



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0115719
(43) 공개일자 2013년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/36 (2006.01) H02M 7/42 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0038288
(22) 출원일자 2012년04월13일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘에스산전 주식회사
경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동)
(72) 발명자
고광수
충청북도 옥천군 군서면 오동리1구 502번지
(74) 대리인
조현동, 정종욱, 진천웅

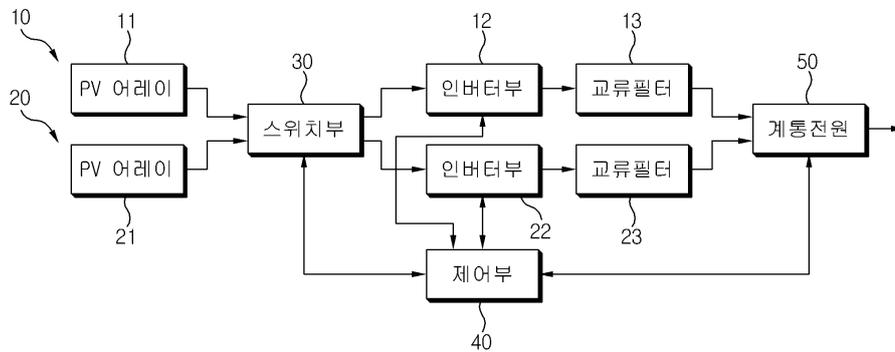
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템

(57) 요약

계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템이 개시된다. 본 발명의 시스템은, 태양광(PV) 어레이로부터의 직류 전압을 교류전원으로 변환하여 계통전원에 공급하는 복수의 인버터와, 복수의 인버터의 직류링크단 전압에 따라 복수의 인버터의 온/오프를 스위칭하는 스위칭부와, 복수의 인버터의 정격출력에 따라 스위칭부의 온/오프를 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

태양광(PV) 어레이로부터의 직류전압을 교류전원으로 변환하여 계통전원에 공급하는 복수의 인버터;
 상기 복수의 인버터의 직류링크단 전압에 따라 상기 복수의 인버터의 온/오프를 스위칭하는 스위칭부; 및
 상기 복수의 인버터의 정격출력에 따라 상기 스위칭부의 온/오프를 제어하는 제어부를 포함하는 태양광 인버터 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수의 인버터는,
 광전효과를 이용하여 빛에너지를 직류전압으로 변환하는 상기 PV 어레이;
 직류전압을 상기 제어부의 제어에 의해 교류전원으로 변환하는 인버터부; 및
 변환된 교류전원의 과형을 개선하는 교류필터를 포함하는 태양광 인버터 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제어부는,
 상기 인버터부에 펄스폭변조(PWM) 제어신호를 전달하는 태양광 인버터 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 스위치부는,
 상기 복수의 인버터의 상기 PV 어레이와 상기 인버터부 사이의 직류링크를 병렬로 연결하며, 복수의 인버터를 스위칭하는 복수의 스위칭소자를 포함하는 태양광 인버터 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제어부는,
 복수의 인버터 중 직류링크의 전압이 높은 인버터(제1인버터)와 연결되는 제1스위칭소자를 온하여, 상기 제1인버터를 구동하는 태양광 인버터 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 제1인버터가 정격출력의 제1비율을 실질적으로 넘어서는 경우, 상기 제1스위칭소자를 오프하여, 상기 제1인버터와 나머지 인버터 중 어느 하나의 인버터(제2인버터)를 구동하는 태양광 인버터 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 제1인버터 및 상기 제2인버터의 출력이 실질적으로 제2비율 미만이면, 상기 제1스위칭소자 또는 상기 제2인버터와 연결되는 제2스위칭소자를 온하여, 상기 제1인버터 또는 제2인버터

중 어느 하나를 구동하는 태양광 인버터 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제1스위칭소자는 사이리스터이고, 상기 제어부는, 상기 제2인버터의 전류지령을 상기 제1스위칭소자가 오프할때까지 증가하도록 제어하는 태양광 인버터 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 제1 및 제2스위칭소자는 사이리스터이고, 상기 제어부는, 상기 제1인버터의 전류지령을 상기 제2인버터의 전류보다 증가하도록 제어하는 태양광 인버터 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 인버터에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 태양광 발전시스템에 적용되는 인버터 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 태양광 발전시스템은 광전효과에 의해 태양전지에서 생산되는 직류전기를 교류전기로 변환하는 전력변환 장치로서, 태양전지, 전력변환장치 및 계통연계회로로 구성된다.

[0003] 계통연계형 태양광 발전시스템에서 인버터는 용도나 태양전지 모듈의 조합에 따라, MIC(Module Integrated Converter), 스트링(string), 멀티스트링(multi-string), 센트럴(central), 멀티센트럴(multi-central) 방식으로 분류할 수 있다.

[0004] 이중, 멀티스트링 태양광 발전시스템은 두 대의 인버터가 직류링크단에 병렬로 직접 연결되어, 항상 직류링크 전압을 공유하면서, 계통연계점에서 연결된다. 직류링크단을 공유하면 일사량이 낮은 수준에서 하나의 인버터만 운전하여 시스템의 발전효율을 높일 수 있다.

[0005] 그러나, 일사량이 증가하여 각각의 인버터가 운전하게 되는 경우에는, 항상 DC버스가 공통으로 연결되어 있기 때문에, 하나의 어레이에서만 최대전력점을 추종하므로, 각각의 어레이에서 최대전력점을 추종하는 차이만큼 전체 효율이 낮아지게 되는 문제점이 있다.

[0006] 도 1은 일반적인 계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템의 구성도로서, 2레벨의 풀-브릿지(fullbridge) 방식의 멀티스트링 태양광 인버터 시스템을 나타낸 것이다.

[0007] 도면에 도시된 바와 같이, 종래의 계통연계형 멀티스트링 인버터 시스템은, 태양광(PhotoVoltaic; PV) 어레이(110a, 110b), 3상의 인버터(120a, 120b), LCL 필터(130a, 130b) 및 계통(grid)(200)으로 구분된다.

[0008] 멀티스트링 태양광 인버터 시스템에 가장 중요한 부분은 전력변환 효율인데, 도 1과 같은 시스템의 경우, 각각의 PV 어레이(110a, 110b)의 직류링크단(140a, 140b)이 병렬로 연결되어 항상 직류링크 전압을 공유한다.

[0009] 즉, 위의 시스템에서는, 어레이 전체를 하나의 입력으로 사용하여 최대전력점을 추종하므로, 전체 효율이 낮아지는 문제점이 있다.

[0010] 또한, 위의 시스템에서는, 하나의 인버터(100a 또는 100b)를 사용할 수 없는 경우에는 발전을 지속할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 직류링크 전압단에서 스위치를 이용해 복수의 독립적인 태양광(PV) 어레이를 병렬로 연결하여, 전력변환 효율과 안정성을 높이고, 인버터의 수명을 연장한 계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 태양광 인버터 시스템은, 태양광(PV) 어레이로부터의 직류전압을 교류전원으로 변환하여 계통전원에 공급하는 복수의 인버터; 상기 복수의 인버터의 직류링크단 전압에 따라 상기 복수의 인버터의 온/오프를 스위칭하는 스위칭부; 및 상기 복수의 인버터의 정격출력에 따라 상기 스위칭부의 온/오프를 제어하는 제어부를 포함한다.

[0013] 본 발명의 일실시예에서, 상기 복수의 인버터는, 광전효과를 이용하여 빛에너지를 직류전압으로 변환하는 상기 PV 어레이; 직류전압을 상기 제어부의 제어에 의해 교류전원으로 변환하는 인버터부; 및 변환된 교류전원의 파형을 개선하는 교류필터를 포함하는 것이 바람직하다.

[0014] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제어부는, 상기 인버터부에 펄스폭변조(PWM) 제어신호를 전달하는 것이 바람직하다.

[0015] 본 발명의 일실시예에서, 상기 스위칭부는, 상기 복수의 인버터의 상기 PV 어레이와 상기 인버터부 사이의 직류링크를 병렬로 연결하며, 복수의 인버터를 스위칭하는 복수의 스위칭소자를 포함하는 것이 바람직하다.

[0016] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제어부는, 복수의 인버터 중 직류링크의 전압이 높은 인버터(제1인버터)와 연결되는 제1스위칭소자를 온하여, 상기 제1인버터를 구동하는 것이 바람직하다.

[0017] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제어부는, 상기 제1인버터가 정격출력의 제1비율을 실질적으로 넘어서는 경우, 상기 제1스위칭소자를 오프하여, 상기 제1인버터와 나머지 인버터 중 어느 하나의 인버터(제2인버터)를 구동하는 것이 바람직하다.

[0018] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제어부는, 상기 제1인버터 및 상기 제2인버터의 출력이 실질적으로 제2비율 미만이면, 상기 제1스위칭소자 또는 상기 제2인버터와 연결되는 제2스위칭소자를 온하여, 상기 제1인버터 또는 제2인버터 중 어느 하나를 구동하는 것이 바람직하다.

[0019] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제1스위칭소자는 사이리스터이고, 상기 제어부는, 상기 제2인버터의 전류지령을 상기 제1스위칭소자가 오프할때까지 증가하도록 제어하는 것이 바람직하다.

[0020] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제1 및 제2스위칭소자는 사이리스터이고, 상기 제어부는, 상기 제1인버터의 전류지령을 상기 제2인버터의 전류보다 증가하도록 제어하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0021] 상기와 같은 본 발명은 복수의 독립적인 태양광(PV) 어레이를 병렬로 연결하고 일사량 변동에 따라 인버터가 정격에 맞게 운전하도록 하여 전력변환 효율을 높이고, 일사량이 낮은 경우 인버터를 정지하여 기기의 수명을 연장하도록 하는 효과가 있다.

[0022] 또한, 본 발명은 태양광(PV) 어레이의 특성이 다른 경우에도, 각각의 태양광 어레이의 발전에너지 관련 최대전력점 추종제어를 할 수 있어, 동일한 환경조건에서 보다 더 많은 에너지를 회수하도록 하는 효과가 있다.

[0023] 또한, 본 발명은 복수의 인버터 중 일부 인버터에 대한 유지/보수를 해야하는 경우가 발생하거나, 또는 일부 인버터에 고장이 발생한 경우에도, 정상적으로 동작하는 인버터는 높은 에너지 레벨에서 발전을 지속할 수 있으므로, 더 많은 에너지 회수가 가능하게 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일반적인 계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템의 일실시에 구성도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템의 일실시에 회로 구성도이다.
- 도 4a 내지 도 4c는 도 2의 스위치부의 동작에 의한 인버터의 동작모드를 나타낸 일예시도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 인버터 시스템에서 멀티스트링 동작시의 출력되는 전류의 파형의 일예시도이다.

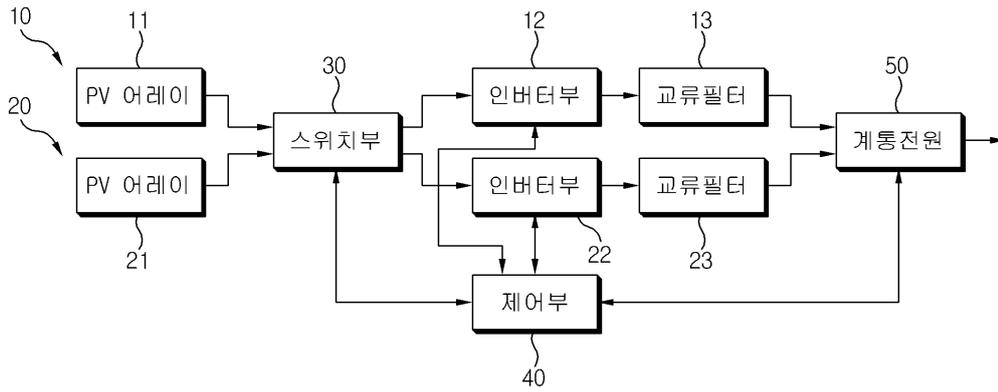
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나, 또는 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '직접 연결되어' 있다거나, '직접 접속되어' 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0028] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, '포함한다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 3설명한다.
- [0030] 도 2는 본 발명에 따른 계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템의 일실시에 구성도이다.
- [0031] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 인버터 시스템은, 복수의 인버터(10, 20)와 스위치부(30), 제어부(40) 및 계통전원(50)을 포함한다. 도면에서는, 인버터 (10, 20)를 편의상 구분하여 도시하지는 않았으나, 도 1과 같이, PV 어레이, 인버터부 및 교류필터를 하나의 인버터로 하여 설명하기로 한다. 다만, 인버터에 이 외의 구성이 포함될 수도 있음은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 자명하다 할 것이다.
- [0032] 또한, 본 발명의 설명에서는, 시스템에 2레벨, 즉 2개의 인버터를 포함하는 것을 예를 들어 설명하겠으나, 레벨수에 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 즉, 복수의 인버터를 포함할 수도 있음은 자명하다.
- [0033] 즉, 인버터(10, 20)는, 각각 PV 어레이(11, 21), 인버터부(12, 22) 및 교류필터(13, 23)를 포함한다.
- [0034] PV 어레이(11, 21)는 광전효과(Photovoltaic effect)를 이용하여 각각 수신되는 빛에너지를 전기에너지로 변환한다. PV 어레이의 일반적인 기능에 대해서는, 이미 널리 알려진 바와 같다 할 것이므로, 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0035] 스위치부(30)는 제어부(40)의 제어에 의해, PV 어레이(11, 21)와 인버터부(12, 22)를 스위칭한다. 스위칭부(30)의 상세한 동작에 대해서는, 추후 도면을 참조로 더욱 상세하게 설명하기로 한다.
- [0036] 인버터부(12, 22)는 제어부(40)의 펄스폭변조(Pulse Width Modulation; PWM) 제어에 의해, 입력되는 직류전압을 교류전원으로 변환한다.
- [0037] 교류필터(13, 23)는 인버터부(12, 22)에 의해 변환된 교류전원의 파형을 개선하여, 총 고조파왜율(Total Harmonic Distortion; THD)을 저감한다.
- [0038] 계통전원(50)은 교류필터(13, 23)를 통해 수신한 인버터(10, 20)의 교류전원을 계통으로 공급한다.
- [0039] 제어부(40)는 각 인버터(10, 20)의 직류링크단(도 2에서는 도시되지 않음)의 전압을 센싱하여 스위치부(30)를

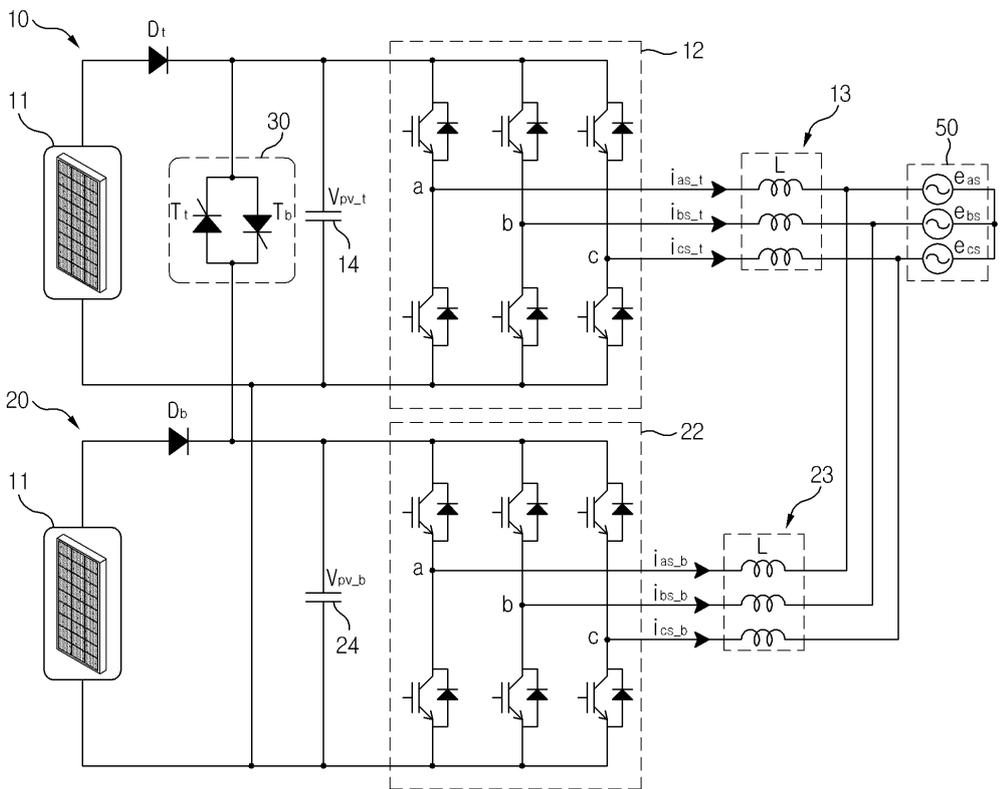
제어하고, 인버터부(12, 22)의 PWM 제어신호를 생성하여 이를 인버터부(12, 22)에 전달한다. 또한, 계통전원(50)의 위상을 제어한다.

- [0040] 도 3은 본 발명에 따른 계통연계형 멀티스트링 태양광 인버터 시스템의 일실시에 회로 구성도이다. 도 3에서는 편의상 제어부(40)의 도시를 생략하였으나, 도 3과 도 2는 등가이므로, 제어부(40)를 포함하여 도 3을 설명하도록 한다.
- [0041] 도 3의 구성에 대해서는, 이미 도 2를 참조로 설명한 바와 같다 할 것이므로, 스위치부(30)를 중점적으로 설명하기로 한다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해, 참조부호 10의 인버터를 제1인버터(10), 참조부호 20의 인버터를 제2인버터(20)로 칭하여 설명하도록 한다.
- [0042] 본 발명의 스위치부(30)는 예를 들어, 두개의 사이리스터(T_t , T_b)를 포함하며, 제1인버터(10)와 제2인버터(20)의 직류링크(14, 24)를 병렬로 연결한다.
- [0043] 제어부(40)는, 일출후 제1인버터(10)와 제2인버터(20)의 직류링크(14, 24)의 전압을 센싱하여, 높은 쪽 인버터를 구동한다(편의상 제1인버터(10)가 동작하는 것으로 한다).
- [0044] 다만, 본 발명의 스위치부(30)의 스위치소자로서, 사이리스터에 한정되는 것은 아니며, 다른 전력용 반도체소자를 스위치소자로 사용할 수 있음은 자명하다. 또한, 본 발명의 스위치부(30)는 2레벨의 멀티스트링 구조에 대해 도시된 것으로서, 레벨수가 증가하는 경우, 사용되는 스위치소자의 수 역시 증가할 것임은 자명하다 할 것이다.
- [0045] 제1인버터(10)가 동작하다가 일사량이 증가하여 제1인버터(10)가 인버터 정격출력의 소정 비율, 예를 들어, 80% 이상이 되면, 제어부(40)는 제2인버터(20)의 전류지령을 T_t 스위치가 오프(off)할 때까지 서서히 증가시킨다. 스위치부(30)에서 T_b 에 흐르는 전류가 T_t 에 흐르는 전류보다 커지면, 사이리스터의 특성상 T_t 스위치는 오프된다. 이와 같이 T_t 스위치가 오프되면 제1인버터(10)와 제2인버터(20)는 병렬로 동작한다.
- [0046] 이후, 일사량이 감소하여 제1인버터(10) 및 제2인버터(20)의 출력이 정격출력의 소정 비율, 예를 들어 40% 미만 이 되면, 제어부(40)는 제1인버터(10)의 전류지령을 제2인버터(20)의 전류보다 증가하여, $V_{pv,t} < V_{pv,b}$ 가 되면, T_b 스위치를 온으로 전환한다. 이후에, 제2인버터(20) 전류지령을 증가시키고, 제1인버터(10) 전류지령이 0이 되면, 제1인버터(10)에 대한 PWM 제어신호의 전송을 중단한다.
- [0047] 도 4a 내지 도 4c는 도 2의 스위치부의 동작에 의한 인버터의 동작모드를 나타낸 일예시도이다. 도 4a 내지 도 4c에서는 설명의 편의를 위해, 인버터부(12, 22)와 교류필터(13, 23) 및 계통전원(50)만을 도시하였다.
- [0048] 태양이 일출하면 운전가능한 상태가 될 때까지 제어부(40)는 제1 및 제2인버터(10, 20)의 직류링크(14, 24) 전압을 측정하여 먼저 운전가능한 상태가 된 인버터를 동작하게 한다(도 4a). 제1인버터(10)가 먼저 동작하는 것으로 설명하자.
- [0049] 제1인버터(10)는 정격출력의 80% 미만까지 계속 동작하며, 인버터 정격출력의 80% 이상이 되면 제어부(40)의 제어에 의해 스위치부(30)의 T_t 스위치가 오프되어 멀티스트링 인버터로 동작한다(도 4b).
- [0050] 도 5는 본 발명에 따른 인버터 시스템에서 멀티스트링 동작시의 출력되는 전류의 파형의 일예시도이다. 도면에서, A는 제1인버터(10), B는 제2인버터(20)의 동작파형을 나타낸 것이다.
- [0051] 멀티스트링 인버터는 각각 제1 및 제2인버터(10, 20)의 정격출력의 소정 비율, 예를 들어, 40% 미만까지만 동작하며, 인버터 정격출력의 40% 미만이 되면, 제어부(40)의 제어에 의해 하나의 인버터, 예를 들어, 제2인버터(20)만이 동작한다(도 4c). 이때, 제1인버터(10)가 단독으로 동작하도록 제어할 수도 있음은 자명하다. 제2인버터(20)는 일사량이 감소하여 인버터가 운전 불가능한 상태로 멈출때까지 단독으로 동작한다.
- [0052] 이와 같은 본 발명에 의하면, 멀티스트링 태양광 발전시스템에서 인버터가 정격에 가깝게 운전하도록 하여 전력 변환 효율을 높이고, 일사량이 낮은 경우에 동작하지 않는 인버터의 수명연장을 기대할 수 있다.
- [0053] 하나의 인버터를 사용할 수 없는 경우에도, 정상동작하는 인버터는 사용할 수 있으므로, 보다 많은 에너지의 회수가 가능하다.

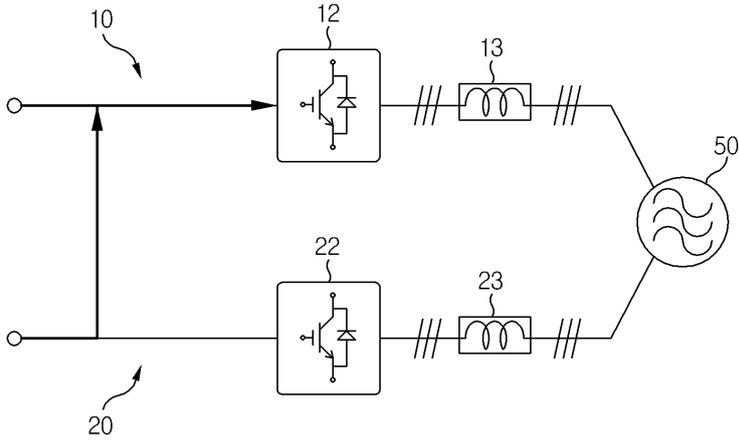
도면2



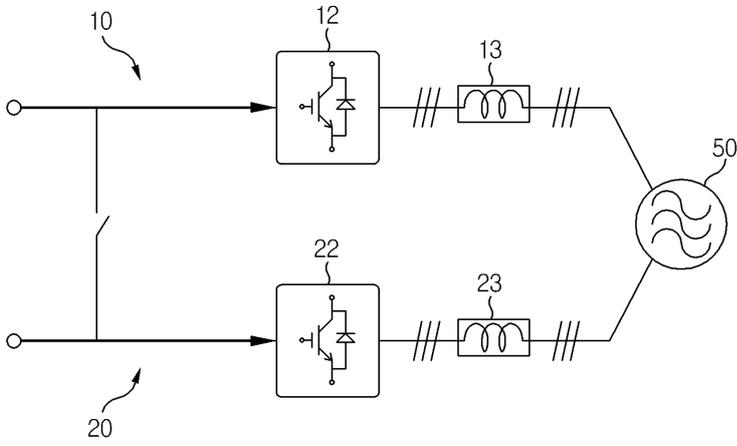
도면3



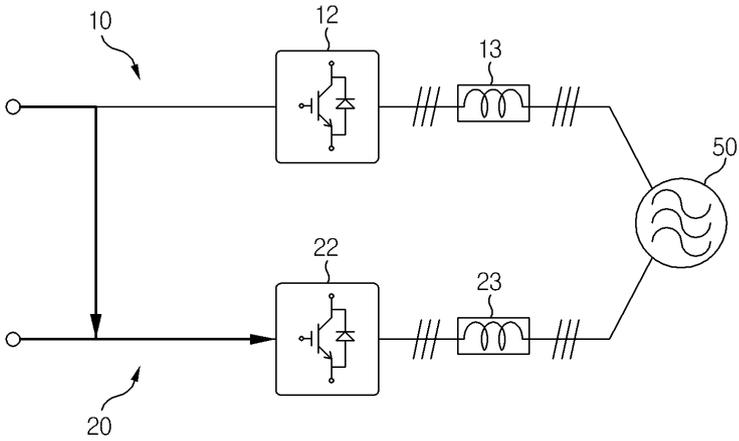
도면4a



도면4b



도면4c



도면5

