



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0129381
(43) 공개일자 2018년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02S 50/00 (2014.01) H02S 20/32 (2014.01)
H02S 40/38 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02S 50/00 (2013.01)
H02S 20/32 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2017-0065320
(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)
서길모
전라남도 여수시 장성1길 37, 303동 801호(
안산동, 여수장성우미린아파트)
최문한
광주광역시 남구 회재로1186번길 24(주월동, 주월
동호반베르디움1차)
(74) 대리인
함상혁

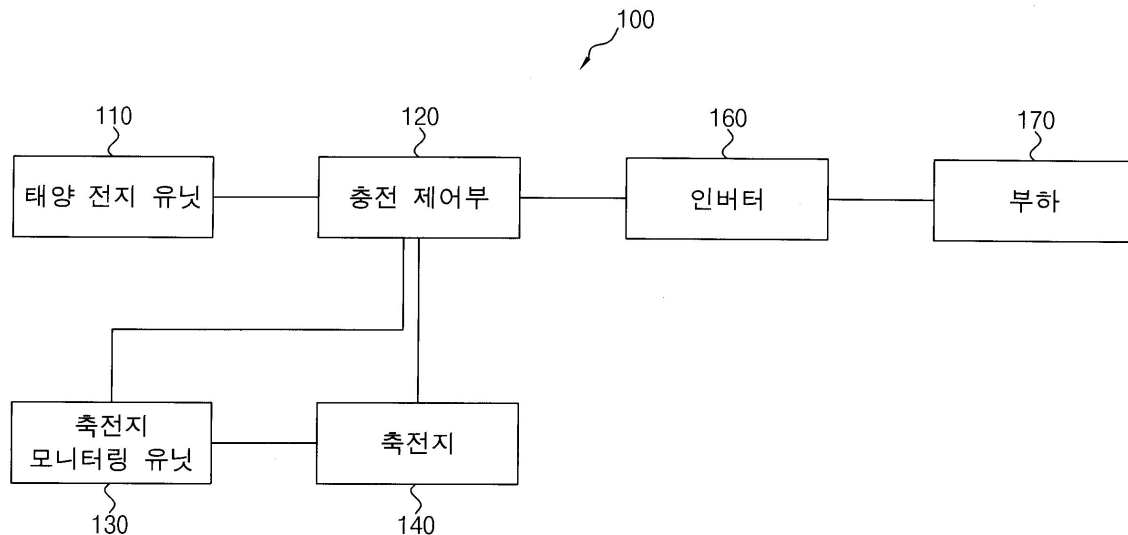
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **충전지 및 이를 포함하는 태양광 시스템**

(57) 요약

태양광 시스템은 태양광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양 전지 유닛, 전기 에너지를 저장하는 충전지, 충전지의 전압 크기, 전류 크기, 전해액의 양, 전해액의 비중, 온도, 및 용량 보유 상태 중 적어도 하나를 포함하는 충전지의 상태를 모니터링 하는 충전지 모니터링 유닛, 및 충전지의 상태에 기초하여 충전지의 충전 및 방전을 제어하는 충전 제어부를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H02S 40/38 (2015.01)

Y02E 10/56 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20164010201020

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 연구개발고급인력지원사업

연구과제명 건물 그린 리모델링을 위한 엔지니어링 및 시스템 고급트랙

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2018.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

태양광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양 전지 유닛;

상기 전기 에너지를 저장하는 축전지;

상기 축전지의 전압 크기, 전류 크기, 전해액의 양, 전해액의 비중, 온도, 및 용량 보유 상태 중 적어도 하나를 포함하는 상기 축전지의 상태를 모니터링 하는 축전지 모니터링 유닛; 및

상기 축전지의 상태에 기초하여 상기 축전지의 충전 및 방전을 제어하는 충전 제어부를 포함하는 태양광 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 충전 제어부는 상기 축전지를 충전하는 경우 상기 축전지의 잔존 용량, 전압 강하 속도 및 온도 상승 속도 중 적어도 하나에 기초하여 상기 축전지의 충전을 종료시키는 것을 특징으로 하는 태양광 시스템.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 충전 제어부는 상기 축전지의 상태에 따라 상기 축전지의 충전 속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 태양광 시스템.

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 태양 전지 유닛은 태양 전지 모듈 및 위치 추적 모듈을 포함하고,

상기 위치 추적 모듈은 상기 태양 전지 모듈이 태양과 법선 관계를 유지하도록 상기 태양 전지 모듈의 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는 태양광 시스템.

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 축전지는

전조;

상기 전조의 내부에 위치하고 Pb-Ca-Sn 그리드 합금을 포함하는 양극판 및 음극판;

상기 양극판과 상기 음극판을 분리하고, 미세 유리 섬유를 포함하는 격리판;

상기 전조의 내부에 충전되는 전해액;

상기 전조의 내부 압력을 측정하는 압력 센서; 및

상기 내부 압력이 기 지정된 압력에 도달하는 경우, 상기 전조의 내부 가스를 상기 전조의 외부로 배출하는 배기 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 시스템.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 격리판은 친수기를 갖는 폴리오레핀을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광 시스템.

청구항 7

전조;

상기 전조의 내부에 위치하고 Pb-Ca-Sn 그리드 합금을 포함하는 양극판 및 음극판;

상기 양극판과 상기 음극판을 분리하고, 미세 유리 섬유를 포함하는 격리판;

상기 전조의 내부에 충전되는 전해액;

상기 전조의 내부 압력을 측정하는 압력 센서; 및

상기 내부 압력이 기 지정된 압력에 도달하는 경우, 상기 전조의 내부 가스를 상기 전조의 외부로 배출하는 배기 장치를 포함하는 축전지.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 격리판은 친수기를 갖는 폴리오레핀을 포함하는 것을 특징으로 하는 축전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양광 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 축전지 및 상기 축전지를 포함하는 태양광 시스템에 관한 것이다. 한편, 본 발명은 '한국에너지기술평가원'의 '연구개발고급인력지원사업 (건물 그린 리모델링을 위한 엔지니어링 및 시스템 고급트랙)' 지원 하에 (주) 기람엔지니어링의 애로 기술을 해결하면서 도출된 태양광 시스템에 관한 발명이다.

배경 기술

[0002] 태양광 시스템의 축전지는 일조 시간에 태양 전지에 의해 전력을 충전하고, 태양 전지로부터의 출력이 없는 경우(예를 들어, 일몰 후) 또는 태양 전지의 출력이 부족한 경우(예를 들어, 우천 시), 충전된 전력을 방전하여 부하에 전력을 공급한다.

[0003] 이와 같이, 축전지는 태양광 시스템에서 필수적이며 중요한 역할을 하는 데, 이 경우 축전지는 태양광 발전 시스템이라는 특별한 용도에 사용되기 때문에 일반적인 용도와는 달리 매우 가혹한 사용 조건하에서 가동된다. 즉, 축전지의 충전량은 기후 변화에 따라 결정되므로 과충전 또는 부족충전이 빈번하게 발생하며, 특히 부족충전 상태에서 방전할 경우 과방전을 초래하게 된다. 이와 같은 불규칙적인 과충전, 부족충전, 과방전이 빈번하게 발생됨에 따라 축전지의 노화 즉, 용량 감소는 급격히 일어날 수 있다.

[0004] 이에 따라, 최적의 충전 상태를 유지하기 위한 충전기의 개량, 부조일을 감안한 축전지의 용량의 설계, 디젤 보조 발전기를 사용하여 일사량이 적은 경우 충전 전량 보충, 등 다양한 개선책이 연구되고 있다. 하지만, 이와 같은 방법은 불규칙적이며 가혹한 사용 조건에 의해 발생하는 문제에 대한 근본적인 해결책은 될 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 목적은 수명을 연장시키고 효율을 높일 수 있는 태양광 시스템을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 상기 태양광 시스템을 위한 축전지를 제공하는 것이다.

[0007] 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

[0008] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 시스템은 태양광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양 전지 유닛, 상기 전기 에너지를 저장하는 축전지, 상기 축전지의 전압 크기, 전류 크기, 전해액의 양, 전해액의 비중, 온도, 및 용량 보유 상태 중 적어도 하나를 포함하는 상기 축전지의 상태를 모니터링 하는 축전지 모니터링 유닛, 및 상기 축전지의 상태에 기초하여 상기 축전지의 충전 및 방전을 제어하는 충전 제어부를 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 의하면, 상기 충전 제어부는 상기 축전지를 충전하는 경우 상기 축전지의 잔존 용량, 전압 강하 속도 및 온도 상승 속도 중 적어도 하나에 기초하여 상기 축전지의 충전을 종료시킬 수 있다.

[0010] 일 실시예에 의하면, 상기 충전 제어부는 상기 축전지의 상태에 따라 상기 축전지의 충전 동작을 제어할 수 있

다.

- [0011] 일 실시예에 의하면, 상기 태양 전지 유닛은 태양 전지 모듈 및 위치 추적 모듈을 포함하고, 상기 위치 추적 모듈은 상기 태양 전지 모듈이 태양과 법선 관계를 유지하도록 상기 태양 전지 모듈의 위치를 조정할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 의하면, 상기 축전지는 전조, 상기 전조의 내부에 위치하고 Pb-Ca-Sn 그리드 합금을 포함하는 양극판 및 음극판, 상기 양극판과 상기 음극판을 분리하고, 미세 유리 섬유를 포함하는 격리판, 상기 전조의 내부에 충전되는 전해액, 상기 전조의 내부 압력을 측정하는 압력 센서, 및 상기 내부 압력이 기 지정된 압력에 도달하는 경우, 상기 전조의 내부 가스를 상기 전조의 외부로 배출하는 배기 장치를 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 의하면, 상기 격리판은 친수기를 갖는 폴리오레핀을 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위하여, 발명의 실시예들에 따른 축전지는 전조, 상기 전조의 내부에 위치하고 Pb-Ca-Sn 그리드 합금을 포함하는 양극판 및 음극판, 상기 양극판과 상기 음극판을 분리하고, 미세 유리 섬유를 포함하는 격리판, 상기 전조의 내부에 충전되는 전해액, 상기 전조의 내부 압력을 측정하는 압력 센서, 및 상기 내부 압력이 기 지정된 압력에 도달하는 경우, 상기 전조의 내부 가스를 상기 전조의 외부로 배출하는 배기 장치를 포함할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 의하면, 상기 격리판은 친수기를 갖는 폴리오레핀을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 시스템은 축전지의 상태를 모니터링하고, 축전지의 상태에 따라 축전지의 충전 및 방전을 제어함으로써 태양광 시스템의 효율을 높이고, 내구성을 높일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예들에 따른 축전지는 충전 효율을 높이기 위해 극판, 격리판, 및 전해액을 구성하고, 일시적인 이상 상황(예를 들어, 과충전 시)에서 축전지 내부의 압력에 기초하여 내부 가스를 외부로 자동으로 배출시킴으로써 수명을 연장할 수 있다.
- [0018] 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

- [0019] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 시스템을 나타내는 블록도 이다.
- 도 2 및 도 3은 도 1의 태양광 시스템에 포함된 축전지의 일 예를 나타내는 도면들이다.
- 도 4는 도 1의 태양광 시스템에서 발전되는 전류와 온도를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 날짜에 따른 일조량, 축전지의 충전말기 전압 및 방전말기 전압을 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 날짜에 따른 축전지의 온도를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 축전지의 용량 보존율의 예들을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 축전지의 충전 보존 특성 시험 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 축전지의 충전말기의 전압 및 온도를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 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.
- [0021] 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.
- [0022] 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.

[0023] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있거나 "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" 있거나 "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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 실시예들을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성 요소에 대해서는 동일하거나 유사한 참조 부호를 사용한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 태양광 시스템을 나타내는 블록도 이다.

[0028] 도 1을 참조하면, 태양광 시스템(100)은 태양 전지 유닛(110), 충전 제어부(120), 축전지 모니터링 유닛(130), 축전지(140), 인버터(160), 및 부하(170)를 포함할 수 있다.

[0029] 태양 전지 유닛(110)은 태양광 에너지를 전기 에너지로 변환할 수 있다. 일 실시예에서, 태양 전지 유닛(110)은 태양 전지 모듈 및 위치 추적 모듈을 포함할 수 있다. 태양 전지 모듈은 p형 반도체 및 n형 반도체를 포함하며, 입사된 태양광에 의해 반도체 내부에서 생성된 전자와 정공이 pn 접합부의 전기장에 의해 전기 에너지를 생성할 수 있다. 위치 추적 모듈은 태양 전지 모듈이 태양과 법선 관계를 유지하도록 태양 전지 모듈의 위치를 조정할 수 있다. 태양 전지 모듈이 고정된 프레임 상에 위치하는 경우, 설치가 매우 간단한 반면에 모듈이 태양광 법선 관계를 유지하는 시간이 짧아서 효율이 떨어질 수 있다. 따라서, 위치 추적 모듈은 내구력을 갖춘 기구, 변환하는 조건에 대응하여 태양의 위치를 인식하고 센서에서 소모되는 전력소모를 최소화시켜 태양을 추적할 수 있다. 이에 따라, 위치 추적 모듈은 태양 전지의 효율이 높아지도록 태양 전지 모듈이 태양과 법선 관계를 유지하는 시간이 길어지도록 태양의 움직임을 따라 태양 전지 모듈의 위치를 이동시킬 수 있다.

[0030] 충전 제어부(120)는 축전지(140)의 상태에 기초하여 축전지(140)의 충전 및 방전을 제어할 수 있다. 일 실시예에서, 충전 제어부(120)는 축전지(140)의 상태에 따라 축전지(140)의 충전 동작을 제어할 수 있다. 일 예에서, 충전 제어부(120)는 태양 전지 유닛(110)에서 생성된 전기에너지에 의해 축전지(140)로 흐르는 전류 크기가 기 지정된 한계 전류값(예를 들어, 0.05CA)보다 작은 경우, 충전 동작을 정지할 수 있다. 다른 예에서, 충전 제어부(120)는 축전지(140)의 온도가 기 지정된 한계 온도(예를 들어, 섭씨 45도)보다 높은 경우, 충전 동작을 정지할 수 있다.

[0031] 축전지 모니터링 유닛(130)는 축전지(140)의 전압 크기, 전류 크기, 전해액의 양, 전해액의 비중, 온도, 및 용량 보유 상태 중 적어도 하나를 포함하는 축전지(140)의 상태를 모니터링 할 수 있다. 예를 들어, 축전지 모니터링 유닛(130)는 축전지(140)의 내부 또는 외부에 부착된 온도 센서, 축전지(140)의 극판에 연결된 전압 측정기 및 전류 측정기, 축전지(140)의 내부에 전해액의 상태를 측정하는 전해액 상태 센서, 등을 포함할 수 있다.

[0032] 축전지(140)는 전기 에너지를 저장할 수 있다. 태양 전지 유닛(110)은 수광면에 입사하는 태양광의 세기에 따라 출력 및 전류치가 변동할 수 있다. 즉, 태양광이 입사되지 않는 야간에는 동작하지 않으며, 계절, 시각, 구름의 흐름 등의 요인에 의하여 불규칙하게 출력이 변화할 수 있다. 따라서, 부하(170)에 안전한 전력을 공급하기 위해 충/방전이 가능한 2차 전지(즉, 축전지(140))의 병용이 필요하다. 태양 전지가 발전한 전력을 2차 전지에 충전하고 이것을 부하(170)에 공급할 수 있다. 축전지(140)는 여러 가지 종류가 사용되고 있으나 연축전지가 사용

될 수 있다. 일 실시예에서, 축전지(140)는 전조, 전조의 내부에 위치하고 Pb-Ca-Sn 그리드 합금을 포함하는 양극판 및 음극판, 양극판과 음극판을 분리하고, 미세 유리 섬유를 포함하는 격리판, 전조의 내부에 충전되는 전해액, 전조의 내부 압력을 측정하는 압력 센서, 및 내부 압력이 기 지정된 압력에 도달하는 경우, 전조의 내부 가스를 전조의 외부로 배출하는 배기 장치를 포함할 수 있다. 축전지(140)의 구조에 대해서는 도 2 및 도 3을 참조하여 자세히 설명하기로 한다.

[0033] 축전지(140)에 저장된 전기 에너지는 인버터(160)에 의해 교류로 변환되고, 부하(170)에 전력을 공급할 수 있다.

[0034] 도 2 및 도 3은 도 1의 태양광 시스템에 포함된 축전지의 일 예를 나타내는 도면들이다.

[0035] 도 2 및 도 3을 참조하면, 태양광 시스템은 일반적인 용도와는 달리 매우 가혹한 사용 조건하에서 축전지를 구동하므로, 태양광 시스템에 사용되는 축전지는 다양한 조건이 요구된다. 태양광 시스템에 사용되는 축전지는 싸이클 수명, 자기방전 특성, 보수유지 및 점검, 경제성, 등이 요구된다. 예를 들어, 태양광 시스템에 사용되는 축전지는 경제성을 감안하여 약 10년의 싸이클 수명이 요구될 수 있다. 태양광 시스템에 사용되는 축전지는 낮은 자기방전 특성이 요구된다. 자기방전이란 축전지를 사용하지 않더라도 스스로 방전하여 용량이 감소되는 현상이다. 특히, 충전 부족한 경우 그 속도는 매우 빠르다. 태양 전지의 이용 효율에 역점을 두게 되면 자기방전을 고려하여 축전지의 용량도 커지게 되므로, 축전지의 자기 방전율이 월 약3% 이하가 요구된다. 다만, 태양 전지의 가격이 낮아지면서 상대적으로 축전지의 가격이 높아지므로 축전지의 사용 용량을 줄이기 위해 태양전지의 출력을 크게 해주는 시스템 설계가 많다. 이 경우 축전지의 자기방전 특성은 전자에 비해서 중요하지 않게 된다. 또한, 태양광발전 시스템이 설치되는 곳은 일반적으로 산간 벽지나 낙도 등의 오지에 설치되기 때문에 축전지의 보수 및 점검 특히, 전해액의 보충 간격을 길수록 좋다. 따라서 무보수의 축전지가 바람직하지만 아직까지 실용화 되지 않고 있으며 경제성을 감안한 보수 기간은 최소한 1년 이상이 요구된다. 특히 신뢰성이 요구되는 시스템에서는 축전지의 상태 즉, 전압, 전류, 전해액의 양, 전해액의 비중, 온도, 용량 보유 상태 등을 원격지에서 항상 감시할 수 있는 장치가 요구된다.

[0036] 태양광 시스템의 효율 향상을 위해 태양 전지 및 주변 장치의 효율 향상이 필요하다. 또한, 기존 연축 전지에 비하여 성능 및 수명 특성이 향상된 축전지가 요구되고 있다. 이에 축전지 저장 공간의 효율적인 이용뿐만 아니라 성능면에서 우수한 축전지가 절실히 요구되며, 기존의 축전지보다 소형화 및 경량화 되면서 우수한 성능을 나타내는 AGM타입의 VRLA전지를 개발 필요성으로 요구되었다. AGM VRLA (Absorbent Glass Mat-Valve Regulated Lead Acid) 전지는 3세대 연(鉛)축전지로, 전지 내부에서 발생하는 수소와 산소 가스를 외부로 방출하지 않고 다시 내부로 환원하여 전해액에 재결합시키는 특징을 갖는다. 예를 들어, AGM VRLA 타입의 축전지(140)는 T형 축전지로서 [표 1]와 같은 제원을 가질 수 있다.

[0037] [표 1]

Item		T type (Developed)	V type (Conventional)
Rated capacity		200 Ah/10hrs	200 Ah/10hrs
Nominal Voltage (V)		2 V	2 V
Expected Service Life	Cycle(DOD 100%)	3 ~ 5 years	3 ~ 5 years
	Floating charge	12 ~ 15 years	13 ~ 15 years
Dimensions	Total height	335 mm	392 mm
	Cell height	320 mm	355 mm
	Width	165 mm	206 mm
	Length	97 mm	103 mm
Weight (kg)		12.5 kg	20.5 kg
Energy density [10hrs]	Wh/ℓ	74.6 Wh/ℓ	48.1 Wh/ℓ
	Wh/kg	32 Wh/kg	19.5 Wh/kg

[0038]

[0039] 따라서, T형 축전지가 종래의 V형 축전지에 비하여 질량 에너지 밀도면에서 64% 향상되었으며, 체적 에너지 밀도면에서 55%의 향상되었다.

[0040] 일 실시예에서, 축전지(140)는 전조(141), 극판군(142), 단자들(143, 144, 145, 146), 전해액(미도시), 배기

장치(147), 및 압력 센서(148)를 포함할 수 있다.

- [0041] 전조(141)는 극판군(142), 배기 장치(147), 압력 센서(148), 등을 배치하기 위한 케이스 또는 프레임일 수 있다. VRLA 축전지에 있어서 dry-out에 의한 노화는 주요한 수명 종료 요인의 하나이며, 전조, 커버 재료의 내수증기 투과성능의 향상은 VRLA 축전지의 장수명화의 중요한 요소이다. 전조(141)는 내산성, 내충격 절연 성능이 우수하며 내열도가 우수한 특수 플라스틱 재료를 포함하고, 구조적인 안전성을 높이기 위해 T형 카바 형태를 가질 수 있다. 여기서, 특수 플라스틱 수지의 수분 투과는 기존 밀폐형 전지에 사용되는 ABS 플라스틱 수지에 비하여 약 1/4수준이며, 감액에 의한 특성의 영향을 줄일 수 있다. 또한, 시스템 구성 시 극성 식별을 용이하게 하기 위해 커버 상단에 극성 표시 및 단자 봉구에 (+), (-) 색상 구분이 될 수 있다.
- [0042] 극판군(142)은 양극판(142-1), 음극판(142-3), 및 격리판(142-2)을 포함할 수 있다. 양극판(142-1) 및 음극판(142-3)은 전조(141)의 내부에 위치하고 Pb-Ca-Sn 그리드 합금을 포함할 수 있다. 구체적으로, 양극판(142-1) 및 음극판(142-3)은 장수명 사용에 견딜 수 있는 크기, 조성 등을 고려한 특수 공법을 적용한 페이스트식 극판일 수 있다. 그리드는 고압축 압연하여 격자를 구성하며, 격자 합금에는 자기 방전성, 내식성 등을 고려하여 Pb-Ca-Sn계 합금을 적용할 수 있다. Pb-Ca계 합금에서 주조로 성형된 (+) 격자의 경우, 격자가 늘어나는 문제가 있지만, T형 축전지의 Pb-Ca-Sn계 합금의 격자는 수명 말기에 격자의 부식 성장을 최소화시킬 수 있다. 이것은 주조품이 입자 계면을 따라 부식되는 것에 반해 T형 기관 부식을 표면층을 이루는 형태로 내부식성에 강한 공법이 적용될 수 있다. 또한, 페이스트식 극판 사용으로 크래드식 극판 대비 반응 단면적을 향상하여 고율 방전에 유리하도록 설계될 수 있다. 양극판(142-1) 및 음극판(142-3)은 연-칼슘 기관에 특수한 첨가제를 넣어 배합한 활물질을 도장하여 형성될 수 있다. 이들 극판들은 연 합금으로 된 연부속에 용접 접속될 수 있다.
- [0043] 격리판(142-2)은 양극판(142-1)과 음극판(142-3)을 분리하고, 미세 유리 섬유를 포함할 수 있다. 구체적으로, 격리판(142-2)은 미세 유리 섬유를 포함하며 매트 상태로 형성될 수 있다. 이에 따라, 격리판(142-2)은 높은 이온 전도성, 내산성, 내열성, 및 다공성이 우수할 수 있다. 격리판(142-2) 크기는 필요한 전해액량 전체를 흡수 가능하며 유동액이 없어 축전지를 눕혀도 누액이 되지 않는 구조를 가질 수 있다. 또한, 격리판(142-2)은 내부 단락 방지, 전해액과 활물질의 반응을 촉진, 높은 긴압(축전지 내부의 압력)을 가할 수 있도록 설계될 수 있으며, 활물질의 연화 탈락 방지 및 감액에 의한 내부 저항의 증가를 제어하여 설계될 수 있다. 일 실시예에서, 격리판(142-2)은 친수기를 갖는 폴리오레핀을 포함할 수 있다.
- [0044] 전조(141) 위로 돌출되도록 설계된 동인서트와 연합금을 포함하는 단자들은 전지의 연결 또는 전류의 출입구 역할을 하도록 되어 있으며, 순간적인 과전류에도 견디며 설치가 편리하도록 설계될 수 있다. 일 실시예에서 단자들은 양극 연결 단자(143), 양극 단자(144), 음극 연결 단자(145), 및 음극 단자(146)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 양극 단자(144)는 양극 연결 단자(143)를 통해 양극판(142-1)과 연결될 수 있다. 또한, 음극 단자(146)는 음극 연결 단자(145)를 통해 음극판(142-3)과 연결될 수 있다.
- [0045] 전해액(미도시)은 전조(141)의 내부에 충전될 수 있다. 전해액은 격리판(142-2)에 함침되어 있으며, 축전지 성능에 해로운 철, 비소 등 불순물이 들어가지 않게 정제, 희석하여 만들어진 세미겔 전해액을 사용하여 산성충화를 억제할 수 있다.
- [0046] 배기 장치(147)는 축전지(140)의 내부 압력이 기 지정된 압력에 도달하는 경우, 전조의 내부 가스를 전조의 외부로 배출할 수 있다. 예를 들어, 배기 장치(147)는 일시적인 이상 상황(e.g., 과충전 시)이 발생 하거나, 축전지 내부 압력이 일정 압력에 도달하면 가스를 자동으로 배출할 수 있다. 배기 장치(147)은 고무 재질로 된 안전 밸브가 전조(141)의 가스 배기구 위에 장착되고 외부의 화염으로 인한 전지 내부 유폭 방지를 위해 특수 필터가 장착될 수 있다.
- [0047] 압력 센서(148)는 전조(141)의 내부 압력을 측정할 수 있다. 예를 들어, 압력 센서(148)는 내부 압력을 수치화하여 제어 장치로 제공하거나 내부 압력을 물리적 동작으로 변환하여 배기 장치(147)로 제공할 수 있다.
- [0048] 축전지(140)는 정격 용량 확인을 위해 IEC 기준에 따라 연축전지는 10시간을 전류, 니켈 수소 전지는 5시간을 전류를 이용하여 수행할 수 있다. 연축전지에 대한 120시간을 또는 니켈 수소에 대한 120시간을 이용한 용량 시험에서 방전은 수행하고 충전은 제조사에서 제시하는 기준에 준하여 수행할 수 있다. 축전지(140)를 개로 상태에서 온도 (20±2)℃로 90일 동안 유지해야 하며, 이 때 최대 전해질 온도는 15 ~ 30℃ 사이에 있어야 한다. 개로 상태에서 90일을 보관한 후 축전지(140)는 용량 시험을 실시할 수 있으며, 충전 보존율이 측정될 수 있다.
- [0049] 축전지 시험 항목별 판정 기준은 [표 2]와 같다.

[0050] [표 2]

시험항목	판정기준
용량 시험	시험횟수 1회째에 정격용량 95% 이상, 시험횟수 5회 이내에 정격용량 100% 이상
충전보존 시험	용량 보존율은 80% 이상
저온방전 시험	2시간30분
사이클 내구성 시험	제조사가 제시한 자료로 대체
사이클 내구성 시험 (극한조건)	○연축전지 - 일반형 : 450사이클(A+B단계 3회) 이상 - 소형(가로등 등) : 150사이클(A+B단계 1회) 이상 ○니켈-카드뮴(니켈-수소) 전지 - 450사이클(A+B단계 3회) 이상(단, 용량 90% 이상)

[0051]

[0052] 도 4는 도 1의 태양광 시스템에서 발전되는 전류와 온도를 나타내는 그래프이다. 도 5는 날짜에 따른 일조량, 축전지의 충전말기 전압, 및 방전말기 전압을 나타내는 그래프이다. 도 6은 날짜에 따른 축전지의 온도를 나타내는 그래프이다.

[0053] 도 4 내지 도 6을 참조하면, Ni-MH전지를 태양광 시스템에서 사용하기 위해서 최적의 충전 조건을 설정할 필요가 있다.

[0054] 구체적으로, 밀폐형 Ni-MH전지를 태양광 시스템 전력 저장용으로 사용하기 위해 태양광 발전 패턴에 따른 발전 전류량을 기초로 한 최적 충전 조건 수립이 필요하다. 규모가 상대적으로 작은 태양광 시스템은 발전 전력이 적기 때문에 저율 충전으로 축전지를 충전하여야 한다. 일반적으로, Ni-MH전지는 저율 충전효율이 낮기 때문에 소형 독립형 태양광 시스템으로 부적합할 수 있다. 즉, Ni-MH전지는 최소 0.05CA 이상 정전류 충전을 해야 하고 특히 고온 저율 충전 시 충전 효율 저하로 전지 노화를 가속시킬 수 있다. 따라서, Ni-MH전지는 저율 충전하는 경우 충전 효율이 낮으므로, 이를 해결하기 위해 새로운 충전 제어 방식이 필요하며, 고온 저율 조건 하에서 낮은 충전효율을 극복할 수 있다.

[0055] 도 4에 도시된 바와 같이, 조건 설정에 필요한 발전 전류값을 얻기 위해 소형 독립형 태양광 시스템에 의해 발전된 실제 전류와 축전지 보관함 온도를 측정하였다. 일일 최대 발전전류는 약 12A이고 일일 최대 발전전류 평균값은 7.76A로 분석된다. 일일 평균 발생 전류값은 일조 조건에 따라 1~5A의 발전전류에서 주로 충전이 이루어졌다. 축전지 보관함의 연중 최고 온도는 43℃를 기록하였다.

[0056] 도 5에 도시된 바와 같이, 저전류 저율 충전과 고온 환경을 반영하여 전지 특성에 관한 연구를 진행하였다. 3월부터 10월까지의 실증평가 기간 중 전지 충전말기 전압과 방전말기 전압을 운영일별로 기록하였으며, 기상청으로부터 수신한 일조량도 같이 표시하였다. 5월까지 Ni-MH전지충전말기 전압은 28V이상까지 상승하나 그 이후에는 27V부근에서 충전말기 전압이 제어되고 10월 이후에는 다시 전압이 점차 상승함을 확인할 수 있다. 이는, 축전지의 충전 제어 방법이 온도 및 충전 전류에 따라 충전말기 전압을 제어하도록 설계되고, 도 6과 같이, 시험기간 중 기상청에서 측정된 기상 온도(KMA)에 따라 축전지의 온도가 5월말까지 35℃부근까지 상승하였다가 6월 말부터는 최대온도가 40℃이상 높아졌기 때문이다.

[0057] 도 7은 도 2의 축전지의 용량 보존율의 예들을 나타내는 그래프이다.

[0058] 도 7을 참조하면, 충전 보존특성 시험은 방치 전 만충전 후 20℃에서 외부 부하가 연결되지 않은 개방회로 상태로 3개월간 방치 후 신재생에너지 설비심사기준으로 3가지 샘플을 이용하여 방전용량을 조사하였다. 3개월 방치에 따른 용량보존율은 평균 약 85.3%로서 정격용량 대비 약 14.7%가 감소하였다. 이 결과는 월 평균 약 4.9%로 매우 우수한 성능이며 신재생에너지 설비 심사기준인 80%에 충분히 만족한 결과로서 카드뮴(Cd)대신 아연(Zn)으로 공침된 양극 활물질을 사용 하고 양극 슬러리에 Y₂O₃를 첨가하여 양극의 산소 과전압을 높인 결과로 해석된다. 자기방전의 발생된 산소에 의해 충전된 양극이 환원되기 때문에 일어나는 현상으로 산소 과전압의 제어가 중요하다. 산소 과전압에 의한 자기방전은 메카니즘은 [반응식 1](양극) 및 [반응식 2](음극)과 같다.

[0059] [반응식 1]

- [0060] $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$
- [0061] $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$
- [0062] [반응식 2]
- [0063] $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$
- [0064] $\text{MH}^+\text{OH}^- \rightarrow \text{M} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-$
- [0065] 도 8은 축전지의 충전 보존 특성 시험 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0066] 도 8을 참조하면, 친수기를 부여한 폴리올레핀계 격리막의 사용이 NH_3 에 의한 자기방전을 억제한 것으로 분석된다. 폴리아미드계 격리막의 분해로 생성되는 NH_3 와 같은 불순물 이온이 양극과 음극에서 산화와 환원이 되풀이되는 자기 방전 메카니즘은 [반응식 3](양극) 및 [반응식 4](음극)과 같다.
- [0067] [반응식 3]
- [0068] $\text{NH}_3 + 6\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- \rightarrow 6\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NO}_2^-$
- [0069] $\text{NO}_2^- + 2\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NO}_3^-$
- [0070] [반응식 4]
- [0071] $\text{NO}_3^- + \text{MHx} \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{MHx}^{-2} + \text{H}_2\text{O}$
- [0072] $\text{NO}_2^- + \text{MHx} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{MHx}^{-6} + \text{H}_2\text{O}$
- [0073] 도 8에서, 충전 보존 특성 시험이 진행되는 3개월 동안 매일 정해진 시간에 3cell 시료의 OCV(Open Circuit Voltage)를 측정한 결과를 보면 OCV의 변화는 방치 초기에 전지의 평형전압인 1.34V까지 매우 빠르게 나타난 후 점차 느려진다.
- [0074] 사용한 음극용 수소저장합금의 수소화 반응에 대한 평탄압력(PH₂eq)은 상온(25℃)에서 약 0.01~1기압이므로 Ni-MH전지의 평형전압영역인 1.25~1.3V의 범위까지 급속히 강하하는 것으로 분석된다. Ni-MH전지의 평형 전위를 $G = -n \cdot F \cdot E$ (J) (여기서, n은 한 개의 리튬 이온과 산화환원반응에 참여하는 전자의 개수, F는 Faraday 상수, E는 전지의 작동 전압을 나타내는데 양극과 음극의 전위 차이)로부터 도출하면, $E = 1.31782 + 0.029561\log\text{PH}_{2\text{eq}}$ (V)이다.
- [0075] 전지 특성 평가는 JEIO사의 항온챔버(Constant temperature chamber)와 Arbin사의 충/방전기를 사용하였다. 기본 성능 평가와 충전 제어 알고리즘 연구는 100Ah급 전지를 이용하고 실증 연구는 신뢰성을 높이기 위해 80Ah급 전지와 100Ah전지를 이용하여 진행하였다. 독립형 태양광 시스템에서 발전이 안될(부조일)경우 전지에 보존된 전력을 사용해야 하므로 전지의 충전보존 특성은 중요한 성능 중 하나이다. KS 8544 규격과 IEC 61427 규격에 기준하여 전지를 110% 충전한 후 개로 상태에서 90일간 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 유지 보존한 후 방전용량을 측정하고 [수학식 1] 및 [수학식 2]을 이용하여 충전보존율을 계산하였다. 또한 보존 중에 매일 일정시간 OCV(Open circuit voltage)를 체크하여 전압변화를 분석하였다.
- [0076] [수학식 1]
- [0077]
$$C_R = \frac{C_a}{C_a'} \times 100\%$$
- [0078] 여기서, C_R 는 용량 보존율(%), C_a' 는 보존 후 20℃로 환산한 용량(Ah), C_a 는 보존 전 20℃로 환산한 용량(Ah)을 나타낸다.

[0079] [수학식 2]

$$SOC = SOC_i - \int_0^t I dt$$

[0080]

[0081] 여기서, SOC는 충전 후 잔존용량, SOC_i는 충전초기 잔존용량, I는 충전전류를 나타낸다.

[0082] 개로전압과 내부저항 성분은 잔존용량의 함수로 표현되고, 충전전류를 I라고 할 때 단자전압은 [수학식 3] 및 [수학식 4]로 나타낼 수 있으며, 전지 특성을 개로전압, 내부저항, 가변저항 및 잔존용량 성분으로 나타낼 수 있다. 전지는 충전하면 잔존용량 증가와 함께 전압이 상승하고 방전 시에는 반대로 전압이 감소하는 특성을 갖는다.

[0083] [수학식 3]

$$V_b = V_{op} + IR$$

[0085] [수학식 4]

$$V_b = V_{op} + IR_i + F(SOC)$$

[0087] 여기서, V_b는 배터리 단자 전압, F(SOC)는 SOC함수를 나타낸다.

[0088] 도 9는 축전지의 충전말기의 전압 및 온도를 나타내는 그래프이다.

[0089] 도 9를 참조하면, Ni-MH전지의 충전 제어 방법에서, 밀폐형 Ni-MH전지는 충전말기에는 적은 충전량에도 과충전에 민감하고 전지의 전압변화 및 온도 변화가 민감하여 쉽게 검출할 수가 있기 때문에 이를 이용해 충전 제어를 할 수 있다. 충전 속도 및 과충전은 전지의 내부 압력 상승을 일으키는 원인이 될 수 있으며, 이는 수명에 영향을 주므로 충전말기의 정밀 제어가 중요하다.

[0090] 충전 속도가 과충전 시 발생하는 산소 가스의 재결합 속도보다 빠르게 되면 산소소비반응을 하지 못하므로 전지 내부압력과 온도는 상승하게 되어 전지 사이클 수명에 치명적인 영향을 줄 수 있다. 따라서, 이를 억제하기 위한 과충전 제어 방법중 하나가 -ΔV점(전압강하) 검출이다. 충전 시 Ni-MH전지의 온도는 서서히 상승하다가 SOC 75~80정도에 도달하면 온도가 급속히 상승하고 충전말기에 전압이 낮아지는 시점을 보인다. 이는 전지 내부온도 상승으로 인한 내부 임피던스의 감소로 충전전류가 일정하기 때문에 나타나는 전압강하 현상으로 이 때를 검출하여 충전을 종료한다.

[0091] 충전 효율은 온도에도 의존한다. 온도가 높게 되면 양극에서 산소발생량이 증가하기 때문에 충전효율은 감소하고 낮은 온도에서는 산소 재결합 반응도 늦어져 전지의 내부압력이 상승할 가능성이 있다. 충전 제어 방법은 시간제어 충전, 전압강하(-ΔV), 전압 plateau(ΔV), 온도 cut off(T 또는 TCO), 온도증분 cut off(ΔT), 그리고 온도상승 속도(ΔT/Δt), 등에 기초하여 제어될 수 있다. 예를 들어, 기 지정된 임계 시간, 임계 전압강하, 임계 전압 임계 plateau, 온도, 임계 온도증분, 및 임계 온도상승 속도 중 적어도 하나를 기준으로 충전 동작이 정지될 수 있다.

[0092] 전압강하 제어방식은 니켈카드뮴전지에서 사용될 수 있지만, Ni-MH전지는 전압 최고점이 불명확하고 높은 온도와 낮은 전류에서 전압강하(-ΔV)가 나타나지 않기 때문에 충전시간에 따른 전지온도의 변화를 측정하여 온도변화속도가 설정 값에 도달하면 종료하는 (ΔT/Δt) 온도 상승률 제어방식이 적용될 수 있다.

[0093] 또한, 충전 방식에도 저율 충전, Quick 충전, 급속 충전, Trickle 충전, Step 충전 등 다양한 충전 방식을 제공할 수 있다. 따라서, 전지 사용 환경과 시스템 종류에 적합한 충전 제어와 충전방법을 고려할 필요가 있다.

[0094] 이상, 본 발명의 실시예들에 따른 축전지 및 축전지를 포함하는 태양광 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 축전지가 밀폐형 Ni-MH 전지인 것으로 설명하였으나, 축전지의 종류는 이에 한정되는 것이 아니다.

산업상 이용가능성

[0095] 본 발명은 축전지를 구비한 태양광 시스템에 다양하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 건축물 그린 리모델링을 위한 태양광 시스템, 등에 적용될 수 있다.

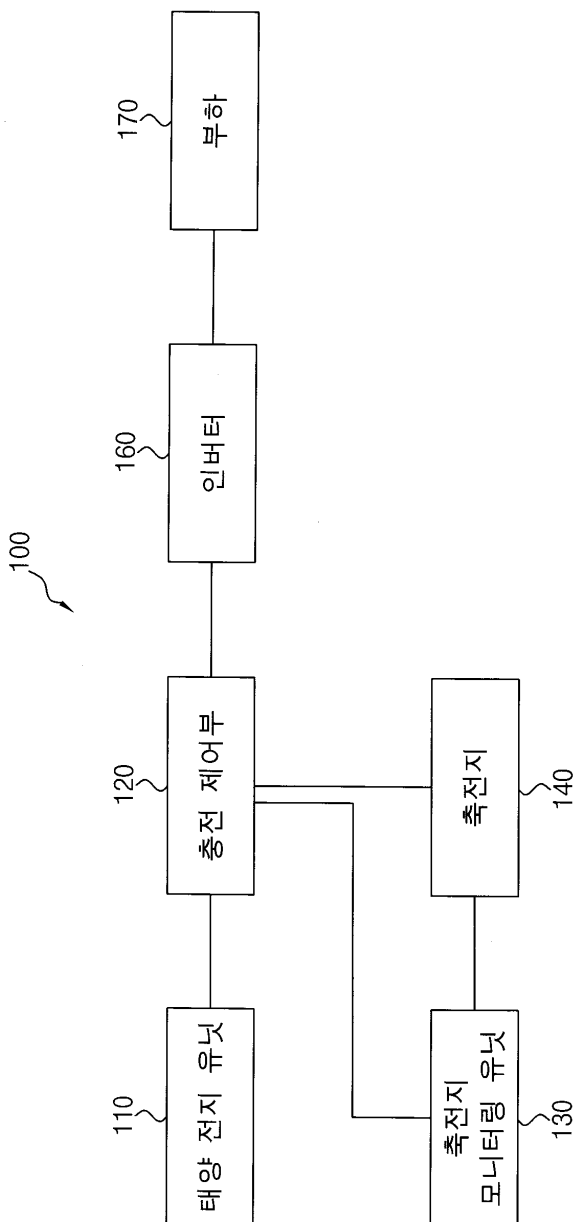
[0096] 상기에서는 본 발명의 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

부호의 설명

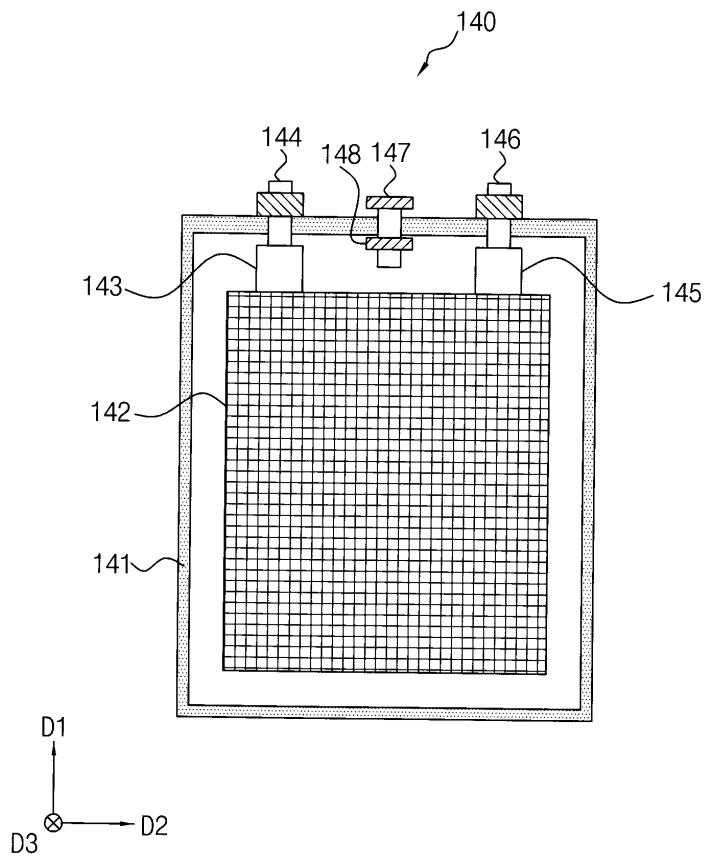
[0097] 100: 태양광 시스템 110: 태양 전지 유닛
120: 충전 제어부 130: 축전지 모니터링 유닛
140: 축전지 160: 인버터
170: 부하

도면

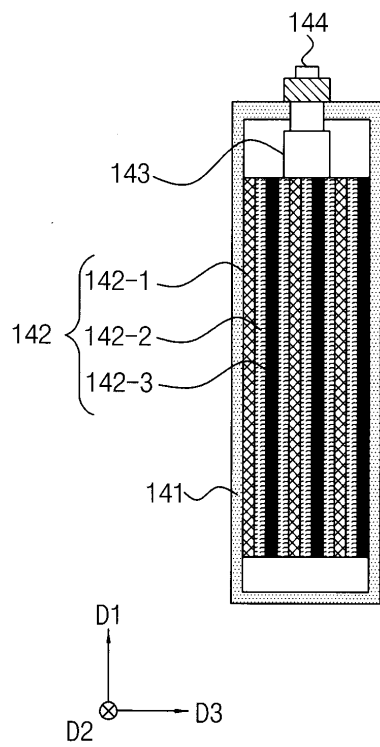
도면1



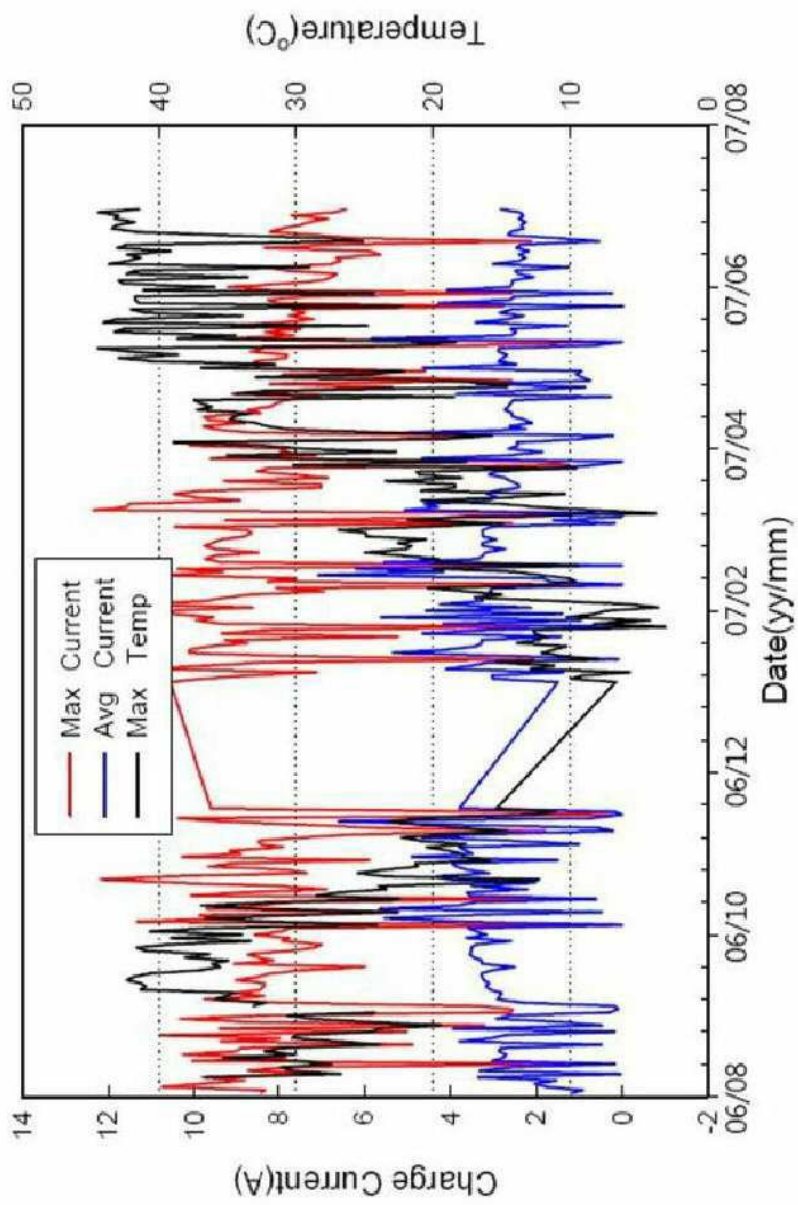
도면2



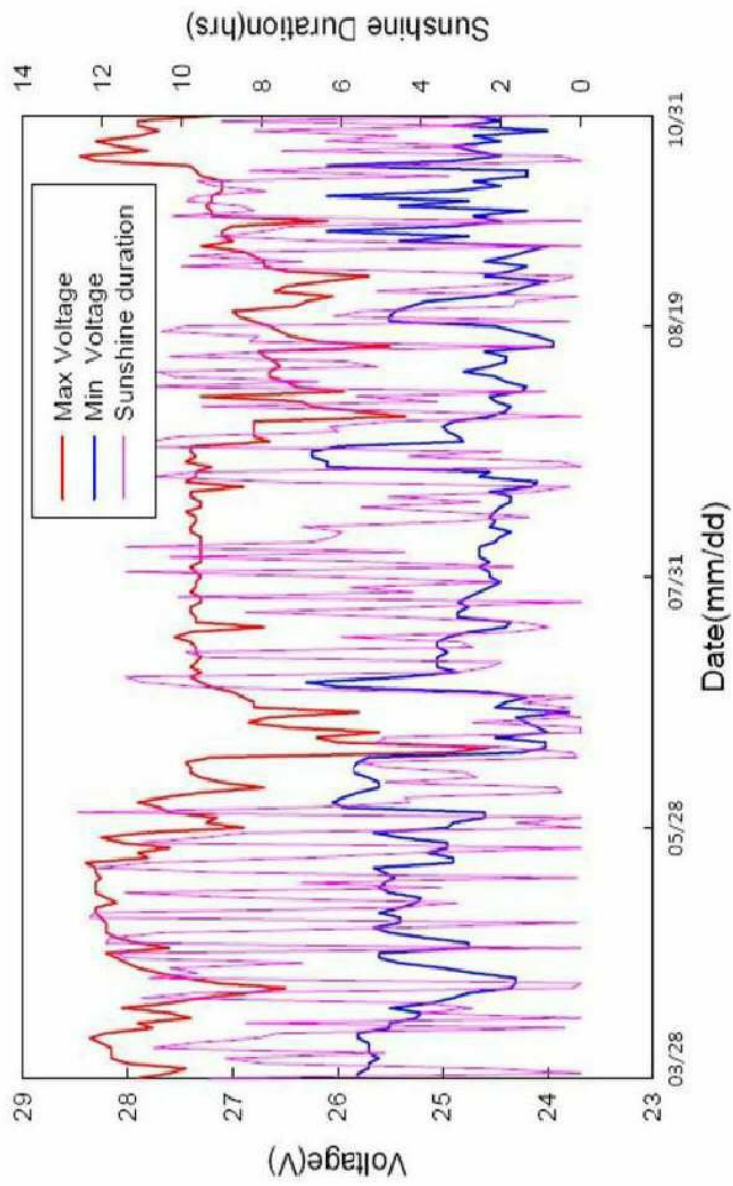
도면3



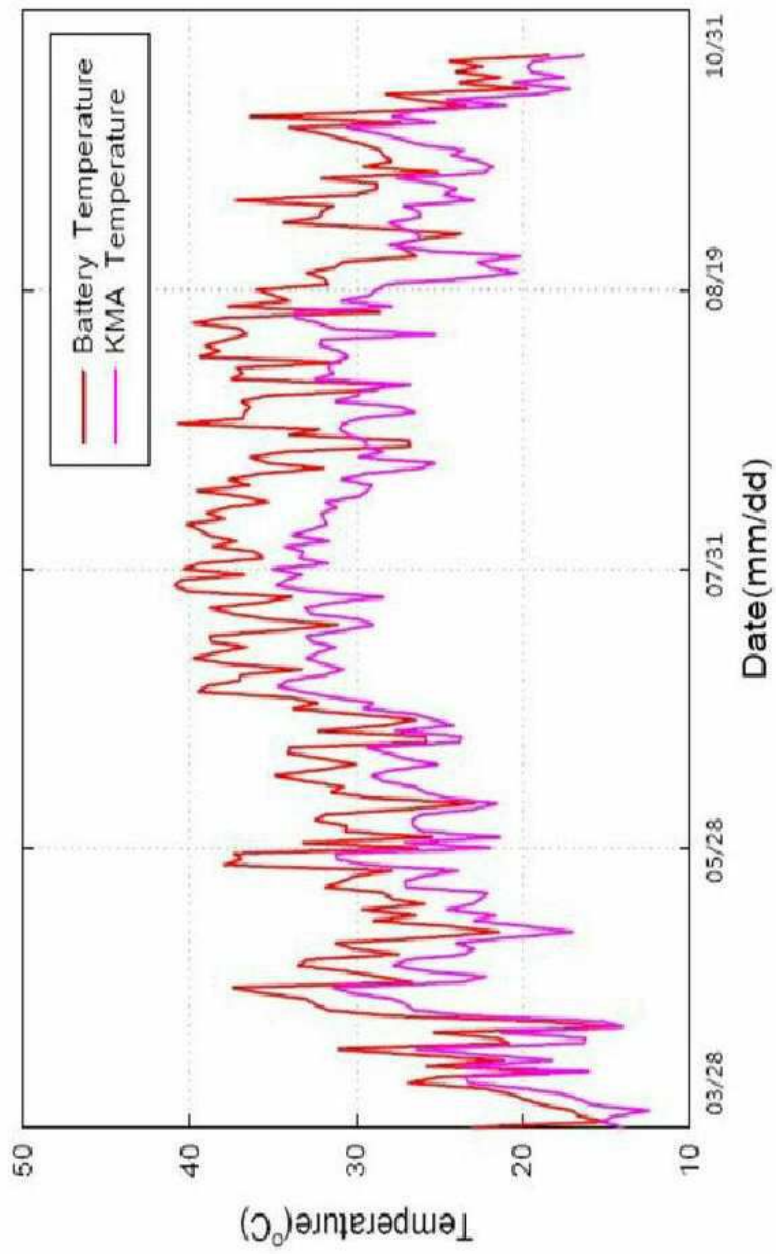
도면4



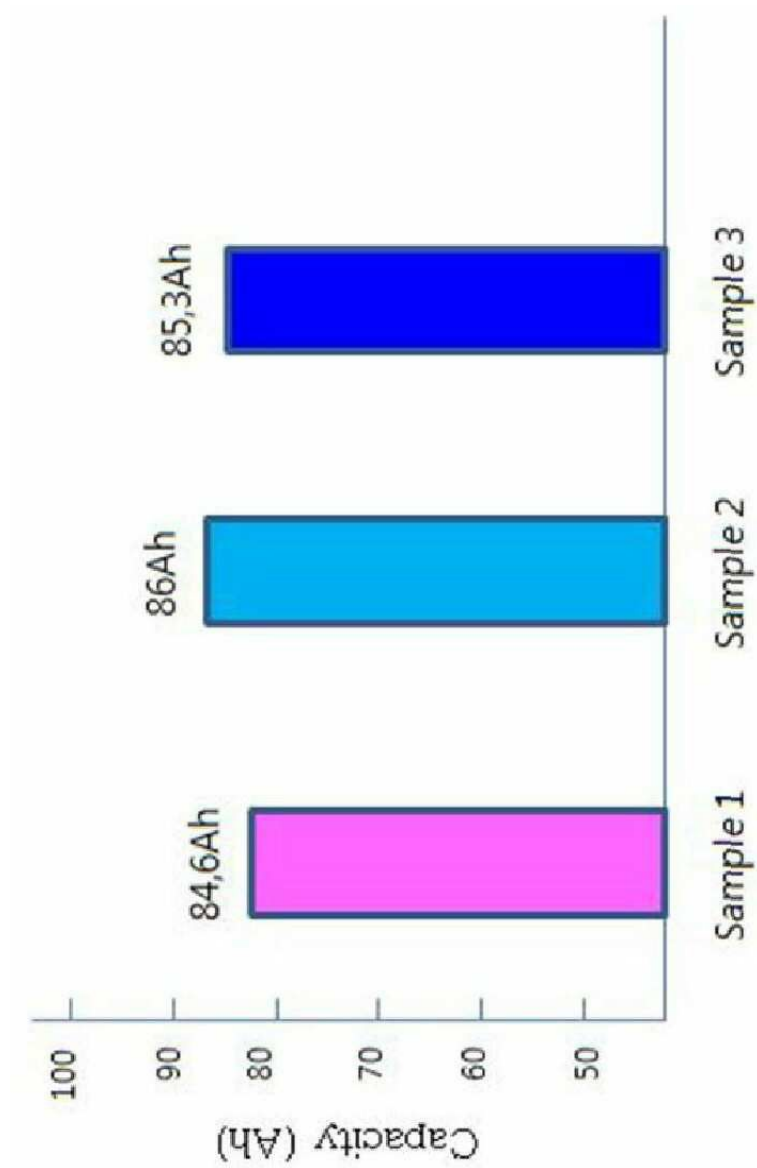
도면5



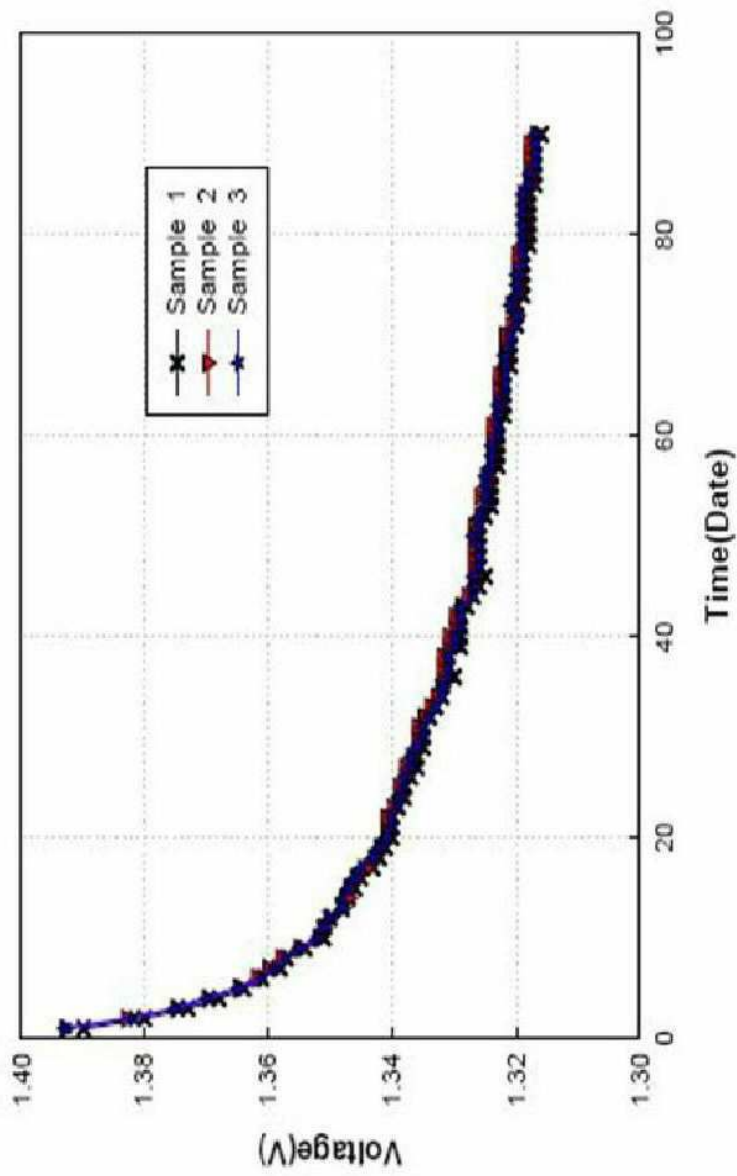
도면6



도면7



도면8



도면9

