



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년01월16일  
(11) 등록번호 10-1939493  
(24) 등록일자 2019년01월10일

- |   |   |
|---|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/0216 (2014.01)<br>H01L 31/0445 (2014.01) H01L 31/048 (2014.01)<br>(52) CPC특허분류<br>H01L 31/18 (2013.01)<br>H01L 31/02167 (2013.01)<br>(21) 출원번호 10-2017-0117338<br>(22) 출원일자 2017년09월13일<br>심사청구일자 2017년09월13일<br>(56) 선행기술조사문헌<br>JP2017136516 A*<br>KR1020150120376 A*<br>KR1020160116851 A*<br>*는 심사관에 의하여 인용된 문헌 | (73) 특허권자<br>고려대학교 산학협력단<br>서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)<br>(72) 발명자<br>김동환<br>서울특별시 서초구 서초대로48길 73<br>박세진<br>서울특별시 성북구 화랑로11길 23-6, 302<br>(뒷면에 계속)<br>(74) 대리인<br>특허법인 누리 |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 9 항

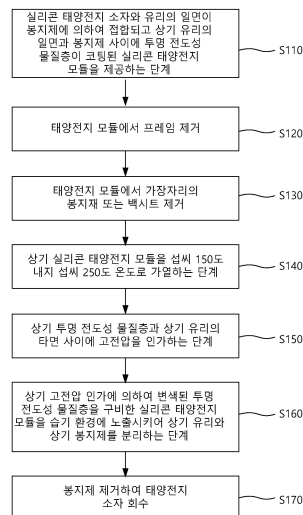
심사관 : 안지현

(54) 발명의 명칭 **재활용을 위한 태양전지 모듈의 해체 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양 전지 모듈의 해체 방법은, 실리콘 태양전지 소자와 유리의 일면이 봉지체에 의하여 접합되고 상기 유리의 일면과 봉지체 사이에 투명 전도성 물질층이 코팅된 실리콘 태양전지 모듈을 제공하는 단계; 상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 고전압을 인가하는 단계; 및 상기 고전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층을 구비한 실리콘 태양전지 모듈을 습기 환경에 노출시키어 상기 유리와 상기 봉지체를 분리하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*H01L 31/0445* (2015.01)

*H01L 31/048* (2013.01)

(72) 발명자

**이해석**

경기도 용인시 기흥구 동백5로 39, 3001-103

**강윤목**

서울특별시 성북구 보문사길 6-16, 103-505

**박효민**

서울특별시 동대문구 고산자로 534, 101-1201

**배수현**

서울특별시 성북구 안암로9가길 54, 302

**고종원**

서울특별시 성동구 사근동8나길 6, 지105호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G031712013

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 면적 100cm<sup>2</sup>급 초고효율 (>26%) 실리콘 웨이퍼 기반 태양전지 기술개발

기여율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2017.02.01 ~ 2017.11.30

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

실리콘 태양전지 소자와 유리의 일면이 봉지체에 의하여 접합되고 상기 유리의 일면과 봉지체 사이에 투명 전도성 물질층이 코팅된 실리콘 태양전지 모듈을 제공하는 단계;

상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 직류전압을 인가하는 단계; 및

상기 직류 전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층을 구비한 실리콘 태양전지 모듈을 습기 환경에 노출 시키어 상기 유리와 상기 봉지체를 분리하는 단계를 포함하고,

상기 직류전압을 인가한 상태에서 상기 실리콘 태양전지 모듈을 섭씨 150도 내지 섭씨 250도 온도로 가열하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 태양 전지 모듈의 해체 방법.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 습기 환경은 상대습도 50 퍼센트 내지 100 퍼센트인 것을 특징으로 하는 실리콘 태양 전지 모듈의 해체 방법.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 투명 전도성 물질층은 음의 전압이 인가되고, 상기 유리의 타면은 양의 전압이 인가되고,

상기 직류 전압은 100 V 내지 1000 V인 것을 특징으로 하는 실리콘 태양 전지 모듈의 해체 방법.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 직류 전압을 인가하기 전에 상기 실리콘 태양전지 모듈은 실리콘 태양전지 모듈에서 가장자리의 봉지재 및 백시트를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 태양 전지 모듈의 해체 방법.

#### 청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 유리가 분리된 실리콘 태양전지 모듈에서 상기 봉지체를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 태양 전지 모듈의 해체 방법.

#### 청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 직류 전압을 인가하는 단계는, 상기 유리의 타면과 상기 투명 전도성 물질층에 직접적으로 전압을 인가하거나 상기 유리의 타면과 상기 실리콘 태양전지 소자에 직접적으로 전압을 인가하는 것을 특징으로 하는 실리콘 태양 전지 모듈의 해체 방법.

#### 청구항 8

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

유리 기판 상에 차례로 적층된 투명 전도성 물질층 및 반도체층을 포함하는 박막형 태양전지 모듈의 해체 방법에 있어서,

상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리 기판의 노출된 타면 사이에 직류 전압을 인가하는 단계;

상기 직류 전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층을 구비한 박막형 태양전지 모듈을 습기 환경에 노출 시키어 상기 유리 기판과 상기 반도체층을 분리하는 단계; 및

상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리 기판의 타면 사이에 상기 직류 전압을 인가하면서 상기 박막형 태양전지 모듈을 섭씨 150도 내지 섭씨 250도 온도로 가열하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양 전지 모듈의 해체 방법.

**청구항 11**

제10 항에 있어서,

상기 습기 환경은 상대습도 50 퍼센트 내지 100 퍼센트인 것을 특징으로 하는 박막형 태양 전지 모듈의 해체 방법.

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

제10 항에 있어서,

상기 투명 전도성 물질층은 음의 전압이 인가되고, 상기 유리 기판의 타면은 양의 전압이 인가되고,

상기 직류 전압은 100 V 내지 1000 V인 것을 특징으로 하는 박막형 태양 전지 모듈의 해체 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 태양전지 모듈의 재활용을 위한 새로운 구조 및 그 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 태양전지 모듈의 제조 과정에서 유리와 봉지재 사이에 투명 전도성층을 형성하고, 이 모듈의 수명이 다한 뒤 투명 전도성층을 이용하여 모듈 재활용을 용이하게 만드는 기술이다.

**배경 기술**

- [0002] 태양광은 대기오염, 소음 진동 등의 공해가 없는 청정한 에너지원이며 고갈될 우려가 없는 무한한 자원이다.
- [0003] 태양전지는 태양광 발전의 핵심 소자로, 빛 에너지를 전기에너지로 바꾸어 전기를 생산한다. 통상적으로 p형 반도체와 n형 반도체로 구성되어 있다. 태양전지에 빛이 조사되면 광전효과에 의해 반도체 내에 전자 정공이 발생하고, p형 반도체와 n형 반도체 사이에서 발생한 전위차에 의해 전자 정공이 이동하고 부하 연결 시 전류가 흐르게 된다.
- [0004] 태양전지의 최소단위를 셀이라 부르며, 여러 셀을 연결하고 유리와 프레임으로 보호한 것을 모듈이라 부르며, 모듈은 필요한 전력을 얻을 수 있는 최소 단위이다. 또한, 여러 개의 모듈을 직렬 및 병렬로 연결하여 조립한 패널을 어레이라고 부른다.
- [0005] 상용 실리콘 태양전지 모듈의 구조는 유리, 봉지재, 태양전지, 봉지재, 백시트의 순서로 적층되어

구성되어있다.

- [0006] 현재 태양광 발전에 사용되는 태양전지는 실리콘 태양전지가 전세계 시장의 약 90%를 차지하고 있으며, 그 외에 무기물 태양전지 및 유기물 태양전지가 있다.
- [0007] 태양광 발전 시장은 매해 꾸준히 증가하는 추세이다. 하지만, 태양광 발전으로 누적설치용량이 증가하는 만큼 폐기 또는 재활용 되어야 하는 태양광 모듈도 함께 증가하고 있다. 실리콘 태양전지 모듈의 평균 수명은 최장 30년이나, 모듈의 전기적 결함, 파손, 또는 자연재해 등의 여러 가지 이유로 최대 수명이 다하기 전에 폐기되는 모듈이 많아, 평균수명은 대략 15~20년으로 예상된다. 국내의 경우 2004~2005년 태양광 보급이 빠르게 증가했기 때문에 2020년을 전후로 태양광 폐모듈의 양이 급격히 증가할 전망이며, 따라서 태양전지 모듈 재활용에 대한 기술 개발은 중요하다.
- [0008] 또한, 태양전지용 기관시장은 급격한 모듈 생산 증가로 실리콘 공급이 한계에 도달하고 있고, 실리콘 원료공급의 악화로 기관의 가격 상승이 예상되는 실정이다. 특히 태양전지의 구성요소에서 모듈이 차지하는 가격 비율은 전체의 60%이며 모듈 비용의 40%가 실리콘으로 제조된 기관이 차지하고 있다.
- [0009] 이에 폐모듈로부터 나오는 태양전지 셀을 회수·재생 기반 기술개발을 확립함으로써 실리콘 공급부족 문제해결, 태양전지 제조원가 및 폐기물 처리비용의 절감을 위한 노력이 필요하다.
- [0010] 통상적인 실리콘 태양 전지 모듈은 태양전지 소자를 직병렬로 접속하고, 상기 실리콘 태양전지 소자의 일면과 광투과판을 봉지재를 통하여 접합하고, 상기 실리콘 태양전지 소자의 타면과 백시트를 봉지재를 통하여 접합한다.
- [0011] 실리콘 태양전지 모듈을 해체하기 위하여, 섭씨 50도 내지 60도의 열처리를 사용한 태양전지 모듈 분리 공정이 이용되고 있다. 실리콘태양전지 모듈은 열처리를 통한 봉지재 제거 후분리 및 정제 공정을 통하여 구성 요소 별로 분류된다. 열처리 공정을 이용한 분리 방법의 경우, 분리 과정 중 부품들이 파손 및 오염되어, 재사용을 위한 정제 및 재가공이 필요하다. 또한, 450℃ 이상의 열처리 시 태양전지 모듈에 포함된 납이 증발되어 인체에 유해한 납증기를 발생시킬 수 있다.
- [0012] 한편, 한국 등록특허 10-1256574는 태양전지 모듈을 해체하기 위하여 봉지재를 녹일 수 있는 유기 용매에 폐태양전지 모듈을 침지한다. 그러나, 이러한 화학적 방식은 태양전지 모듈을 해체하기 위한 많은 시간을 요한다.
- [0013] 따라서, 봉지재와 광투과판을 분리할 수 있는 빠르고 안전한 방법이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 태양전지 모듈을 용이하게 해체하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양 전지 모듈의 해체 방법은, 실리콘 태양전지 소자와 유리의 일면이 봉지재에 의하여 접합되고 상기 유리의 일면과 봉지재 사이에 투명 전도성 물질층이 코팅된 실리콘 태양전지 모듈을 제공하는 단계; 상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 고전압을 인가하는 단계; 및 상기 고전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층을 구비한 실리콘 태양전지 모듈을 습기 환경에 노출시켜 상기 유리와 상기 봉지재를 분리하는 단계를 포함한다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 습기 환경은 상대습도 50 퍼센트 내지 100 퍼센트일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 실리콘 태양전지 모듈을 섭씨 150도 내지 섭씨 250도 온도로 가열하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투명 전도성 물질층은 음의 전압이 인가되고, 상기 유리의 타면은 양의 전압이 인가되고, 상기 고전압은 100 V 내지 1000 V일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 고전압을 인가하기 전에 상기 실리콘 태양전지 모듈은 실리콘 태양전지 모듈에서 가장자리의 봉지재 및 백시트를 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 유리가 분리된 실리콘 태양전지 모듈에서 상기 봉지체를 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 고전압을 인가하는 단계는, 상기 유리의 타면과 상기 투명 전도성 물질층에 직접적으로 전압을 인가하거나 상기 유리의 타면과 상기 실리콘 태양전지 소자에 직접적으로 전압을 인가할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양 전지 모듈은, 실리콘 태양전지 소자; 상기 실리콘 태양전지 소자의 일면을 덮고 있는 유리; 상기 실리콘 태양전지 소자의 일면과 상기 유리 사이에 배치된 제1 접착층; 상기 제1 접착층과 상기 유리 사이에 배치된 투명 전도성 물질층; 상기 실리콘 태양전지 소자의 타면을 덮고 있는 백시트; 및 상기 실리콘 태양 전지 소자의 타면과 상기 백시트 사이에 배치된 제2 접착층을 포함한다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투명 전도성 물질층은 상기 제1 접착층에 덮이지 않은 노출 영역을 구비할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 박막형 태양 전지 모듈은 유리 기판 상에 차례로 적층된 투명 전도성 물질층 및 반도체층을 포함한다. 상기 박막형 태양전지 모듈의 해체 방법은, 상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리 기판의 노출된 타면 사이에 고전압을 인가하는 단계; 및 상기 고전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층을 구비한 박막형 태양전지 모듈을 습기 환경에 노출시켜서 상기 유리 기판과 상기 반도체층을 분리하는 단계를 포함한다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 습기 환경은 상대습도 50 퍼센트 내지 100 퍼센트일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리 기판의 타면 사이에 고전압을 인가하면서 상기 박막형 태양전지 모듈을 섭씨 150도 내지 섭씨 250도 온도로 가열하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투명 전도성 물질층은 음의 전압이 인가되고, 상기 유리 기판의 타면은 양의 전압이 인가되고, 상기 고전압은 100 V 내지 1000 V일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈의 해체 방법은, 실리콘태양전지 모듈을 파쇄하지 않고 유리와 태양전지 소자를 분리함으로써 유리 및 실리콘 태양전지 소자를 원형 그대로 회수할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈의 해체 방법은, 파쇄 공정 및 정제공정을 줄일 수 있어 경제적이다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈의 해체 방법은, 고온 공정을 이용하지 않아 유리 분리 과정 중에 태양전지에 손상을 일으키지 않는다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈의 해체 방법은, 유리를 제거 한 후 태양전지의 재활용을 위한 운반 시 부피 및 무게가 줄어들어 운반비용을 절감할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈을 설명하는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈을 해체하는 과정을 설명하는 흐름도이다.
- 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈을 해체하는 과정을 설명하는 도면들이다.
- 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 실리콘 태양 전지 모듈을 해체하는 것을 설명하는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지 모듈의 해체 방법을 설명하는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈의 해체 방법은, 통상적인 태양 전지 모듈을 구조를 변형하여, 투명 전도성 물질층이 유리의 일면에 코팅된 구조를 사용한다. 상기 투명 전도성 물질층은 해체 작업 시 상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 인가된 고전압에 의하여 변성되어 박리된다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈은 제조할 때, 유리에 투명 전도성 물질층을 증착한다. 태양

전지 모듈은 차례로 적층된 유리, 투명 전도성 물질층, 봉지재, 실리콘 태양전지 소자, 봉지재, 백시트의 구조를 가진다. 이 실리콘 태양전지 모듈이 폐모듈이 되었을 때, 투명 전도성 물질층과 유리의 타면에 고전압을 인가한 후, 이를 습기 환경에 노출시켜 상기 투명 전도성 물질층이 분해됨에 따라, 유리와 봉지재가 서로 분리된다.

- [0035] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 실험 조건, 물질 종류 등에 의하여 본 발명이 제한되거나 한정되지는 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다. 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 도면들에 있어서, 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈을 설명하는 도면이다.
- [0037] 도 1을 참조하면, 실리콘 태양 전지 모듈(100)은, 실리콘 태양전지 소자(124); 상기 실리콘 태양전지 소자(124)의 일면을 덮고 있는 유리(129); 상기 실리콘 태양전지 소자(124)의 일면과 상기 유리(129) 사이에 배치된 제1 접착층(126a); 상기 제1 접착층(126a)와 상기 유리(129) 사이에 배치된 투명 전도성 물질층(128); 상기 실리콘 태양전지 소자(124)의 타면을 덮고 있는 백시트(122); 및 상기 실리콘 태양 전지 소자(124)의 타면과 상기 백시트(122) 사이에 배치된 제2 접착층(126b)을 포함한다. 상기 투명 전도성 물질층(128)은 상기 제1 접착층(126a)에 덮지 않은 노출 영역을 구비할 수 있다.
- [0038] 상기 실리콘 태양전지 모듈(100)은 제조할 때, 상기 유리(129)에 투명 전도성 물질층(128)을 증착한다. 상기 실리콘 태양전지 모듈(100)은 차례로 적층된 유리(128), 투명 전도성 물질층(128), 제1 접착층(126a), 실리콘 태양전지 소자(124), 제2 접착층(126b), 및 백시트(122)의 구조를 가진다.
- [0039] 상기 실리콘 태양전지 소자(124)는 직렬 및 병렬로 연결된 태양전지일 수 있다. 상기 실리콘 태양전지 소자(124)는 다결정 또는 단결정 실리콘 태양전지일 수 있다.
- [0040] 상기 유리(129)는 커버 유리판이며, 나트륨(Na) 성분을 포함할 수 있다. 상기 나트륨 성분은 모듈 해체시 상기 유리에 인가되는 고전압에 의하여 상기 투명 전도성 물질층(128)으로 이동하여 화학 반응할 수 있다.
- [0041] 접착층(126)은 상기 제1 접착층(126a) 및 제2 접착층을 포함할 수 있다. 상기 제1 접착층(126a) 및 제2 접착층(126b)은 EVA(Ethylene-vinyl acetate), PVB (Polyvinyl butyral), Silicones, TPSE (Thermoplastic silicone elastomer), TPO(Thermoplastic polyolefin elastomer), Ionomers 일 수 있다.
- [0042] 상기 투명 전도성 물질층(128)은 투명전도성 산화물 전극인 산화아연(AZO; Aluminium-zinc oxide; ZnO:Al), 산화인듐주석(ITO; indium-tin oxide), 불소함유 산화주석(FTO; Fluorine-doped tin oxide), 인듐아연산화막 (IZO; indium zinc oxide) 등의 투명하며, 전도성이 있는 층을 사용하는 것이 바람직하다. 상기 투명 전도성 물질층(128)은 상기 유리의 가장 자리에 상기 제1 접착층(126)에 덮이지 않는 노출 영역을 포함할 수 있다. 상기 노출 영역(128a)은 모듈 해체시 전기적 접촉을 위하여 사용될 수 있다.
- [0043] 상기 백시트는 PTFE(Polytetrafluoroethylene), PET(polyethylene terephthalate) 또는 PVF(Polyvinyl fluoride)일 수 있다.
- [0044] 프레임(110)은 알루미늄과 같은 금속 재질로 상기 유리(129)와 상기 백시트(122)를 결속할 수 있다.
- [0045] 상기 투명 전도성 물질층(128)을 분해함으로써 태양 전지 모듈의 파쇄없이 유리(129)를 모듈에서 분리할 수 있다. 기존의 폐모듈의 재활용 시 분쇄 후 분리 및 정제 공정을 통해 구성 요소별로 분류한다. 이 공정에서 부품들이 파손 및 오염되므로, 재사용을 위한 정제 및 재가공이 필요하다. 반면 해당 기술 이용 시 요소 부품에 대하여 분리가 용이하여 경제적이다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈을 해체하는 과정을 설명하는 흐름도이다.
- [0047] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 모듈을 해체하는 과정을 설명하는 도면들이다.
- [0048] 도 2 내지 도 5를 참조하면, 실리콘 태양 전지 모듈(100)의 해체 방법은, 실리콘 태양전지 소자(124)와 유리(129)의 일면이 봉지재(126)에 의하여 접합되고 상기 유리(129)의 일면과 상기 봉지재(126) 사이에 투명 전도성 물질층(128)이 코팅된 실리콘 태양전지 모듈(100)을 제공하는 단계(S110); 상기 투명 전도성 물질층(129)과 상

기 유리(129)의 타면 사이에 고전압을 인가하는 단계(S150); 및 상기 고전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층(128)을 구비한 실리콘 태양전지 모듈(100)을 습기 환경에 노출시키어 상기 유리와 상기 봉지체를 분리하는 단계(S160)를 포함한다.

- [0049] 상기 유리(129)에 투명 전도성 물질층(128)을 증착한다. 상기 실리콘 태양전지 모듈(100)은 차례로 적층된 유리(128), 투명 전도성 물질층(128), 제1 접착층(126a), 실리콘 태양전지 소자(124), 제2 접착층(126b), 및 백시트(122)의 구조를 가진다. 해체할 실리콘 태양전지 모듈(100)이 준비된다.
- [0050] 해체할 실리콘 태양전지 모듈(100)에서 프레임(120)을 제거한다(S120).
- [0051] 상기 투명 전도성 물질층(128)과 상기 유리(129)의 타면 사이에 고전압을 인가하기 전에 상기 실리콘 태양전지 모듈은 실리콘 태양전지 모듈에서 가장자리의 봉지체 또는 백시트(122)를 제거할 수 있다. 상기 실리콘 태양전지 모듈(100)이 상기 투명 전도성 물질층(128)의 노출 영역(128a)을 구비하지 않는 경우, 상기 투명 전도성 물질층(128)의 가장 자리를 덮고 있는 봉지체를 제거하여 노출 영역(128a)을 생성한다. 백시트(122) 및 봉지체(126)의 크기를 상기 유리(129)의 크기보다 작은 경우, 투명 전도성 물질층(128)의 노출 영역은 전압인가 부위로 사용될 수 있다.
- [0052] 해체할 실리콘 태양전지 모듈(100)을 핫플레이트(132) 상에 장착한 후, 핫플레이트(132)를 섭씨 150 내지 섭씨 250도로 가열할 수 있다. 상기 투명 전도성 물질층(128)과 상기 유리(129)의 타면 사이에 고전압을 인가하면서, 상기 실리콘 태양전지 모듈을 섭씨 150도 내지 섭씨 250도 온도로 가열할 수 있다.
- [0053] 상기 가열과 동시에 또는 상기 가열 후, 상기 투명 전도성 물질층(128)과 상기 유리(129)의 타면 사이에 고전압을 인가한다. 상기 유리의 타면은 상기 핫플레이트 상에 배치된 전극판(134)과 접촉한다. 상기 투명 전도성 물질층(128)에 전압을 인가하기 위하여, 안정적인 전기적 접촉을 위하여 전극 패드(138)를 이용할 수 있다.
- [0054] 상기 투명 전도성 물질층은 (-)극이고, 상기 유리의 타면 또는 상기 전극판(134)은 (+)극일 수 있다. 고전압은 직류 전원(136)을 통하여 인가된다. 고전압의 인가 시간은 수 분 ~ 수 시간일 수 있다. 상기 고전압은 100V ~ 1000V일 수 있다. 상기 전극판(134)은 전기 전도성 양호한 금속으로 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 구리(Cu) 또는 합금 스테인레스강, 또는 니켈강일 수 있다. 상기 투명 전도성 물질층(128)은 음의 전압이 인가되고, 상기 유리의 타면은 양의 전압이 인가되고, 상기 고전압은 100 V 내지 1000 V일 수 있다. 전기장을 상기 유리에 인가할 경우, 상기 유리에 포함된 Na 이온이 상기 투명 전도성 물질층(128)으로 이동하고, 이동된 Na 이온은 상기 투명전도성 물질층(128)의 전자와 만나 환원된다. 환원된 Na을 구비한 유리는 갈색으로 변색된다.
- [0055] 상기 고전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층(128)을 구비한 실리콘 태양전지 모듈(100)을 습기 환경에 노출시키어 상기 유리와 상기 봉지체를 분리할 수 있다(S160). 상기 습기 환경은 상대습도 50 퍼센트 내지 100 퍼센트일 수 있다. 습기 환경을 위하여, 상기 변색된 투명 전도성 물질층을 구비한 실리콘 태양전지 모듈은 챔버(160) 내에서 배치될 수 있다. 상기 환원된 Na는 습기(50%RH ~ 100%RH)를 만나, 상기 투명 전도성 물질층(128)의 환원 작용을 돕는다. 구체적으로, 상기 Na은 습기와 반응하여 수소를 생성하고, 생성된 수소는 상기 투명 전도성 물질층(128)과 반응하여 물과 금속을 생성한다. 이에 따라, 상기 투명 전도성 물질층(128)은 박리하고, 접착제와 유리가 분리된다.
- [0056] 이어서, 상기 유리가 분리된 실리콘 태양전지 모듈(100)에서 상기 봉지체(126)를 제거할 수 있다. 상기 봉지체(126)의 제거는 유기 용매를 사용할 수 있다. 이에 따라, 실리콘 태양 전지 소자(124)가 분리된다. 상기 태양 전지 소자(124)는 재활용될 수 있다.
- [0057] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 실리콘 태양 전지 모듈을 해체하는 것을 설명하는 도면이다.
- [0058] 도 6을 참조하면, 실리콘 태양 전지 모듈(100)의 해체 방법은, 실리콘 태양전지 소자와 유리의 일면이 봉지체에 의하여 접합되고 상기 유리의 일면과 봉지체 사이에 투명 전도성 물질층이 코팅된 실리콘 태양전지 모듈을 제공하는 단계(S110); 상기 투명 전도성 물질층과 상기 유리의 타면 사이에 고전압을 인가하는 단계(S150); 및 상기 고전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층을 구비한 실리콘 태양전지 모듈을 습기 환경에 노출시키어 상기 유리와 상기 봉지체를 분리하는 단계(S160)를 포함한다.
- [0059] 상기 실리콘 태양전지 소자(124)는 (-)극이고, 상기 유리(129)의 타면 또는 상기 전극판은 (+)극일 수 있다. -극을 연결하는 방법은 모듈을 구성하는 태양전지 소자들의 전극을 연결한 리본의 끝단 혹은 정션박스에 직접 극을 연결할 수 있다.



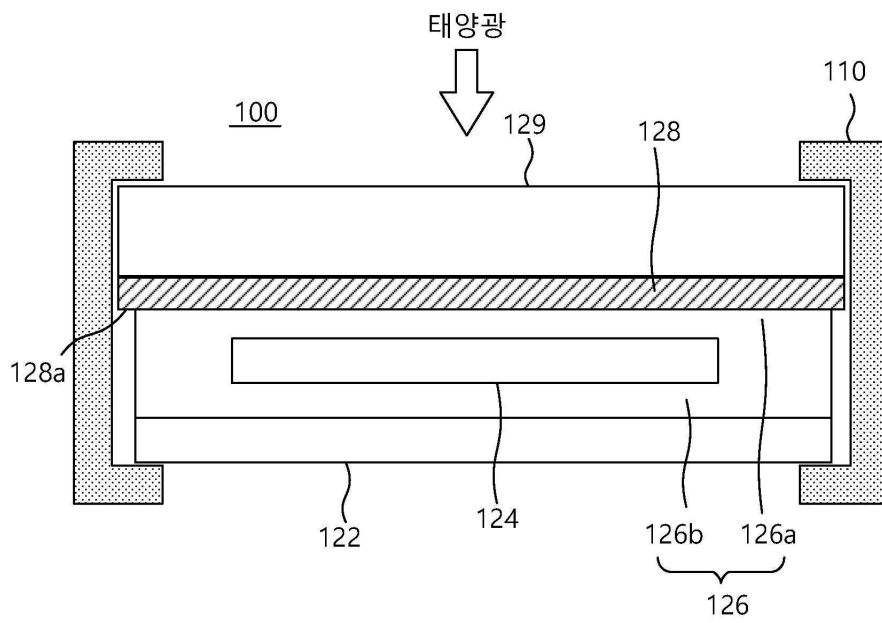
- [0060] 고전압은 직류 전원(136)을 통하여 인가된다. 이에 따라, 상기 유리의 양면에 전압이 인가되어, 상기 유리에 포함된 Na 이온이 상기 투명 전도성 물질층으로 이동하고, 이동된 Na 이온은 상기 투명전도성 물질층의 전자와 만나 환원된다. 환원된 Na을 구비한 유리는 갈색으로 변색된다.
- [0061] 결정형 실리콘 태양 전지는 실장을 위하여 별도의 커버 유리를 사용한다. 그러나, 박막형 태양전지는 별도의 커버 유리를 사용하지 않고 유리 기판 상에 투명 전극 및 반도체층이 형성될 수 있다. 이러한 박막형 태양전기 모듈도 위에 설명한 전기 화학적 반응을 이용하여 동일한 방식으로 해체될 수 있다.
- [0062] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 박막형 태양전지 모듈의 해체 방법을 설명하는 도면이다.
- [0063] 도 7을 참조하면, 박막형 태양전지 모듈(200)은 유리 기판(229) 상에 차례로 적층된 투명 전도성 물질층(228) 및 반도체층(224)을 포함한다. 상기 박막형 태양전지 모듈의 해체 방법은, 상기 투명 전도성 물질층(228)과 상기 유리 기판(229)의 노출된 타면 사이에 고전압을 인가하는 단계; 및 상기 고전압 인가에 의하여 변색된 투명 전도성 물질층(228)을 구비한 박막형 태양전지 모듈을 습기 환경에 노출시켜서 상기 유리 기판(229)와 상기 반도체층(224)을 분리하는 단계를 포함한다.
- [0064] 박막형 태양전지 모듈(200)은 비정질 실리콘 태양전지 또는 CdTe 태양전지일 수 있다. 상기 박막형 태양 전지 모듈(200)은 유리 기판(229) 상에 차례로 적층된 투명 전도성 물질층(228), 반도체층(224), 및 후방 전극(223), 봉지재(222), 및 백플레이트(221)를 포함할 수 있다. 상기 반도체층(224)은 비정질 실리콘 반도체인 경우, 차례로 적층된 p형 반도체(227), 진성 반도체(226), 및 n형 반도체(225)를 포함할 수 있다. 상기 후방 전극(223)은 금속 전극이고, 봉지재(222)는 EVA이고, 상기 백플레이트(221)는 금속 판일 수 있다.
- [0065] 상기 투명 전도성 물질층(228)과 상기 유리 기판(229)의 타면 사이에 고전압을 인가하면서 상기 박막형 태양전지 모듈(200)을 섭씨 150도 내지 섭씨 250도 온도로 가열할 수 있다. 상기 유리 기판의 타면은 핫플레이트(132) 상에 배치된 전극판(134)과 접촉한다. 상기 투명 전도성 물질층(228)은 음의 전압이 인가되고, 상기 유리 기판의 타면은 양의 전압이 인가되고, 상기 고전압은 100 V 내지 1000 V일 수 있다. 상기 유리 기판에 포함된 Na 이온이 상기 투명 전도성 물질층으로 이동하고, 이동된 Na 이온은 상기 투명전도성 물질층의 전자와 만나 환원된다. 환원된 Na을 구비한 유리는 갈색으로 변색된다.
- [0066] 상기 습기 환경은 상대습도 50 퍼센트 내지 100 퍼센트일 수 있다. 이에 따라, 상기 환원된 Na는 습기(50%RH ~ 100%RH)를 만나, 상기 투명 전도성 물질층의 환원 작용을 돕는다. 구체적으로, 상기 Na은 습기와 반응하여 수소를 생성하고, 생성된 수소는 상기 투명 전도성 물질층과 반응하여 물과 금속을 생성한다. 이에 따라, 상기 투명 전도성 물질층은 박리하고, 접착재와 유리 기판이 서로 분리된다.
- [0067] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

**부호의 설명**

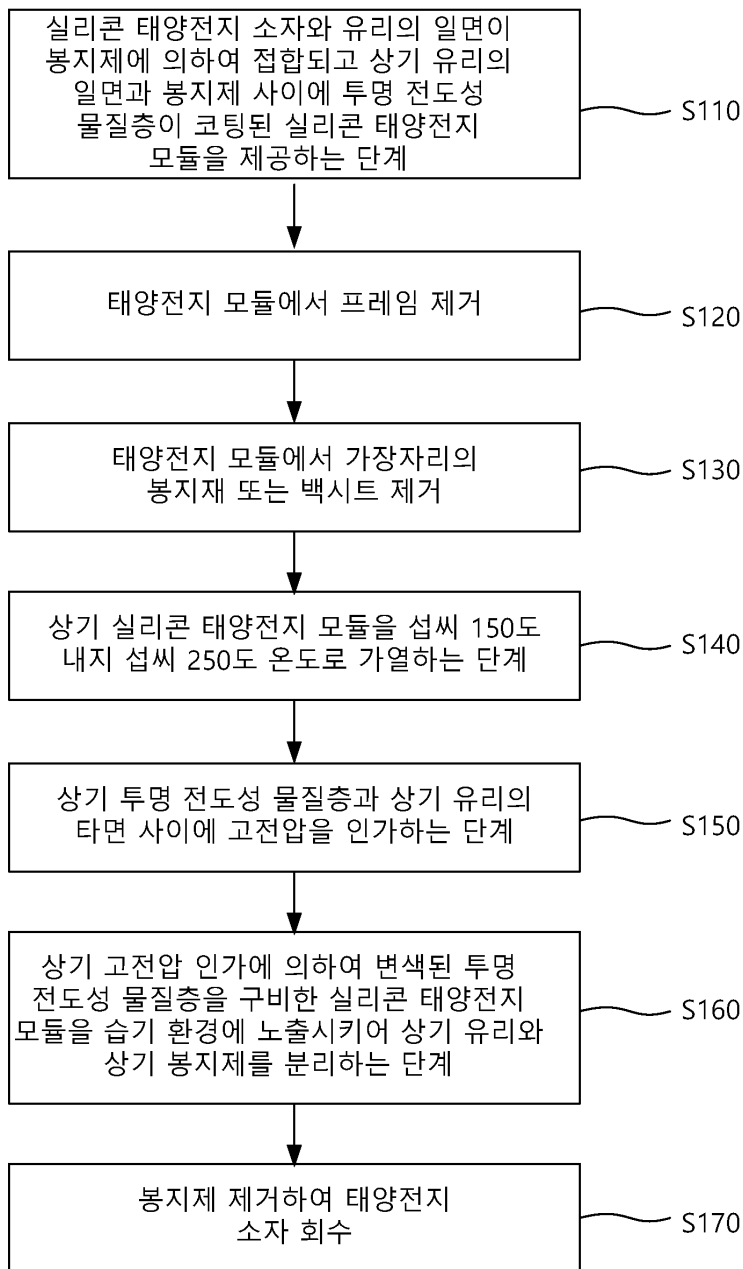
- [0068] 100: 실리콘 태양전지 모듈
- 122: 백시트
- 124: 실리콘 태양전지 소자
- 126: 봉지재
- 128: 투명 전도성 물질층
- 129: 유리

도면

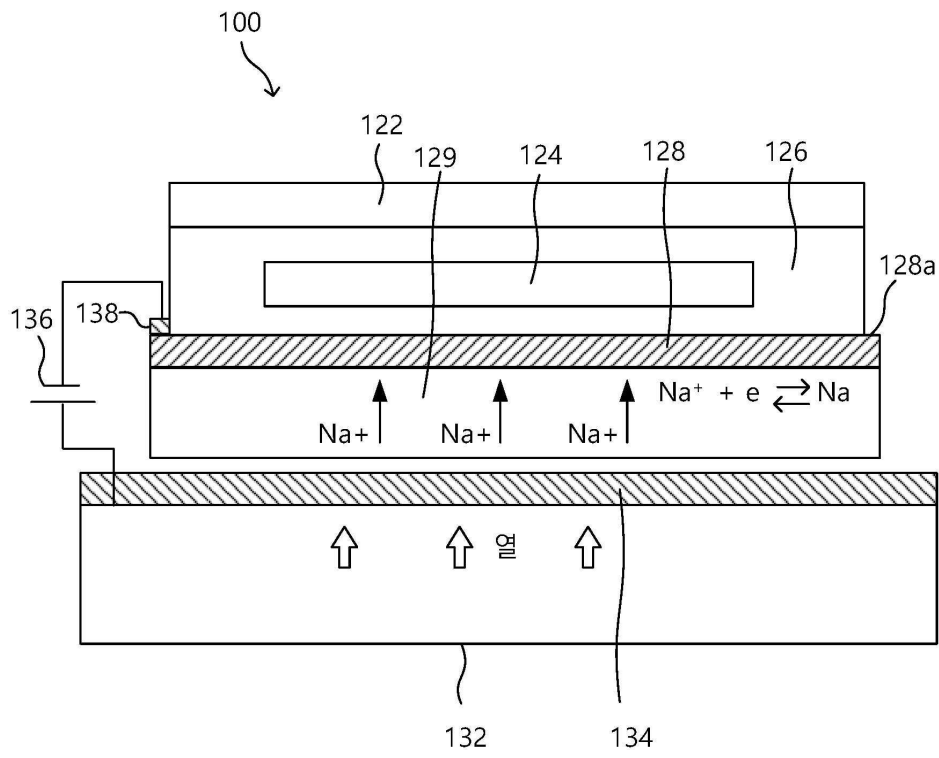
도면1



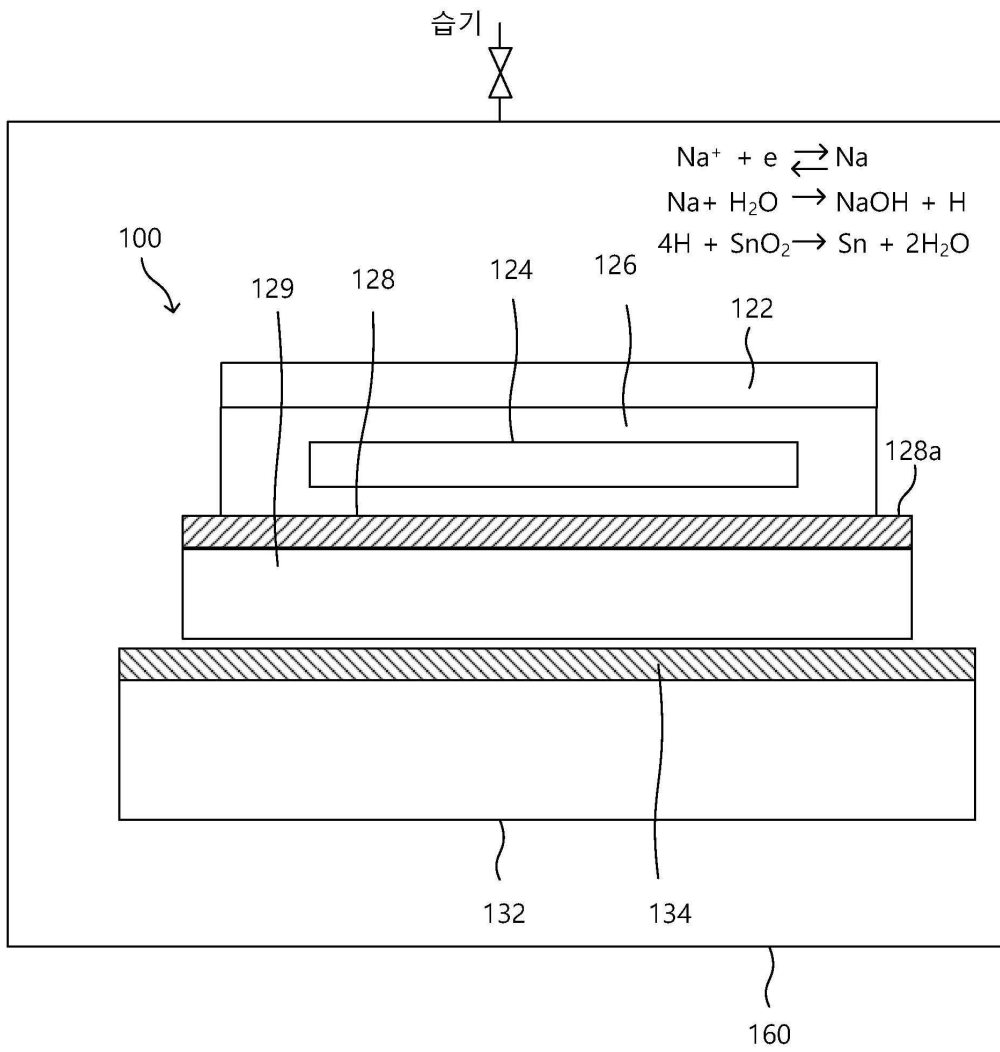
도면2



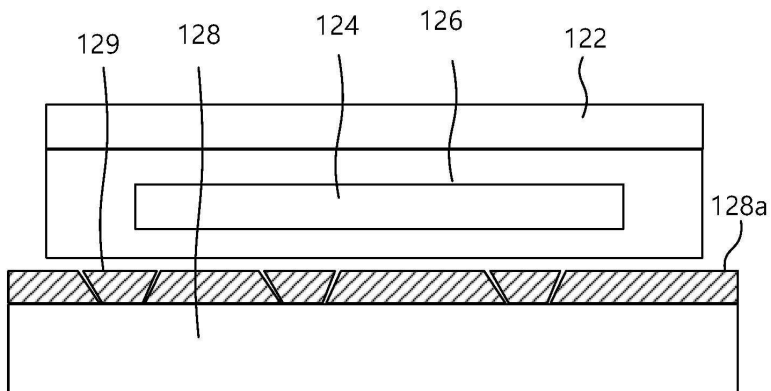
도면3



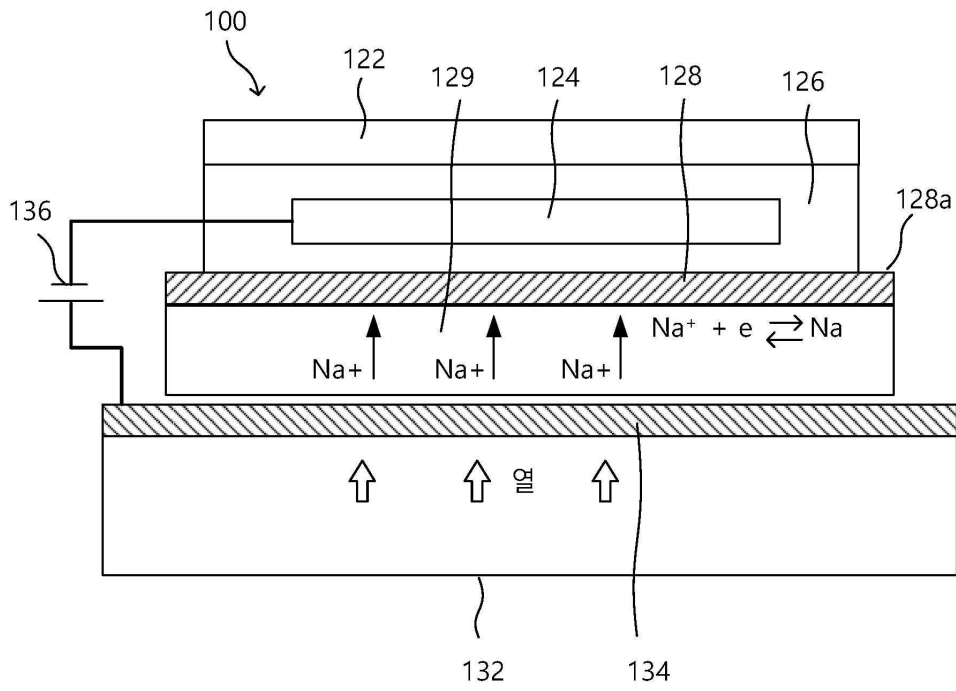
도면4



도면5



도면6



도면7

