



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0129382
(43) 공개일자 2018년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02S 50/00 (2014.01) G01D 21/02 (2006.01)
G01K 13/00 (2006.01) G08B 21/18 (2006.01)
H01L 31/042 (2014.01) H02S 40/10 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02S 50/00 (2013.01)
G01D 21/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0065322
(22) 출원일자 2017년05월26일
심사청구일자 2017년05월26일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
조금배
광주광역시 서구 풍암중앙로 68, 101동 1206호(풍
암동, 금호타운)
최연옥
광주광역시 남구 제석로80번길 22-3, 301동 703
호(봉선동, 라인아파트)
(74) 대리인
함상혁

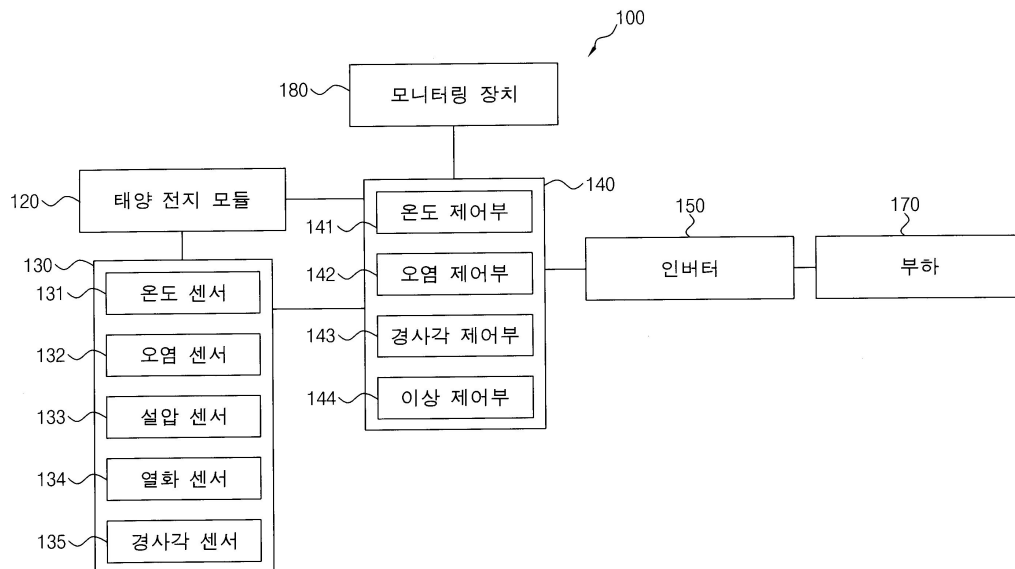
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 태양광 발전 시스템

(57) 요약

태양광 발전 시스템은 태양 전지 모듈, 태양 전지 모듈의 온도, 오염 정도, 압력, 및 열화 정도 중 적어도 하나를 포함하는 태양 전지 모듈의 상태를 측정하는 상태 센서, 및 태양 전지 모듈의 상태에 기초하여 태양 전지 모듈을 제어하는 모듈 제어부를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01K 13/00 (2013.01)
G08B 21/182 (2013.01)
G08B 21/185 (2013.01)
H01L 31/042 (2013.01)
H02S 40/10 (2015.01)

박찬갑

광주광역시 서구 화정로 126, 203동 1101호(
 화정동, 화정동 대주피오레)

(72) 발명자

김기현

광주광역시 광산구 수완로11번안길 3-12(수완동)

김청담

광주광역시 북구 부남길 33(문흥동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20164010201020
 부처명 산업통상자원부
 연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
 연구사업명 연구개발고급인력지원사업
 연구과제명 건물 그린 리모델링을 위한 엔지니어링 및 시스템 고급트랙
 기 여 율 1/2
 주관기관 조선대학교 산학협력단
 연구기간 2016.06.01 ~ 2018.06.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 N0002294
 부처명 산업통상자원부
 연구관리전문기관 한국산업기술진흥원
 연구사업명 산업기술혁신사업
 연구과제명 포토다이오드 Tracker를 적용한 저가형 휴대용 태양광 전원공급 장치 개발
 기 여 율 1/2
 주관기관 조선대학교 산학협력단
 연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

태양 전지 모듈;

상기 태양 전지 모듈의 온도, 오염 정도, 압력, 및 열화 정도 중 적어도 하나를 포함하는 상기 태양 전지 모듈의 상태를 측정하는 상태 센서; 및

상기 태양 전지 모듈의 상태에 기초하여 상기 태양 전지 모듈을 제어하는 모듈 제어부를 포함하는 태양광 발전 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 상태 센서는 상기 태양 전지 모듈의 온도를 측정하는 온도 센서를 포함하고,

상기 모듈 제어부는 상기 태양 전지 모듈의 온도가 일사량 및 날짜 정보 중 적어도 하나에 기초하여 결정되는 목표 온도에 도달하도록 상기 태양 전지 모듈을 냉각시키는 온도 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 상태 센서는 상기 태양 전지 모듈의 오염 정도를 측정하는 오염 센서를 포함하고,

상기 모듈 제어부는 상기 태양 전지 모듈의 오염 정도가 기 지정된 임계값보다 큰 경우, 상기 태양 전지 모듈을 세척하는 오염 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 상태 센서는,

상기 태양 전지 모듈의 압력을 측정하는 설압 센서;

상기 태양 전지 모듈의 열화 정도를 측정하는 열화 센서; 및

상기 태양 전지 모듈의 경사각을 측정하는 경사각 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 5

제4 항에 있어서, 상기 모듈 제어부는,

상기 태양 전지 모듈의 압력, 상기 태양 전지 모듈의 열화 정도, 및 상기 태양 전지 모듈의 경사각 중 적어도 하나에 기초하여 상기 태양 전지 모듈의 이상 여부를 결정하고, 상기 결정된 이상 여부에 기초하여 알람을 발생시키는 이상 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 6

제1 항에 있어서, 상기 모듈 제어부는,

상기 태양 전지 모듈이 설치된 위치의 위도 및 날짜 정보에 기초하여 상기 태양 전지 모듈을 경사각을 제어하는 경사각 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 7

제1 항에 있어서, 상기 태양 전지 모듈은 서로 동일한 방향 및 경사각으로 배치되는 복수의 태양 전지 어레이들을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 태양광 발전 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 태양 전지 모듈의 상태를 측정하고, 태양 전지 모듈의 효율을 높이도록 제어하는 태양광 발전 시스템에 관한 것이다. 한편, 본 발명은 '한국에너지기술평가원'의 '연구개발고급인력지원사업 (건물 그린 리모델링을 위한 엔지니어링 및 시스템 고급트랙)' 지원 및 '한국산업기술진흥원'의 '산업기술혁신사업 (포토다이오드 Tracker를 적용한 저가형 휴대용 태양광 전원공급 장치 개발)' 지원 하에 (주)세진엔지니어링의 애로 기술을 해결하면서 도출된 태양광 발전 시스템에 관한 발명이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로, 태양광 발전 시스템은 모듈 지지대를 이용하여 건물 지붕에 다양한 방법으로 설치된다. 태양광 발전 시스템은 지역적 특성, 주변 건물, 외부 요소, 등과 같은 환경적 특성, 및 그림자, 경사각 등과 같은 설치적 특성에 따라 출력 및 효율이 달라질 수 있다. 예를 들어, 태양광 발전 시스템은 지역에 따라 적절하지 않은 방법(예를 들어, 비효율적인 방향 및 경사각으로 배치)으로 설치되거나, 태양 전지 모듈의 과열, 오염, 적설, 등의 외부 요인으로 인해 출력 및 효율이 낮아질 수 있다. 이에 따라, 태양광 발전 시스템의 효율이 시간이 경과함에 따라 점차 낮아지고, 관리가 어려워지는 문제가 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 본 발명의 일 목적은 출력 저하 및 효율 저하를 방지할 수 있는 태양광 발전 시스템을 제공하는 것이다.
- [0004] 다만, 본 발명의 목적은 상기 목적들로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0005] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템은 태양 전지 모듈, 상기 태양 전지 모듈의 온도, 오염 정도, 압력, 및 열화 정도 중 적어도 하나를 포함하는 상기 태양 전지 모듈의 상태를 측정하는 상태 센서, 및 상기 태양 전지 모듈의 상태에 기초하여 상기 태양 전지 모듈을 제어하는 모듈 제어부를 포함할 수 있다.
- [0006] 일 실시예에 의하면, 상기 상태 센서는 상기 태양 전지 모듈의 온도를 측정하는 온도 센서를 포함할 수 있다. 상기 모듈 제어부는 상기 태양 전지 모듈의 온도가 일사량 및 날짜 정보 중 적어도 하나에 기초하여 결정되는 목표 온도에 도달하도록 상기 태양 전지 모듈을 냉각시키는 온도 제어부를 포함할 수 있다.
- [0007] 일 실시예에 의하면, 상기 상태 센서는 상기 태양 전지 모듈의 오염 정도를 측정하는 오염 센서를 포함할 수 있다. 상기 모듈 제어부는 상기 태양 전지 모듈의 오염 정도가 기 지정된 임계값보다 큰 경우, 상기 태양 전지 모듈을 세척하는 오염 제어부를 포함할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에 의하면, 상기 상태 센서는 상기 태양 전지 모듈의 압력을 측정하는 설압 센서, 상기 태양 전지 모듈의 열화 정도를 측정하는 열화 센서, 및 상기 태양 전지 모듈의 경사각을 측정하는 경사각 센서를 포함할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 의하면, 상기 모듈 제어부는 상기 태양 전지 모듈의 압력, 상기 태양 전지 모듈의 열화 정도, 및 상기 태양 전지 모듈의 경사각 중 적어도 하나에 기초하여 상기 태양 전지 모듈의 이상 여부를 결정하고, 상기 결정된 이상 여부에 기초하여 알람을 발생시키는 이상 제어부를 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 의하면, 상기 모듈 제어부는 상기 태양 전지 모듈이 설치된 위치의 위도 및 날짜 정보에 기초하여 상기 태양 전지 모듈을 경사각을 제어하는 경사각 제어부를 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 의하면, 상기 태양 전지 모듈은 서로 동일한 방향 및 경사각으로 배치되는 복수의 태양 전지 어레이들을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템은 태양 전지 모듈의 상태를 측정하고, 태양 전지 모듈의 상태에

기초하여 태양광 발전 시스템을 제어함으로써 출력 저하 및 효율 저하를 방지할 수 있다. 또한, 상기 태양광 발전 시스템은 태양 전지 모듈의 상태를 모니터링 함으로써 이상 상태가 발생한 경우, 알람을 발생시킴으로써 태양광 발전 시스템의 유지 보수를 용이하게 수행할 수 있다.

[0013] 다만, 본 발명의 효과는 상기 효과들로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 2는 도 1의 태양광 발전 시스템의 일 예를 나타내는 회로도이다.

도 3a 및 도 3d는 도 1의 태양광 발전 시스템에 포함된 태양 전지 모듈이 건물 일체형으로 설치된 예들을 나타내는 도면들이다.

도 4 및 도 5는 도 1의 태양광 발전 시스템이 위치 및 날짜에 따라 설치 및 제어되는 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

도 6은 도 1의 태양광 발전 시스템에 포함된 태양 전지 모듈의 온도에 따른 발전량을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0016] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0018] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0019] 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, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0021] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 실시예들을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성 요소에 대해서는 동일하거나 유사한 참조 부호를 사용한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템을 나타내는 블록도이다. 도 2는 도 1의 태양광 발전 시

시스템의 일 예를 나타내는 회로도이다.

- [0023] 도 1 및 도 2를 참조하면, 태양광 발전 시스템(100)은 태양 전지 모듈(120), 상태 센서(130), 모듈 제어부(140), 인버터(150), 부하(170), 및 모니터링 장치(180)를 포함할 수 있다.
- [0024] 태양 전지 모듈(120)은 태양광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양 전지 어레이를 포함할 수 있다. 태양 전지 어레이는 p형 반도체 및 n형 반도체를 포함하며, 입사된 태양광에 의해 반도체 내부에서 생성된 전자와 정공이 pn 접합부의 전기장에 의해 전기 에너지를 생성할 수 있다. 태양 전지 모듈(120)은 다양한 방법으로 설치될 수 있다. 예를 들어, 태양 전지 모듈(120)은 고정식 어레이, 반고정식 어레이, 추적식 어레이, 등으로 설치될 수 있다.
- [0025] 고정식 어레이 방식의 경우, 태양 전지 모듈(120)은 일출에서 일몰시까지 태양의 위치와 관계없이 같은 지점을 향하며, 태양의 회전 궤적을 바라도록 설치될 수 있다. 하지만, 태양광 발전 시스템(100)이 고정식 어레이 방식을 갖는 경우, 태양 전지 모듈(120)과 지면 사이의 경사각이 계절과 관계없이 고정되고, 계절에 따른 태양 고도와 상관없이 한 지점만 바라보기 때문에 추적식 어레이 방식의 시스템과 비교하여 발전량(즉, 효율)이 저조할 수 있다. 예를 들어, 고정식 어레이 방식의 태양광 발전 시스템은 일평균 약 3~5시간의 평균 발전량을 나타낼 수 있다.
- [0026] 반고정식 어레이 방식의 경우, 태양 전지 모듈(120)은 태양 전지 모듈(120)과 지면 사이의 경사각을 날짜에 따라 상하로 위치를 변화(즉, 경사각 변화)시킬 수 있다. 예를 들어, 태양 전지 모듈(120)은 계절별 또는 월별로 경사각을 변화시킬 수 있다. 이 때, 경사각은 설치 지역의 위도를 고려하여 최대 일사량을 갖도록 조정될 수 있다. 반고정식 어레이 방식의 태양광 발전 시스템은 고정식 어레이 방식과 추적식 어레이 방식의 중간 정도의 효율을 가질 수 있다. 예를 들어, 반고정식 어레이 방식의 태양광 발전 시스템은 고정식 어레이 방식에 비교하여 발전량 또는 효율이 약 10% 정도 증가할 수 있다.
- [0027] 추적식 어레이 방식의 경우, 태양 전지 모듈(120)은 태양을 추적하여 최대로 많은 태양광이 태양 전지 표면에 조사되도록(즉, 일사량이 최대가 되도록) 태양 전지 모듈(120)의 위치를 조정할 수 있다. 태양광 발전 시스템의 핵심이라 할 수 있는 태양 전지의 출력은 태양광이 태양 전지 표면에 조사될 때에 일사 강도에 따라 결정될 수 있다. 즉, 태양 전지의 출력 전압과 출력전류는 일사 강도에 따라 변화하며, 일사량이 많을수록 태양 전지의 출력이 커지고, 일사량이 작을수록 출력이 작아질 수 있다. 따라서, 태양 전지에 조사되는 일사량에 따른 출력 변화 특성을 고려하여 태양광 발전 시스템의 발전량을 증가시키기 위해 태양 전지 표면에 조사되는 일사량 최대가 되도록 태양 전지 모듈(120)의 위치를 제어할 수 있다. 추적식 어레이 방식은 단축형 추적식과 양축형 추적식으로 구분될 수 있다.
- [0028] 단축형 추적식은 태양 전지 어레이가 태양에 대해 한축만 추적하도록 설계된 방식으로서, 추적방식에 따라 상·하 추적식(즉, 경사각 조정)과 좌·우 추적식(즉, 방위각 조정)으로 구분될 수 있다. 일반적으로, 단축형 추적식은 양방향 추적식에 비해 발전량은 낮고, 고정식 또는 반고정식 어레이 방식에 비해 발전량이 높다. 단방향 추적식은 태양 전지를 동서 방향으로 회전(예를 들어, 30~150°)이 가능하고 발전 장치의 방위각을 지면과 수평에 가깝게 자동 변경하여 태풍 피해를 예방할 수 있다. 또한, 단방향 추적식은 발전 효율이 고정식 어레이 방식에 비해 약 20~30% 증가하고, 다수의 추적 장치에 대한 병렬 제어를 통해 효율이 향상될 수 있다. 개별 발전 장치(즉, 개별 태양 전지 어레이)의 간격은 고정식 어레이 방식에 비해 약 20~30% 증가할 수 있다. 하지만, 단방향 추적식은 풍속 측정 장치의 고장이나 강풍에 의한 파손 사고 가능성이 존재하므로, 태풍에 대비하여 구조물의 안정성을 높이기 위한 강선을 사용한 추가 고정 장치가 필요하다.
- [0029] 양축형 추적식은 태양 전지 어레이가 태양의 직사 일사량이 최대가 되도록 상·하, 좌·우를 동시에 추적하도록 설계된 방식이다. 즉, 양축형 추적식은 태양 전지 어레이가 태양과 법선 관계를 유지하도록 태양 전지 모듈의 위치를 조정할 수 있다. 양축형 추적식은 제약된 설치 면적에서 최대의 발전량을 얻기 위한 것으로 설치 비용이 상대적으로 높은 반면, 발전량이 고정식에 비하여 연평균 약 40~60% 정도 증가할 수 있다. 양방향 추적식은 태양 전지의 방위각(60~210°) 및 경사각(0~80°)의 변경이 가능하고, 발전 장치의 제어를 통해 태풍피해를 예방할 수 있으며 경사지 및 설치조건이 불리한 곳에 설치 가능하다. 양축형 추적식의 발전 효율은 고정식과 대비해서 약 30~50% 증가하고 고정식에 비해 개별 발전장치 간격 5배까지 증가하며 다수의 추적장치를 동시 제어로 발전효율 및 운전효율이 향상된다. 단점은 풍속 측정장치 고장이나 바람에 의한 파손 사고가능성이 있고 태풍상황에서 구조물의 안정성을 높이는 장치가 필요하며 작업의 전문성으로 설치교육 및 운영교육이 필요하다.
- [0030] 한편, 태양 전지 모듈(120)은 건물일체형으로 설치될 수 있다. 예를 들어, 태양광 발전 시스템(100)은 건물일체

형 태양광발전시스템(Building-integrated photovoltaics; BIPV)이고, 건물일체형 태양광발전시스템은 건물 외피에 적용하는 위치에 따라 지붕 통합형과 입면 통합형으로 구분될 수 있다. 지붕 통합형의 경우, 건물 지붕 각도를 태양광 발전이 최적화되는 각도로 설계하고, 건물과 완벽하게 통합하여 설치될 수 있다. 예를 들어, 지붕 통합형은 PV타일, PV싱글, PV지붕금속판, 등 건물 지붕 자재와 함께 사용하여 일체화될 수 있다. 단열 지붕 판넬과 PV판넬이 일체화된 제품은 기존건축물과 신축건축물의 지붕 단열을 높일 수 있고 태양광 발전과 함께 이중 효과의 큰 기대를 할 수 있으며, 연구소, 학교, 공공기관 등, 면적이 큰 건물 유형에 적합한 방식이다. 건물일체형 태양광발전시스템의 종류 및 특징에 대해서는 도 3a 내지 도 3d를 참조하여 자세히 설명하기로 한다.

[0031] 상태 센서(130)는 태양 전지 모듈(120)의 온도, 오염 정도, 압력, 및 열화 정도 중 적어도 하나를 포함하는 태양 전지 모듈의 상태를 측정할 수 있다. 또한, 모듈 제어부(140)는 태양 전지 모듈(120)의 상태에 기초하여 태양 전지 모듈(120)의 효율 저하를 방지하기 위한 동작을 수행할 수 있다. 태양 전지 모듈(120)은 과열, 오염, 적설, 등에 의해 출력 저하 및 효율 저하가 발생할 수 있다. 따라서, 상태 센서(130)는 태양 전지 모듈(120)의 효율에 영향을 줄 수 있는 상태를 측정하기 위한 온도 센서(131), 오염 센서(132), 설압 센서(133), 열화 센서(134), 경사각 센서(135), 등을 포함할 수 있다. 또한, 모듈 제어부(140)는 태양 전지 모듈(120)의 상태에 기초하여 태양 전지 모듈(120)의 효율 저하를 방지하기 위한 동작을 수행하기 위한 온도 제어부(141), 오염 제어부(142), 경사각 제어부(143), 및 이상 제어부(144)를 포함할 수 있다.

[0032] 온도 센서(131)는 태양 전지 모듈(120)의 온도를 측정할 수 있다. 온도 제어부(141)는 온도 센서(131)에서 측정된 태양 전지 모듈(120)의 온도가 목표 온도에 도달하도록 태양 전지 모듈을 냉각시킬 수 있다. 태양 전지 모듈(120)은 과열로 인해 상당한 효율 저하(예를 들어, 연평균 약 5% 내지 15%의 효율 저하 발생)가 발생할 수 있다. 폴리 실리콘 계열의 태양 전지(셀)은 표면 온도가 1℃가 상승함에 따라 약 0.3% 내지 0.5%의 출력이 감소할 수 있다. 일반적으로, 태양 전지 모듈(120)은 25℃를 기준으로 1000W/m²의 효율 성능을 가질 수 있으나, 하절기(예를 들어, 6월 내지 9월초)까지 태양 전지 모듈(120)의 표면 온도가 60~90℃까지 상승하기 때문에 고온으로 인한 태양 전지 모듈(120)의 효율 저하 및 열화 현상이 발생하며, 열화 현상은 모듈의 효율을 낮추며 수명을 저하를 촉진시켜 출력 저하 및 효율 저하가 발생하고, 상당한 경제적 손실이 발생할 수 있다. 이에 따라, 일조 시간이 가장 긴 여름이 아니라 봄과 가을에 발전 효율(출력)이 최대가 될 수 있다. 또한, 동절기에는 태양 전지 모듈(120)의 온도가 약 15~30℃이므로, 일조 시간은 하절기보다는 크게 줄어들어도 불구하고, 효율은 하절기보다 더 높을 수 있다. 따라서, 상태 센서(130) 및 온도 제어부(141)를 이용하여 효율 저하가 최소화되도록 태양 전지 모듈(120)의 온도가 제어될 수 있다. 예를 들어, 온도 제어부(141)는 팬을 이용한 공냉식 냉각 장치 또는 냉각수를 이용한 수냉식 냉각 장치를 포함할 수 있다.

[0033] 또한, 태양 전지 모듈(120)에 대한 목표 온도는 일사량 및 날짜 정보 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 일사량이 상대적으로 많은 경우 태양 전지 모듈(120)이 쉽게 과열될 수 있으므로, 목표 온도를 상대적으로 낮게 설정할 수 있다. 또한, 외부 온도가 높은 하절기인 경우, 동절기에 비해 태양 전지 모듈(120)이 쉽게 과열될 수 있으므로, 목표 온도를 상대적으로 낮게 설정할 수 있다.

[0034] 오염 센서(132)는 태양 전지 모듈(120)의 오염 정도를 측정할 수 있다. 오염 제어부(142)는 태양 전지 모듈(120)의 오염 정도가 기 지정된 임계값보다 큰 경우, 태양 전지 모듈(120)을 세척하는 동작을 수행할 수 있다. 태양 전지 모듈(120)은 황사, 비산 먼지, 조류 분비물, 대기의 오염물질, 등으로 오염되고, 이 경우, 태양 전지 모듈(120)의 출력이 저하될 수 있다. 예를 들어, 태양 전지 모듈(120)을 세척하지 않고 방치한 경우, 연평균 약 9%의 출력 저하가 발생할 수 있다. 따라서, 오염 센서(132)는 태양 전지 모듈(120)의 표면에 설치되어 오염 정도를 측정하고, 오염 제어부(142)는 태양 전지 모듈(120)의 오염 정도가 기 지정된 임계값보다 큰 경우, 세정 장치를 이용하여 태양 전지 모듈(120)을 세척하는 동작을 수행할 수 있다. 이 때, 냉각 장치와 세정 장치는 동일한 장치로 구현될 수 있다. 즉, 태양 전지 모듈(120)을 하나의 장치를 이용하여 냉각과 세정을 동시에 수행하는 경우, 비용을 절감하고 효율을 높일 수 있다.

[0035] 설압 센서(133)는 태양 전지 모듈(120)의 압력을 측정하고, 열화 센서(134)는 태양 전지 모듈(120)의 열화 정도를 측정하며, 경사각 센서(135)는 태양 전지 모듈(120)의 경사각을 측정할 수 있다. 이상 제어부(144)는 태양 전지 모듈(120)의 압력, 열화 정도, 및 경사각 중 적어도 하나에 기초하여 태양 전지 모듈(120)의 이상 여부를 결정하고, 이상 현상이 발생한 경우 모니터링 장치(180)를 통해 알람을 발생시킬 수 있다.

[0036] 구체적으로, 과열로 인해 태양 전지 모듈(120)의 열화가 발생한 경우, 태양 전지 모듈(120)에 대한 비가역적인 성능 저하가 발생할 수 있다. 태양광 발전 시스템의 제조사는 태양 전지 모듈에 대해 효율 성능 보장(예를 들어, 10~12년 동안 효율 90%, 20~25년 동안 효율 80%)을 하며, 태양광에너지학회 발표 자료에 의하면 태양광발

전소의 출력 저하가 약4.8%~14% 발생하였다고 한다. 이는, 태양 전지 모듈(120)의 효율 감소(예를 들어, 1년에 약 0.84~1%)가 발생할 수 있음을 나타낸다. 하지만, 태양 전지 모듈(120)의 과열로 인해 열화 현상이 발생한 경우, 약 1~2%의 추가적인 효율 감소가 발생할 수 있다. 따라서, 열화 센서(134)는 태양 전지 모듈(120)의 열화 정도를 측정하고, 이상 제어부(144)는 복수의 태양 전지 어레이들 각각에 대한 열화 정보를 모니터링 장치(180)를 통해 사용자에게 제공함으로써, 태양 전지 어레이들에 대한 유지 보수를 용이하게 할 수 있다.

[0037] 또한, 태양광 발전 시스템이 상대적으로 눈이 많이 내리는 지역(예를 들어, 서해안(전남북,충남), 강원도 동해안, 등)에 설치된 경우, 태양 전지 모듈(120)을 포함하는 구조물에 많은 하중(설압)이 발생하므로, 태양 전지 모듈(120)의 효율 및 수명에 영향을 줄 수 있다. 일반적으로, 연 평균 강설일 약 30일, 적설일 약 25일 내지 27일, 결빙일 약 100일 내지 120일이 된다. 따라서, 태양 전지 모듈(120)에 눈이 쌓인 후 자연적으로 녹을 때까지 기다리는 경우, 태양 전지 모듈(120)은 적설된 상태로 오랜 시간이 경과할 수 있으므로 동절기에 출력 저하가 발생할 수 있다. 특히, 태양 전지 어레이에 일부뿐만 적설이 되어도 음영으로 전체적으로 출력 저하가 발생하게 되므로, 출력 저하가 크게 발생할 수 있다. 따라서, 설압 센서(133)는 태양 전지 모듈(120)의 압력을 측정하고, 이상 제어부(144)는 복수의 태양 전지 어레이들 각각에 대한 압력(설압) 정보를 모니터링 장치(180)를 통해 사용자에게 제공함으로써, 태양 전지 어레이들에 대한 유지 보수를 용이하게 할 수 있다.

[0038] 태양 전지 모듈(120)은 강풍에 의해 의도치 않은 경사각을 가질 수 있으며, 이 경우, 태양 전지 모듈(120)의 출력 저하가 발생할 수 있다. 따라서, 경사각 센서(135)는 태양 전지 모듈(120)의 경사각을 측정하고, 이상 제어부(144)는 복수의 태양 전지 어레이들 각각에 대한 경사각 정보를 모니터링 장치(180)를 통해 사용자에게 제공함으로써, 태양 전지 어레이들에 이상 상태가 발생하였는지 여부를 쉽게 확인하고, 유지 보수를 용이하게 할 수 있다.

[0039] 경사각 제어부(143)는 태양 전지 모듈(120)에 조사되는 일사량이 증가하도록 태양 전지 모듈(120)을 경사각을 제어할 수 있다. 예를 들어, 경사각 제어부(143)는 태양 전지 모듈이 설치된 위치의 위도 및 날짜 정보에 기초하여 태양 전지 모듈(120)을 경사각을 제어할 수 있다. 또한, 경사각 제어부(143)는 외부 요인(예를 들어, 강풍, 등)으로 인해 태양 전지 모듈(120)을 경사각이 지정된 경사각으로부터 오차 범위 이상으로 벗어난 경우, 태양 전지 모듈(120)을 경사각이 지정된 경사각을 갖도록 제어할 수 있다.

[0040] 인버터(150)는 태양 전지 모듈(120)로부터 생성된 전기 에너지를 교류로 변환되고, 부하(170)에 전력을 공급할 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 인버터(150)는 직류를 교류로 변환하는 인버터 모듈(151), DC 필터(152), LC 필터(153), 트랜스포머(154), 및 AC 필터(155)를 포함할 수 있다.

[0041] 이 밖에도, 태양광 발전 시스템(100)은 안정성을 높이기 위한 차단기(161, 163), 동작 제어를 위한 스위치(162), 등을 더 포함할 수 있다.

[0042] 따라서, 태양광 발전 시스템(100)은 태양 전지 모듈의 상태를 모니터링하여 출력 저하 및 효율 저하를 방지하기 위한 동작을 수행할 수 있다.

[0043] 도 3a 내지 도 3d는 도 1의 태양광 발전 시스템에 포함된 태양 전지 모듈이 건물 일체형으로 설치된 예들을 나타내는 도면들이다.

[0044] 도 3a 내지 도 3d를 참조하면, 태양광 발전 시스템(100)은 건물 일체형 태양광발전시스템(BIPV) 방식으로 설치될 수 있다. 건물 일체형 태양광발전시스템(BIPV)은 커튼월형, 발코니형, 수직차양형, 수평차양형과 같은 입면 통합형 및 경사지붕형, 평지붕형, 아트리움형, 캐노피 지붕형과 같은 지붕 통합형으로 구분될 수 있다.

[0045] 도 3a에 도시된 바와 같이, 태양광 발전 시스템(100)은 경사 지붕형 형태로 제작될 수 있다. 경사 지붕형은 지붕슬레이트/싱글(a)과 지붕태양전지패널(b)로 구분될 수 있다. 지붕슬레이트/싱글(a)은 별도 전기 설비 없이 설치할 수 있어 시공이 간편하고 기존 슬레이트와 시각적 조화를 이룰 수 있다는 장점이 있으나, 비교적 고가이고 적용에 제한이 있다는 단점이 있다. 지붕태양전지패널은 발전 효율이 높고 시공이 간편한 장점이 있으나, 단조로운 건축 디자인을 가지며, 방수 처리가 상대적으로 어려운 단점이 있다.

[0046] 도 3b에 도시된 바와 같이, 태양광 발전 시스템(100)은 평지붕형(지붕단열판넬) 형태로 제작될 수 있다. 평지붕형(지붕단열판넬)은 발전 효율과 단열 효과가 증대되는 이중효과를 얻을 수 있으며, 개축 및 신축공사에 적용할 수 있고, 발전 효율이 상대적으로 높은 장점을 갖는다. 반면에, 평지붕형(지붕단열판넬)은 단조로운 건축 디자인을 가질 수 있다는 단점이 있다.

[0047] 도 3c에 도시된 바와 같이, 태양광 발전 시스템(100)은 아트리움형 형태로 제작될 수 있다. 아트리움형은 태양

전지를 유리판 사이에 접합 용이하고, 아트리움 내부에 적절한 채광성을 유지할 수 있는 장점이 있으나, 표준화가 어렵고, 건축별 특별 주문 필요한 단점이 있다.

[0048] 도 3d에 도시된 바와 같이, 태양광 발전 시스템(100)은 캐노피 지붕형 형태로 제작될 수 있다. 캐노피 지붕형은 여름철 과한 직사 일광을 줄일 수 있고, 태양광 발전의 이중 효과를 얻을 수 있다는 장점이 있으나, 표준화가 어렵고, 건축별 특별주문이 필요한 단점이 있다.

[0049] 도 4 및 도 5는 도 1의 태양광 발전 시스템이 위치 및 날짜에 따라 설치 및 제어되는 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0050] 도 4 및 도 5를 참조하면, 태양 전지 모듈(SM)이 수평면 지지대를 이용하여 수평면으로 설치된 경우에 비해, 경사면 지지대를 이용하여 경사각을 이루는 경우, 태양광 발전 시스템의 출력량과 효율이 현저히 높은 것으로 측정되었다. 5주간의 일별 평균 일사량에 따른 발전량을 분석한 결과, 태양 전지 모듈(SM)이 수평면으로 설치된 경우, 태양 전지 모듈(SM)에 조사되는 일사량에 따라 발전량이 비례하였으며, 일사량이 250~270[W/m²]에서 일별 최대 발전량을 확인하였다. 반면에, 태양 전지 모듈(SM)이 경사각을 이루는 경우, 태양 전지 모듈(SM)에 조사되는 일사량에 따라 발전량이 비례하였으며, 일사량이 420~450[W/m²], 일별 최대 발전량을 확인하였다.

[0051] 태양 전지 모듈(SM)은 서로 동일한 방향 및 경사각으로 배치되는 복수의 태양 전지 어레이들(SA1, SA2)를 포함할 수 있다. 이 때, 태양 전지 모듈(SM)의 경사각(RA)은 태양 전지 모듈(SM)과 태양광이 90°를 이루도록 설정되는 경우 출력 및 효율이 가장 높다. 따라서, 효율을 높이기 위해 태양 전지 모듈(SM)의 경사각(RA)은 태양광 발전 시스템이 설치된 위치의 위도 및 날짜 정보에 기초하여 제어될 수 있다. 예를 들어, 경사각(RA)은 수평면을 기준으로 태양 전지 모듈(SM)이 설치되는 위치의 위도로 결정될 수 있다. 또한, 동절기에는 태양의 이동 경로(WC)와 지평면이 이루는 각도(즉, 남중고도)가 상대적으로 작으므로, 태양 전지 모듈(SM)의 경사각(RA)은 설치 지역의 위도에 기 지정된 각도(예를 들어, +15°)를 더한 각도(즉, 위도 + 15°)로 설정할 수 있다. 반면에, 하절기에는 태양의 이동 경로(SC)에 대한 남중고도가 상대적으로 크므로, 태양 전지 모듈(SM)의 경사각(RA)은 설치 지역의 위도 각도에 기 지정된 각도(예를 들어, -15°)를 뺀 각도(즉, 위도 - 15°)로 설정할 수 있다.

[0052] 또한, 대한민국에서 방향이 고정된 고정식(또는 반고정식) 태양광 발전 시스템을 설치하는 경우, 태양 전지 모듈(SM)의 방향은 정남향(N) 방향이 출력 및 효율이 가장 높다. 북극성이 가르키는 방향(즉, 진북), 지도의 북쪽(즉, 도북), 및 방위 자석의 북쪽(즉, 자북)은 일치하지 않을 수 있다. 진북 및 자북은 편각만큼 차이가 있으며 태양 전지 모듈(SM)의 방향은 진북의 반대 방향으로 결정될 수 있다.

[0053] 지붕의 남사면에 전면적에 태양 전지 모듈(SM)을 덮도록 설치하는 것이 아니라, 복수의 태양 전지 어레이들(SA1, SA2)을 경사 고정형(인삼밭 형태)으로 간격을 두어 배치할 수 있다. 이 경우, 통풍에 의한 복사열을 줄일 수 있으므로, 태양광 발전 시스템의 효율을 높일 수 있으며, 유지 보수 용이, 적설 시에 제설 작업 용이, 세정 또는 냉각을 위한 물 분사 용이, 등의 장점을 얻을 수 있다. 자동화 시스템을 이용하여 세정 또는 냉각을 위한 물 분사가 수행될 수 있으며, 센서들(예를 들어, 온도 센서, 오염 센서, 등)를 이용하여 필요한 만큼만 세정할 수 있으므로, 세정/냉각 동작에 의해 태양광 발전 시스템에 물이 스며들어 발생할 수 있는 태양광 발전 시스템의 수명 저하를 방지하고 물을 절약할 수 있다.

[0054] 따라서, 태양광 발전 시스템은 센서들을 이용하여 과열 및 오염을 측정하고, 사용자에게 태양광 발전 시스템의 이상 상태를 알리거나 세정 및 냉각 동작을 자동으로 수행할 수 있으므로, 태양광 발전 시스템의 효율 및 출력을 높일 수 있다. 태양광 발전 시스템의 발전 출력량 기준으로 평균 약 15~19%의 출력 향상을 기대할 수 있으며, 발전 용량이 클수록 더 높은 효과를 기대할 수 있다. 이는, 수돗물이나 공업용수의 비용과 모터 사용에 대한 일반용(영업)과 산업용 전기를 사용하는 비용을 상쇄하고도 이익을 기대할 수 있다.

[0055] 도 6은 도 1의 태양광 발전 시스템에 포함된 태양 전지 모듈의 온도에 따른 발전량을 나타내는 그래프이다.

[0056] 도 6을 참조하면, 태양광 발전 시스템의 모듈 온도에 따른 발전량 특성을 검토한 결과, 일별 평균 모듈 온도에 따른 발전량은 온도 변화에 따라 발전량이 크게 변화하는 것을 확인하였다. 과거의 데이터와 비교하였을 때, 5월의 일별 평균 모듈온도는 약 28° C 내지 약 33° C에서 최대 발전량을 보였으며, 3월 약 24° C 내지 약 27° C, 10월 약 27° C 내지 약 30° C, 6월과 9월은 약 31° C 내지 약 33° C에서 최대 발전량이 나타났다. 모듈 온도 특성 상 하계와 동계를 제외한 모듈 온도의 격차가 크지 않는 약 27° C 내지 약 28° C 범위에서 모듈의 발전량이 더 우수하였으며, 태양광 발전 시스템의 모듈 온도가 상승할수록 발전량이 감소함을 확인하였다

[0057] 별도의 접속반을 제작하여 인버터 및 모니터링 프로그램 연동하여 수평형 및 경사형 타입에 따라 일별, 시간별, 기상, 일사량, 및 모듈 온도에 따른 각각의 출력량 데이터를 비교 분석하였다. 태양 전지 모듈(SM)을 수평형으

로 설치하기보다 경사형으로 경사각을 이루도록 설치하는 것이 출력량과 효율적인 부분에서 현저히 높은 것으로 확인되며, 모듈 온도는 약 27° C 내지 약 29° C의 범위에서 일사량은 평균 280~320[W/m²] 범위에서 발전량이 높은 것으로 확인되었다.

[0058] 결론적으로, 태양광 발전 시스템은 발전량 및 효율을 높이기 위해 위도 및 날짜 정보에 기초하여 태양 전지 모듈을 경사각이 조정되도록 설정될 수 있다. 또한, 태양광 발전 시스템의 발전량 및 효율은 태양광 발전 시스템의 오염 정도 및 모듈 온도에 따라 크게 저하될 수 있으므로, 태양광 발전 시스템은 센서들을 이용하여 과열 및 오염을 측정하고 세정 및 냉각 동작을 수행할 수 있다.

[0059] 이상, 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템에 대하여 도면을 참조하여 설명하였지만, 상기 설명은 예시적인 것으로서 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 수정 및 변경될 수 있을 것이다. 예를 들어, 상기에서는 태양광 발전 시스템에서 생성된 전기 에너지가 부하에 직접 제공되는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것이 아니다. 예를 들어, 태양광 발전 시스템에서 생성된 전기 에너지는 축전지에 저장되고, 축전지의 전력이 부하에 제공될 수 있다.

산업상 이용가능성

[0060] 본 발명은 태양광 발전 시스템에 다양하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 건축물에 설치되는 건물일체형 태양광 발전 시스템, 독립형 태양광 발전 시스템, 등에 적용될 수 있다.

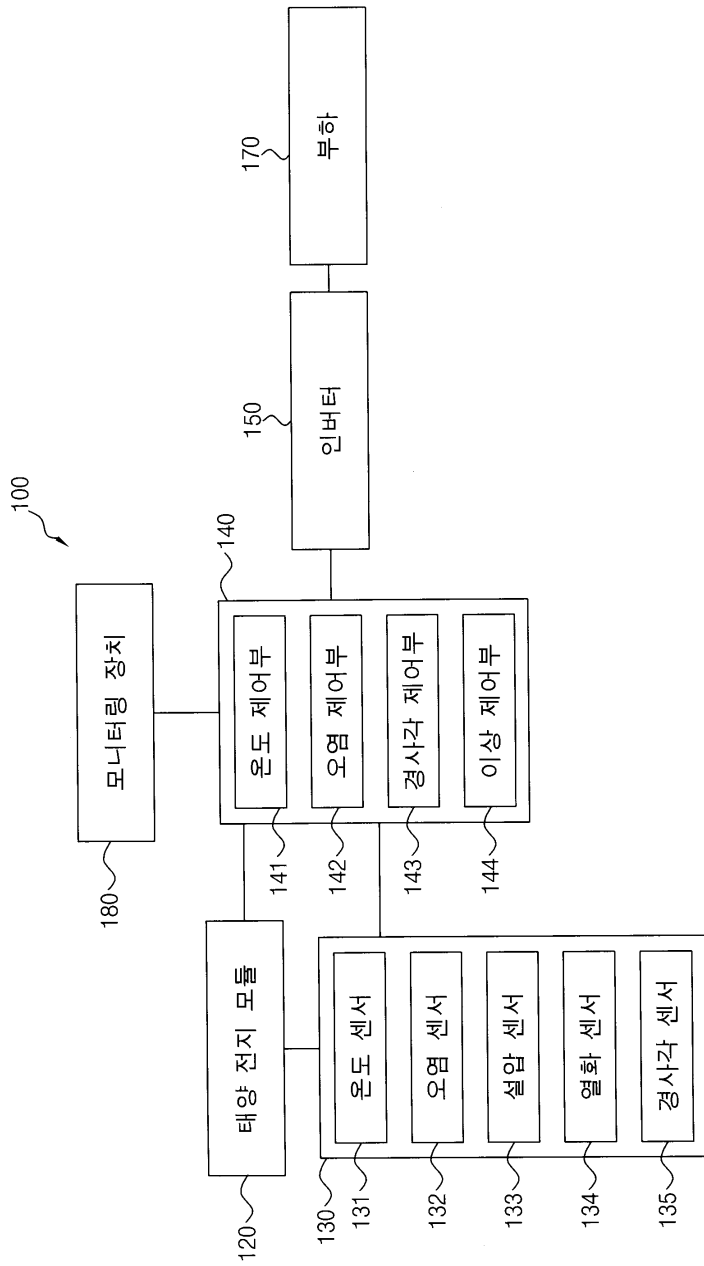
[0061] 상기에서는 본 발명의 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

부호의 설명

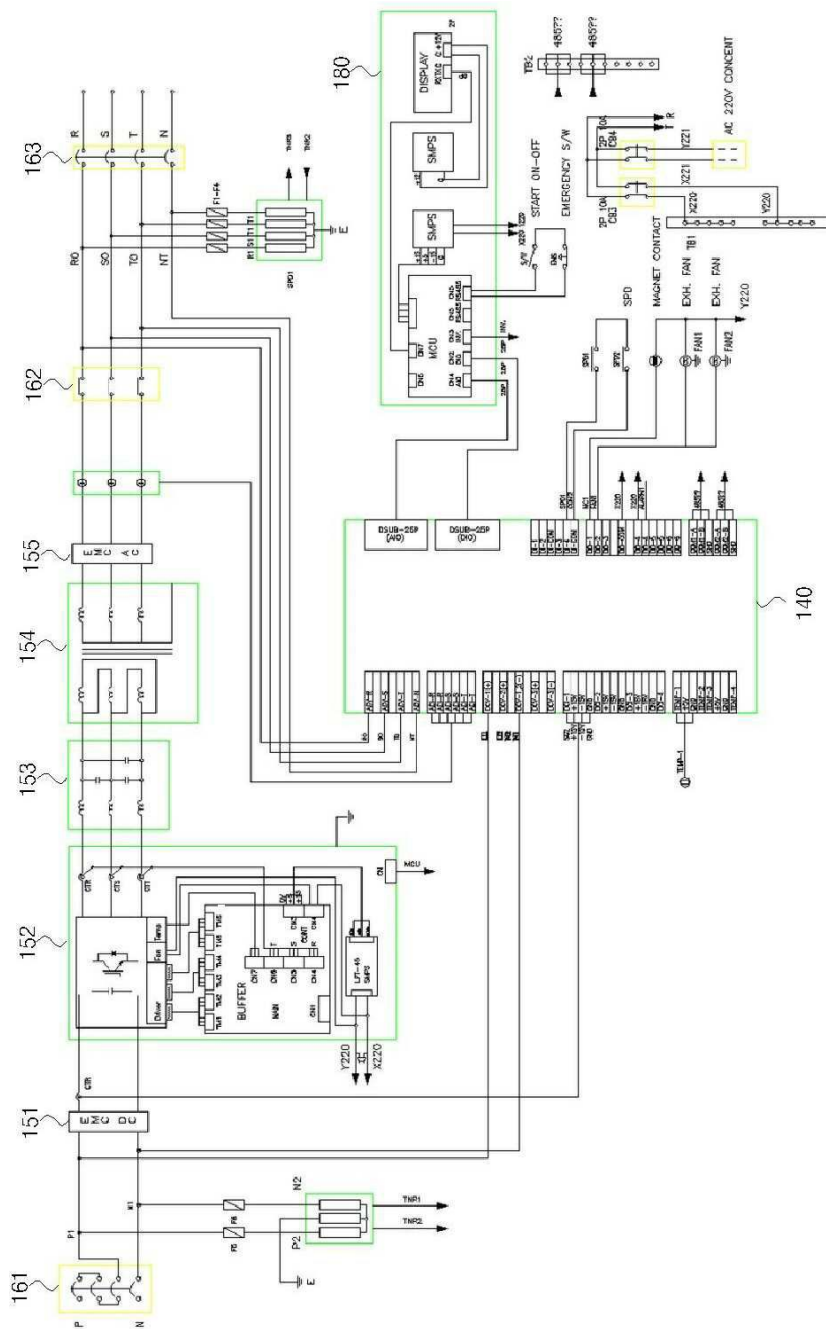
[0062] 100: 태양광 발전 시스템 120: 태양 전지 모듈
130: 상태 센서 140: 모듈 제어부
150: 인버터 170: 부하
180: 모니터링 장치

도면

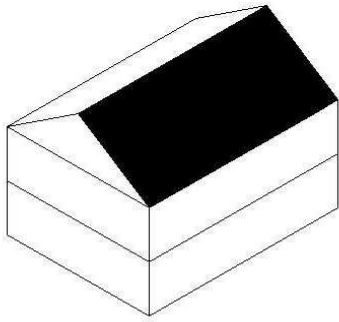
도면1



도면2



도면3a

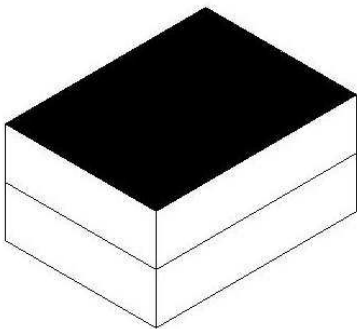


(a)

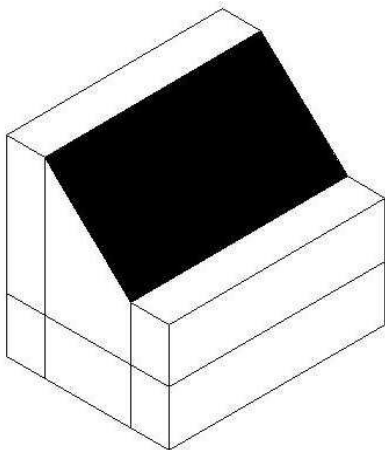


(b)

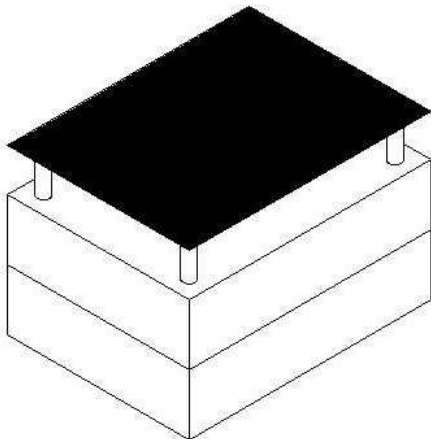
도면3b



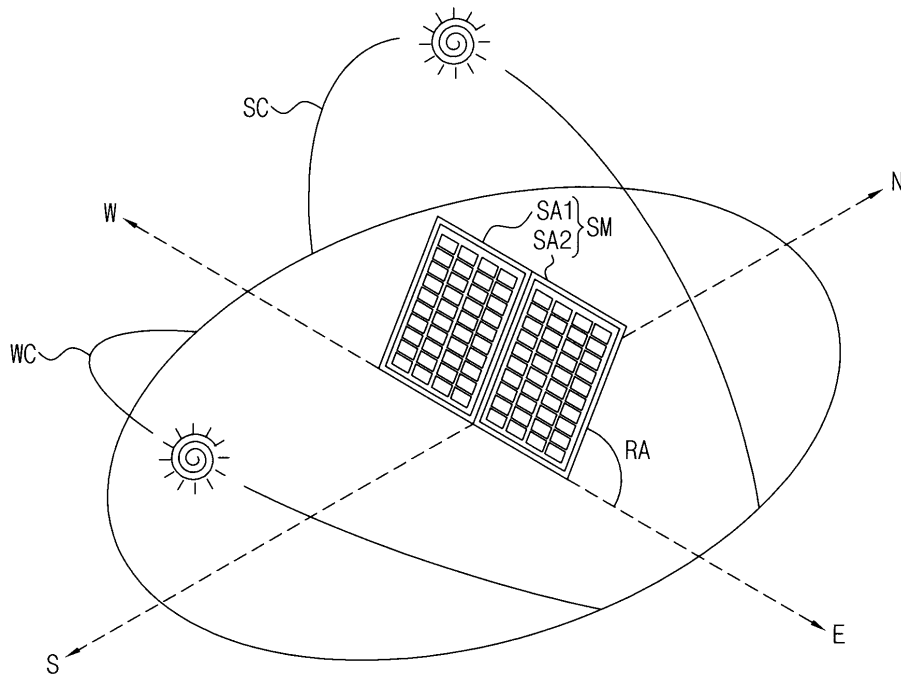
도면3c



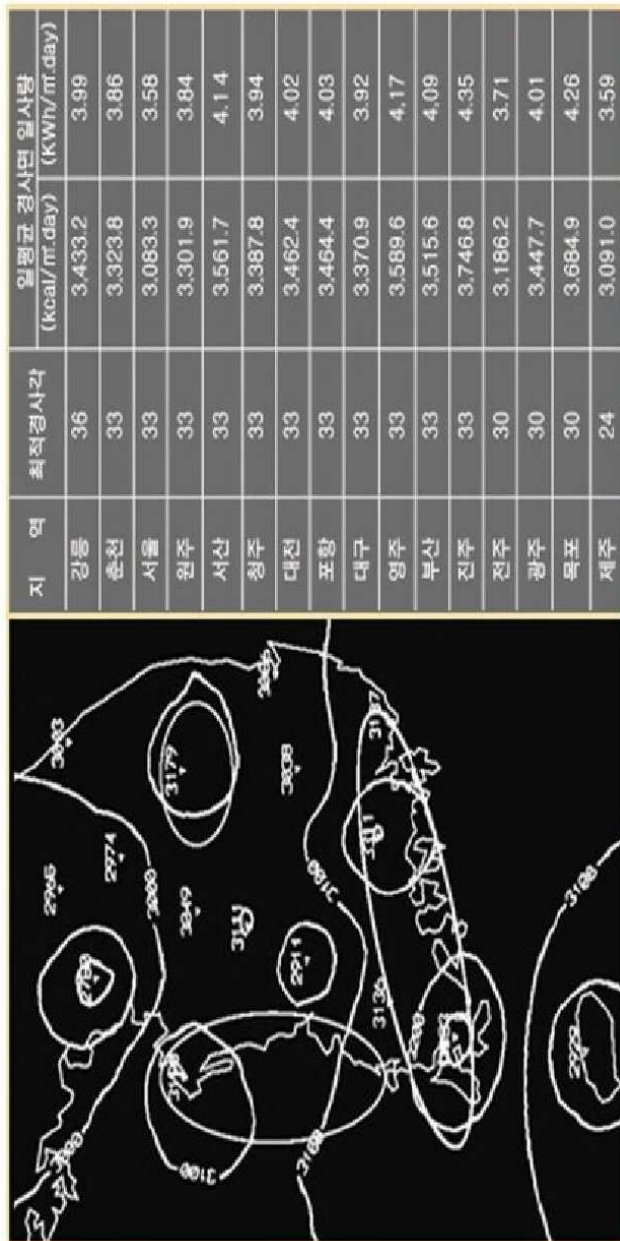
도면3d



도면4



도면5



도면6

