



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월26일
(11) 등록번호 10-1297833
(24) 등록일자 2013년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05F 1/67 (2006.01) H02N 6/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0095697
(22) 출원일자 2011년09월22일
심사청구일자 2011년09월22일
(65) 공개번호 10-2013-0032035
(43) 공개일자 2013년04월01일
(56) 선행기술조사문헌
JP3311424 B2*
JP08221143 A
JP07325635 A
JP2006107425 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
카코뉴에너지 주식회사
경기도 성남시 중원구 둔촌대로 509, 1층(상대원동)
(72) 발명자
김경환
경기도 용인시 기흥구 신촌로 78, 101호 (보정동, 신촌마을 죽전스타클래스 타운하우스 5블럭)
오성진
서울특별시 성동구 송정18가길 14 (송정동)
배영상
서울특별시 노원구 동일로203가길 29, 브라운스톤 1050호 (중계동)
(74) 대리인
특허법인 이노

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 조성찬

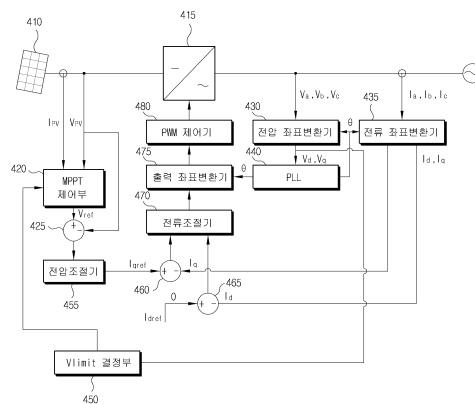
(54) 발명의 명칭 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 태양광 발전 시스템에서 태양광 모듈의 출력 전압이 인버터의 최대 전력점 범위의 최소점 아래로 벗어나더라도 계통 전압의 크기에 따라 인버터의 동작이 정지하는 것을 방지할 수 있는 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템 및 그 방법을 제공한다.

본원의 제1 발명에 따른 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템은, 태양광 모듈로부터 출력되는 직류 전원을 교류 전원으로 변환하는 인버터를 이용하여 계통과 연계되는 태양광 발전 시스템에 있어서, 상기 계통의 계통 전압에 대응하여 상기 인버터가 동작을 유지할 수 있는 최소 유지 전압을 출력하는 최소 유지 전압 결정부; 상기 태양광 모듈의 출력 전압 및 출력 전류와 상기 최소 유지 전압을 이용하여 상기 태양광 모듈의 최대 전력점에서의 최대 전력점 추종 전압을 결정하고, 상기 최대 전력점을 추종하도록 기준 전압을 출력하는 최대 전력점 추종 제어부; 상기 기준 전압과 상기 태양광 모듈의 출력 전압의 차를 연산하는 전압 연산부; 및 상기 전압 연산부의 출력을 이용하여 기준 전류값을 생성하는 전압조절부를 포함한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

태양광 모듈로부터 출력되는 직류 전원을 교류 전원으로 변환하는 인버터를 이용하여 계통과 연계되는 태양광 발전 시스템에 있어서,

상기 계통의 계통 전압에 대응하여 상기 인버터가 동작을 유지할 수 있는 최소 유지 전압을 출력하는 최소 유지 전압 결정부;

상기 태양광 모듈의 출력 전압 및 출력 전류와 상기 최소 유지 전압을 이용하여 상기 태양광 모듈의 최대 전력점에서의 최대 전력점 추종 전압을 결정하고, 상기 최대 전력점을 추종하도록 기준 전압을 출력하는 최대 전력점 추종 제어부;

상기 기준 전압과 상기 태양광 모듈의 출력 전압의 차를 연산하는 전압 연산부; 및

상기 전압 연산기의 출력을 이용하여 기준 전류값을 생성하는 전압조절부를 포함하고,

상기 최대 전력점 추종 제어부는, 상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하고, 상기 계통 전압이 결정된 상기 최대 전력점 추종 전압보다 높으면, 최대 전력점 추종 기능을 중지하고, 상기 인버터가 상기 계통전압에 상응하는 전압을 출력하도록 기준전압을 출력하는 것을 특징으로 하는 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 최대 전력점 추종 제어부는,

상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하고, 상기 최대 전력점 추종 전압이 상기 최소 유지 전압보다 높거나 같고, 상기 계통 전압이 계통 전압의 허용 최대값보다 낮으면 상기 최소 유지 전압을 상기 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압으로 대체시키는 것을 특징으로 하는 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

태양광 모듈의 출력 전압이 최대 전력점을 추종하도록 인버터를 제어하는 최대 전력점 추종 수단; 및

상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점보다 낮아지면, 상기 인버터가 계통 전압에 대응하는 전력을 출력하도록 상기 인버터를 제어하는 인버터 구동 유지 수단을 포함하고,

상기 최대 전력점 추종 수단은, 상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하고, 상기 계통 전압이 결정된 상기 최대 전력점 추종 전압보다 높으면, 최대 전력점 추종 기능을 중지하고, 상기 인버터가 상기 계통전압에 상응하는 전압을 출력하도록 기준전압을 출력하는 것을 특징으로 하는 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템.

청구항 5

태양광 모듈로부터 출력되는 직류 전원을 교류 전원으로 변환하는 인버터를 이용하여 계통과 연계되는 태양광 발전 시스템의 최대 전력점 추종 방법에 있어서,

상기 태양광 모듈의 출력 전압 및 출력 전류를 측정하는 단계;

상기 계통의 계통 전압에 대응하여 상기 인버터가 동작을 유지할 수 있는 최소 유지 전압을 출력하는 단계;

상기 태양광 모듈의 출력 전압 및 출력 전류와 상기 최소 유지 전압을 이용하여 상기 태양광 모듈의 최대 전력 점에서의 최대 전력점 추종 전압을 결정하고, 상기 최대 전력점을 추종하도록 기준 전압을 출력하는 최대 전력 점 추종 제어 단계;

상기 기준 전압과 상기 태양광 모듈의 출력 전압의 차를 연산하는 단계; 및

상기 전압 연산기의 출력을 이용하여 기준 전류값을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 최대 전력점 추종 제어 단계는,

상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하는지를 판단하는 단계; 및

상기 계통 전압이 결정된 상기 최대 전력점 추종 전압보다 높으면, 최대 전력점 추종 기능을 중지하고, 상기 인버터가 상기 계통전압에 상응하는 전압을 출력하도록 기준전압을 출력하는 단계를 포함하는 태양광 발전 시스템의 적응적 최대 전력점 추종 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 최대 전력점 추종 제어 단계는,

상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하는지를 판단하는 단계; 및

상기 최대 전력점 추종 전압이 상기 최소 유지 전압보다 높거나 같고, 상기 계통 전압이 계통 전압의 허용 최대 값보다 낮으면 상기 최소 유지 전압을 상기 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압으로 대체시키는 단계를 더 포함하는 태양광 발전 시스템의 적응적 최대 전력점 추종 방법.

청구항 7

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 태양광 발전 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 최대 전력점을 추종하는 태양광 발전시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양광 발전에 사용되는 태양광 모듈의 출력 전압은 여러 환경적 요인에 따라 변화하게 된다. 그 중 가장 큰 요소로, 일사량과 온도를 예로 들 수 있는데, 도 1 및 도 2 를 참조하여 태양광 모듈의 전압-전력 특성 곡선을 살펴보면, 최대 전력점 전까지는 전압이 증가함에 따라, 전력도 동반하여 증가하지만, 최대전력점을 넘어 전압이 증가하게 되면, 전력은 오히려 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

[0003] 태양광 모듈이 위와 같은 전압-전력 특성 곡선의 형태를 띄는 것은 태양광 모듈의 전류와 전압 곡선이 비선형 관계를 갖기 때문이다. 태양광 모듈의 전류와 전압의 비선형 관계와, 태양광 모듈의 온도, 일사량 등의 불확실한 환경적 요인으로 인해, 태양광 모듈의 최대 전력점을 미리 고정해 놓는 것은 사실상 불가능한 것이라 할 수 있다.

[0004] 이에 따라, 태양광 모듈 동작에 따라, 태양광 발전 시스템이 최대 전력점을 따라 운행할 수 있도록 제어할 수 있는 알고리즘이 개발되었는데, 현재 범용 인버터에서 가장 널리 사용되고 있는 알고리즘은, P&O(Perturb and

Observe) 방식, incremental conductance 방식 및 constant voltage 방식이다.

[0005] 이 중, 가장 널리 사용되는 P&O 방식은 인버터의 전압을 교란시킨 뒤, 이에 따른 전력 성분의 변화를 통해 최대 전력점을 결정하는 방식이다.

[0006] 도 3을 참조하면, 도 3 과 같은 전압-전력 특성 곡선에서, Case 1과 Case 2는 전압값의 조절을 통해 전력값이 낮아져, 최대 전력점과 멀어지게 된다. 구체적으로 Case 1의 경우, 전압을 낮춘 결과, 전력값이 감소되고, Case 2의 경우, 전압을 높인 결과, 전력값이 감소된다.

[0007] 즉, Case 1과 Case 2의 경우, 전압의 변동이 전력값을 감소시키는 결과를 야기하므로, 변동시킨 전압의 반대방향으로 인버터 출력 전압을 조절함으로써, 최대 전력점에 다가갈 수 있다.

[0008] 반대로, Case 3과 Case 4는 전압의 조절을 통해 전력값이 높아져, 최대 전력점과 인접하게 된다. 구체적으로 Case 3의 경우, 전압을 낮춘 결과, 전력값이 상승하고, Case 4의 경우, 전압을 상승시킨 결과, 전력값이 상승한다.

[0009] 즉, Case 3과 Case 4의 경우, 전압의 변동이 전력값을 동반하여 상승시키므로, 변동시킨 전압과 같은 방향으로 인버터 출력 전압을 조절한다면, 최대 전력점에 더 접근할 수 있는 것이다.

표 1

Case	ΔP	ΔV	Act.
1	<0	<0	+
2	<0	>0	-
3	>0	<0	-
4	>0	>0	+

[0011] 여기서, Act는 인버터가 최대 전력점을 취하기 위해 조치할 행동(Action)으로, +는 태양광 모듈의 출력 전압을 상승시키는 것, -는 태양광 모듈의 출력 전압을 낮추는 것을 의미한다.

[0012] 종래의 태양광 발전 시스템 상의 인버터는 최대 전력점 범위(MPP Range)의 최소점을 각국에서 정하는 계통 전압의 허용 최대값을 고려하여 설계하고 있다. 이는 계통 연계 태양광 인버터의 운전을 위해서 태양광 모듈의 출력 전압의 최소크기가 계통 전압의 허용 최대값을 보장해야 한다는 데에 근본적인 이유가 있다. 하지만, 계통 운영상의 이유 때문에 일부 계통 전압은 정격 전압보다 높게 유지될 수 있으며, 심한 경우 허용 최대값 근방까지 다다를 수 있는데, 이런 상황에서 태양광 발전 시스템과 같은 분산 발전 시스템의 발전 행위에 의해서 일시적으로 계통 전압은 허용 최대값을 초과할 수 있다.

[0013] 만일 종래의 태양광 인버터가 최대 전력점 범위의 최소점에서 운전하고 있었고 계통 전압이 허용 최대값을 초과한 경우라면 부족한 DC 전압의 크기 때문에 인버터의 동작이 중단되는 문제가 있다. 인버터 정지로 인한 발전 에너지의 계통 주입 중단으로 인하여 계통 전압은 다시 허용 범위 이내로 복귀될 수 있으며, 인버터는 계통 전압이 정상으로 복귀하였으므로 재기동을 하지만 위와 같은 문제 때문에 인버터는 다시 정지하게 되며, 이와 같은 분산 발전 시스템의 비정상적인 동작은 그 시스템을 포함하고 있는 전체 계통의 안정성에 문제를 야기할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 태양광 발전 시스템에서 계통 전압의 크기에 따라 인버터의 최대 전력점 범위의 최소점을 변경하여 인버터의 동작이 정지하는 것을 방지할 수 있는 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템 및 그 방법을 제공함에 목적이 있다.

[0015] 또한, 본 발명은 인버터가 최대 전력점 범위의 최소점에서 최대 전력점을 추종하고 계통 전압이 정격 전압의 110%를 초과하여 증가한 경우에도 인버터가 동작을 중단하지 않고 입력 전압의 크기만 증가시켜 태양광 모듈에

서 제공되는 전력을 계통에 공급할 수 있는 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템 및 그 방법을 제공함에 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 본원의 제1 발명에 따른 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템은, 태양광 모듈로부터 출력되는 직류 전원을 교류 전원으로 변환하는 인버터를 이용하여 계통과 연계되는 태양광 발전 시스템에 있어서, 상기 계통의 계통 전압에 대응하여 상기 인버터가 동작을 유지할 수 있는 최소 유지 전압을 출력하는 최소 유지 전압 결정부; 상기 태양광 모듈의 출력 전압 및 출력 전류와 상기 최소 유지 전압을 이용하여 상기 태양광 모듈의 최대 전력점에서의 최대 전력점 추종 전압을 결정하고, 상기 최대 전력점을 추종하도록 기준 전압을 출력하는 최대 전력점 추종 제어부; 상기 기준 전압과 상기 태양광 모듈의 출력 전압의 차를 연산하는 전압 연산부; 및 상기 전압 연산기의 출력을 이용하여 기준 전류값을 생성하는 전압조절부를 포함한다.

[0017] 바람직하게는, 상기 최대 전력점 추종 제어부는, 상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하고, 상기 최대 전력점 추종 전압이 상기 최소 유지 전압보다 높거나 같고, 상기 계통 전압이 계통 전압의 허용 최대값보다 낮으면 상기 최소 유지 전압을 상기 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압으로 대체시키는 것을 특징으로 한다.

[0018] 바람직하게는, 상기 최대 전력점 추종 제어부는, 상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하고, 상기 계통 전압이 결정된 상기 최대 전력점 추종 전압보다 높으면, 최대 전력점 추종 기능을 중지하고, 상기 인버터가 상기 계통전압에 상응하는 전압을 출력하도록 상기 기준전압을 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 본원의 제2 발명에 따른 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템은, 태양광 모듈의 출력 전압이 최대 전력점을 추종하도록 인버터를 제어하는 최대 전력점 추종 수단; 및 상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점보다 낮아지면, 상기 인버터가 계통 전압에 대응하는 전력을 출력하도록 상기 인버터를 제어하는 인버터 구동 유지 수단을 포함한다.

[0020] 또한, 본원의 제3 발명에 따른 태양광 발전 시스템의 적응적 최대 전력점 추종 방법은, 태양광 모듈로부터 출력되는 직류 전원을 교류 전원으로 변환하는 인버터를 이용하여 계통과 연계되는 태양광 발전 시스템의 최대 전력점 추종 방법에 있어서, 상기 태양광 모듈의 출력 전압 및 출력 전류를 측정하는 단계; 상기 계통의 계통 전압에 대응하여 상기 인버터가 동작을 유지할 수 있는 최소 유지 전압을 출력하는 단계; 상기 태양광 모듈의 출력 전압 및 출력 전류와 상기 최소 유지 전압을 이용하여 상기 태양광 모듈의 최대 전력점에서의 최대 전력점 추종 전압을 결정하고, 상기 최대 전력점을 추종하도록 기준 전압을 출력하는 최대 전력점 추종 제어 단계; 상기 기준 전압과 상기 태양광 모듈의 출력 전압의 차를 연산하는 단계; 및 상기 전압 연산기의 출력을 이용하여 기준 전류값을 생성하는 단계를 포함한다.

[0021] 바람직하게는, 상기 최대 전력점 추종 제어 단계는, 상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하는지를 판단하는 단계; 및 상기 최대 전력점 추종 전압이 상기 최소 유지 전압보다 높거나 같고, 상기 계통 전압이 계통 전압의 허용 최대값보다 낮으면 상기 최소 유지 전압을 상기 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압으로 대체시키는 단계를 포함한다.

[0022] 바람직하게는, 상기 최대 전력점 추종 제어 단계는, 상기 태양광 모듈의 출력 전압이 상기 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압에 도달하는지를 판단하는 단계; 상기 계통 전압이 결정된 상기 최대 전력점 추종 전압보다 높으면, 최대 전력점 추종 기능을 중지하고, 상기 인버터가 상기 계통전압에 상응하는 전압을 출력하도록 상기 기준전압을 출력하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따르면 태양광 모듈의 출력전압이 불안정한 상태라 하더라도, 일정 수준 이상의 전력을 출력할 수 있는 경우라면 태양광 모듈의 최대 전력점을 변화시켜, 인버터의 동작과 중지의 잦은 반복을 방지하여 인버터의 효율과 전력 품질을 높일 수 있으며, 신뢰성 있는 태양광 발전 시스템의 구현이 가능하다. 또한 이로 인하여 에너지 효율의 향상이 도모된다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일사량의 변화에 따른 태양광 모듈의 P-V 특성 곡선,
- 도 2는 태양광 모듈의 I-V 특성 곡선,
- 도 3은 P&O 방식을 이용한 MPPT 설명도,
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 태양광 발전 시스템의 블록 회로도,
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 적응적 최대 전력점 제어 흐름도,
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 적응적 최대 전력점 제어를 설명하기 위한 P-V 특성 곡선,
- 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 적응적 최대 전력점 제어 흐름도, 및
- 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 적응적 최대 전력점 제어를 설명하기 위한 P-V 특성 곡선이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

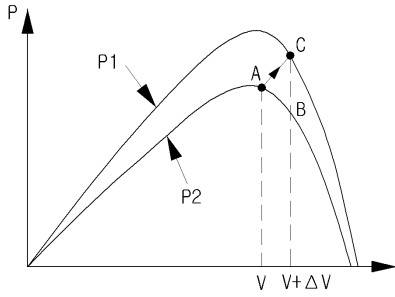
- [0025] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0027] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0028] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 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] 이제 본 발명의 일실시예에 따른 적응적 최대 전력점 추종 기능을 가진 태양광 발전 시스템 및 그 방법에 대하여 도면을 참고하여 상세하게 설명하고, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기도 한다.
- [0030] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 태양광 발전 시스템의 블록 회로도이다.
- [0031] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 태양광 발전 시스템은 태양광 모듈(410), 인버터(415), 최대 전력점 추종 제어부(420), 전압 연산기(425), 전압 좌표 변환기(430), 전류 좌표 변환기(435), 위상 고정 루프(440), 최소 유지 전압 결정부(450), 전압 조절기(455), 전류 진폭 연산기(460), 전류 위상 연산기(465), 전류 조절기(470), 출력 좌표 변환기(475), PWM 제어기(480)를 포함한다.
- [0032] 태양광 모듈(410)은 태양전지를 중 및 횡으로 연결한 형태로, 태양광 입사에 따른 광전효과를 통해 전기 에너지를 생성한다.
- [0033] 인버터(415)는 태양광 모듈(410)에서 공급되는 직류 전원을 교류 전원으로 변환한다. 본 발명의 일실시예에 따르면, 3상 인버터를 사용하여 직류 전압을 3상 교류 전압으로 변환한다.
- [0034] 전압 좌표 변환기(430)는 인버터(415)의 출력단에서 수신되는 3상의 전압 신호(V_a, V_b, V_c)를 2상 정지 좌표계(αβ)로의 변환을 거쳐(V_α, V_β), 회전 좌표계(DQ)로 변환하여 출력한다(V_d, V_q).
- [0035] 2상 정지 좌표계의 전압 신호(V_α, V_β)를 회전 좌표계의 전압 신호(V_d, V_q)로 변환하기 위해, PLL(540)로부터 위상각 θ를 수신한다.

- [0036] 전류 좌표 변환기(435)는 인버터(415)의 출력단에서 수신되는 3상의 전류 신호(I_a , I_b , I_c)를 2상 정지 좌표계 ($\alpha \beta$)로의 변환을 거쳐(I_α , I_β), 회전 좌표계(DQ)로 변환하여 출력한다(I_d , I_q).
- [0037] 2상 정지 좌표계의 전류 신호(I_α , I_β)를 회전 좌표계의 전류 신호(I_d , I_q)로 변환하기 위해, 위상 고정 루프(PLL: Phase Locked Loop, 440)로부터 위상각 θ 를 수신한다.
- [0038] 위상 고정 루프(440)는 전압 좌표 변환기(430)의 출력(V_d , V_q)을 입력받아, 인버터 출력의 위상 및 주파수를 산출한다.
- [0039] 최소 유지 전압 결정부(450)는 인버터의 출력 전압(계통 전압)에 대응하여 최소 유지 전압을 출력한다.
- [0040] 최대 전력점 추종 제어부(420)는 태양광 모듈로부터 출력되는 전압(V_{pv})과 전류(I_{pv})를 수신하고, 수신된 전압(V_{pv}) 및 전류(I_{pv})와 최소 유지 전압 결정부(450)로부터 출력된 최소 유지 전압을 이용하여 태양광 모듈의 최대 전력점을 추종하기 위한 기준 전압(V_{ref})을 출력한다.
- [0041] 한편, 종래 기술에 따르면, 태양광 모듈의 출력 전압이 인버터의 정격 최대 전력점 범위(MPP Range, 예컨대, 450 내지 830V)의 최소점 전압($V_{lower, rated\ MPP}$)인 450V보다 낮아지면, 현재 계통 전압을 고려하지 않고 인버터(415)의 동작을 정지시킨다. 그러나, 본 발명의 일실시예에 따르면, 태양광 모듈의 출력 전압이 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압($V_{lower, rated\ MPP}$)인 450V보다 낮아지게 되면, 현재 계통 전압을 고려하여 인버터(415)의 동작을 연장시킬 수 있다.
- [0042] 즉, 태양광 모듈의 출력 전압이 인버터의 정격 최대 전력점 범위 내에서 가장 낮은 전압(최소점 전압, $V_{lower, rated\ MPP}$)인 450V보다 낮은 상태에서, 계통 전압(V_{grid})이 정격 전압(V_{rated})의 110%미만인 경우, 본 발명의 최대 전력점 추종 제어부(420)는 최대 전력점 추종 전압(V_{MPP})이 최소 유지 전압(V_{limit})보다 높거나 같고, 계통 전압(V_{grid})이 계통 전압의 허용 최대치보다 낮으면, 최소 유지 전압으로 인버터의 정격 최대 전력점 범위의 최소점 전압을 변경하여 최대 전력점 추종 기능을 수행함으로써 인버터(415)의 동작을 연장할 수 있다.
- [0043] 전압 연산기(425)는 최대 전력점 추종 제어부(420)로부터 출력되는 기준 전압(V_{ref})에서 태양광 모듈이 출력하는 DC 전압(V_{pv})을 감산하여 전압 연산값($V_{ref}-V_{pv}$)을 출력한다.
- [0044] 전압 조절기(455)는 전압 연산기(425)로부터 출력되는 전압 연산값($V_{ref}-V_{pv}$)을 입력받아, 전류 진폭 기준값(I_{qref})을 생성하여 전류 진폭 조절기(460)로 출력한다.
- [0045] 전류 진폭 연산기(460)는 전압 조절기(455)로부터 출력되는 전류 진폭 성분 기준값(I_{qref})에서 전류 좌표 변환기(435)로부터 출력되는 인버터 출력 전류의 진폭 성분(I_q)을 감산하여 전류 진폭 연산값($I_{qref} - I_q$)을 출력한다.
- [0046] 전류 위상 연산기(465)는 전류 위상 성분 기준값($I_{dref} = 0$)에서 전류 좌표 변환기(435)로부터 출력되는 인버터 출력 전류의 위상 성분(I_d)을 감산하여 전류 위상 연산값($I_{dref} - I_d$)을 출력한다.
- [0047] 전류 조절기(470)는 전류 진폭 연산기(460)로부터 출력되는 전류 진폭 연산값($I_{qref} - I_q$)과 전류 위상 연산기(465)로부터 출력되는 전류 위상 연산값($I_{dref} - I_d$)을 수신하여 전류 조절 신호를 생성한다. 전류 조절기(470)는 회전 좌표계의 DC 값이므로, PI(Proportional Integral) 제어를 이용하여 전류 조절 신호를 생성할 수 있다.
- [0048] 출력 좌표 변환기(475)는 전류 조절기(470)로부터 생성된 전류 조절 신호는 회전 좌표계의 DC 성분이므로, 정지 좌표계의 전류 조절 신호로 변환하여 출력한다. 구체적으로, 출력 좌표 변환기(475)는 위상 고정 루프(440)로부터 출력되는 위상각 θ 을 이용하여 전류 조절기(470)로부터 출력되는 회전 좌표계의 전류 조절 신호를 정지 좌표계의 전류 조절 신호로 변환한다.
- [0049] PWM 제어기(480)는 출력 좌표 변환기(475)로부터 출력되는 정지 좌표계의 전류 조절 신호를 이용하여 인버터 출력 전류를 조절하기 위한 PWM 제어 신호를 출력하고, PWM 제어 신호는 인버터로 제공되어, 인버터의 출력 전류가 조절된다.
- [0050] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 적응적 최대 전력점 제어 흐름도이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 적

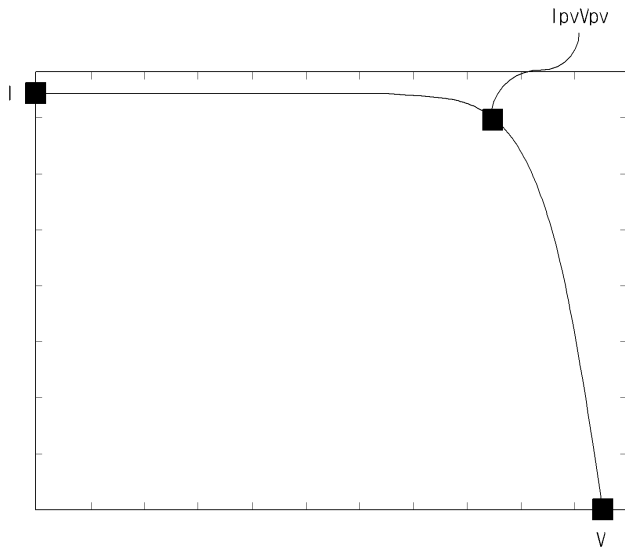
- | | |
|-----------------|-------------------|
| 430 : 전압 좌표 변환기 | 435 : 전류 좌표 변환기 |
| 440 : PLL | 450 : 최소유지전압 결정유닛 |
| 455 : 전압 조절기 | 460 : 전류 진폭 연산기 |
| 465 : 전류 위상 연산기 | 470 : 전류 조절기 |
| 475 : 출력 좌표 변환기 | 480 : PWM 제어기 |

도면

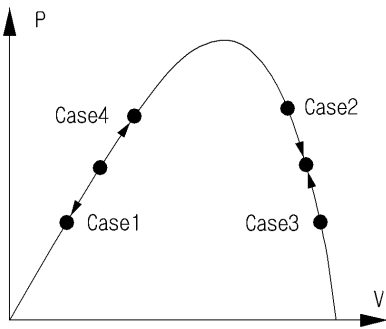
도면1



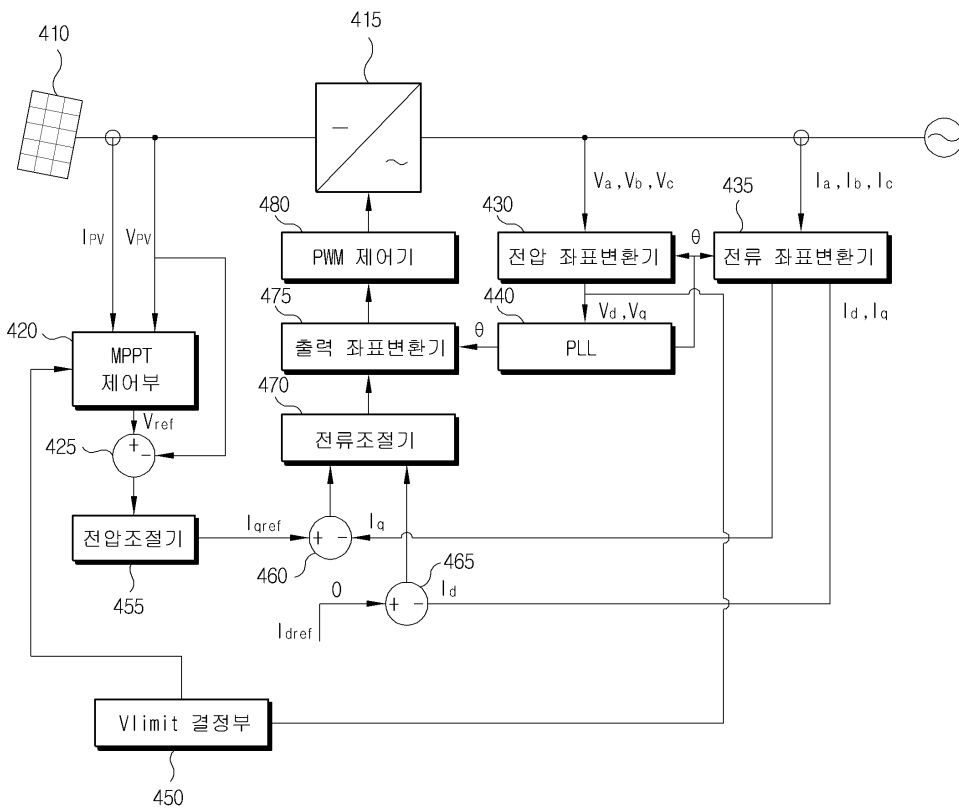
도면2



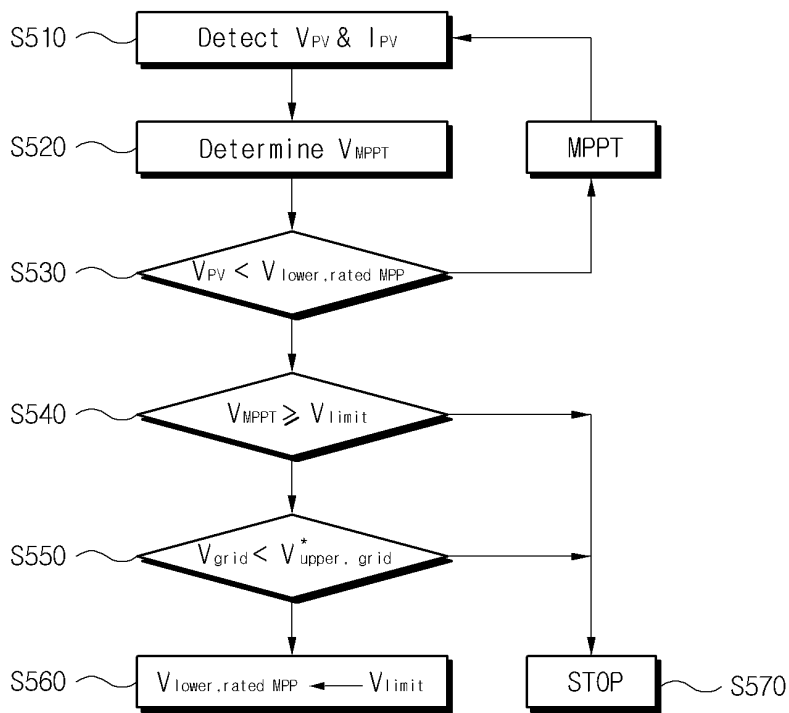
도면3



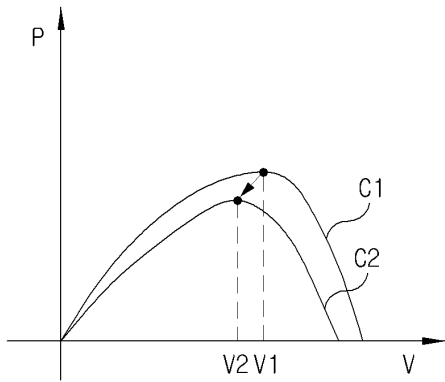
도면4



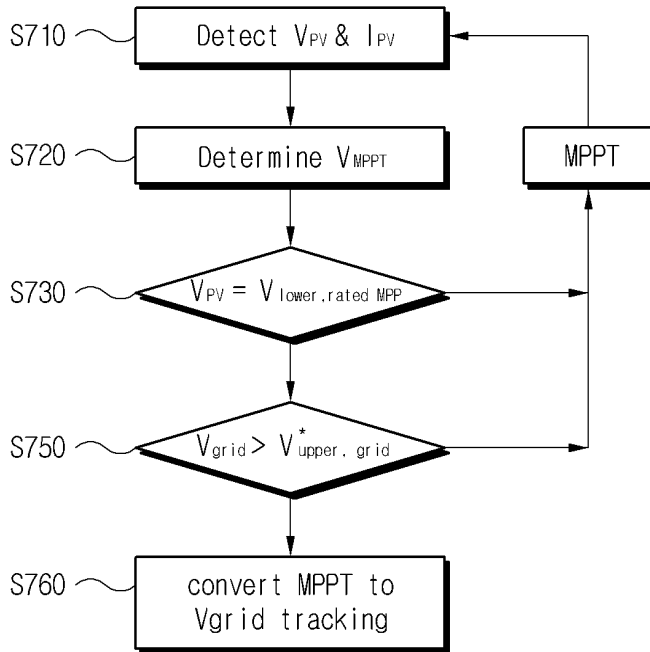
도면5



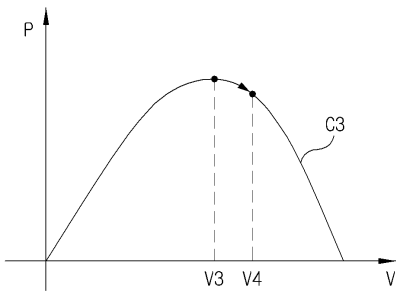
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

상기 기준전압

【변경후】

기준전압