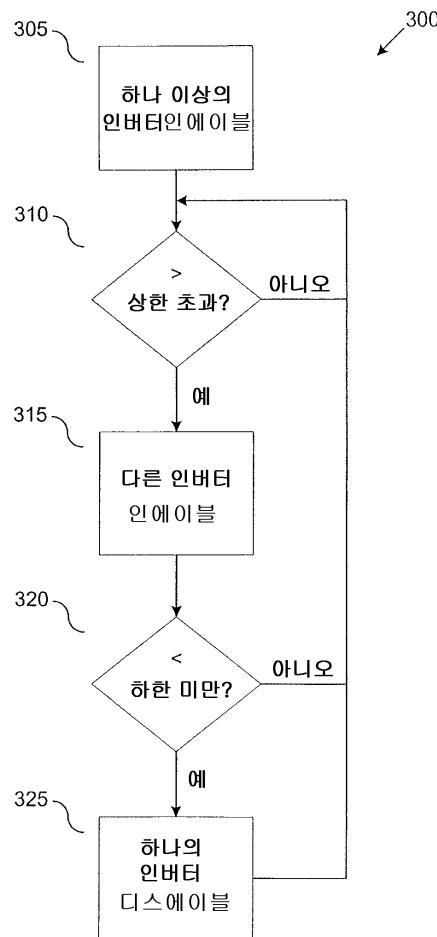
도면 1c



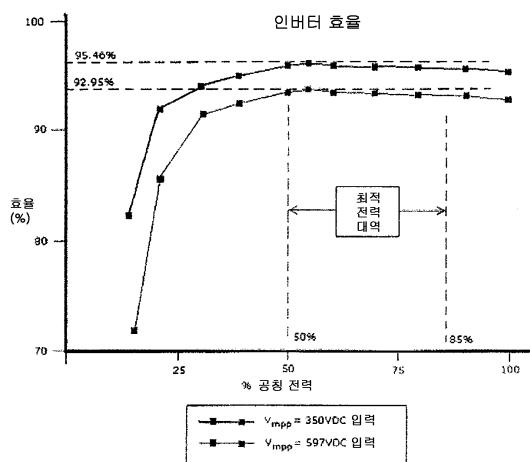
도면2



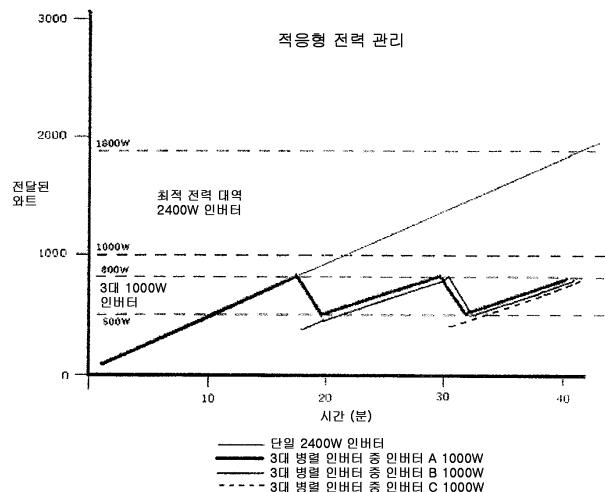
도면3



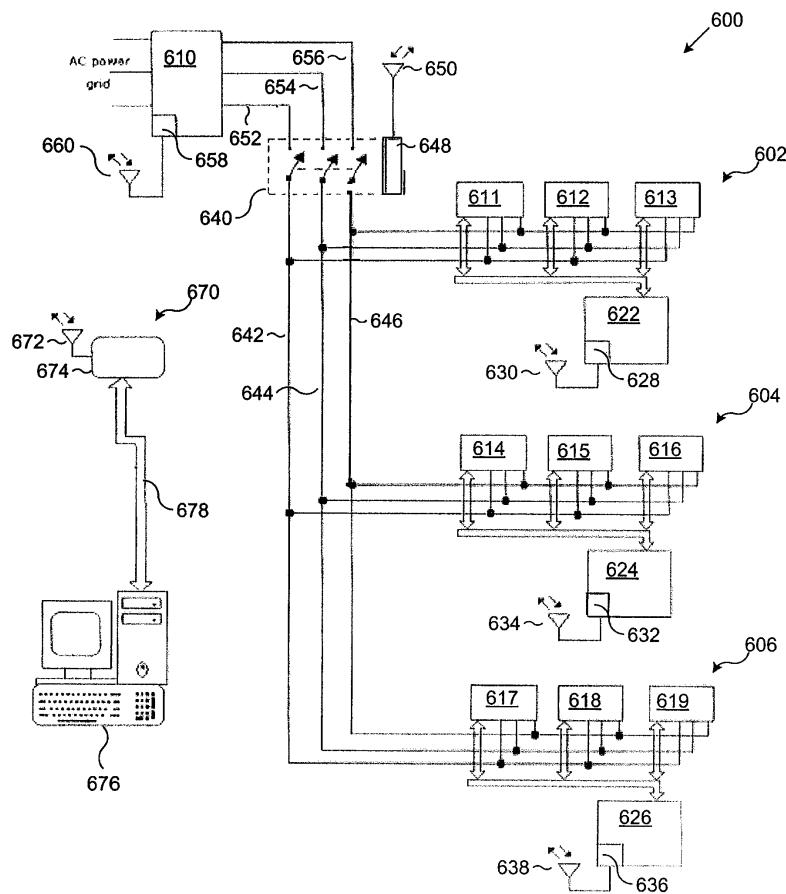
도면4



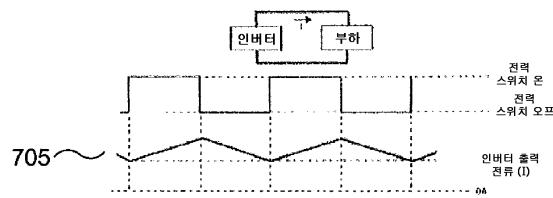
도면5



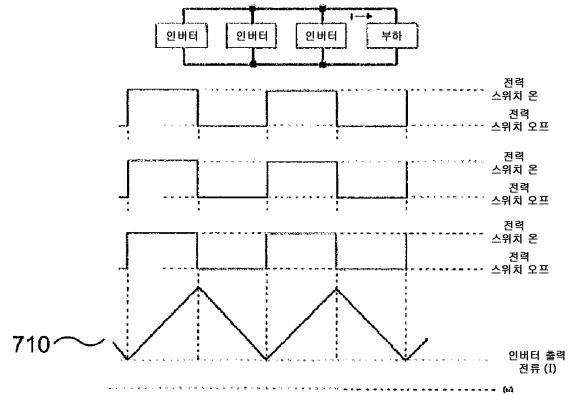
도면6



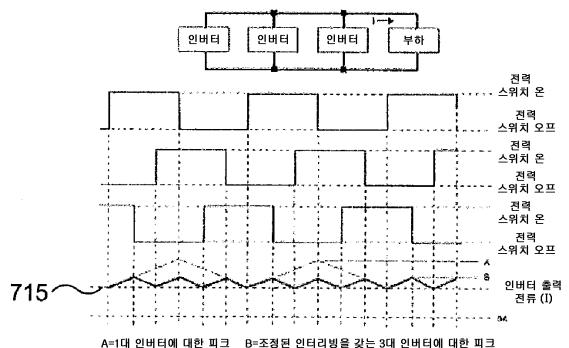
도면7a



도면7b

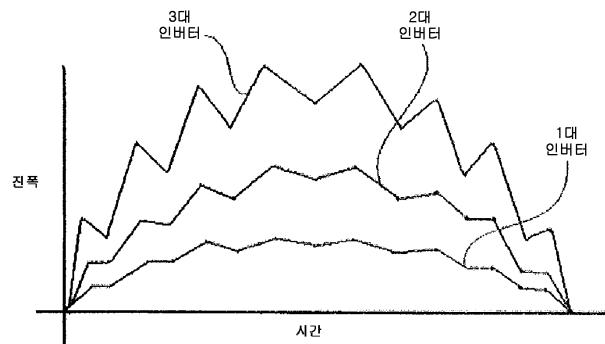


도면7c

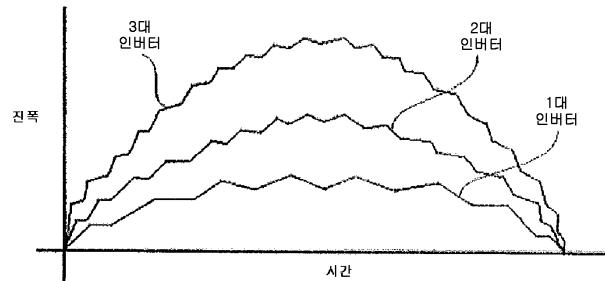


도면8

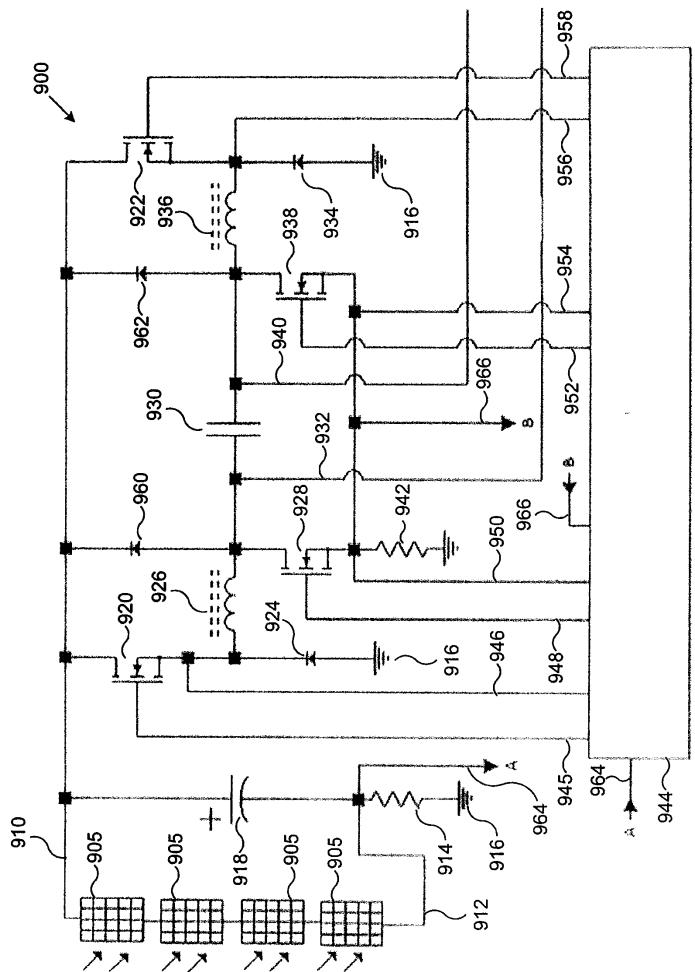
조정되지 않은 병렬 인버터



조정된 병렬 인버터



도면9



도면10

