(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0082464
(43) 공개일자 2023년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02S 50/00 (2014.01) *H02S 40/22* (2014.01)
H02S 40/34 (2014.01) *H02S 40/42* (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02S 50/00 (2013.01)
H02S 40/22 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2021-0170402
(22) 출원일자 2021년12월01일
심사청구일자 2021년12월01일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
조금배
서울특별시 영등포구 국제금융로7길 27, 2동 1401호(여의도동, 삼부아파트)
남궁현
광주광역시 서구 화개1로78번길 13, 104동 603호 (금호동, 남양파크아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
함상혁

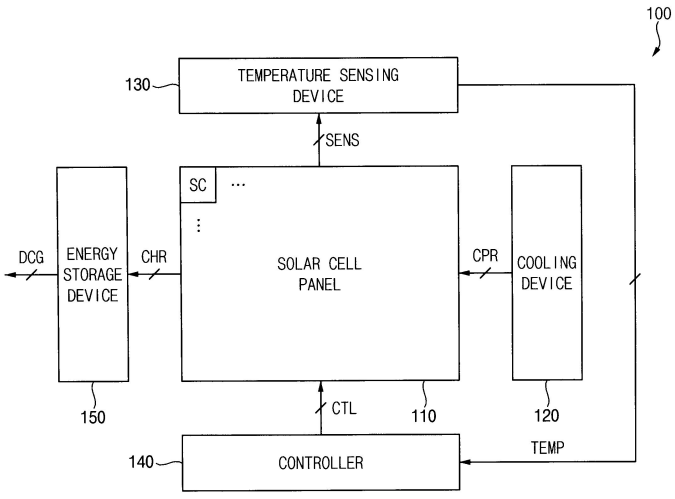
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **태양광 발전 시스템**

(57) 요 약

태양광 발전 시스템은 2개 이상의 태양 전지들로 각각 구성된 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들을 포함하는 태양 전지 패널, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들에 각각 대응되고, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들에서 생성된 전력을 각각 저장하기 위한 제1 내지 제n 축전지들을 포함하는 에너지 저장 장치, 태양 전지 패널을 냉각시키는 냉각 장치, 태양 전지 패널의 온도를 측정하는 온도 측정 장치, 및 태양 전지 패널의 온도가 기준 온도 이상이면, 제k 태양 전지 스트링을 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번시키는 컨트롤러를 포함한다. 이 때, 에너지 저장 장치는, 제k 태양 전지 스트링에 대응되는 제k 축전지의 축전량이 기준 축전량 이상이면, 제k 태양 전지 스트링이 턴오프 상태일 때 제k 축전지를 배전 계통으로 방전시키고, 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태일 때 제k 축전지를 배전 계통으로 방전시키지 않는다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H02S 40/34 (2015.01)
H02S 40/38 (2015.01)
H02S 40/42 (2015.01)
Y02E 10/50 (2020.08)

(72) 발명자
정창권
광주광역시 서구 풍암1로 53, 103동 801호(풍암동, 현대·삼환아파트)

최성균
광주광역시 남구 독립로80번길 7, 107동 802호(백운동, 광주백운1휴먼시아)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415176088
과제번호	20184010201650
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지인력양성(에특)
연구과제명	건물 그린 리모델링을 위한 엔지니어링 및 시스템 고급트랙
기 여 율	1/1
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

2개 이상의 태양 전지들로 각각 구성된 제1 내지 제n(단, n은 2이상의 정수) 태양 전지 스트링들을 포함하는 태양 전지 패널;

상기 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들에 각각 대응되고, 상기 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들에서 생성된 전력을 각각 저장하기 위한 제1 내지 제n 축전지들을 포함하는 에너지 저장 장치;

상기 태양 전지 패널을 냉각시키는 냉각 장치;

상기 태양 전지 패널의 온도를 측정하는 온도 측정 장치; 및

상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 기준 온도 이상이면, 제k(단, k는 1이상 n이하의 정수) 태양 전지 스트링을 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번시키는 컨트롤러를 포함하고,

상기 에너지 저장 장치는, 상기 제k 태양 전지 스트링에 대응되는 제k 축전지의 축전량이 기준 축전량 이상이면, 상기 제k 태양 전지 스트링이 상기 턴오프 상태일 때 상기 제k 축전지를 배전 계통으로 방전시키고, 상기 제k 태양 전지 스트링이 상기 턴온 상태일 때 상기 제k 축전지를 상기 배전 계통으로 방전시키지 않는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 제k 태양 전지 스트링이 상기 턴온 상태일 때 상기 제k 태양 전지 스트링에 인접하는 인접 태양 전지 스트링은 턴오프 상태가 되고, 상기 제k 태양 전지 스트링이 상기 턴오프 상태일 때 상기 인접 태양 전지 스트링이 상기 턴온 상태가 되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 높을수록 상기 제k 태양 전지 스트링의 동작 상태 교번 주기를 감소시키는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 높을수록 상기 턴온 상태의 지속 시간을 감소시키고 상기 턴오프 상태의 지속 시간을 증가시키는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도의 상승률이 클수록 상기 제k 태양 전지 스트링의 동작 상태 교번 주기를 감소시키는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도의 상기 상승률이 클수록 상기 턴온 상태의 지속 시간을 감소시키고 상기 턴오프 상태의 지속 시간을 증가시키는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 미만이면, 상기 제k

태양 전지 스트링을 상기 턴온 상태로 유지시키는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 미만인 상태에서 상기 제k 축전지의 상기 축전량이 축전지 최대 용량에 도달하는 경우, 상기 제k 태양 전지 스트링을 상기 턴오프 상태로 전환시켜 상기 에너지 저장 장치로 하여금 기 설정된 방전 시간 동안 상기 제k 축전지를 상기 배전 계통으로 방전시키도록 한 후, 상기 제k 태양 전지 스트링을 상기 턴온 상태로 다시 전환시키는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 냉각 장치는 상기 태양 전지 패널의 표면에 냉각수를 살포하는 살수 장치이고, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 높을수록 상기 냉각수의 살포 횟수를 증가시키는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 냉각 장치는 상기 태양 전지 패널의 하부에 배치되어 상기 태양 전지 패널에서 발생하는 열을 흡수하는 히트 파이프를 포함하는 축열 장치이고, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 높을수록 상기 히트 파이프 내 집열 매체의 이동 속도를 증가시키는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 신재생 에너지 발전 시스템에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 본 발명은 복수의 태양 전지들이 배치된 태양 전지 패널을 포함하는 태양광 발전 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 환경 오염 문제와 천연 자원 고갈 문제가 대두됨에 따라 태양광을 이용하여 발전하는 태양광 발전 시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 일반적으로, 태양광 발전 시스템은, 태양 전지들을 포함하는 태양 전지 패널에 입사광(즉, 태양광)이 입사되면, 태양 전지들이 입사광에 대해 광전 변환을 수행하는 방식으로 전력을 생성한다. 하지만, 태양광 발전 시스템에서는, 태양 전지들을 포함하는 태양 전지 패널이 태양에 장시간 노출되고, 태양 전지들이 광전 변환을 계속적으로 수행하기 때문에, 태양 전지들의 온도가 크게 상승하여 태양 전지들의 광전 변환 효율이 급격히 저하될 수 있고, 악조건 하에서의 계속된 광전 변환 수행에 의해 태양 전지들의 수명도 급격히 저하될 수 있다. 또한, 태양광 발전 시스템에서는, 태양 전지들에 의해 생성된 전력이 에너지 저장 장치 내 축전지에 저장되는데, 상기 축전지의 용량을 늘리는 데에는 한계가 있어 기 설정된 알고리즘에 따라 상기 축전지를 배전 계통으로 방전시키고 있다. 하지만, 상기 알고리즘이 최적화되지 못하는 경우 태양 전지들에 의해 생성된 전력에 대응해기 위해서는 상기 축전지의 용량을 필요 이상으로 늘려야 하기 때문에 불필요한 비용이 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 일 목적은 태양 전지 패널에 포함된 태양 전지들을 효율적으로 냉각시켜 태양 전지 패널의 광전 변환 효율 및 수명이 저하되는 것을 방지함과 동시에 에너지 저장 장치에 포함된 축전지들을 배전 계통으로 효율적으로 방전시켜 종래에 비해 에너지 저장 장치의 용량을 감소(또는 최소화)시킬 수 있는 태양광 발전 시스템을 제공하는 것이다. 다만, 본 발명의 목적은 상기 언급된 목적으로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템은 2개 이상의 태양 전지들로 각각 구성된 제1 내지 제n(단, n은 2이상의 정수) 태양 전지 스트링들을 포함하는 태양 전지 패널, 상기

제1 내지 제n 태양 전지 스트링들에 각각 대응되고, 상기 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들에서 생성된 전력을 각각 저장하기 위한 제1 내지 제n 축전지들을 포함하는 에너지 저장 장치, 상기 태양 전지 패널을 냉각시키는 냉각 장치, 상기 태양 전지 패널의 온도를 측정하는 온도 측정 장치, 및 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 기준 온도 이상이면, 제k(단, k는 1이상 n이하의 정수) 태양 전지 스트링을 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번시키는 컨트롤러를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 에너지 저장 장치는, 상기 제k 태양 전지 스트링에 대응되는 제k 축전지의 축전량이 기준 축전량 이상이면, 상기 제k 태양 전지 스트링이 상기 턴오프 상태일 때 상기 제k 축전지를 배전 계통으로 방전시키고, 상기 제k 태양 전지 스트링이 상기 턴온 상태일 때 상기 제k 축전지를 상기 배전 계통으로 방전시키지 않을 수 있다.

[0005] 일 실시예에 의하면, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 제k 태양 전지 스트링이 상기 턴온 상태일 때 상기 제k 태양 전지 스트링에 인접하는 인접 태양 전지 스트링은 턴오프 상태가 되고, 상기 제k 태양 전지 스트링이 상기 턴오프 상태일 때 상기 인접 태양 전지 스트링이 상기 턴온 상태가 되도록 제어할 수 있다.

[0006] 일 실시예에 의하면, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 높을수록 상기 제k 태양 전지 스트링의 동작 상태 교번 주기를 감소시킬 수 있다.

[0007] 일 실시예에 의하면, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 높을수록 상기 턴온 상태의 지속 시간을 감소시키고 상기 턴오프 상태의 지속 시간을 증가시킬 수 있다.

[0008] 일 실시예에 의하면, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도의 상승률이 클수록 상기 제k 태양 전지 스트링의 동작 상태 교번 주기를 감소시킬 수 있다.

[0009] 일 실시예에 의하면, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 이상이면, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도의 상기 상승률이 클수록 상기 턴온 상태의 지속 시간을 감소시키고 상기 턴오프 상태의 지속 시간을 증가시킬 수 있다.

[0010] 일 실시예에 의하면, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 미만이면, 상기 제k 태양 전지 스트링을 상기 턴온 상태로 유지시킬 수 있다.

[0011] 일 실시예에 의하면, 상기 컨트롤러는, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 상기 기준 온도 미만인 상태에서 상기 제k 축전지의 상기 축전량이 축전지 최대 용량에 도달하는 경우, 상기 제k 태양 전지 스트링을 상기 턴오프 상태로 전환시켜 상기 에너지 저장 장치로 하여금 기 설정된 방전 시간 동안 상기 제k 축전지를 상기 배전 계통으로 방전시키도록 한 후, 상기 제k 태양 전지 스트링을 상기 턴온 상태로 다시 전환시킬 수 있다.

[0012] 일 실시예에 의하면, 상기 냉각 장치는 상기 태양 전지 패널의 표면에 냉각수를 살포하는 살수 장치이고, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 높을수록 상기 냉각수의 살포 횟수를 증가시킬 수 있다.

[0013] 일 실시예에 의하면, 상기 냉각 장치는 상기 태양 전지 패널의 하부에 배치되어 상기 태양 전지 패널에서 발생하는 열을 흡수하는 히트 파이프를 포함하는 축열 장치이고, 상기 태양 전지 패널의 상기 온도가 높을수록 상기 히트 파이프 내 집열 매체의 이동 속도를 증가시킬 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템은 2개 이상의 태양 전지들로 각각 구성된 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들을 포함하는 태양 전지 패널, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들에 각각 대응되고, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들에서 생성된 전력을 각각 저장하기 위한 제1 내지 제n 축전지들을 포함하는 에너지 저장 장치, 태양 전지 패널을 냉각시키는 냉각 장치, 태양 전지 패널의 온도를 측정하는 온도 측정 장치, 및 태양 전지 패널의 온도가 기준 온도 이상이면, 제k 태양 전지 스트링을 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번시키는 컨트롤러를 포함하고, 에너지 저장 장치가, 제k 태양 전지 스트링에 대응되는 제k 축전지의 축전량이 기준 축전량 이상이면, 제k 태양 전지 스트링이 턴오프 상태일 때 제k 축전지를 배전 계통으로 방전시키고, 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태일 때 제k 축전지를 배전 계통으로 방전시키지 않음으로써, 태양 전지 패널의 온도가 기준 온도 이상일 때 서로 인접하는 인접 태양 전지 스트링들이 동시에 동작하지 않게 하여 태양 전지 패널에 포함된 태양 전지들을 효율적으로 냉각시킬 수 있고, 태양 전지 패널에 포함된 태양 전지 스트링들 각각이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번할 때 턴오프 상태인 태양 전지 스트링에 대응되는 축전지를 배전 계통으로 방전시키는 방식

으로 에너지 저장 장치에 포함된 축전지들을 배전 계통으로 효율적으로 방전시킬 수 있다. 그 결과, 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템은 태양 전지 패널의 광전 변환 효율 및 수명이 저하되는 것을 방지함과 동시에 종래에 비해 에너지 저장 장치의 용량을 감소(또는 최소화)시킬 수 있다. 다만, 본 발명의 효과는 상기 언급한 효과로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 2a는 도 1의 태양광 발전 시스템에 포함된 태양 전지 패널의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 2b는 도 1의 태양광 발전 시스템에 포함된 태양 전지 패널의 다른 예를 나타내는 도면이다.

도 3은 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들, 제1 내지 제n 축전지들 및 배전 계통이 연결되는 일 예를 나타내는 블록도이다.

도 4는 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번될 때 제k 축전지가 충방전을 수행하는 일 예를 나타내는 순서도이다.

도 5a 내지 도 5c는 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번될 때 제k 축전지가 충방전을 수행하는 것을 설명하기 위한 도면들이다.

도 6은 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태로 유지될 때 제k 축전지가 충방전을 수행하는 일 예를 나타내는 순서도이다.

도 7a 내지 도 7c는 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태로 유지될 때 제k 축전지가 충방전을 수행하는 것을 설명하기 위한 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0019] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "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. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0020] 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 설시된 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.

[0021] 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 사

용되는 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.

[0022] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 발전 시스템을 나타내는 블록도이고, 도 2a는 도 1의 태양광 발전 시스템에 포함된 태양 전지 패널의 일 예를 나타내는 도면이며, 도 2b는 도 1의 태양광 발전 시스템에 포함된 태양 전지 패널의 다른 예를 나타내는 도면이고, 도 3은 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들, 제1 내지 제n 축전지들 및 배전 계통이 연결되는 일 예를 나타내는 블록도이다.

[0024] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 태양광 발전 시스템(100)은 태양 전지 패널(110), 냉각 장치(120), 온도 측정 장치(130), 컨트롤러(140) 및 에너지 저장 장치(150)를 포함할 수 있다.

[0025] 태양 전지 패널(110)은 태양 전지 패널(110)의 상부로 입사하는 입사광(즉, 태양광)에 대해 광전 변환을 수행하여 전력을 생성하는 복수의 태양 전지(SC)들을 포함할 수 있다. 이 때, 복수의 태양 전지(SC)들은 태양 전지 패널(110) 내에서 소정의 공간만큼 이격되어 배치될 수 있다. 다만, 도 2a 및 도 2b에는 상기 이격 공간이 구체적으로 도시되어 있지 않지만, 복수의 태양 전지(SC)들 각각이 독립적인 개체이므로 상기 이격 공간이 존재하는 것임을 이해하여야 한다.

[0026] 일 실시예에서, 태양 전지(SC)는 결정형 태양 전지(예를 들어, 폴리실리콘을 얇게 자른 웨이퍼(wafer) 위에 회로를 그리는 방식으로 제조되는 태양 전지)일 수 있다. 이 경우, 태양 전지(SC)는 광전 변환 효율이 상대적으로 높다는 장점을 갖지만, 제조 원가가 높고 설치 장소에 제한이 많다는 단점을 갖는다. 다른 실시예에서, 태양 전지(SC)는 박막형 태양 전지(예를 들어, 유리, 플라스틱 등과 같은 기판 상에 광전 변환 특성을 갖는 화합 물질을 얇게 바르는 방식으로 제조되는 태양 전지)일 수 있다. 이 경우, 태양 전지(SC)은 제조 원가가 낮고 설치 장소에 제한이 적다는 장점을 갖지만, 광전 변환 효율이 상대적으로 낮다는 단점을 갖는다. 예를 들어, 상기 화합 물질은 폴리실리콘을 가스 형태로 만든 물질(이 경우, 태양 전지(SC)는 아모포스(amorphous) 실리콘 박막형 태양 전지로 명명)일 수 있다. 다른 예를 들어, 상기 화합 물질은 구리(Cu), 인듐(In), 갈륨(Ga), 셀레늄(Se)의 화합물(이 경우, 태양 전지(SC)는 ICGS 박막형 태양 전지로 명명)일 수 있다. 실시예에 따라, 상기 화합물에서 셀레늄(Se)의 일부는 황(S)으로 대체될 수 있다. 다만, 이것은 예시적인 것으로서, 태양 전지(SC)의 종류가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0027] 복수의 태양 전지(SC)들은 제1 내지 제n(단, n은 2이상의 정수) 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))을 구성할 수 있다. 구체적으로, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n)) 각각은 2개 이상의 태양 전지(SC)들을 포함할 수 있다. 이 때, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n)) 각각에서 2개 이상의 태양 전지(SC)들은 서로 전기적으로 연결되어 동시에 동작하거나 동작하지 않을 수 있다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 제k(단, k는 1이상 n이하의 정수) 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결(즉, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))과 제k 축전지(BATTERY(k)) 사이에 위치한 스위치가 턴온)되면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 포함된 2개 이상의 태양 전지(SC)들은 동시에 동작할 수 있다. 반면에, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결되지 않으면(즉, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))과 제k 축전지(BATTERY(k)) 사이에 위치한 스위치가 턴오프)되면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 포함된 2개 이상의 태양 전지(SC)들은 동시에 동작하지 않을 수 있다. 이와 같이, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))은 광전 변환을 수행하여 생성한 전력을 에너지 저장 장치(150)에 각각 제공(즉, CHR로 표시)할 수 있다.

[0028] 한편, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n)) 각각은 태양 전지 패널(110) 내에서 개방 루프 형상 또는 폐쇄 루프 형상을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 도 2a에 도시된 바와 같이, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n)) 각각은 태양 전지 패널(110) 내에서 개방 루프 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 태양 전지 패널(110)은 제1 내지 제10 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(10))을 포함하고, 제1 내지 제10 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(10))은 선(line) 형상을 가지면서 태양 전지 패널(110) 내에서 순차적으로 배치될 수 있다. 다만, 이것은 예시적인 것으로서, 태양 전지 스트링(STR)은 태양 전지 패널(110) 내에서 다양한 개방 루프 형상(예를 들어, 지그재그(zigzag) 형상 등)을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 도 2b에 도시된 바와 같이, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))은 태양 전지 패널(110) 내에서 폐쇄 루프 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 태양 전지 패널(110)은 제1 내지 제5 태양 전지 스트링들(STR(1), ...,

STR(5))을 포함하고, 제1 내지 제5 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(5))은 사각형(square) 형상을 가지면서 태양 전지 패널(110) 내에서 순차적으로 배치될 수 있다. 다만, 이것은 예시적인 것으로서, 태양 전지 스트링(STR)은 태양 전지 패널(110) 내에서 다양한 폐쇄 루프 형상(예를 들어, 원형(circle) 형상 등)을 가질 수 있다.

[0029] 에너지 저장 장치(150)는 태양 전지 패널(110)에서 생성된 전력을 저장하기 위해 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))에 각각 대응되는 제1 내지 제n 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(n))을 포함할 수 있다. 이에, 제1 내지 제n 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(n))은 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))에서 생성된 전력을 각각 저장할 수 있다. 다시 말하면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))은 제k 축전지(BATTERY(k))에 대응되고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결되면 동작하고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결되지 않으면 동작하지 않을 수 있다. 한편, 본 발명에서는, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결되어 동작하는 상태를 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴온 상태로 명명하고, 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결되지 않아(즉, 차단되어) 동작하지 않는 상태를 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴오프 상태로 명명한다.

[0030] 냉각 장치(120)는 태양 전지 패널(110)을 냉각(즉, CPR로 표시)시킬 수 있다. 일 실시예에서, 냉각 장치(120)는 태양 전지 패널(110)의 표면에 냉각수를 살포하는 살수 장치일 수 있다. 이 경우, 냉각 장치(120)는 냉각수의 살포 횟수를 조절하여 태양 전지 패널(110)을 냉각시키는 정도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 냉각 장치(120)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 높을수록 냉각수의 살포 횟수를 증가시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 냉각 장치(120)는 태양 전지 패널(110)의 하부에 배치되어 태양 전지 패널(110)에서 발생하는 열을 흡수하는 히트 파이프(heat pipe)를 포함하는 축열 장치일 수 있다. 이 경우, 냉각 장치(120)는 히트 파이프 내 물, 냉매 등과 같은 집열 매체의 이동 속도를 조절하여 태양 전지 패널(110)을 냉각시키는 정도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 냉각 장치(120)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 높을수록 히트 파이프 내 집열 매체의 이동 속도를 증가시킬 수 있다. 한편, 히트 파이프에 흡수된 열은 축열조에 축적되고, 상기 축적된 열은 전력 생산, 건물 난방, 온수 공급 등에 이용될 수 있다.

[0031] 온도 측정 장치(130)는 태양 전지 패널(110)의 온도를 측정(즉, SENS로 표시)할 수 있다. 온도 측정 장치(130)는 태양 전지 패널(110)의 온도에 관한 온도 정보(TEMP)를 실시간으로 컨트롤러(140)에 제공하거나, 기 설정된 주기마다 컨트롤러(140)에 제공하거나, 또는 특정 이벤트가 발생(예를 들어, 태양 전지 패널(110)의 급격한 온도 상승, 컨트롤러(140)의 정보 요청 등)하면 컨트롤러(140)에 제공할 수 있다.

[0032] 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상이면, 제k 태양 전지 스트링을 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번시킬 수 있다. 예를 들어, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상이면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 동작 상태는 턴온 상태(즉, 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결된 상태), 턴오프 상태(즉, 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결되지 않은 상태), 턴온 상태 순으로 계속 변경될 수 있다. 일 실시예에서, 컨트롤러(140)는, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상이면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태일 때 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 인접하는 인접 태양 전지 스트링은 턴오프 상태가 되고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴오프 상태일 때 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 인접하는 인접 태양 전지 스트링은 턴온 상태가 되도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러(140)는 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))을 서로 인접하지 않는 비인접 태양 전지 스트링들로 각각 구성된 제1 내지 제m(단, m은 2이상의 정수) 광전 변환 그룹들(GRP(1), ..., GRP(m))로 구분하고, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상이면 제1 내지 제m 광전 변환 그룹들(GRP(1), ..., GRP(m))을 교번하여 동작(즉, m이 2라고 가정할 때, 제1 광전 변환 그룹(GRP(1))이 턴온 상태에 있으면 제2 광전 변환 그룹(GRP(2))이 턴오프 상태에 있도록 제어하고, 제1 광전 변환 그룹(GRP(1))이 턴오프 상태에 있으면 제2 광전 변환 그룹(GRP(2))이 턴온 상태에 있도록 제어)시킬 수 있다.

[0033] 예를 들어, 도 2a에 도시된 바와 같이, 제1 내지 제10 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(10))이 2개의 광전 변환 그룹들(GRP(1), GRP(2))로 구분된다고 가정할 때, 제1 광전 변환 그룹(GRP(1))은 서로 인접하지 않는 비인접 태양 전지 스트링들 즉, 제1 태양 전지 스트링(STR(1)), 제3 태양 전지 스트링(STR(3)), 제5 태양 전지 스트링(STR(5)), 제7 태양 전지 스트링(STR(7)) 및 제9 태양 전지 스트링(STR(9))을 포함하고, 제2 광전 변환 그룹(GRP(2))은 서로 인접하지 않는 비인접 태양 전지 스트링들 즉, 제2 태양 전지 스트링(STR(2)), 제4 태양 전지 스트링(STR(4)), 제6 태양 전지 스트링(STR(6)), 제8 태양 전지 스트링(STR(8)) 및 제10 태양 전지 스트링(STR(10))을 포함할 수 있다. 다른 예를 들어, 도 2b에 도시된 바와 같이, 제1 내지 제5 태양 전지 스트링들

(STR(1), ..., STR(5))이 2개의 광전 변환 그룹들(GRP(1), GRP(2))로 구분된다고 가정할 때, 제1 광전 변환 그룹(GRP(1))은 서로 인접하지 않는 비인접 태양 전지 스트링들 즉, 제1 태양 전지 스트링(STR(1)), 제3 태양 전지 스트링(STR(3)) 및 제5 태양 전지 스트링(STR(5))을 포함하고, 제2 광전 변환 그룹(GRP(2))은 서로 인접하지 않는 비인접 태양 전지 스트링들 즉, 제2 태양 전지 스트링(STR(2)) 및 제4 태양 전지 스트링(STR(4))을 포함할 수 있다. 다만, 이것은 예시적인 것으로서, 광전 변환 그룹(GRP)은 다양한 방식으로 결정될 수 있다.

[0034] 상술한 바와 같이, 태양 전지 패널(110)의 온도가 일정 수준(즉, 기준 온도)을 넘어선다는 것은 태양 전지(SC)들 간에 서로 온도 영향을 미치고 있다는 것을 의미하고, 태양 전지(SC)들의 광전 변환 효율 및 수명이 저하되고 있다는 것을 의미하므로, 태양광 발전 시스템(100)에서는 컨트롤러(140)가 태양 전지 패널(110)을 빠르게 냉각시키고, 태양 전지(SC)들 간의 온도 영향을 최소화시키기 위해, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n)) 중 일부는 턴온 상태로 만들고, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n)) 중 다른 일부는 턴오프 상태로 만들며, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n)) 각각에 대해 턴온 상태와 턴오프 상태를 교대로 반복시킬 수 있다. 그 결과, 턴오프 상태에 있는 태양 전지 스트링(STR)에 포함된 태양 전지(SC)들이 빠르게 냉각되기 때문에, 해당 태양 전지(SC)들의 온도는 해당 태양 전지(SC)들의 광전 변환 효율이 급격히 떨어지는 온도대 밑으로(즉, 해당 태양 전지(SC)들의 광전 변환 효율이 충분히 보장되는 온도대로) 빠르게 도달할 수 있다.

[0035] 한편, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번될 때, 에너지 저장 장치(150)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 기준 축전량 이상이면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴오프 상태일 때 제k 축전지(BATTERY(k))를 배전 계통으로 방전시키고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태일 때 제k 축전지(BATTERY(k))를 배전 계통으로 방전시키지 않을 수 있다. 구체적으로, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번하고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 기준 축전량 이상인 경우, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴오프 상태인 동안(즉, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결되지 않는 동안) 제k 축전지(BATTERY(k))가 방전되고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태인 동안(즉, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결되는 동안) 제k 축전지(BATTERY(k))가 충전되므로, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번함에 따라 제k 축전지(BATTERY(k))가 충전과 방전을 교대로 반복할 수 있다. 그 결과, 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량은 기준 축전량 수준에서 유지될 수 있고, 그에 따라, 제k 축전지(BATTERY(k))의 용량은 기준 축전량을 조금 상회하는 수준으로 결정(즉, 최적화)되어 종래의 축전지 용량에 비해 크게 감소될 수 있다.

[0036] 반면에, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 미만이면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴온 상태로 유지시킬 수 있다. 즉, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 미만이면, 태양 전지 패널(110) 내 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))이 에너지 저장 장치(150) 내 제1 내지 제n 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(n))에 전기적으로 각각 연결되고, 그에 따라, 태양 전지 패널(110) 내 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))은 모두 동작할 수 있다. 이 때, 컨트롤러(140)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 축전지 최대 용량에 도달하는 경우, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 생성한 전력이 더 이상 제k 축전지(BATTERY(k))에 저장될 수 없으므로, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴오프 상태로 전환시켜 에너지 저장 장치(150)로 하여금 기 설정된 방전 시간 동안 제k 축전지(BATTERY(k))를 배전 계통으로 방전시키도록 한 후에 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴온 상태로 다시 전환시킬 수 있다.

[0037] 이와 같이, 태양광 발전 시스템(100)은 2개 이상의 태양 전지(SC)들로 각각 구성된 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))을 포함하는 태양 전지 패널(110), 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))에 각각 대응되고, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(n))에서 생성된 전력을 각각 저장하기 위한 제1 내지 제n 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(n))을 포함하는 에너지 저장 장치(150), 태양 전지 패널(110)을 냉각시키는 냉각 장치(120), 태양 전지 패널(110)의 온도를 측정하는 온도 측정 장치(130), 및 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상이면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번시키는 컨트롤러(140)를 포함하고, 에너지 저장 장치(150)가, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 기준 축전량 이상이면, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴오프 상태일 때 제k 축전지(BATTERY(k))를 배전 계통으로 방전시키고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태일 때 제k 축전지(BATTERY(k))를 배전 계통으로 방전시키지 않음으로써, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상일 때 서로 인접하는 인접 태양 전지 스트링들이 동시에 동작하지 않게 하여 태양 전지 패널(110)에 포함된

태양 전지(SC)들을 효율적으로 냉각시킬 수 있고, 태양 전지 패널(110)에 포함된 제1 내지 제n 태양 전지 스트링(STR(1), ..., STR(n))들 각각이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번할 때 턴오프 상태인 태양 전지 스트링(STR)에 대응되는 축전지(BATTERY)를 배전 계통으로 방전시키는 방식으로 에너지 저장 장치(150)에 포함된 제1 내지 제n 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(n))을 배전 계통으로 효율적으로 방전시킬 수 있다. 그 결과, 태양광 발전 시스템(100)은 태양 전지 패널(110)의 광전 변환 효율 및 수명이 저하되는 것을 방지함과 동시에 종래에 비해 에너지 저장 장치(150)의 용량을 감소(또는 최소화)시킬 수 있다.

[0038] 도 4는 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번될 때 제k 축전지가 충방전을 수행하는 일 예를 나타내는 순서도이고, 도 5a 내지 도 5c는 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번될 때 제k 축전지가 충방전을 수행하는 것을 설명하기 위한 도면들이다.

[0039] 도 4 내지 도 5c를 참조하면, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상일 때 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번(S110)시킬 수 있다. 일 실시예에서, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상일 때 태양 전지 패널(110)의 온도가 높을수록 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 동작 상태 교번 주기를 감소시킬 수 있다. 즉, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 높을수록 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴온 상태와 턴오프 상태로 빠르게 교번시킴으로써, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 포함된 태양 전지(SC)들을 보다 빠르게 냉각시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상일 때 태양 전지 패널(110)의 온도의 상승률이 클수록 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 동작 상태 교번 주기를 감소시킬 수 있다. 즉, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도의 상승률이 클수록 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴온 상태와 턴오프 상태로 빠르게 교번시킴으로써, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 포함된 태양 전지(SC)들을 보다 빠르게 냉각시킬 수 있다.

[0040] 실시예에 따라, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도 및/또는 온도 상승률에 기초하여 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴온 상태의 지속 시간과 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴오프 상태의 지속 시간을 조절할 수 있다. 일 실시예에서, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상일 때, 태양 전지 패널(110)의 온도가 높을수록, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴온 상태의 지속 시간을 감소시키고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴오프 상태의 지속 시간을 증가시킬 수 있다. 즉, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 높을수록 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 냉각되는 시간(즉, 턴오프 상태의 지속 시간)을 늘림으로써, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 포함된 태양 전지(SC)들을 보다 빠르게 냉각시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상일 때, 태양 전지 패널(110)의 온도의 상승률이 클수록, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴온 상태의 지속 시간을 감소시키고, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴오프 상태의 지속 시간을 증가시킬 수 있다. 즉, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도의 상승률이 클수록 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 냉각되는 시간(즉, 턴오프 상태의 지속 시간)을 늘림으로써, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 포함된 태양 전지(SC)들을 보다 빠르게 냉각시킬 수 있다.

[0041] 이후, 컨트롤러(140)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 기준 축전량 이상인지 여부를 확인(S120)할 수 있다. 이 때, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 기준 축전량 이상인 경우, 에너지 저장 장치(150)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴오프 상태(즉, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 차단된 상태로서 OFF로 표시)에서 제k 축전지를 배전 계통(500)으로 방전(S130)(즉, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 배전 계통(500)에 전기적으로 연결된 상태로서 ON으로 표시)시킬 수 있다. 반면에, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 기준 축전량 미만인 경우, 에너지 저장 장치(150)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴오프 상태에서도 제k 축전지를 배전 계통(500)으로 비방전(S140)(즉, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 배전 계통(500)에 전기적으로 차단된 상태로서 OFF로 표시)시킬 수 있다. 한편, 에너지 저장 장치(150)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))의 턴온 상태(즉, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 제k 축전지(BATTERY(k))에 전기적으로 연결된 상태로서 ON으로 표시)에서는 제k 축전지를 배전 계통(500)으로 비방전시킬 수 있다.

[0042] 예를 들어, 도 5a 내지 도 5c에 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번될 때 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))가 충방전을 수행하는 것이 예시적으로 도시되어 있다. 다만, 설명의 편의를 위하여, 도 5a 내지 도 5c에서는 태양 전지 패널(110)이 제1 내지 제10 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(10))을 포함하고, 에너지 저장 장치(150)가 제1 내지 제10 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(10))을 포함하며, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량은

항상 기준 축전량 이상인 것으로 가정하여 설명하기로 한다.

[0043] 구체적으로, 도 5a에 도시된 바와 같이, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))은 턴온 상태(즉, ON으로 표시)이고, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))은 턴오프 상태(즉, OFF로 표시)일 수 있다. 이 때, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))이 턴온 상태(즉, ON으로 표시)이기 때문에, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))에 대응되는 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 축전지들(BATTERY(1), BATTERY(3), BATTERY(5), BATTERY(7), BATTERY(9))은 배전 계통(500)으로 비방전(즉, OFF로 표시)될 수 있다. 반면에, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))이 턴오프 상태(즉, OFF으로 표시)이기 때문에, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))에 대응되는 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 축전지들(BATTERY(2), BATTERY(4), BATTERY(6), BATTERY(8), BATTERY(10))은 배전 계통(500)으로 방전(즉, ON으로 표시)될 수 있다.

[0044] 이후, 도 5b에 도시된 바와 같이, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))은 턴오프 상태(즉, OFF로 표시)이고, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))은 턴온 상태(즉, ON으로 표시)일 수 있다. 이 때, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))이 턴오프 상태(즉, OFF로 표시)이기 때문에, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))에 대응되는 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 축전지들(BATTERY(1), BATTERY(3), BATTERY(5), BATTERY(7), BATTERY(9))은 배전 계통(500)으로 방전(즉, ON으로 표시)될 수 있다. 반면에, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))이 턴온 상태(즉, ON으로 표시)이기 때문에, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))에 대응되는 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 축전지들(BATTERY(2), BATTERY(4), BATTERY(6), BATTERY(8), BATTERY(10))은 배전 계통(500)으로 비방전(즉, OFF로 표시)될 수 있다.

[0045] 다음, 도 5c에 도시된 바와 같이, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))은 턴온 상태(즉, ON으로 표시)이고, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))은 턴오프 상태(즉, OFF로 표시)일 수 있다. 이 때, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))이 턴온 상태(즉, ON으로 표시)이기 때문에, 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 태양 전지 스트링들(STR(1), STR(3), STR(5), STR(7), STR(9))에 대응되는 제1, 제3, 제5, 제7 및 제9 축전지들(BATTERY(1), BATTERY(3), BATTERY(5), BATTERY(7), BATTERY(9))은 배전 계통(500)으로 비방전(즉, OFF로 표시)될 수 있다. 반면에, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))이 턴오프 상태(즉, OFF으로 표시)이기 때문에, 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 태양 전지 스트링들(STR(2), STR(4), STR(6), STR(8), STR(10))에 대응되는 제2, 제4, 제6, 제8 및 제10 축전지들(BATTERY(2), BATTERY(4), BATTERY(6), BATTERY(8), BATTERY(10))은 배전 계통(500)으로 방전(즉, ON으로 표시)될 수 있다.

[0046] 이와 같이, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 이상일 때, 컨트롤러(140)는 제1 내지 제n 태양 전지 스트링(STR(1), ..., STR(n))들 각각을 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번시킴으로써, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링(STR(1), ..., STR(n))들 각각에 포함된 태양 전지(SC)들을 상대적으로 짧은 시간만큼만 턴온시켰다가 상대적으로 짧은 시간만큼만 턴오프시키고, 그에 따라, 광전 변환 수행에 따른 온도 상승과 냉각 장치(120)에 의한 온도 하강이 짧은 범위에서 이루어지게 함으로써, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링(STR(1), ..., STR(n))들 각각에 포함된 태양 전지(SC)들의 온도를 광전 변환 효율이 양호한 온도대에서 유지되게 할 수 있다. 또한, 에너지 저장 장치(150)는 제1 내지 제n 태양 전지 스트링(STR(1), ..., STR(n))들 각각이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번할 때 턴오프 상태인 태양 전지 스트링(STR)에 대응되는 축전지(BATTERY)를 배전 계통으로 방전시키는 방식으로 제1 내지 제n 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(n))을 배전 계통으로 효율적으로 방전시킬 수 있다.

[0047] 도 6은 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태로 유지될 때 제k 축전지가 충방전을 수행하는 일 예를 나타내는 순서도이고, 도 7a 내지 도 7c는 도 1의 태양광 발전 시스템에서 제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태로 유지될 때 제k 축전지가 충방전을 수행하는 것을 설명하기 위한 도면들이다.

[0048] 도 6 내지 도 7c를 참조하면, 컨트롤러(140)는 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 미만일 때 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴온 상태로 유지(S210)시킬 수 있다. 이후, 컨트롤러(140)는 제k 태양 전지 스트링

(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 축전지 최대 용량에 도달했는지 여부를 확인(S220)할 수 있다. 이 때, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 축전지 최대 용량에 도달하지 않은 경우, 컨트롤러(140)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 축전지 최대 용량에 도달했는지 여부를 계속 확인(S220)할 수 있다. 반면에, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 축전지 최대 용량에 도달한 경우, 컨트롤러(140)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴오프 상태로 전환(S230)시킬 수 있다. 이후, 에너지 저장 장치(150)는 기 설정된 방전 시간 동안 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))를 배전 계통(500)으로 방전(S240)시킴으로써, 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))의 축전량이 축전지 최대 용량 이하로 충분히 감소하도록 할 수 있다. 다음, 컨트롤러(140)는 제k 태양 전지 스트링(STR(k))을 턴온 상태로 다시 전환(S250)시킨 후 상기 단계들(S210, S220, S230, S240, S250)을 반복할 수 있다.

[0049] 예를 들어, 도 7a 내지 도 7c에 제k 태양 전지 스트링(STR(k))이 턴온 상태로 유지될 때 제k 태양 전지 스트링(STR(k))에 대응되는 제k 축전지(BATTERY(k))가 충방전을 수행하는 것이 예시적으로 도시되어 있다. 다만, 설명의 편의를 위하여, 도 7a 내지 도 7c에서는 태양 전지 패널(110)이 제1 내지 제10 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(10))을 포함하고, 에너지 저장 장치(150)가 제1 내지 제10 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(10))을 포함하는 것으로 가정하여 설명하기로 한다. 구체적으로, 도 7a에 도시된 바와 같이, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 미만일 때에는, 제1 내지 제10 태양 전지 스트링들(STR(1), ..., STR(10))이 모두 턴온 상태(즉, ON으로 표시)로 유지될 수 있다. 이후, 도 7b에 도시된 바와 같이, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 미만이더라도 제2 태양 전지 스트링(STR(2))에 대응되는 제2 축전지(BATTERY(2))의 축전량이 축전지 최대 용량에 도달하면, 제2 태양 전지 스트링(STR(2))은 턴오프 상태(즉, OFF로 표시)로 전환될 수 있다. 이 때, 제2 태양 전지 스트링(STR(2))에 대응되는 제2 축전지(BATTERY(2))는 기 설정된 방전 시간 동안 배전 계통(500)으로 방전(즉, ON으로 표시)될 수 있다. 다음, 도 7c에 도시된 바와 같이, 제2 태양 전지 스트링(STR(2))이 턴온 상태(즉, ON으로 표시)로 다시 전환됨에 따라, 제2 태양 전지 스트링(STR(2))에 대응되는 제2 축전지(BATTERY(2))의 방전도 종료(즉, OFF로 표시)될 수 있다.

[0050] 이와 같이, 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 미만일 때, 컨트롤러(140)는 기본적으로 제1 내지 제n 태양 전지 스트링(STR(1), ..., STR(n))들을 모두 턴온 상태로 유지하다가, 특정 태양 전지 스트링(STR)에 대응되는 축전지(BATTERY)의 축전량이 축전지 최대 용량에 도달하면, 해당 태양 전지 스트링(STR)을 기 설정된 방전 시간 동안만 턴오프 상태로 전환시킴으로써 에너지 저장 장치(150)로 하여금 해당 태양 전지 스트링(STR)에 대응되는 축전지(BATTERY)를 방전시키도록 할 수 있다. 이에, 태양광 발전 시스템(100)은 태양 전지 패널(110)의 온도가 기준 온도 미만인 경우에 제1 내지 제n 태양 전지 스트링(STR(1), ..., STR(n))들을 턴온 상태로 유지시키면서도, 제1 내지 제n 태양 전지 스트링(STR(1), ..., STR(n))들에 각각 대응되는 제1 내지 제n 축전지들(BATTERY(1), ..., BATTERY(n))이 오랜 시간 동안 완전 충전된 상태를 유지하는 것을 방지할 수 있다.

산업상 이용가능성

[0051] 본 발명은 태양광 발전 시스템에 광범위하게 적용될 수 있다. 한편, 이상에서는 본 발명에 대하여 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 아래 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0052] 100: 태양광 발전 시스템 110: 태양 전지 패널

SC: 태양 전지 STR: 태양 전지 스트링

GRP: 광전 변환 그룹 120: 냉각 장치

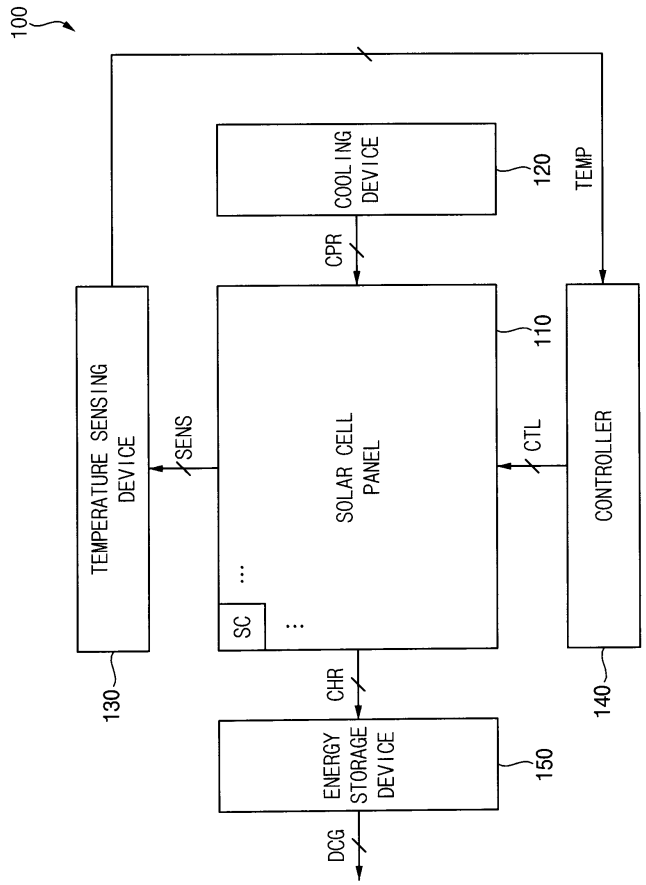
130: 온도 측정 장치 140: 컨트롤러

150: 에너지 저장 장치 BATTERY: 축전지

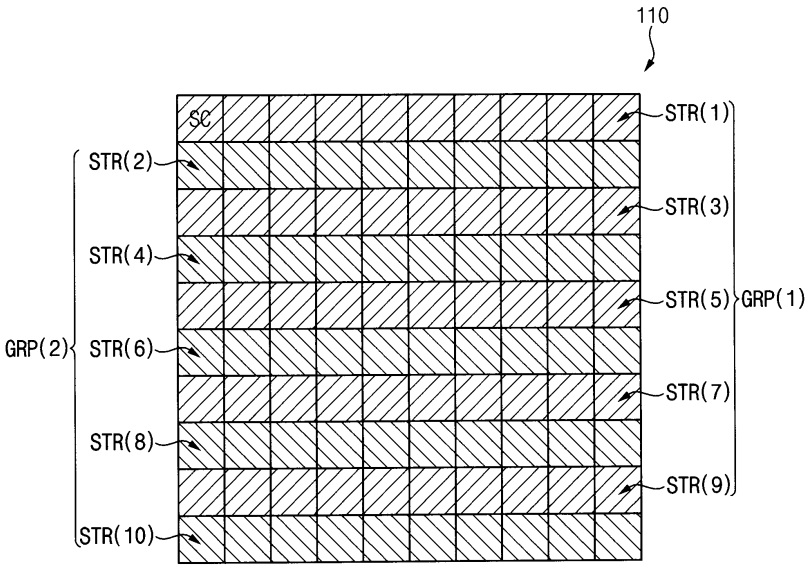
500: 배전 계통

도면

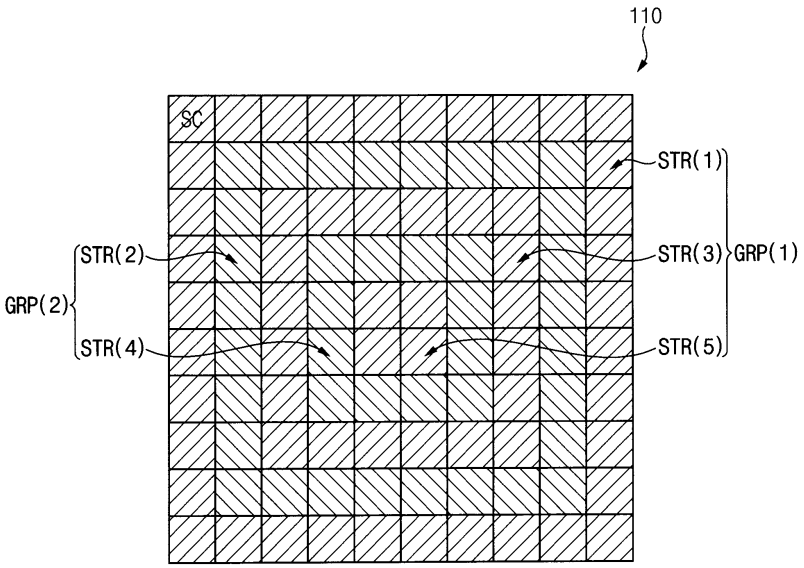
도면1


100
COOLING DEVICE
120
TEMP
CPR
110
TEMPERATURE SENSING DEVICE
SENS
SOLAR CELL PANEL
CTL
CONTROLLER
SC
130
CHR
140
ENERGY STORAGE DEVICE
150
DCG

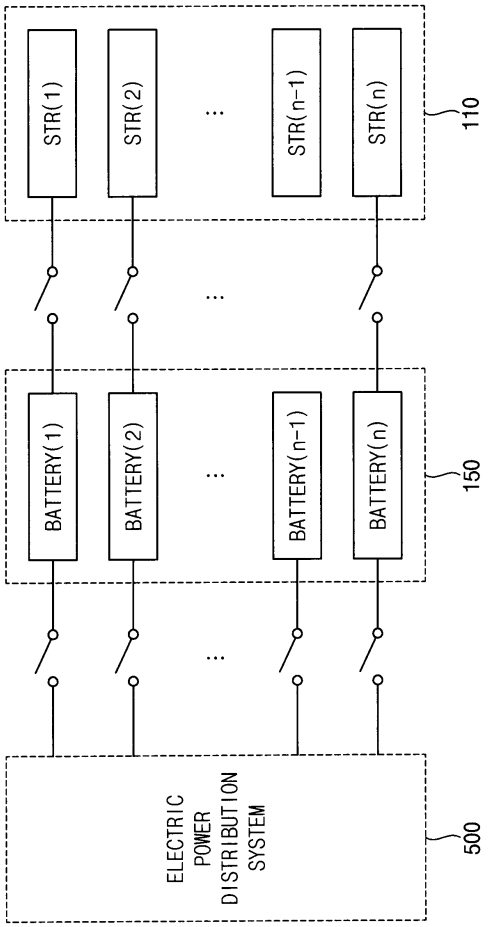
도면2a


110
SC
STR(1)
STR(2)
STR(3)
STR(4)
STR(5)
GRP(1)
GRP(2)
STR(6)
STR(7)
STR(8)
STR(9)
STR(10)

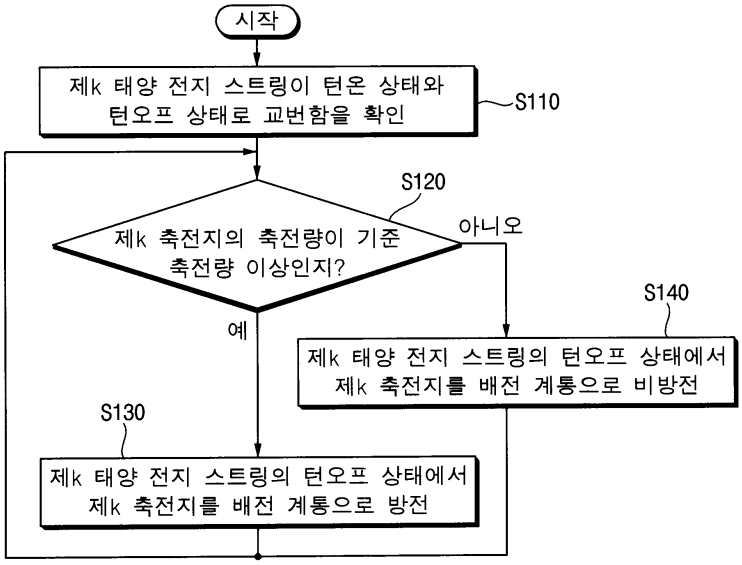
도면2b


110
SC
STR(1)
STR(2)
STR(3)
GRP(1)
GRP(2)
STR(4)
STR(5)

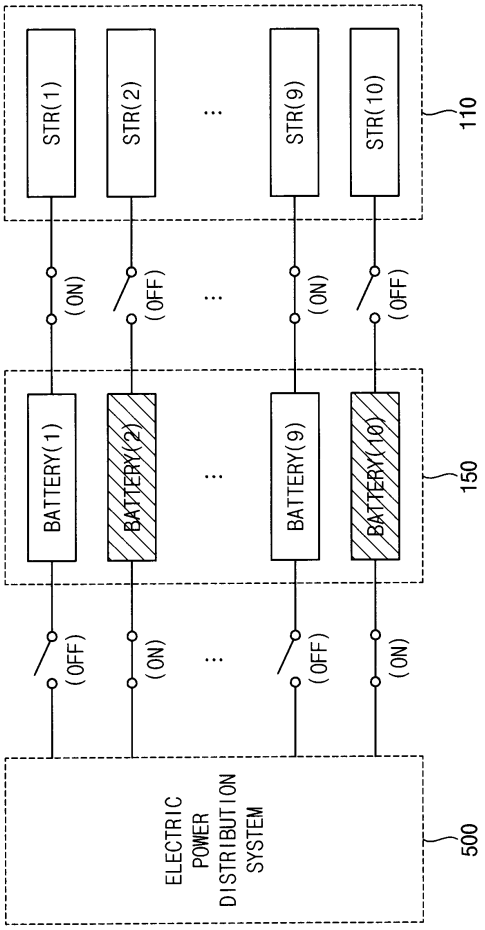
도면3


STR(1)
STR(2)
...
STR(n-1)
STR(n)
110
BATTERY(1)
BATTERY(2)
BATTERY(n-1)
BATTERY(n)
150
ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM
500

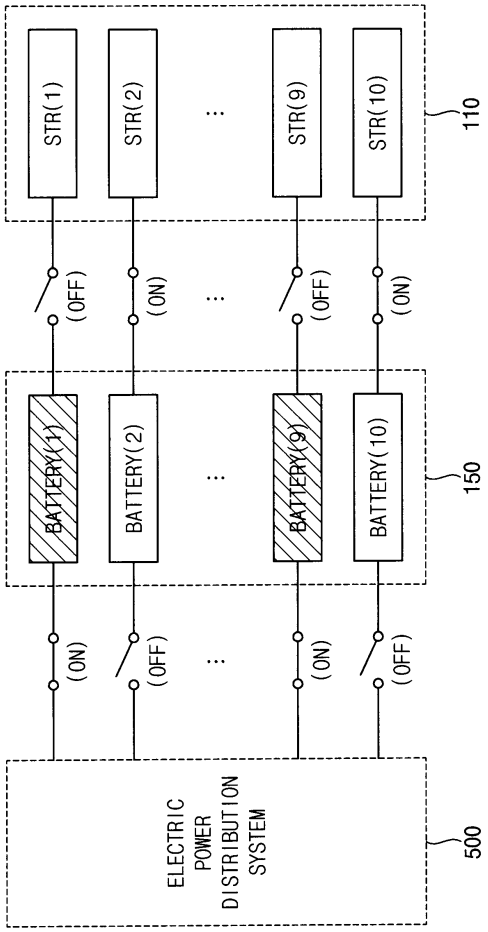
도면4


시작
제k 태양 전지 스트링이 턴온 상태와 턴오프 상태로 교번함을 확인
S110
S120
제k 축전지의 축전량이 기준 축전량 이상인지?
아니오
예
S140
제k 태양 전지 스트링의 턴오프 상태에서 제k 축전지를 배전 계통으로 비방전
S130
제k 태양 전지 스트링의 턴오프 상태에서 제k 축전지를 배전 계통으로 방전

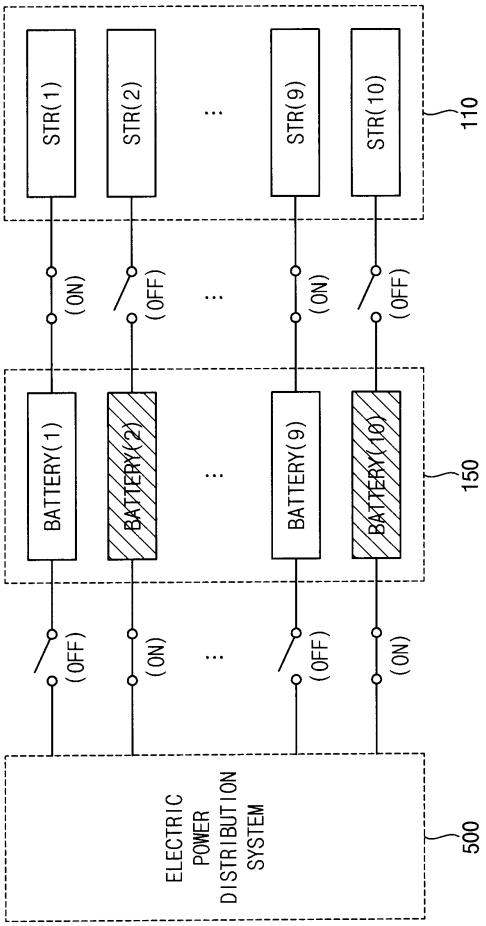
도면5a


STR(1)
STR(2)
STR(9)
STR(10)
110
(ON)
(OFF)
(ON)
(OFF)
BATTERY(1)
BATTERY(2)
BATTERY(9)
BATTERY(10)
150
(OFF)
(ON)
(OFF)
(ON)
ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM
500

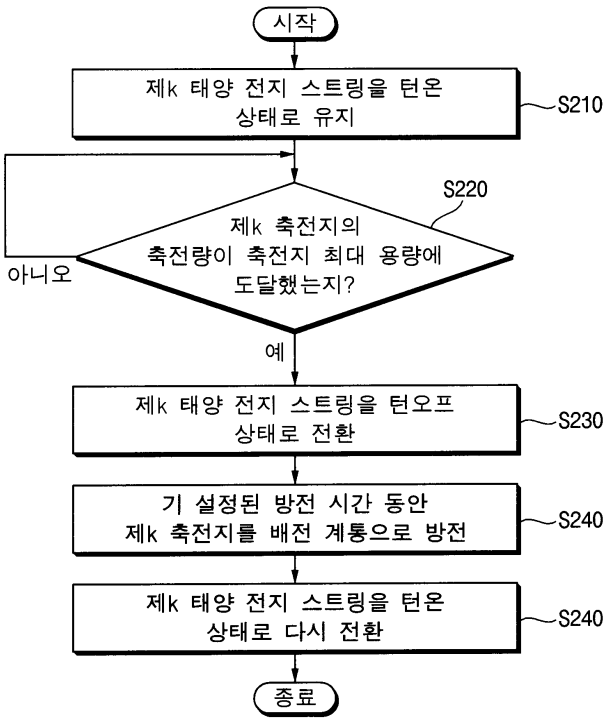
도면5b


STR(1)
STR(2)
STR(9)
STR(10)
110
(OFF)
(ON)
(OFF)
(ON)
BATTERY(1)
BATTERY(2)
BATTERY(9)
BATTERY(10)
150
(ON)
(OFF)
(ON)
(OFF)
ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM
500

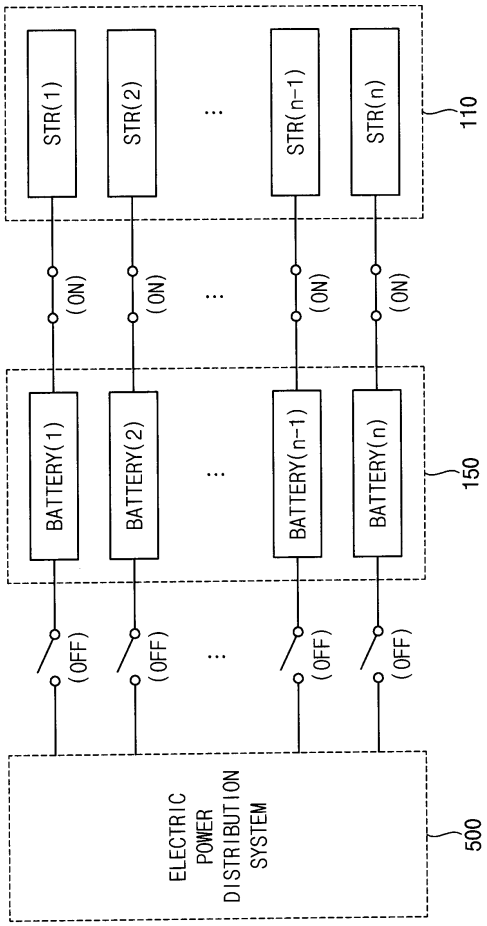
도면5c


STR(1)
STR(2)
...
STR(9)
STR(10)
110
(ON)
(OFF)
...
(ON)
(OFF)
BATTERY(1)
BATTERY(2)
...
BATTERY(9)
BATTERY(10)
150
(OFF)
(ON)
...
(OFF)
(ON)
ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM
500

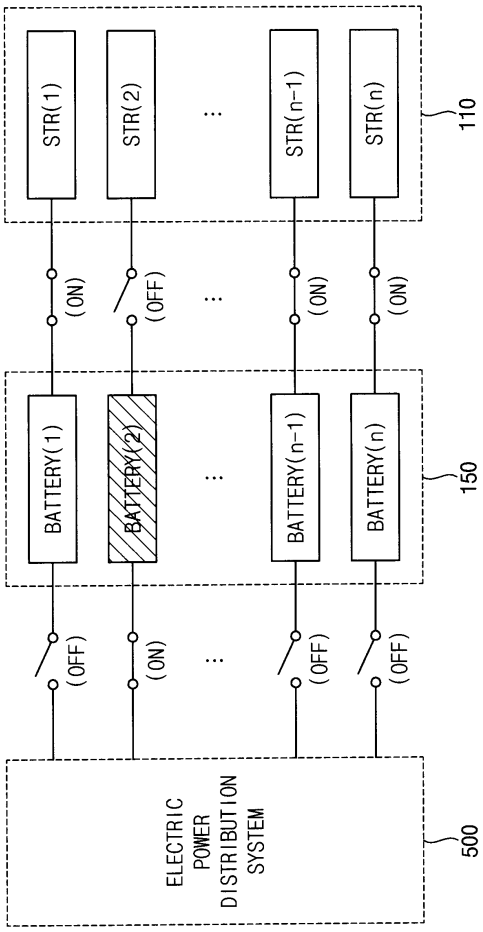
도면6


시작
제k 태양 전지 스트링을 턴온 상태로 유지
S210
S220
제k 축전지의 축전량이 축전지 최대 용량에 도달했는지?
아니오
예
제k 태양 전지 스트링을 턴오프 상태로 전환
S230
기 설정된 방전 시간 동안 제k 축전지를 배전 계통으로 방전
S240
제k 태양 전지 스트링을 턴온 상태로 다시 전환
S240
종료

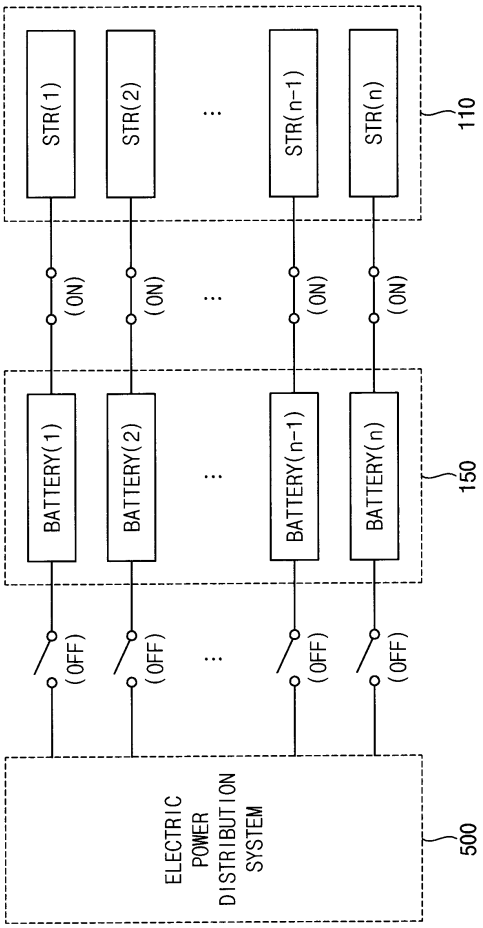
도면7a


STR(1)
STR(2)
...
STR(n-1)
STR(n)
110
(ON)
(ON)
...
(ON)
(ON)
BATTERY(1)
BATTERY(2)
...
BATTERY(n-1)
BATTERY(n)
150
(OFF)
(OFF)
...
(OFF)
(OFF)
ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM
500

도면7b


STR(1)
STR(2)
STR(n-1)
STR(n)
110
(ON)
(OFF)
(ON)
(ON)
BATTERY(1)
BATTERY(2)
BATTERY(n-1)
BATTERY(n)
150
(OFF)
(ON)
(OFF)
(OFF)
ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM
500

도면7c


STR(1)
STR(2)
...
STR(n-1)
STR(n)
110
(ON)
(ON)
...
(ON)
(ON)
BATTERY(1)
BATTERY(2)
...
BATTERY(n-1)
BATTERY(n)
150
(OFF)
(OFF)
...
(OFF)
(OFF)
ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM
500