



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월11일
 (11) 등록번호 10-1619831
 (24) 등록일자 2016년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 31/049 (2014.01) H01L 31/18 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0182280
 (22) 출원일자 2014년12월17일
 심사청구일자 2014년12월17일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020130011696 A*
 JP2011243758 A*
 W02012029847 A1
 JP5430773 B2
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국에너지기술연구원
 대전광역시 유성구 가정로 152(장동)
 (72) 발명자
 송희은
 인천광역시 중구 도원로26번길 22 (도원동)
 강민구
 대전광역시 중구 계룡로 852 (오류동, 삼성아파트)6동 212호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

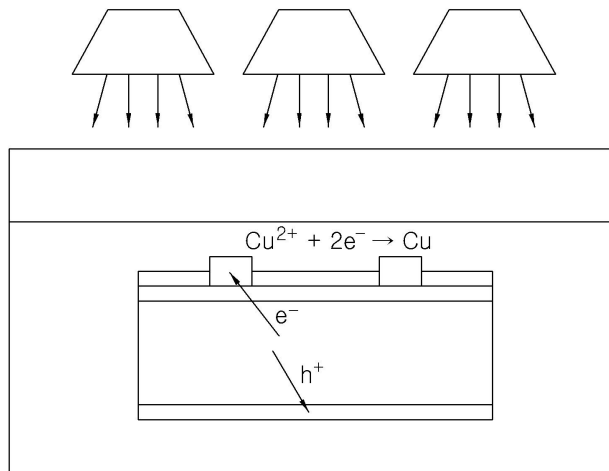
심사관 : 장정아

(54) 발명의 명칭 태양 전지 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 태양 전지에 관한 것으로서, 더 상세하게는 광 유도 도금(LIP: Light Induced Plating)에서 후면전극 보호용 절연층을 적용하는 태양 전지 및 이의 제조 방법에 대한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

강기환

세종특별자치시 보듬4로 19, 1201-1103

정명상

충청북도 청주시 상당구 무심동로 124, 미림아파트
105동 604호

이정인

대전광역시 유성구 가정로 65, 108동 705호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G031234713

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 신재생에너지기술개발사업, 산업융합원천기술개발사업

연구과제명 서브-100um유연 결정질 실리콘 태양전지공정 원천 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교

연구기간 2013.12.01 ~ 2014.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관과 p-n 접합을 형성하는 에미터부;

상기 기관의 하단과 전기적으로 연결되어 있는 후면 전극 패턴; 및

상기 후면 전극 패턴의 후면상에 형성되는 절연물의 절연층;을 포함하며, 상기 절연물은 필름 형태로 부착되는 것을 특징으로 하는 태양 전지.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 절연층이 도포되어 있는 상태에서 상기 에미터부와 전기적으로 연결되는 전면 전극을 형성하기 위해 광 유도 도금(LIP: Light Induced Plating) 이 수행되는 것을 특징으로 하는 태양 전지.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 절연물은 잉크젯 프린팅, 스크린 프린팅, 스핀 코팅 및 그라뷰어 프린팅 중 어느 하나에 의해 상기 후면 전극 패턴의 표면상에 도포되는 것을 특징으로 하는 태양 전지.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 2 항에 있어서,

LED(Light Emitting Diodes) 램프, 백열 전구, 형광등, 할로젠 램프 및 OLED(Organic LED) 중 어느 하나를 이용하여 빛을 조사함으로써 도금이 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양 전지.

청구항 6

기관의 상단 및 하단과 각각 p-n 접합을 이루는 에미터부를 형성하는 단계;

상기 에미터부 위에 상단 및 하단 반사 방지막을 형성하는 단계;

상기 하단 반사 방지막의 표면상에 후면 전극 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 후면 전극 패턴의 표면상에 절연물을 도포하여 절연층을 형성하는 단계;를 포함하며, 상기 절연물은 필름 형태로 부착되는 것을 특징으로 하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 절연층을 형성하는 단계이후,

상기 절연층이 도포되어 있는 상태에서 광 유도 도금(LIP: Light Induced Plating)을 이용하여 상기 에미터부와 전기적으로 연결되는 전면 전극을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 절연물은 잉크젯 프린팅, 스크린 프린팅, 스핀 코팅 및 그래뷰어 프린팅 중 어느 하나에 의해 상기 후면 전극 패턴의 표면에 도포되는 것을 특징으로 하는 태양 전지의 제조 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 6 항에 있어서,

LED(Light Emitting Diodes) 램프, 백열 전구, 형광등, 할로겐 램프 및 OLED(Organic LED) 중 어느 하나를 이용하여 빛을 조사함으로써 도금이 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양 전지의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양 전지에 관한 것으로서, 더 상세하게는 광 유도 도금(LIP: Light Induced Plating)에서 후면전극 보호용 절연층을 적용하는 태양 전지 및 이의 제조 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 결정질 실리콘 태양전지 산업에서는 용이한 공정과 빠른 속도로 전극을 형성할 수 있는 스크린 프린팅 방법이 가장 널리 사용되고 있다. 스크린 프린팅 방식으로 제작된 태양전지의 효율을 향상시키기 위해서는 크게 전기적 손실과 광학적 손실을 줄이는 방법이 있다.

[0003] 스크린 프린팅에 사용되는 금속 페이스트는 소성을 거쳐 기관과 저항성 접촉 (ohmic contact)을 형성한다. 이 과정에서 페이스트의 성분들이 burn-out된 후, 재결정 과정에서 다공성(porous) 구조가 생성되고 이는 전기적 손실을 발생시키는 원인이 된다.

[0004] 이런 구조와 전극의 낮은 종횡비 (aspect ratio)는 전극의 저항을 높이는 요인으로 작용하여 태양전지의 효율을 저하시키는 원인이 된다. 이러한 전기적 손실을 줄이기 위하여 도금을 이용한 전극 형성 방법이 있다.

[0005] 이중 빛을 이용한 도금인 도 1은 일반적인 LIP 공정을 보여주는 개념도이다. 방식은 수용액 내 이온들의 산화/환원 반응을 이용한 방법으로 태양전지에 빛이 조사되면 태양전지 내부에서 전자/정공 쌍이 형성된다. 형성된 전자/정공 쌍은 내부 전계에 의해 전자와 홀이 분리되어 각각 전면과 후면으로 이동하게 된다.

[0006] 이때 전면 전극 쪽으로 이동한 전자가 도금액 내의 Ag⁺ 이온과 반응되면서 전극 내부 및 표면에 Ag가 증착되는 방식이다. 태양전지의 전면 전극 열처리 후 LIP 공정 추가는 소성 후 전극의 빈공간을 채워줌으로써 실리콘과 전극 사이에 접촉 특성을 향상시키고 순수한 금속 이온으로 인해 전극의 저항을 개선할 수 있다.

[0007] 또한 이에 따른 단락전류 (short circuit current, I_{sc}) 및 곡선 인자 (fill factor, FF)의 증가로 인한 태양 전지의 효율 향상을 기대할 수 있다. 그런데, 이러한 광 유도 도금은 전기 공급 없이 빛에 의해 소자내에서 생성된 전자에 의해 금속이 도금된다.

[0008] 따라서, 광 유도 도금 중 도금된 금속의 전하량에 대응하는 만큼의 후면 전극이 손실된다. 이를 개념적으로 보

여주는 도면이 도 1에 도시된다. 도 1을 참조하면, 후면전극 전체에서 손실이 일어난다. 이에 따라 전극의 결합력이 감소하거나 전극을 구성하는 입자(particle)들이 떨어져나가면서 전극의 특성이 악화되는 문제점이 발생한다. 즉, 입자의 결합이 느슨해져서 전극 특성이 악화되는 경향이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 1. 한국특허등록 제10-1057124호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 위 배경기술에 따른 문제점을 해소하기 위해 제안된 것으로서, 전극 전체에서 금속의 손실이 일어나지 않도록 하는 태양 전지 및 이의 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 위에서 제시된 과제를 달성하기 위해, 전극 전체에서 금속의 손실이 일어나지 않도록 하는 태양 전지를 제공한다.

[0012] 상기 태양 전지는,

[0013] 기관;

[0014] 상기 기관과 p-n 접합을 형성하는 에미터부;

[0015] 상기 기관의 하단과 전기적으로 연결되어 있는 후면 전극 패턴; 및

[0016] 상기 후면 전극 패턴의 후면상에 형성되는 절연물의 절연층;을 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 태양전지는, 상기 절연층이 도포되어 있는 상태에서 상기 에미터부와 전기적으로 연결되는 전면 전극을 형성하기 위해 광 유도 도금(LIP: Light Induced Plating) 이 수행되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 절연물은 잉크젯 프린팅, 스크린 프린팅, 스핀 코팅 및 그라뷰어 프린팅 중 어느 하나에 의해 상기 후면 전극 패턴의 표면상에 도포되거나 필름 형태로 부착되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 태양 전지는, LED(Light Emitting Diodes) 램프, 백열 전구, 형광등, 할로겐 램프 및 OLED(Organic LED) 중 어느 하나를 이용하여 빛을 조사함으로써 도금이 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 다른 한편으로, 본 발명의 다른 일실시예는, 기관의 상단 및 하단과 각각 p-n 접합을 이루는 에미터부를 형성하는 단계; 상기 에미터부 위에 상단 및 하단 반사 방지막을 형성하는 단계; 상기 하단 반사 방지막의 표면상에 후면 전극 패턴을 형성하는 단계; 및 상기 후면 전극 패턴의 표면상에 절연물을 도포하여 절연층을 형성하는 단계;를 포함하는 태양 전지의 제조 방법을 제공한다.

[0021] 이때, 상기 태양 전지의 제조 방법은, 상기 절연층을 형성하는 단계이후, 상기 절연층이 도포되어 있는 상태에서 광 유도 도금(LIP: Light Induced Plating)을 이용하여 상기 에미터부와 전기적으로 연결되는 전면 전극을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면, 전극 전체에서 금속의 손실이 일어나지 않도록 포토레지스트 등과 같은 절연층 코팅을 수행함으로써 전극의 접착력(adhesion)이 감소하거나 입자(particle)들이 떨어져나가는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 일반적인 광 유도 도금(LIP: Light Induced Plating) 공정을 보여주는 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 광 유도 도금(LIP) 공정만을 보여주는 개념도이다.

도 3a 내지 도 3e는 본 발명의 일실시예에 따른 태양 전지의 제조 공정을 순차적으로 보여주는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0025] 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0026] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.
- [0027] 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다. 또한, 어떤 부분이 다른 부분 위에 "전체적"으로 형성되어 있다고 할 때에는 다른 부분의 전체 면(또는 전면)에 형성되어 있는 것뿐만 아니라 가장자리 일부에는 형성되지 않은 것을 뜻한다.
- [0028] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 태양 전지 및 이의 제조 방법을 상세하게 설명하기로 한다.
- [0029] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 개념도이다. 도 2를 참조하면, 후면 전극층(50)에 절연층(350)을 적용한 후 램프(210)로 빛을 조사하여 도금을 수행하는 LIP(Light Induced Plating) 공정을 보여준다.
- [0030] 부연하면, 수용액 수조(201) 태양 전지(200)를 담근후 램프(210)로 조사한다. 따라서, 이러한 절연층(350)으로 인해, 절연층의 외곽부위만 공격을 받게 되므로 전극의 adhesion이 감소하거나 입자(particle)가 떨어져나가는 것을 막을 수 있다.
- [0031] 물론, 태양 전지(200)에는 기관(100), 반사 방지막(130), 전면전극 패턴(40), 후면전극 패턴(50), 및 절연층(350) 등이 형성된다. 또한, 기관(100)은 제 1 불순물부(110)과 제 1 불순물부(110)의 상하에 위치하는 제 2 불순물부인 에미터부(120)가 형성된다.
- [0032] 램프(210)는 LED(Light Emitting Diodes) 램프, 백열 전구, 형광등, 할로겐 램프 및 OLED(Organic LED) 등이 될 수 있다. 또한, 수용액 수조(201)에 주입되는 도금용 수용액은 AgCN, KCN, KOH 수용액 등이 될 수 있다. 또한, 도금 방식으로는 광 유도 도금(LIP) 방식이 사용될 수 있으나, 일부 변경 및/또는 수정을 통해 광 유도 무전해 도금 방식도 사용가능하다.
- [0033] 도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 일실시예에 따른 태양 전지의 제조 공정을 순차적으로 보여주는 단면도이다. 도 3a에 도시한 것처럼, 기관(100)은 제 1 불순물부(110)과 제 1 불순물(110)의 양단에 형성되는 에미터부(120)로 구성된다. p형 단결정 또는 다결정 실리콘으로 이루어진 기관(100)에 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 포함하는 물질, 예를 들어, POCl₃이나 H₃PO₄ 등을 고온에서 열처리하여 5가 원소의 불순물을 기관(100)에 확산시켜 기관(100) 전체면, 즉, 전면, 후면 및 측면에 n형의 에미터부(120)를 형성한다.
- [0034] 본 발명의 일실시예와 달리, 기관(100)의 도전성 타입이 n형일 경우, 3가 원소의 불순물을 포함하는 물질, 예를 들어, B₂H₆을 고온에서 열처리하거나 적층하여 기관(100) 전면에 p형의 에미터부를 형성할 수 있다.
- [0035] 그런 다음, p형 불순물 또는 n형 불순물이 기관(100) 내부로 확산됨에 따라 생성된 인을 포함하는 산화물(phosphorous silicate glass, PSG)이나 붕소를 포함하는 산화물(boron silicate glass, BSG)을 에칭 공정(달리 표현하면, 식각 공정)을 통해 제거한다.
- [0036] 따라서, 에미터부(120) 형성 공정이 행해진 후, 기관(100)은 제1 불순물부(110)와 제2 불순물부인 에미터부(120)로 나뉜다. 필요할 경우, 에미터부(120)를 형성하기 전에, 기관(100)의 전면을 텍스처링하여, 요철면인 텍스처링 표면을 형성할 수 있다.
- [0037] 이때, 기관(100)이 단결정 실리콘으로 이루어질 경우, KOH, NaOH 등의 염기 용액을 사용하여 기관(100)의 표면을 텍스처링한다. 이와 달리, 기관(100)이 다결정 실리콘으로 이루어질 경우, HF나 HNO₃과 같은 산 용액을 사용

하여 기판(100)의 표면을 텍스처링한다.

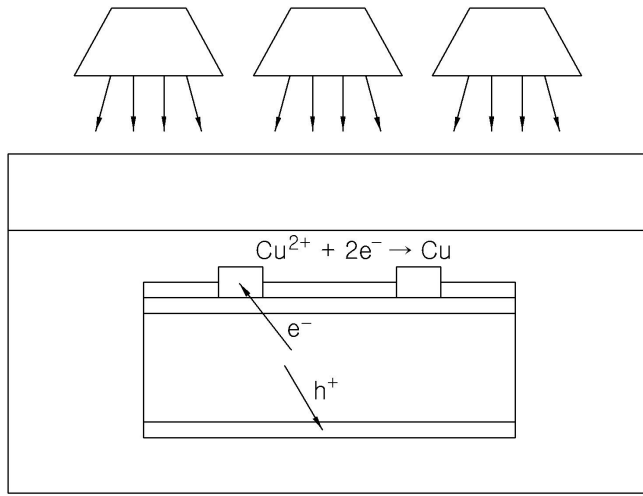
- [0038] 다음으로, 도 3b에 도시한 것처럼, 플라즈마 화학 기상 증착법(plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD) 등과 같은 화학 기상 증착법(chemical vapor deposition, CVD)을 이용하여 기판(100)의 전면 위에 반사 방지막(130)을 형성한다.
- [0039] 반사 방지막(130)이 형성되면, 도 3c에 도시한 것처럼, 스크린 프린팅을 이용하여 기판(100) 후면에 알루미늄(Al)과 유기물을 함유한 페이스트를 도포한 후 건조시켜, 후면전극 패턴(50)을 형성한다.
- [0040] 후면전극 페이스트는 알루미늄 대신 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0041] 후면전극 패턴(50)이 형성되면, 도 3d에 도시한 것처럼, 후면전극 패턴(50)의 표면에 절연층(350)을 형성한다. 이 절연층(350)은 절연물을 도포하여 형성된다. 절연물로는 코팅이 가능한 물질이면서 절연이 가능한 물질이면 가능하다. 예를 들면, 포토 레지스트(PR: PhotoResist), 왁스 등이 사용될 수 있다. 포토 레지스트는 일반적으로 포토 리소그래피에서 사용하는 유기물, 고분자 등의 물질이다.
- [0042] 이러한 절연물의 도포는 잉크젯 프린팅, 스크린 프린팅, 스핀 코팅, 및 그라뷰어 프린팅 등을 이용하여 수행된다. 물론, 이와 달리 필름 형태의 절연물을 부착하는 방식도 가능하다.
- [0043] 이후, 도 3e에 도시한 것처럼, 레이저, 에칭 페이스트 등을 이용하여 반사 방지막(130)들 사이에 개구부(340)를 형성하기 위해 방지막을 제거한다. 물론, 도 3e에 도시된 공정은 이전 공정인 도 3d 이전에 수행될 수도 있다.
- [0044] 이후, 도 3e에 도시된 기판(100)을 수용액 수조(201)에 담근후 램프(210)로 조사하여, 전면 전극(40) 등을 형성한다. 이를 보여주는 도면이 도 2이다.
- [0045] 부연하면, 수용액조(도 2의 201)의 수용액 내 이온들의 산화/환원 반응을 이용한 방법으로 후면전극 패턴(50)을 구비한 기판(100)에 빛이 조사되면 태양전지 내부에서 전자/정공 쌍이 형성된다. 이러한 도금용 수용액은 AgCN, KCN, KOH 수용액 등이 될 수 있다. 또한, 형성된 전자/정공 쌍은 내부 전계에 의해 전자와 홀이 분리되어 각각 전면과 후면으로 이동하게 된다.
- [0046] 이때 전면 전극 쪽으로 이동한 전자가 도금액 내의 Ag⁺ 이온 등과 반응되면서 전극 내부 및/또는 표면에 Ag가 증착되는 방식이다. 이러한 LIP 공정 추가는 실리콘과 전극 사이에 접촉 특성을 향상시키고 순수한 금속 이온으로 인해 전극의 저항을 개선한다.

부호의 설명

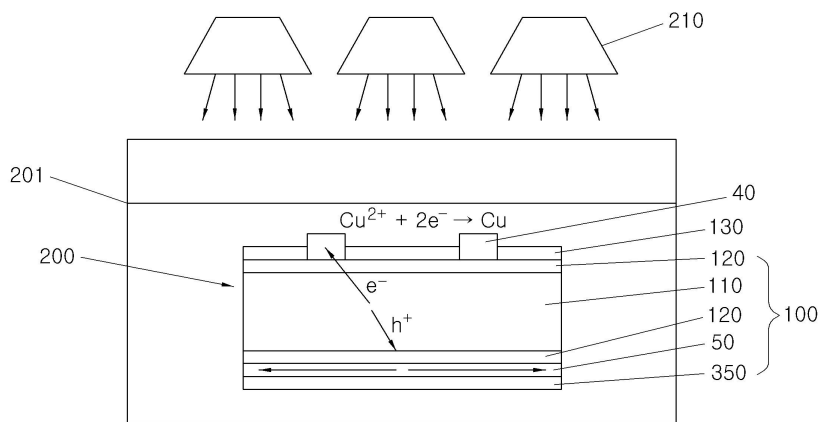
- [0047] 40: 전면전극
- 50: 후면전극 패턴
- 100: 기판
- 110: 제 1 불순물부
- 120: 에미터부
- 130: 반사 방지막
- 200: 태양 전지
- 201: 수용액 수조
- 210: 램프
- 350: 절연층

도면

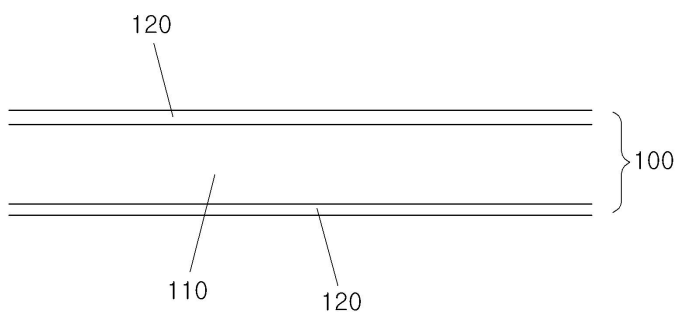
도면1



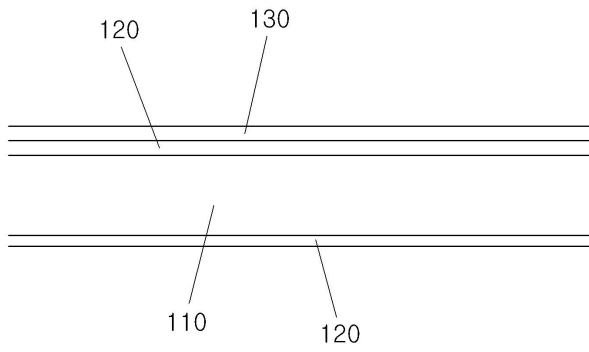
도면2



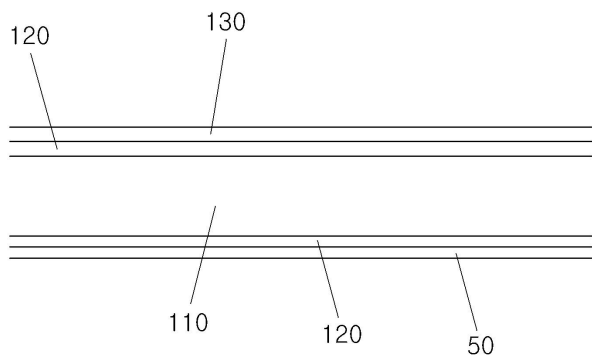
도면3a



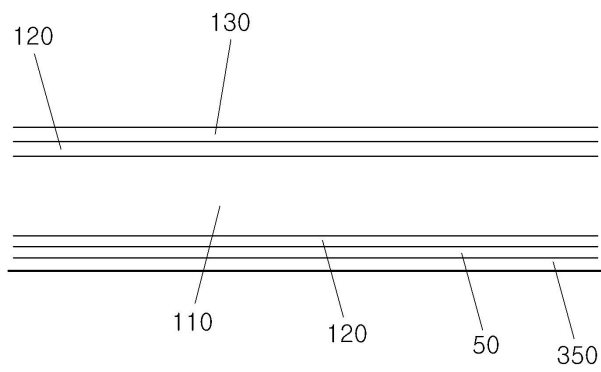
도면3b



도면3c



도면3d



도면3e

