



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월05일
(11) 등록번호 10-2007603
(24) 등록일자 2019년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 7/16 (2006.01) H01L 31/0392 (2006.01)
H02S 40/38 (2014.01)
(52) CPC특허분류
G01B 7/16 (2013.01)
H01L 31/03926 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0017397
(22) 출원일자 2018년02월13일
심사청구일자 2018년02월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR101629468 B1*
KR1020140078704 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
하정숙
서울특별시 강남구 언주로30길 21, A동 3102호(도곡동, 아카데미스위트)
윤준영
서울특별시 동대문구 무학로47길 28, 205호
(74) 대리인
강일신, 김정연, 백두진

전체 청구항 수 : 총 7 항

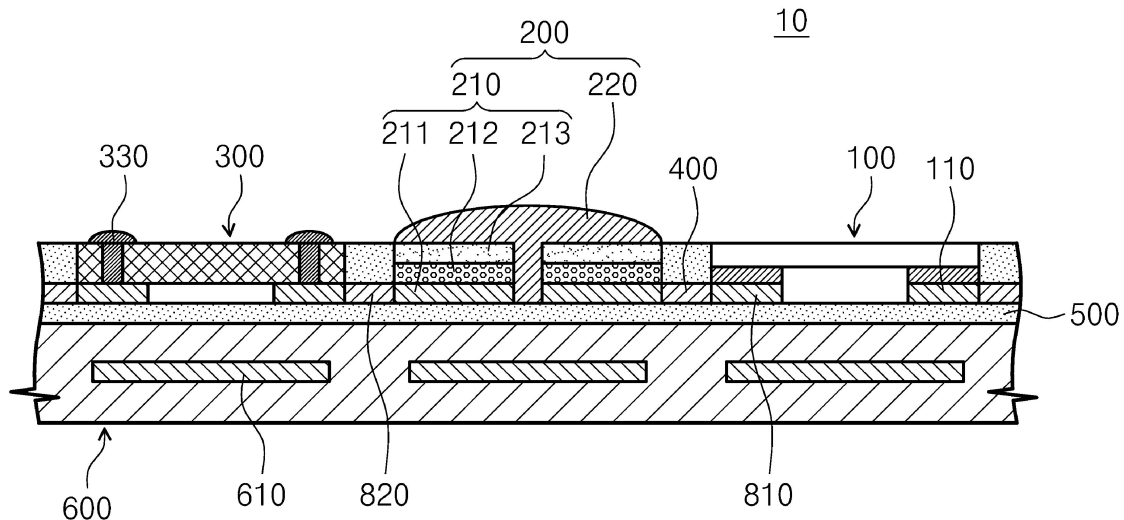
심사관 : 김려원

(54) 발명의 명칭 태양광충전 변형감지장치 및 이를 제조하는 방법

(57) 요약

본 발명은 변형을 감지하고, 태양광 충전이 가능한 변형감지장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시 예에 따른, 태양광충전 변형감지장치는, 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양 전지(Solar-cell)와; 상기 태양 전지로부터 발생된 전기 에너지에 의해 충전되는 축전 유닛과; 상기 축전 유닛으로부터 전력을 공급받고, 변형 정도를 측정하는 변형 감지 유닛과; 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛 및 상기 변형 감지 유닛을 서로 전기적으로 연결하는 연결 부재와; 유연(flexible)하고 신축 가능(stretchable)하며, 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛, 상기 변형 감지 유닛 및 상기 연결 부재가 상면에 놓이는 집적 기판을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02S 40/38 (2015.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016R1A2A1A05004935

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 후속연구지원(도전)

연구과제명 Power dressing을 위한 슈퍼커패시터가 내장된 3차원 스트레처블 소자 공정 기술

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

변형을 감지하는 장치에 있어서,

태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양 전지(Solar-cell)와;

상기 태양 전지로부터 발생된 전기 에너지에 의해 충전되는 축전 유닛과;

상기 축전 유닛으로부터 전력을 공급받고, 변형 정도를 측정하는 변형 감지 유닛과;

상기 태양 전지, 상기 축전 유닛 및 상기 변형 감지 유닛을 서로 전기적으로 연결하는 연결 부재와;

유연(flexible)하고 신축 가능(stretchable)하며, 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛, 상기 변형 감지 유닛 및 상기 연결 부재가 상면에 놓이는 집적 기판과;

상면에 상기 집적 기판을 지지하는 지지 기판을 포함하되,

상기 지지 기판은 유연하고 신축 가능하며, 내부에는 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛이 대향되는 영역에 상기 지지 기판보다 유연성 및 신축성이 낮은 스트레인(strain) 방지 부재가 제공되는 태양광충전 변형감지장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 연결 부재는, 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛 및 상기 변형 감지 유닛 중 서로 인접한 둘 사이에 제공되고, 상기 집적 기판의 상면을 바라볼 때, 연결 대상이 배열된 방향과 수직인 방향을 따라 1회 이상 왕복되는 곡선 형상으로 제공되는 태양광충전 변형감지장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 변형 감지 유닛은, 복수개의 그래핀폼(Graphene foam) 파편 및 엘라스토머(Elastomer)가 혼합되어 제공되는 변형 감지 부재를 포함하되,

상기 변형 감지 부재의 일단은, 상기 집적 기판의 상면에 직접 놓이고 상기 연결 부재와 연결되는 서로 이격된 두 개의 전극 중 하나와 전기적으로 연결되고,

상기 변형 감지 부재의 타단은, 상기 전극 중 다른 하나와 전기적으로 연결되는 태양광충전 변형감지장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 변형 감지 유닛은,

상면에 상기 변형 감지 부재가 지지되고, 상기 전극 상에 제공되며, 유연(flexible)하고 신축 가능하게 제공되는 지지 테이프와;

액체 금속으로 제공되는 변형감지부재 연결부재;를 더 포함하되,

상기 변형 감지 부재 및 상기 지지 테이프의 상기 전극에 대향되는 영역에 상기 변형 감지 부재 및 상기 지지 테이프를 상하 방향으로 관통하는 관통홀이 형성되고,

상기 변형감지부재 연결부재는 상기 관통홀을 관통하여 상기 전극 및 상기 변형 감지 부재를 연결하는 태양광충

전 변형감지장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 축전 유닛은, 전 고체상 마이크로 슈퍼 커패시터를 포함하는 태양광충전 변형감지장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 축전 유닛은,

각각 상기 연결 부재에 연결되고, 상부에서 바라볼 때, 서로 일정 간격으로 이격된 두 개의 전극 부재와;

상기 전극 부재의 사이 공간 및 상기 전극 부재의 상면에 제공되고, 젤(Gel) 타입의 전해질로 제공되는 전해질 부를 포함하는 태양광충전 변형감지장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전극 부재는,

각각 상기 연결 부재에 직접 연결되고, 상기 집적 기관의 상면에 직접 놓이며, 상부에서 바라볼 때, 서로 일정 간격으로 이격된 두 개의 금속 전극과;

각각의 상기 금속 전극의 상면에 적층되고, 카르복실 기능기(-COOH)가 달린 탄소 나노 튜브(CNT: Carbon Nano Tube)로 제공된 전극층과;

각각의 상기 전극층의 상면에 적층되고, 폴리피롤(Polypyrrole) 재질로 제공되는 폴리피롤 층을 포함하는 태양광 충전 변형감지장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양광 충전이 가능한 변형 감지 장치 및 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 건강 모니터링 및 생체 의학을 위해 전자 장치에 대한 수요 증가와 함께 신축성 전자 장치가 최근 급속히 개발되기 시작했다. 이러한 장치는 인체와 상호 작용하고 피부와 같은 방식으로 작동하며, 외부 변형과 함께 모양이 변한다. 기존의 휴대용 전자 장치를 신체 부착 또는 착용 장치로 개발하기 위해서는 단순 휘어짐 뿐만 아니라 신축성 또한 필수적이다. 이를 위해 전자 스킨, 무선 주파수 안테나, 발광 다이오드 및 에너지 저장 장치와 같은 다양한 분야에서 신축성 있는 장치의 제작에 대해 많은 연구가 보고되고 있다.

[0003] 다양한 차세대 에너지 저장 장치 중 하나인 슈퍼 커패시터는 빠른 충방전 특성, 긴 수명, 높은 출력 밀도 덕분에 유망한 에너지 저장 장치로서 관심을 끌고 있다. 이는 전하 저장 메커니즘에 따라 전기이중층 커패시터(EDLC: Electric double-layer capacitor) 및 슈도 커패시터(Pseudocapacitor)로 나누어 질 수 있다. 전기이중층 커패시터는 일반적으로 탄소나노튜브(CNT), 그래핀(Graphene) 및 활성탄(Activated carbon) 등과 같은 탄소 기반 전극/전해질 계면에서 정전기적으로 흡착되는 전하를 축적한다. 슈도 커패시터는 일반적으로 전도성 고분자 및 전이 금속 산화물과 같은 전극 물질의 산화 환원 반응에 의해 에너지를 저장한다. 이를 기반으로 적절한 표면 개질제, 금속 수산화물, 그리고 전도성 고분자를 탄소 기반 물질과 함께 사용해 슈퍼 커패시터의 에너지를 향상시키는 전극이 연구되어왔다. 그뿐만 아니라 비대칭 및 하이브리드 시스템과 같은 다양한 기술이 성능향상을 위해 도입되었다. 최근 연구 그룹들은 전해질에 산화-환원 첨가물 또는 매개체를 도입함으로써 전극-전해질 계면에서의 산화-환원 반응을 일으키고, 이를 통해 슈퍼 커패시터의 성능을 향상시킬 수 있는 방법들을 제안해왔다. 산화-환원 첨가제의 사용은 고성능 에너지 저장 장치를 얻기 위한 효율적인 저비용, 친환경 전략이다.

[0004] 인간의 미묘한 움직임 감지를 위한 작용가능 변형 센서는 의료, 엔터테인먼트, 그리고 스포츠 산업과 같은 다양한 분야에서 강조되었다. 착용형 장치로서 스트레인 센서는 얇고 가벼워야 하며 맥박과 같은 매우 작은 변형 영역에서부터 엘보 밴딩과 같은 큰 변형 영역에 이르기까지 넓은 감지 범위를 가져야 한다. 또한 센서의 제작은 효율적 생산을 보장하기 위해 제작 방법이 간단하고 저비용이어야 한다. 첨단 스트레인 센서에 대한 연구로 탄소나노튜브/폴리디메틸실록산(PDMS), 카본블랙/열가소성 엘라스토머, 그래핀/에폭시, 실리콘 나노 멤브레인/생분해성 플라스틱(BASF사(社)의 ecoflex 등) 등 다양한 종류의 센싱 물질이 연구되고 있습니다. 거대 다공성 네트워크 구조를 갖는 그래핀폼(Graphene foam)은 넓은 표면적과 우수한 전기적 및 기계적 특성으로 인해 주목받아왔다.

[0005] 에너지 수확과 에너지 저장기능을 단일 장치에 통합한 자체 충전 파워팩은 매우 유망한 에너지 시스템이다. 극적으로 증가한 에너지 수요를 충족시키기 위해 대부분의 최첨단 에너지 생성 방법은 수십년 동안 원자력 및 화석 연료에 크게 의존해 왔다. 동시에 지구 온난화 및 미세먼지와 같은 심각한 환경문제, 그리고 화석 연료의 고갈은 계속 문제 되었다. 동시에 휴대용, 웨어러블 전자장치, 전기자동차 및 인터넷 사물 시스템을 위한 저충량, 저비용, 그리고 기계적 유연성을 갖춘 재생가능 에너지 시스템을 필요로 했다. 이러한 에너지 시스템 중에서 배터리 또는 슈퍼커패시터와 태양전지로 구성된 에너지 발생·저장 시스템은 차세대 에너지 공급체로서 큰 관심을 모으고 있다. 태양광을 전기로 변환하는 광전지는 풍력 및 지열 시스템과 같은 다양한 유형의 재생에너지 시스템 중에서 가장 효율적인 에너지 변환장치이다. 그러나 광전지의 효율은 본질적으로 주간 주기, 날씨 및 태양의 위치에 의해 야기되는 광 강도의 불안정성과 태양전지에 연결된 전자 장치의 고장을 초래하는 단점을 갖는다. 웨어러블 기기 및 전기 자동차 사용을 위해 에너지를 저장하는 시스템의 경우 저장 용량, 사이클 수명 및 작동 안전이 크게 향상되었지만, 제한된 전력 용량 및 긴 충전 시간은 다양한 전원 공급 장치를 설계 할 때 여전히 해결해야할 핵심 과제이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 태양광 충전이 가능한 변형감지장치 및 이를 제조하는 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 충전량이 높은 변형감지장치 및 이를 제조하는 방법을 제공하기 위한 것이다.

- [0008] 또한, 본 발명은 변형 하에서도 안정적인 성능을 유지할 수 있는 변형감지장치 및 이를 제조하는 방법을 제공하기 위한 것이다.
- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 여기에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명은 변형을 감지하고, 태양광 충전이 가능한 변형감지장치를 제공한다. 일 실시 예에 따르면, 태양광충전 변형감지장치는, 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양 전지(Solar-cell)와; 상기 태양 전지로부터 발생된 전기 에너지에 의해 충전되는 축전 유닛과; 상기 축전 유닛으로부터 전력을 공급받고, 변형 정도를 측정하는 변형 감지 유닛과; 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛 및 상기 변형 감지 유닛을 서로 전기적으로 연결하는 연결 부재와; 유연(flexible)하고 신축 가능(stretchable)하며, 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛, 상기 변형 감지 유닛 및 상기 연결 부재가 상면에 놓이는 집적 기판을 포함한다.
- [0011] 상기 장치는 상면에 상기 집적 기판을 지지하는 지지 기판을 더 포함하되, 상기 지지 기판은 유연하고 신축 가능하며, 내부에는 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛이 대향되는 영역에 상기 지지 기판보다 유연성 및 신축성이 낮은 스트레인(strain) 방지 부재가 제공될 수 있다.
- [0012] 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛 및 상기 변형 감지 유닛은 서로 병렬로 연결되고, 상기 장치는, 상기 태양 전지 및 상기 축전 유닛 간 또는 상기 축전 유닛 및 상기 변형 감지 유닛 간을 서로 선택적으로 전기적으로 연결하는 스위칭 부재를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 연결 부재는, 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛 및 상기 변형 감지 유닛 중 서로 인접한 둘 사이에 제공되고, 상기 집적 기판의 상면을 바라볼 때, 연결 대상이 배열된 방향과 수직인 방향을 따라 1회 이상 왕복되는 곡선 형상으로 제공될 수 있다.
- [0014] 상기 변형 감지 유닛은, 복수개의 그래핀폼(Graphene foam) 파편 및 엘라스토머(Elastomer)가 혼합되어 제공되는 변형 감지 부재를 포함하되, 상기 변형 감지 부재의 일단은, 상기 집적 기판의 상면에 직접 놓이고 상기 연결 부재와 연결되는 서로 이격된 두 개의 전극 중 하나와 전기적으로 연결되고, 상기 변형 감지 부재의 타단은, 상기 전극 중 다른 하나와 전기적으로 연결되도록 제공될 수 있다.
- [0015] 상기 변형 감지 유닛은, 상면에 상기 변형 감지 부재가 지지되고, 상기 전극 상에 제공되며, 유연(flexible)하고 신축 가능하게 제공되는 지지 테이프와; 액체 금속으로 제공되는 변형감지부재 연결부재;를 더 포함하되, 상기 변형 감지 부재 및 상기 지지 테이프의 상기 전극에 대향되는 영역에 상기 변형 감지 부재 및 상기 지지 테이프를 상하 방향으로 관통하는 관통홀이 형성되고, 상기 변형감지부재 연결부재는 상기 관통홀을 관통하여 상기 전극 및 상기 변형 감지 부재를 연결하도록 제공될 수 있다.
- [0016] 상기 축전 유닛은, 전 고체상 마이크로 슈퍼 커패시터를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 축전 유닛은, 각각 상기 연결 부재에 연결되고, 상부에서 바라볼 때, 서로 일정 간격으로 이격된 두 개의 전극 부재와; 상기 전극 부재의 사이 공간 및 상기 전극 부재의 상면에 제공되고, 젤(Gel) 타입의 전해질로 채워지는 전해질부를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 전극 부재는, 각각 상기 연결 부재에 직접 연결되고, 상기 집적 기판의 상면에 직접 놓이며, 상부에서 바라볼 때, 서로 일정 간격으로 이격된 두 개의 금속 전극과; 각각의 상기 금속 전극의 상면에 적층되고, 카르복실 기능기(-COOH)가 달린 탄소 나노 튜브(CNT: Carbon Nano Tube)로 제공된 전극층과; 각각의 상기 전극층의 상면에 적층되고, 폴리피롤(Polypyrrole) 재질로 제공되는 폴리피롤 층을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 태양 전지는 상기 연결 부재와 연결되는 서로 이격된 두 개의 전극 상에 납땜(Soldering)에 의해 부착되도록 제공될 수 있다.
- [0020] 상기 태양 전지, 상기 축전 유닛 및 상기 변형 감지 유닛은 상기 집적 기판의 상면을 바라볼 때, 서로 중첩되지 않도록 제공될 수 있다.
- [0021] 상기 태양 전지 및 상기 축전 유닛은 상기 집적 기판의 상면을 바라볼 때, 6각형 형상으로 제공되고, 인접한 변이 서로 평행하도록 제공될 수 있다.
- [0022] 상기 축전 유닛은 서로 상기 연결 부재에 의해 연결되는 복수개로 제공될 수 있다.

- [0023] 상기 집적 기판은 폴리이미드(PI: Polyimide) 재질로 제공될 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명은 변형을 감지하고, 태양광 충전이 가능한 변형감지장치를 제조하는 태양광충전 변형감지장치 제조방법을 제공한다. 일 실시 예에 따르면, 태양광충전 변형감지장치 제조 방법은, 상기 집적 기판을 제조하는 집적기판 제조 단계와; 상기 집적 기판 상에, 상기 축전 유닛의 서로 일정 간격으로 이격된 두개의 전극 부재와, 상기 연결 부재와, 상기 태양 전지 및 상기 변형 감지 유닛을 상기 연결 부재와 전기적으로 연결하는 전극을 제공하는 배열 단계와; 상기 변형 감지 유닛을 제조하는 변형감지유닛 제조 단계와; 상기 배열 단계가 완료된 상기 집적 기판 상에 상기 태양 전지 및 상기 변형 감지 유닛을 결합하는 집적기판 결합 단계를 포함하되, 상기 배열 단계는 상기 집적기판 제조 단계가 완료된 이후에 수행되고, 상기 집적기판 결합 단계는 상기 배열 단계 및 상기 변형감지유닛 제조 단계가 완료된 이후에 수행된다.
- [0025] 상기 방법은, 상면에 상기 집적 기판을 지지하는 지지 기판을 제조하는 지지기판 제조 단계와; 상기 지지 기판 상에 상기 집적 기판을 결합시키는 지지기판 결합 단계를 더 포함하되, 상기 지지기판 결합 단계는 상기 지지기판 제조 단계 및 상기 배열 단계가 완료된 이후에 수행되도록 제공될 수 있다.
- [0026] 상기 방법은, 상기 전극 부재의 사이 공간 및 상기 전극 부재의 상면에 제공되는 전해질부를 제조하는 전해질부 제조 단계와; 상기 전해질부를 상기 축전 유닛에 제공하는 전해질부 제공 단계를 더 포함하되, 상기 전해질부 제공 단계는 상기 전해질부 제조 단계 및 배열 단계 이 후에 수행되도록 제공될 수 있다.
- [0027] 상기 배열 단계는, 포토리소그래피 공정을 이용하여, 상기 집적 기판 상에, 상기 전극 부재의 최하단에 제공되는 금속 전극과, 상기 연결 부재와, 상기 태양 전지 및 상기 변형 감지 유닛을 상기 연결 부재와 전기적으로 연결하는 전극을 형성하는 전극 및 연결부재 형성 단계와; 이 후, 상기 집적 기판 상에 폴리이미드(PI) 박막을 코팅하는 박막 코팅 단계와; 이 후, 상기 금속 전극 및 상기 전극의 상부의 상기 폴리이미드 박막을 선택적으로 제거하는 박막 제거 단계와; 이 후, 스프레이 코팅 공정을 이용하여 상기 금속 전극 상에 카르복실 기능기(-COOH)가 달린 탄소나노튜브(CNT)를 도포하여 전극층을 형성하는 탄소나노튜브 도포 단계와; 이 후, 상기 전극층 상에 폴리피롤(Polypyrrole)을 증착하여 폴리피롤 층을 형성하는 폴리피롤층 형성 단계를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 집적기판 제조 단계에서는, 베이스 기판 상에 폴리이미드(PI) 용액을 코팅한 후, 큐어링(Curing)시켜 상기 집적 기판을 제조할 수 있다.
- [0029] 상기 전해질부 제조 단계에서는 1M의 염화리튬(LiCl) 용액에 폴리 비닐 알코올(PVA)를 가열하면서 투명해질때까지 혼합하고, 이후, 상온에서 혼합하며 냉각시키고, 이 후, 1mol 1-메틸-3-프로필이미다졸리움 아이오다이드(MPII: 1-methyl-3-propylimidazolium iodide)를 혼합하여 상기 전해질부를 제조할 수 있다.
- [0030] 상기 변형감지유닛 제조 단계는, 유연(flexible)하고 신축 가능(stretchable)한 지지 테이프를 일정 형상으로 형성하는 패턴 형성 단계와; 이 후, 그래핀폼의 파편들과 이소프로필 알코올(IPA: Isopropyl alcohol)이 혼합된 혼합액을 상기 지지 테이프 상에 도포하는 그래핀폼 도포 단계와; 이 후, 상기 지지 테이프 상에 도포된 상기 혼합액으로부터 이소프로필 알코올을 증발시키는 이소프로필알코올 제거 단계와; 이 후, 상기 파편들 사이에 스며들도록 상기 지지 테이프 상에 폴리디메틸실록산(PDMS) 및 에코플렉스(Ecoflex)의 혼합액을 공급하고 큐어링(Curing)하여 변형 감지 부재를 형성하도록 제공될 수 있다.
- [0031] 상기 지지기판제조 단계는, 베이스 기판에 에코플렉스를 코팅 후 큐어링(Curing)하고, 이 후, 코팅된 에코플렉스에 자외선을 조사하여 하부 지지 기판을 형성하는 하부지지기판 제조 단계와; 이 후, 상기 하부 지지 기판 상에 SU-8을 코팅하고, 이 후, 상기 SU-8이 코팅된 상기 하부 지지 기판에 대해 소프트 베이킹(Soft baking)을 수행하고, 이 후, 포토 마스크를 부착하여 노광 및 현상 공정을 진행하여 스트레인 방지 부재를 형성하는 스트레인방지부재 제조 단계와; 이 후, 상기 스트레인 방지 부재가 형성된 상기 하부 지지 기판 상에 에코플렉스를 도포하고 큐어링(Curing)하여 상부 지지 기판을 형성하는 상부지지기판 제조 단계와; 이 후, 상기 베이스 기판을 제거하는 베이스기판 제거 단계를 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 지지기판 결합 단계에서는, 상기 전극 부재, 상기 연결 부재 및 상기 전극이 제공된 상기 집적 기판을 테이프 전이 방법을 이용하여 상기 지지 기판 상으로 이송하도록 제공될 수 있다.
- [0033] 상기 집적기판 결합 단계에서는, 상기 변형 감지 부재 및 상기 지지 테이프의 상기 전극에 대향되는 영역에 상기 변형 감지 부재 및 상기 지지 테이프를 상하 방향으로 관통하는 관통홀을 형성하고, 액체 금속으로 제공된 변형감지부재 연결부재를 상기 관통홀을 관통하여 제공함으로써 상기 전극 및 상기 변형 감지 부재를 전기적으로 연결하도록 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명의 실시 예에 따른 태양광충전 변형감지장치는 태양광 충전이 가능하다.
- [0035] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 태양광충전 변형감지장치는 높은 충전량을 제공할 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 태양광충전 변형감지장치는 변형 하에서도 안정적인 성능을 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 태양광충전 변형감지장치를 개략적으로 나타낸 측면도이다.
- 도 2는 도 1의 태양광충전 변형감지장치를 개략적으로 나타낸 평면도이다.
- 도 3은 도 1의 태양광충전 변형감지장치의 일 실시 예를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 1의 변형 감지 유닛을 개략적으로 나타낸 측면도이다.
- 도 5는 도 1의 집적 기관 상에서 태양 전지, 충전 유닛 및 변형 감지 유닛이 연결된 모습을 도식화한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 태양광충전 감지장치 제조방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 7은 도 6의 배열 단계를 나타낸 순서도이다.
- 도 8은 도 7의 배열 단계에 따른 집적 기관 상의 구성의 형성 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 도 6의 변형감지유닛 제조 단계를 나타낸 순서도이다.
- 도 10은 도 9의 변형감지유닛 제조 단계에 따른 변형감지유닛의 제조 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 11은 도 6의 지지기관 제조 단계를 나타낸 순서도이다.
- 도 12는 도 11의 지지기관 제조 단계에 따른 지지 기관의 제조 과정을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.
- [0039] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명 시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 태양광충전 변형감지장치(10)를 개략적으로 나타낸 측면도이다. 도 2는 도 1의 태양광충전 변형감지장치(10)를 개략적으로 나타낸 평면도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 태양광충전 변형감지장치(10)는 태양광에 의한 충전이 가능하고, 신체 등에 접촉되어 접촉된 부분의 변형을 감지한다. 예를 들면, 손목에 부착되어 손목의 움직임 및 맥박을 측정할 수 있다. 태양광충전 변형감지장치(10)는 태양 전지(Solar cell, 100), 충전 유닛(200), 변형 감지 유닛(300), 연결 부재(400), 집적 기관(500) 및 지지 기관(600)을 포함한다.
- [0041] 태양 전지(100)는 태양 에너지를 전기 에너지로 변환한다. 예를 들면, 태양 전지(100)는 실리콘(Si) 기반 상용 태양전지(Solar cell)로 제공될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 태양 전지(100)는 집적 기관(500)의 상면에 제공된 전극(810) 상에 납땜(Soldering, 110)에 의해 부착된다. 전극(810)은 두 개가 서로 이격되고, 각각 연결 부재(400)에 연결되도록 제공된다. 전극(810)은 금속 재질로 제공될 수 있다. 예를 들면, 전극(810)은 백금(Pt) 재질로 제공될 수 있다.
- [0042] 충전 유닛(200)은 태양 전지(100)로부터 발생된 전기 에너지에 의해 충전된다. 충전 유닛(200)은 전기 에너지가 충전되고, 충전된 전기 에너지를 변형 감지 유닛(300)에 공급한다. 도 3은 도 1의 태양광충전 변형감지장치(10)의 일 실시 예를 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하면, 충전 유닛(200)은 복수개로 제공될 수 있다. 이 경우, 충전

유닛(200)이 6각형으로 제공된 경우, 축전 유닛(200)은 서로 인접한 변이 평행하도록 배열될 수 있다. 복수개의 축전 유닛(200)은 서로 연결 부재(400)에 의해 연결될 수 있다.

- [0043] 다시 도 1 및 도 2를 참조하면, 일 실시 예에 따르면, 축전 유닛(200)은 평면형 전 고체상 마이크로 슈퍼 커패시터(MSC)를 포함한다. 전 고체상 마이크로 슈퍼커패시터는 자체 충전이 가능하고, 비교적 큰 충전 용량을 가지며, 반복된 다수의 충방전 후에도 용량의 감소가 비교적 적은 특징을 가진다. 예를 들면, 축전 유닛(200)은 전극 부재(210) 및 전해질부(220)를 포함한다.
- [0044] 전극 부재(210)는 두 개가 각각 연결 부재(400)에 연결되고, 상부에서 바라볼 때, 서로 일정 간격으로 이격되도록 제공된다. 일 실시 예에 따르면, 전극 부재(210)는 금속 전극(211), 전극층(212) 및 폴리피롤 층(213)을 포함한다.
- [0045] 금속 전극(211)은 상부에서 바라볼 때 두 개가 서로 이격되고, 각각 연결 부재(400)에 직접 연결되도록 제공된다. 금속 전극(211)은 집적 기판(500)의 상면에 집적 놓인다. 금속 전극(211)은 금속 재질로 제공된다. 예를 들면, 금속 전극(211)은 백금(Pt) 재질로 제공될 수 있다.
- [0046] 전극층(212)은 각각의 금속 전극(211)의 상면에 적층되게 제공된다. 일 실시 예에 따르면, 전극층(212)은 카르복실 기능기(-COOH)가 달린 탄소 나노 튜브(CNT: Carbon Nano Tube)로 제공된다.
- [0047] 폴리피롤 층(213)은 폴리피롤(Polypyrrole) 재질로 제공된다. 폴리피롤 층(213)은 각각의 전극층(212)의 상면에 적층되게 제공된다.
- [0048] 전해질부(220)는 젤(Gel) 타입의 전해질로 제공된다. 전해질부(220)는 전극 부재(210)의 사이 공간 및 전극 부재(210)의 상면에 제공된다. 일 실시 예에 따르면, 전해질부(220)는 1-메틸-3-프로필이미다졸리움 아이오다이드(MPII: 1-methyl-3-propylimidazolium iodide)를 산화환원 첨가제로 첨가한 염화리튬/폴리비닐 알코올 젤(LiCl/polyvinyl alcohol gel) 혼합 전해질로 제공된다. 전해질부(220)를 일반적인 액체 상태의 전해질로 제공하는 경우, 인장 및 수축이 반복되면 액체 전해질이 연결 부재(400)에 접촉될 수 있게 되고, 이는 연결 부재(400)의 단선의 원인이 될 수 있다. 따라서, 전해질부(220)를 젤 타입으로 제공함으로써, 전해질부(220)와의 접촉으로 인한 연결 부재(400)의 단선을 방지할 수 있다.
- [0049] 도 4는 도 1의 변형 감지 유닛(300)을 개략적으로 나타낸 측단면도이다. 도 4를 참조하면, 변형 감지 유닛(300)은 축전 유닛(200)으로부터 전력을 공급 받는다. 변형 감지 유닛(300)은 태양광충전 변형감지장치(10)가 부착된 부분의 변형 정도를 측정한다. 일 실시 예에 따르면, 변형 감지 유닛(300)은 변형 감지 부재(310), 지지 테이프(320) 및 변형감지부재 연결부재(330)를 포함한다.
- [0050] 변형 감지 부재(310)는 복수개의 그래핀폼 파편(311) 및 탄성 중합체(Elastomer, 312)가 혼합되어 제공된다. 일 실시 예에 따르면, 변형 감지 부재(310)는 저항 타입 스트레인 센서로 제공될 수 있다. 예를 들면, 탄성 중합체(312)는 에코플렉스(ecoflex) 및 폴리디메틸실록산(PDMS)를 질량비 1:1로 혼합한 혼합물로 형성된 필름으로 제공될 수 있다. 에코플렉스는 BASF사의 완전 생분해성 플라스틱으로서 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT)의 갈래폴리머 재질이다. 그래핀폼 파편(311)을 탄성 중합체와 혼합시킴으로써 수축 및 인장 등을 포함한 다양한 유형의 변형에서 안정한 전기적 및 기계적 특성을 가질 수 있다. 그래핀폼(311) 및 탄성 중합체(312)의 복합 재료에 수축 또는 인장 변형이 가해지면 그래핀(Graphene)의 균열 및 파단이 발생하여 저항이 증가되고, 변화되는 저항을 측정하여 변형 정도를 감지할 수 있다. 변형 감지 부재(310)의 일단은, 두 개의 전극(820) 중 하나와 전기적으로 연결되고, 변형 감지 부재(310)의 타단은 전극(820) 중 다른 하나와 전기적으로 연결된다. 전극(820)은 금속 재질로 제공될 수 있다. 예를 들면, 전극(820)은 백금(Pt) 재질로 제공될 수 있다.
- [0051] 전극(820)은 집적 기판(500)의 상면에 직접 놓이고, 연결 부재(400)와 전기적으로 연결된다.
- [0052] 지지 테이프(320)는 상면에 변형 감지 부재(310)가 지지된다. 지지 테이프(320)는 전극(820) 상에 제공된다. 지지 테이프(320)는 유연하고 신축 가능하도록 제공된다. 예를 들면, 지지 테이프(320)는 폴리이미드(PI) 재질로 제공될 수 있다.
- [0053] 변형감지부재 연결부재(330)는 변형 감지 부재(310) 및 전극(820)을 전기적으로 연결한다. 일 실시 예에 따르면, 변형감지부재 연결부재(330)는 액체 금속으로 제공된다. 예를 들면, 변형감지부재 연결부재(330)는 갈륨(Ga), 인듐(In) 및 주석(Tin)의 합금인 갈린스탄(Galinstan)으로 제공될 수 있다. 변형 감지 부재(310) 및 지지 테이프(320)의 전극(820)에 대향되는 영역에 변형 감지 부재(310) 및 지지 테이프(320)를 상하 방향으로 관통하는 관통홀(340)이 형성된다. 변형감지부재 연결부재(330)는 관통홀(340)을 관통하여 전극(820) 및 변형 감

지 부재(310)에 접촉됨으로써, 전극(820) 및 변형 감지 부재(310)를 전기적으로 연결한다.

[0054] 다시 도 1 및 도 2를 참조하면, 연결 부재(400)는 태양 전지(100), 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300)을 서로 전기적으로 연결한다. 연결 부재(400)는 태양 전지(100), 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300)이 각각 복수개로 제공되는 경우, 필요에 따라 동일한 구성 간을 전기적으로 연결하도록 제공될 수 있다. 연결 부재(400)는 티타늄(Ti)/백금(Pt) 혼합 금속 필름 등의 금속 재질로 제공될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 연결 부재(400)는 집적 기판(500)의 상면의 태양 전지(100), 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300) 중 서로 인접한 둘 사이에 제공된다. 연결 부재(400)는 집적 기판(500)의 상면을 바라볼 때, 태양 전지(100), 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300) 중 두 연결 대상이 배열된 방향과 수직인 방향을 따라 1회 이상 왕복되는 곡선 형상으로 제공(Serpentine interconnection)된다. 따라서, 태양광충전 변형감지장치(10)가 부착되는 부분이 변형됨에 따라 두 연결 대상 간의 거리가 변경되는 경우, 변경되는 상기 거리에 따라 연결 부재(400)의 양 끝단이 쉽게 인장 및 수축될 수 있으므로, 연결 부재(400)는 연결 대상 간의 거리 변경에 대해 기계적 안정성을 가질 수 있다.

[0055] 집적 기판(500)은 유연(flexible)하고 신축 가능(stretchable)하게 제공된다. 집적 기판(500)은 폴리머(Polymer) 재질로 제공될 수 있다. 예를 들면, 집적 기판(500)은 폴리이미드(PI: Polyimide) 재질로 제공될 수 있다. 집적 기판(500)의 상면에는 태양 전지(100), 축전 유닛(200), 변형 감지 유닛(300) 및 연결 부재(400)가 집적되어 놓인다. 태양 전지(100), 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300)은 집적 기판(500)의 상면을 바라볼 때, 서로 중첩되지 않도록 제공된다. 일 실시 예에 따르면, 태양 전지(100) 및 축전 유닛(200)은 집적 기판(500)의 상면을 바라볼 때, 6각형으로 제공될 수 있다. 이 경우, 태양 전지(100) 및 축전 유닛(200)은 인접한 변이 서로 평행하도록 제공됨으로서, 공간에 보다 밀집되게 배열하여 단위 면적당 충전율을 상승시킬 수 있다.

[0056] 도 5는 도 1의 집적 기판(500) 상에서 태양 전지(100), 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300)이 연결된 모습을 도식화한 도면이다. 도 5를 참조하면, 태양 전지(100), 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300)은 집적 기판(500) 상에서 서로 병렬로 연결된다. 축전 유닛(200)이 복수개로 제공되는 경우, 축전 유닛(200)은 서로 필요에 따라 직렬 또는 병렬로 연결될 수 있다.

[0057] 일 실시 예에 따르면, 태양광충전 변형감지장치(10)는 스위칭 부재(700)를 더 포함할 수 있다. 스위칭 부재(700)는 태양 전지(100) 및 축전 유닛(200) 간 또는 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300) 간을 서로 선택적으로 전기적으로 연결한다. 따라서, 태양 전지(100)에 의해 충전이 수행되는 경우, 스위칭 부재(700)는 태양 전지(100) 및 축전 유닛(200)을 전기적으로 연결하고, 변형 감지 유닛(300)에 전력을 공급하는 경우, 스위칭 부재(700)는 축전 유닛(200) 및 변형 감지 유닛(300)을 전기적으로 연결한다.

[0058] 다시 도 1 및 도 2를 참조하면, 지지 기판(600)은 상면에 태양 전지(100), 축전 유닛(200), 변형 감지 유닛(300) 및 연결 부재(400)가 집적된 집적 기판(500)을 지지한다. 지지 기판(600)은 유연하고 신축 가능한 재질로 제공된다. 지지 기판(600)은 에코플렉스(Ecoflex) 재질로 제공될 수 있다.

[0059] 지지 기판(600)의 내부에는 스트레인(strain) 방지 부재(610)가 제공된다. 스트레인 방지 부재(610)는 지지 기판(600)보다 유연성 및 신축성이 낮은 재질로 제공된다. 예를 들면, 스트레인 방지 부재(610)는 SU-8 재질로 제공될 수 있다. SU-8은 Microchem, Inc에서 제작한 에폭시 기반의 음성(negative-tone) 포토레지스트이다. 스트레인 방지 부재(610)는 상기 지지 기판(600) 상의 태양 전지(100), 축전 유닛(200)이 대향되는 영역에 제공된다. 따라서, 스트레인 방지 부재(610)가 태양 전지(100), 축전 유닛(200)이 대향되는 영역의 수축 및 인장을 최소화하여 태양 전지(100) 및 축전 유닛(200)이 안정적으로 위치될 수 있도록 한다.

[0060] 이하, 도 1의 태양광충전 변형감지장치(10)를 제조하는 태양광충전 감지장치 제조방법에 대해 설명한다. 도 6은 본 발명의 태양광충전 감지장치 제조방법을 나타낸 순서도이다. 도 1, 도 2 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 태양광충전 변형감지장치 제조방법은 집적기판 제조 단계(S11), 배열 단계(S20), 지지기판 제조 단계(S12), 지지기판 결합 단계(S30), 변형감지유닛 제조 단계(S13), 집적기판 결합 단계(S40), 전해질부 제조 단계(S14) 및 전해질부 제공 단계(S50)를 포함한다. 배열 단계(S20)는 집적기판 제조 단계(S11)가 완료된 이후에 수행된다. 집적기판 결합 단계(S40)는 배열 단계(S20) 및 변형감지유닛 제조 단계(S13)가 완료된 후에 수행된다. 전해질부 제공 단계(S50)는 전해질부 제조 단계(S14) 및 배열 단계(S20)가 완료된 후에 수행된다. 지지기판 결합 단계(S30)는 지지기판 제조 단계(S12) 및 배열 단계(S20)가 완료된 이후에 수행된다. 도 6에는 일 예로서 지지기판 결합 단계(S30) 이후에 집적기판 결합 단계(S40)가 수행되고, 집적기판 결합 단계(S40) 이후에 전해질부 제공 단계(S50)가 수행되는 것으로 도시되었다. 그러나, 이와 달리, 지지기판 결합 단계(S30), 집적기판 결합 단계(S40) 및 전해질부 제공 단계(S50)는 필요에 따라 선택적으로 서로 도 6과 상이한 순서로 수행될

수 있다.

- [0061] 집적기판 제조 단계(S11)에서는 집적 기판(500)을 제조한다. 집적기판 제조 단계(S11)에서는 베이스 기판(도 8의 20) 상에 폴리이미드(PI) 용액을 코팅한 후, 코팅된 폴리이미드 용액을 큐어링(Curing)시켜 폴리이미드 재질의 집적 기판(500)을 제조한다. 일 실시 예에 따르면, 폴리이미드 용액은 스핀코팅 방식에 의해 베이스 기판(20) 상에 코팅될 수 있다. 예를 들면, 4000rpm으로 베이스 기판(20)을 회전시키면서 폴리이미드 용액을 1분간 베이스 기판(20)의 상면에 공급하고, 이 후, 250℃에서 2시간 동안 폴리이미드 용액이 코팅된 베이스 기판(20)을 가열한다.
- [0062] 베이스 기판(20)은 집적 기판(500)과 분리가 용이한 재질로 제공된다. 예를 들면, 베이스 기판(20)은 이산화규소(SiO_2) 재질의 기판으로 제공될 수 있다.
- [0063] 도 7은 도 6의 배열 단계(S20)를 나타낸 순서도이다. 도 8은 도 7의 배열 단계(S20)에 따른 집적 기판(500) 상의 구성의 형성 과정을 나타낸 도면이다. 도 7 및 도 8을 참조하면, 배열 단계(S20)에서는 집적기판 제조 단계(S11)에서 제조된 집적 기판(500) 상에, 축전 유닛(200)의 전극 부재(210)와, 연결 부재(400)와, 태양 전지(100) 및 변형 감지 유닛(300)을 각각 연결 부재(400)와 전기적으로 연결하는 전극(810, 820)을 제공한다. 일 실시 예에 따르면, 배열 단계(S20)는 전극 및 연결부재 형성 단계(S21), 박막 코팅 단계(S22), 박막 제거 단계(S23), 탄소나노튜브 도포 단계(S24) 및 폴리피롤층 형성 단계(S25)를 포함한다.
- [0064] 전극 및 연결부재 형성 단계(S21)에서는 포토리소그래피 공정을 이용하여, 집적 기판(500) 상에, 금속 전극(211), 연결 부재(400) 및 전극(810, 820)을 형성한다.
- [0065] 박막 코팅 단계(S22)는 전극 및 연결부재 형성 단계(S21)가 완료된 후에 수행된다. 박막 코팅 단계(S22)에서는 집적 기판(500) 상에 폴리이미드 박막(900)을 코팅한다. 박막 코팅 단계(S22)가 완료된 직후의 모습은 도 8의 (a)와 같다.
- [0066] 박막 제거 단계(S23)는 박막 코팅 단계(S22)가 완료된 후에 수행된다. 박막 제거 단계(S23)에서는 금속 전극(211) 및 전극(810, 820)의 상부의 폴리이미드 박막(900)을 선택적으로 제거한다. 일 실시 예에 따르면, 이온 반응 식각(RIE: Reactive ion etching) 방식으로 폴리이미드 박막(900)을 선택적으로 식각한다. 예를 들면, 이온 반응 식각 시 100W의 출력, 130mTorr의 압력 및 20sccm의 산소 공급으로 설정될 수 있다.
- [0067] 이 경우, 연결 부재(400)의 상면의 폴리이미드 박막(900)은 제거하지 않을 수 있다. 연결 부재(400)의 상면의 폴리이미드 박막(900)은 연결 부재(400)가 외부로 노출되는 것을 방지하여 연결 부재(400)의 파손 및 누전 등을 방지한다. 박막 제거 단계(S23)가 완료된 직후의 모습은 도 8의 (b)와 같다.
- [0068] 탄소나노튜브 도포 단계(S24)는 박막 제거 단계(S23)가 완료된 후에 수행된다. 탄소나노튜브 도포 단계(S24)에서는 스프레이 코팅 공정을 이용하여, 금속 전극(211) 상에 카르복실 기능기($-\text{COOH}$)가 달린 탄소나노튜브(CNT)를 도포하여 전극층(212)을 형성한다. 카르복실 기능기($-\text{COOH}$)가 달린 탄소나노튜브(CNT) 산처리 공정을 통해 형성할 수 있다.
- [0069] 폴리피롤층 형성 단계(S25)는 탄소나노튜브 도포 단계(S24)가 완료된 후에 수행된다. 폴리피롤층 형성 단계(S25)에서는 전극층(212) 상에 폴리피롤(Polypyrrole)을 증착하여 폴리피롤 층(213)을 형성한다. 일 실시 예에 따르면 폴리피롤 층은 전기화학 증착 방식에 의해 전극층(212) 상에 증착될 수 있다. 예를 들면, 전기화학 증착 시 상대전극은 백금(Pt) 재질로 제공되고, 기준전극은 은(Ag)/염화은(AgCl) 전극으로 제공되고, 피롤(Py) 단위체(Monomer)가 혼합된 0.3M 과염소산나트륨(NaClO_4) 내에서 5초간 0.8V의 전력을 인가한다. 폴리피롤층 형성 단계(S25)가 완료된 직후의 모습은 도 8의 (c)와 같다.
- [0070] 도 9는 도 6의 변형감지유닛 제조 단계(S13)를 나타낸 순서도이다. 도 10은 도 9의 변형감지유닛 제조 단계(S13)에 따른 변형 감지 유닛(300)의 제조 과정을 나타낸 도면이다. 도 9 및 도 10을 참조하면, 변형감지유닛 제조 단계(S13)에서는 변형 감지 유닛(300)을 제조한다. 일 실시 예에 따르면, 변형감지유닛 제조 단계(S13)는 패턴 형성 단계(S131), 그래핀폼 도포 단계(S132), 이소프로필알코올 제거 단계(S133) 및 변형감지부재 형성 단계(S134)를 포함한다.
- [0071] 패턴 형성 단계(S131)에서는 유연하고 신축 가능한 지지 테이프(320)를 일정 형상으로 형성한다. 예를 들면, 폴리이미드(PI) 재질의 지지 테이프(320)를 제공된 베이스 기판(30) 상에 부착해 일정 규격의 평행사변형 형상으로 형성시킨다. 베이스 기판(30)은 슬라이드 글래스로 제공될 수 있다. 지지 테이프(320)를 평행사변형 형상으로 제공함으로써, 지지 테이프(320) 상에 형성되는 변형 감지 부재(310) 또한, 평행사변형 형상으로 제공된다.

이와 달리, 지지 테이프(320) 및 변형 감지 부재(310)는 수축 및 인장에 의해 저항이 변할 수 있는 다양한 형상으로 제공될 수 있다.

[0072] 그래핀폼 도포 단계(S132)는 패턴 형성 단계(S131)가 완료된 후 수행된다. 일 실시 예에 따르면, 그래핀폼 도포 단계(S132)에서는 그래핀폼(Graphene foam)의 파편(311)들과 이소프로필 알코올(IPA: Isopropyl alcohol, 40)이 혼합된 혼합액(311, 40)을 지지 테이프 상에 도포한다. 상기 혼합액(311, 40)은 마이크로 피펫을 이용하여 도포될 수 있다. 그래핀폼은 화학 기상 증착(CVD) 방법을 통해 니켈폼(Ni foam) 위에서 합성될 수 있다. 예를 들면, 아르곤(Ar) 가스 및 수소(H₂)가스를 각각 500sccm 및 200sccm으로 공급하며 1000℃에서 10분간 가열하고, 메탄(CH₄)을 30sccm으로 공급하며 20분 동안 합성한다. 그 후, 그래핀이 상면에 합성된 니켈을 90℃ 3M 염화수소(HCl)용액에 하루 동안 담가 놓으면 니켈 폼이 완벽히 제거되어 그래핀폼을 얻을 수 있고 남아있는 잔여 염화수소 용액은 증류수를 이용해 씻어낸다. 10mg의 이소프로필 알코올(IPA)이 담겨있는 바이알에 얻은 그래핀 폼을 넣고 볼텍스 믹서(vortex mixer)를 이용해 이를 일정 세기로 일정 시간 동안 파쇄한다. 그리고 이소프로필 알코올(IPA, 40)을 일정 온도(예를 들면 65℃)의 오븐에서 일정량을 증발시켜 파편화된 일정 비율의 그래핀폼 파편/IPA 혼합액(311, 40)을 얻을 수 있다. 그래핀폼 도포 단계(S132)가 완료된 직후의 모습은 도 10의 (a)와 같다.

[0073] 이소프로필알코올 제거 단계(S133)는 그래핀폼 도포 단계(S132)가 완료된 후 수행된다. 이소프로필알코올 제거 단계(S133)에서는 지지 테이프(320) 상에 도포된 혼합액(311, 40)으로부터 이소프로필 알코올(40)을 증발시킨다. 이소프로필알코올 제거 단계(S133)가 완료된 직후의 모습은 도 10의 (b)와 같다. 예를 들면, 오븐에서 일정 온도(예: 65℃)로 가열하여 이소프로필 알코올(40)을 제거한다.

[0074] 변형감지부재 형성 단계(S134)는 이소프로필알코올 제거 단계(S133)가 완료된 후 수행된다. 변형감지부재 형성 단계(S134)에서는 그래핀폼 파편(311)들 사이에 스며들도록 지지 테이프(320) 상에 탄성중합체인 폴리디메틸실록산(PDMS) 및 에코플렉스(Ecoflex)의 혼합액(312)을 공급하고 큐어링(Curing)하여 변형 감지 부재(310)를 형성한다. 예를 들면, 폴리디메틸실록산(PDMS) 및 에코플렉스(Ecoflex)를 각각 1:1로 혼합하여 그래핀폼 파편(311) 및 지지 테이프(320)가 형성된 베이스 기판(30) 상에 부어주고, 이를 일정 온도(예: 65℃)의 오븐에서 일정 시간(예: 1시간) 동안 큐어링(curing) 해준다. 큐어링(Curing)이 완료되면 그래핀폼 파편/폴리디메틸실록산(PDMS) 및 에코플렉스(Ecoflex) 혼합 필름으로 제공된 변형 감지 부재(310)가 형성된다. 변형감지부재 형성 단계(S134)가 완료된 직후의 모습은 도 10의 (c)와 같다.

[0075] 다시, 도 1, 도 2 및 도 6을 참조하면, 집적기판 결합 단계(S40)에서는 배열 단계(S20)가 완료된 집적 기판(500) 상에 태양 전지 및 변형 감지 유닛(300)을 결합시킨다.

[0076] 일 실시 예에 따르면, 집적기판 결합 단계(S40)에서는 변형감지유닛 제조 단계(S13)에서 형성된 변형 감지 부재(310) 및 지지 테이프(320)를 베이스 기판(30)으로부터 분리시키고, 변형 감지 부재(310) 및 지지 테이프(320)의 전극(820)에 대항되는 영역에 변형 감지 부재(310) 및 지지 테이프(320)를 상하로 관통하는 관통홀(340)을 형성한다. 이 후, 지지 테이프(320)의 저면에 접착제로서 에코플렉스를 도포하고 변형 감지 부재(310)가 적층된 지지 테이프(320)를 집적 기판(500) 상의 적절한 위치에 안착시키고, 액체 금속으로 제공된 변형감지부재 연결 부재(330)를 관통홀(340)을 관통하여 전극(820) 및 변형 감지 부재(310)에 접촉되도록 관통홀(340)에 공급함으로써 전극(820) 및 변형 감지 부재(310)를 전기적으로 연결한다.

[0077] 또한, 집적기판 결합 단계(S40)에서는 상용 태양 전지(100)를 납땜(Soldering) 방식으로 집적 기판(500) 상의 전극(810)에 결합시킨다. 예를 들면, 솔더 페이스트(Solder paste)를 태양 전지(100)의 저면에 바른 후, 태양 전지(100)를 전극(810) 상의 적절한 위치에 안착시키고, 150℃에서 1분간 납땜(Soldering)을 진행한다.

[0078] 도 11은 도 6의 지지기판 제조 단계(S12)를 나타낸 순서도이다. 도 12는 도 11의 지지기판 제조 단계(S12)에 따른 지지 기판(600)의 제조 과정을 나타낸 도면이다. 도 11 및 도 12를 참조하면, 지지기판 제조 단계(S12)에서는 지지 기판(600)을 제조한다. 일 실시 예에 따르면, 지지기판 제조 단계(S12)는 하부지지기판 제조 단계(S121), 스트레인방지부재 제조 단계(S122), 상부지지기판 제조 단계(S123) 및 베이스기판 제거 단계(S124)를 포함한다.

[0079] 하부지지기판 제조 단계(S121)에서는 베이스 기판(50)에 에코플렉스를 코팅 후 큐어링(Curing)하고, 이 후, 코팅된 에코플렉스에 자외선을 조사하여 에코플렉스 재질의 하부 지지 기판(600)을 형성한다. 자외선을 조사함으로써, 에코플렉스 재질의 하부 지지 기판(600) 및 이하 설명될 SU-8 재질의 스트레인 방지 부재(610) 간의 접착력이 향상된다. 베이스 기판(50)은 이산화규소(SiO₂) 재질의 기판으로 제공될 수 있다.

- [0080] 스트레인방지부재 제조 단계(S122)는 하부지지기판 제조 단계(S121)가 완료된 후에 수행된다. 스트레인방지부재 제조 단계(S122)에서는 하부 지지 기판(600) 상에 SU-8을 코팅한다. 예를 들면, SU-8은 스핀 코팅 방식 즉, 하부 지지 기판(600)을 회전시키면서 SU-8을 도포하는 방식으로 하부 지지 기판(600) 상에 SU-8이 코팅 될 수 있다. 이 후, SU-8이 코팅된 하부 지지 기판(600)에 대해 소프트 베이킹(Soft baking)을 수행한다. 예를 들면, 소프트 베이킹은 95℃ 온도에서 2시간 동안 수행될 수 있다. 하부 지지 기판(600) 상에 SU-8이 코팅된 모습은 도 12의 (a)와 같다. 이 후, 포토 마스크를 부착하여 노광 및 현상 공정을 진행하여 지지 기판(600)의 태양 전지(100) 및 축전 유닛(200)과 대향되는 영역에 스트레인 방지 부재(610)를 형성한다. 예를 들면, 노광 종정은 5초간 진행되고, 이 후, 95℃에서 4분간 포스트 베이킹(Post baking)을 수행한 후, 현상 공정을 수행한다. 스트레인방지부재 제조 단계(S122)가 완료된 직후의 모습은 도 12의 (b)와 같다.
- [0081] 상부지지기판 제조 단계(S123)는 스트레인방지부재 제조 단계(S122)가 완료된 후에 수행된다. 상부지지기판 제조 단계(S123)에서는 스트레인 방지 부재(610)가 형성된 하부 지지 기판(600) 상에 에코플렉스를 도포하고 큐어링(Curing)하여 상부 지지 기판(600)을 형성한다. 상부지지기판 제조 단계(S123)가 완료된 직후의 모습은 도 12의 (c)와 같다.
- [0082] 베이스기판 제거 단계(S124)는 상부지지기판 제조 단계(S123)가 완료된 후에 수행된다. 베이스기판 제거 단계(S124)에서는 상부지지기판 제조 단계(S123)에서 형성된 상부 지지 기판(600)으로부터 베이스 기판(50)을 제거한다.
- [0083] 다시 도 1, 도 2 및 도 6을 참조하면, 지지기판 결합 단계(S30)에서는 지지 기판(600) 상에 집적 기판(500)을 결합시킨다. 일 실시 예에 따르면, 지지기판 결합 단계(S30)에서는, 상면에 전극 부재(210), 연결 부재(400) 및 전극(810, 820)이 제공된 집적 기판(500)을 테이프 전이 방법을 이용하여 지지 기판(600) 상으로 이송하여 지지 기판(600) 및 집적 기판(500)을 결합시킨다. 이 후, 집적 기판(500)의 지지 기판(600)이 놓인 영역을 제외한 불필요한 영역을 제거한다. 일 실시 예에 따르면, 상기 불필요한 영역은 이온 반응 식각(RIE: Reactive ion etching) 방식으로 제거할 수 있다. 예를 들면, 100W의 출력, 130mTorr의 압력 하에서 산소(O₂)를 20 sccm으로 공급하며 4분 30초간 식각을 수행할 수 있다.
- [0084] 전해질부 제조 단계(S14)에서는 전해질부(220)를 제조한다. 일 실시 예에 따르면, 전해질부 제조 단계(S14)에서는 1M의 염화리튬(LiCl) 용액에 폴리 비닐 알코올(PVA)을 100℃로 가열한 상태에서 투명해질때까지 저어주면서 혼합하고, 이후, 상온에서 저어주면서 혼합하며 냉각시키고, 이 후, 1mol 1-메틸-3-프로필이미다졸리움 아이오다이드(MPII: 1-methyl-3-propylimidazolium iodide)를 3시간 동안 저어주며 혼합하여 상기 전해질부(220)를 제조한다.
- [0085] 전해질부 제공 단계(S50)에서는 전해질부(220)를 축전 유닛(200)에 제공한다. 즉, 전해질부(220)를 전극 부재(210)의 사이 공간 및 전극 부재(210)의 상면에 제공한다. 전해질부(220)는 마이크로 피펫을 이용하여 제공될 수 있다. 이 후, 전해질부(220)가 젤(Gel) 상태가 되도록 건조시킨다.
- [0086] 본 발명의 태양광충전 변형감지장치(10)는 피부 부착 가능한 헬스 모니터링 시스템 등의 변형 감지가 요구되는 다양한 장치에 적용 가능하다. 따라서, 태양광충전 변형감지장치(10)는 변형 감지 유닛(300)이 측정된 값을 무선 또는 유선으로 외부의 장치로 전달할 수 있는 구성(미도시)을 더 포함할 수 있다.
- [0087] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 태양광충전 변형감지장치는 태양 전지를 제공함으로써 태양광에 의한 충전이 가능하고, 전 고체상 슈퍼 커패시터를 제공함으로써, 높은 충전량을 제공할 수 있다. 또한, 지지 기판 내에 스트레인 방지 부재를 제공하고, 연결 부재를 곡선형상으로 제공함으로써, 인장 및 수축 등 변형 하에서도 안정적인 성능을 유지할 수 있다.
- [0088] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 기술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0089]

- 10: 태양광충전 변형감지장치

200: 축전 유닛

211: 금속 전극

213: 폴리피롤층

300: 변형 감지 유닛

311: 그래핀폼 파편

320: 지지 테이프

340: 관통홀

500: 집적 기판

610: 스트레인 방지 부재

810, 820: 전극
- 100: 태양 전지

210: 전극 부재

212: 전극층

220: 전해질부

310: 변형 감지 부재

312: 탄성중합체

330: 변형감지부재 연결부재

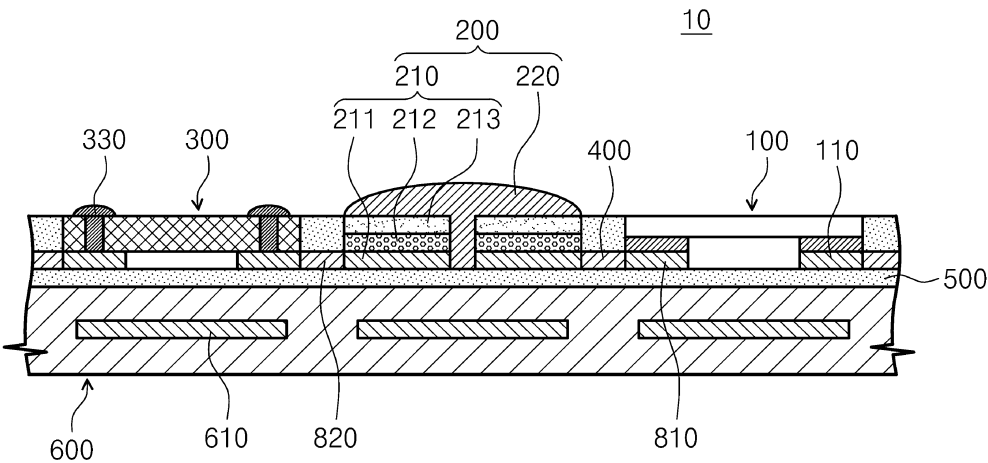
400: 연결 부재

600: 지지 기판

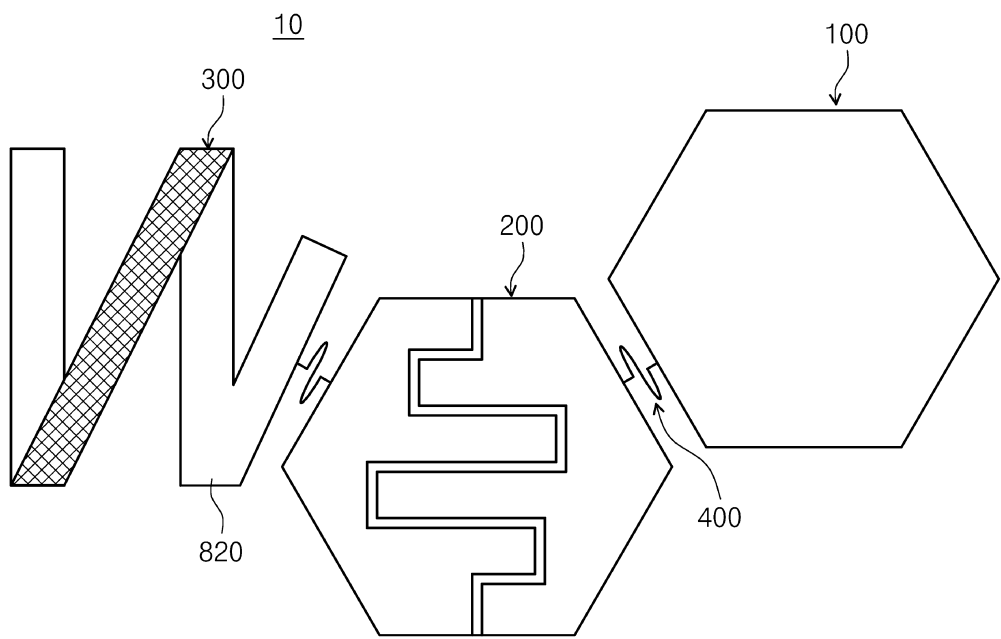
700: 스위칭 부재

도면

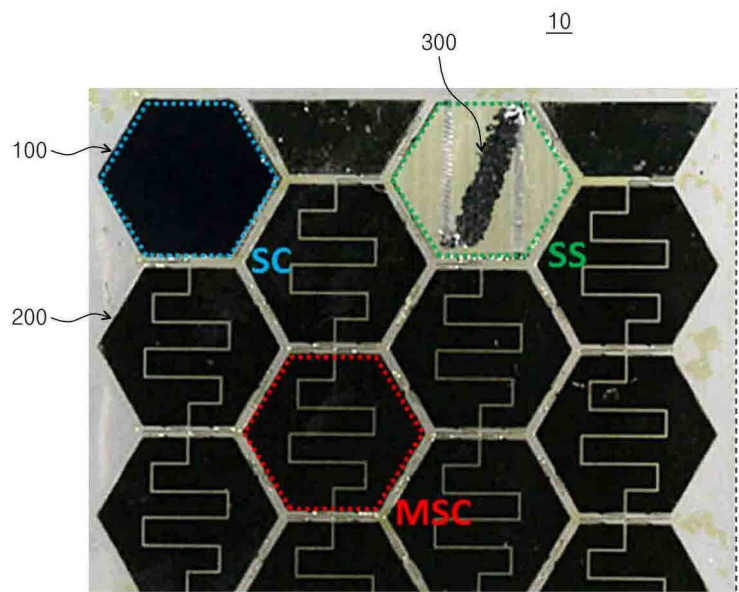
도면1



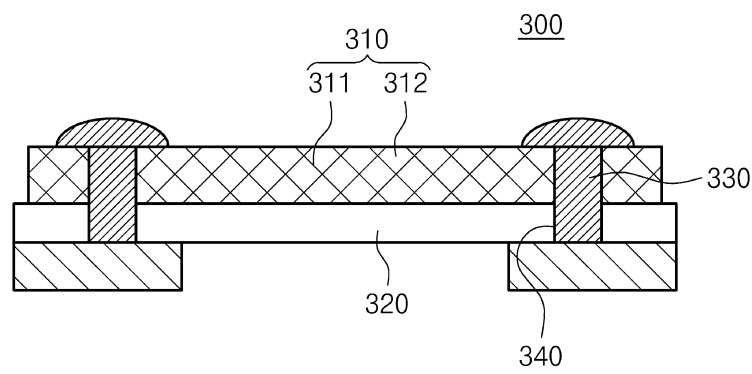
도면2



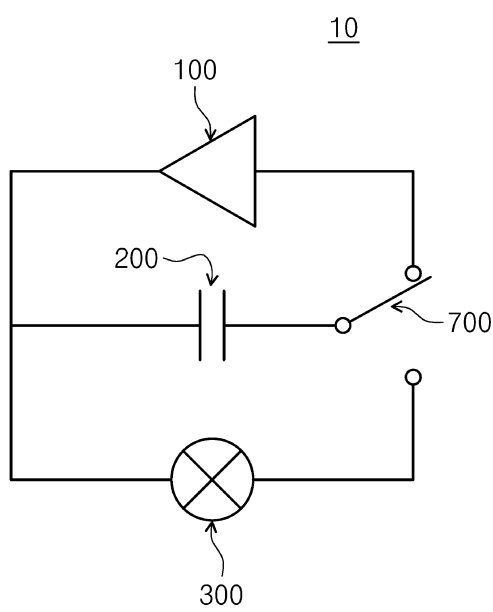
도면3



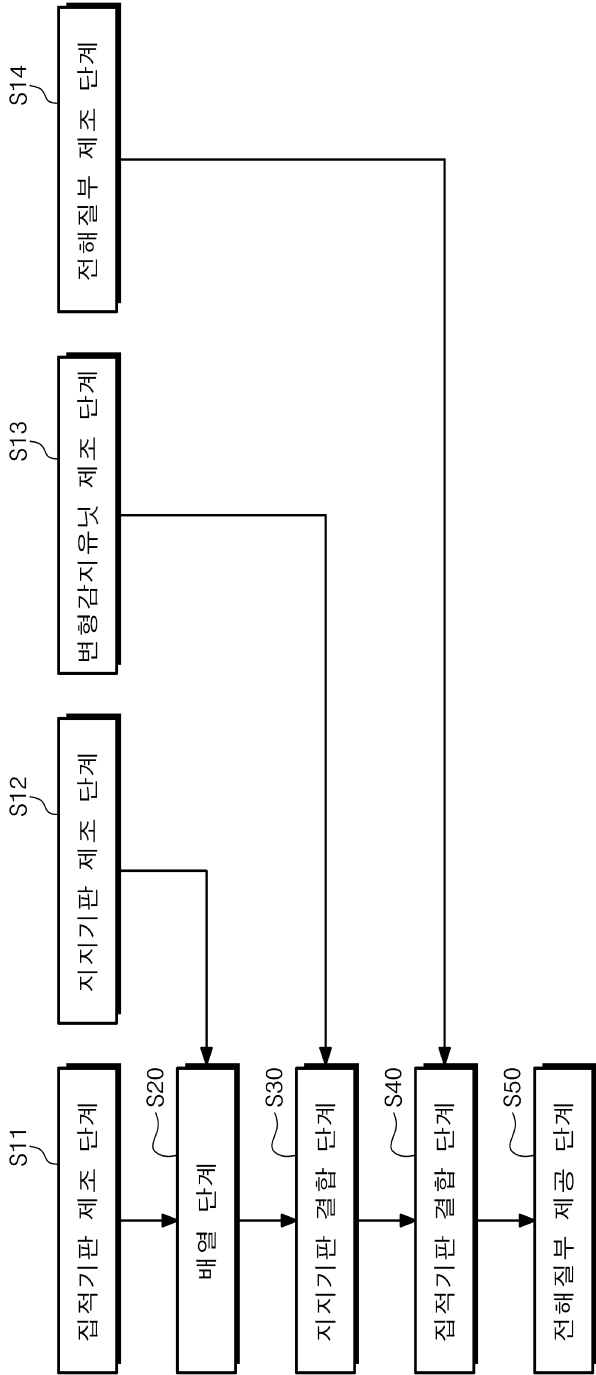
도면4



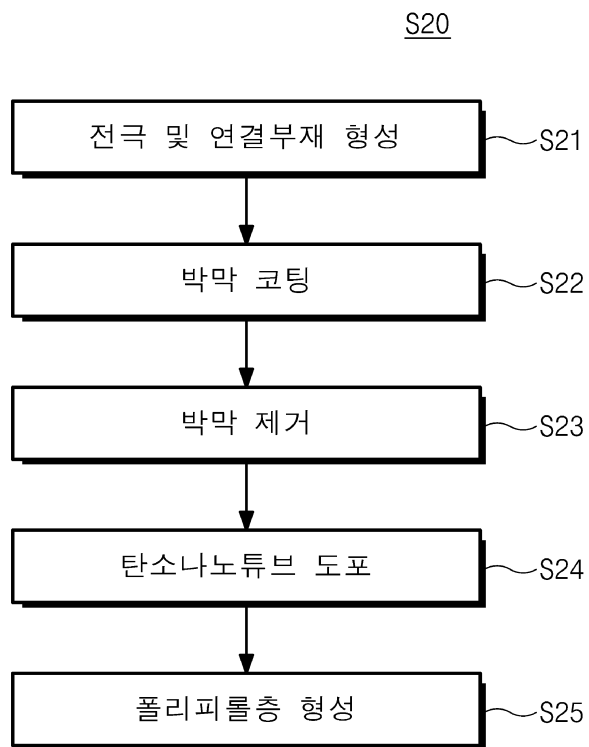
도면5



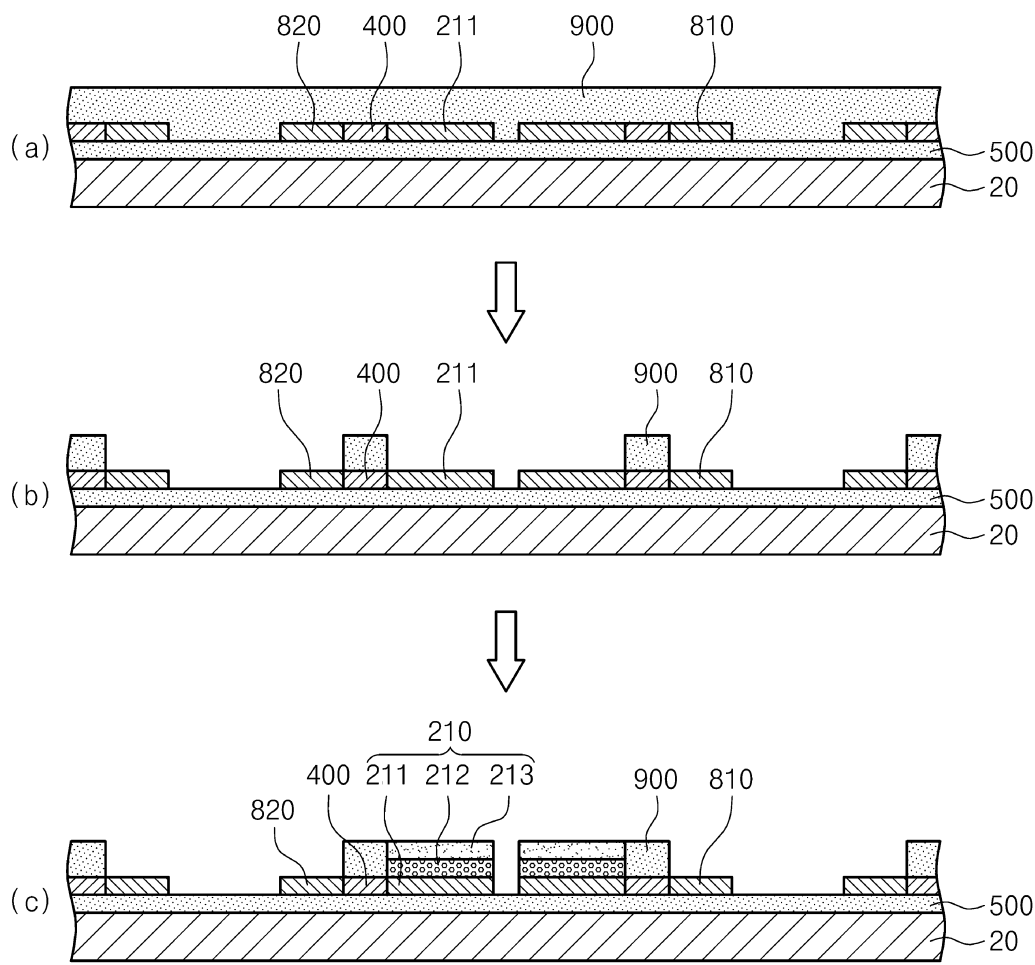
도면6



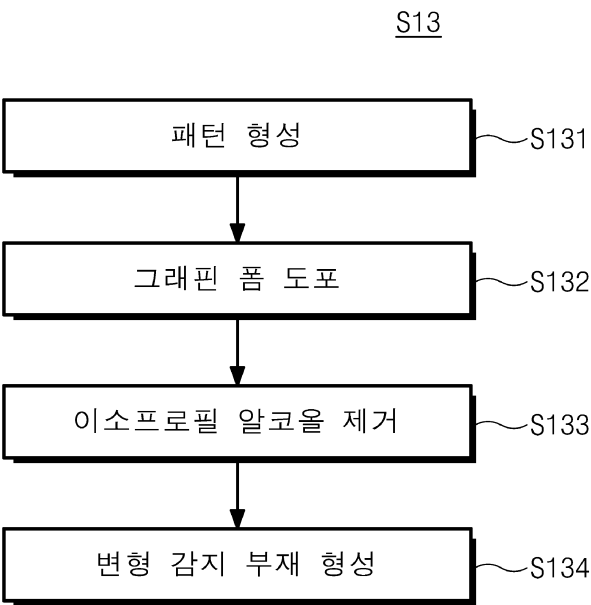
도면7



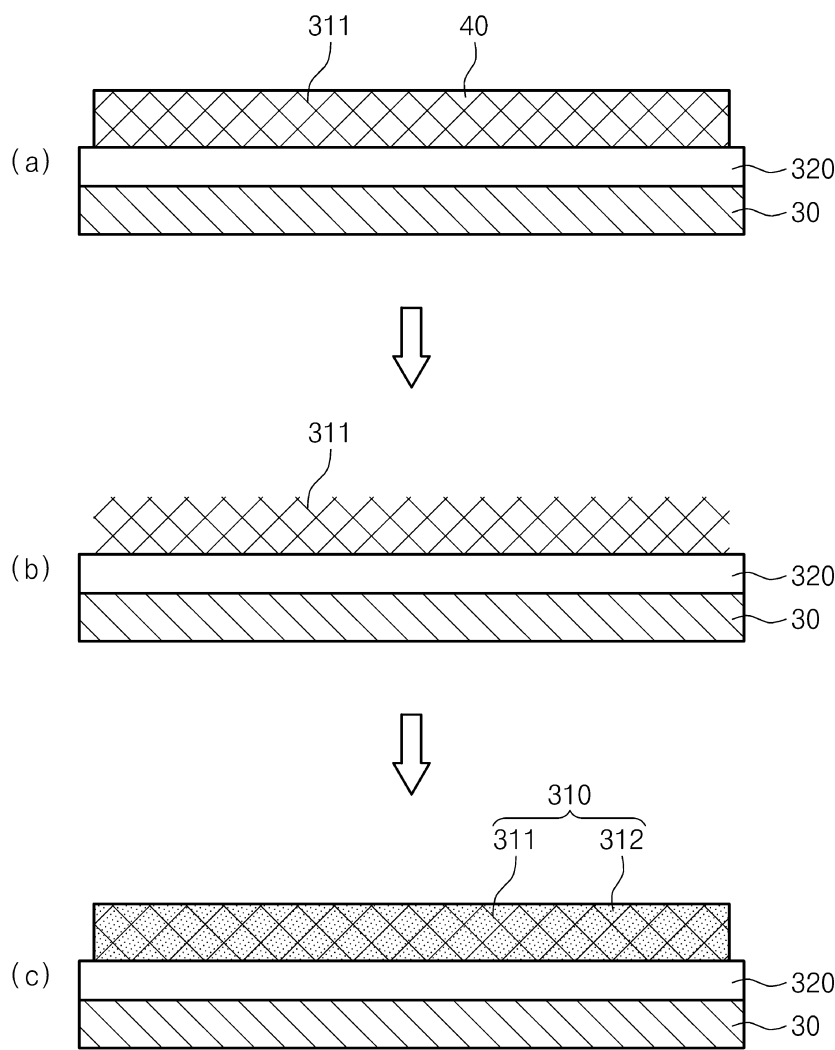
도면8



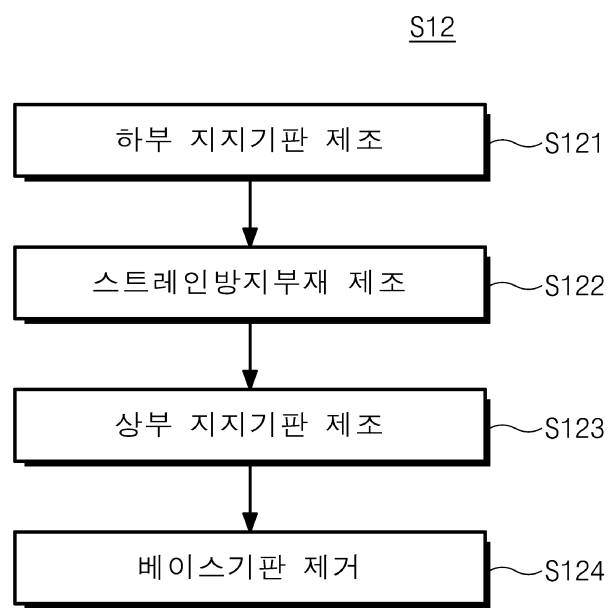
도면9



도면10



도면11



도면12

