



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월01일
(11) 등록번호 10-1701065
(24) 등록일자 2017년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/0216 (2014.01)
H01L 31/0236 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/022425 (2013.01)
H01L 31/02167 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0177311
(22) 출원일자 2015년12월11일
심사청구일자 2015년12월11일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003033705 A*
KR101323763 B1*
JP2012005988 A*
US20140346436 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
신동윤
부산광역시 남구 오륙도로 85, 오륙도SK뷰아파트 107동 602호
유성수
부산광역시 남구 유엔평화로47번길 69 502호 (대연동, 로얄센텀빌)
류중호
서울특별시 마포구 월드컵북로30길 9-22 101동 504호 (성산동, 성산월드타운대림아파트)
(74) 대리인
조영현

전체 청구항 수 : 총 6 항

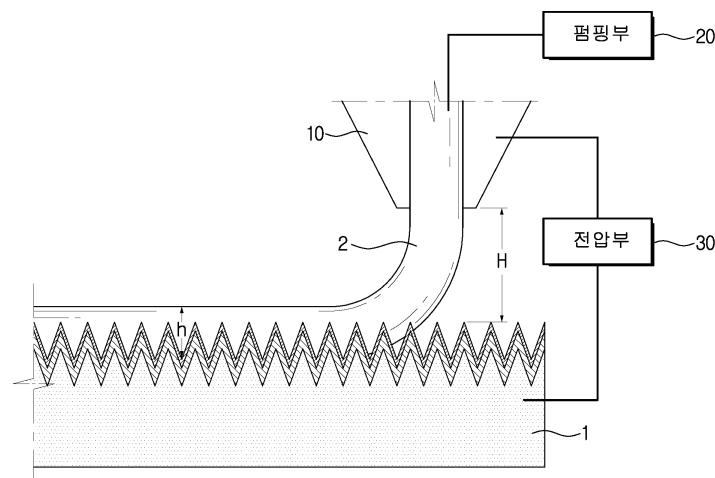
심사관 : 이규재

(54) 발명의 명칭 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법 및 장치에 관한 것으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극제조방법은 텍스처링 처리된 웨이퍼 위에 노즐을 이격시킨 상태에서 외력이 가해지지 않은 상태에서는 유동성을 갖지 않으며, 전단 변형률이 증가함에 따라 점도가 감소하는 전단 유동화 특성을 갖는 도전성 페이스트를 준비하는 단계; 상기 도전성 페이스트가 토출되는 노즐과 상기 웨이퍼 사이에 전압을 인가하는 단계; 상기 전압이 인가된 상태에서 상기 도전성 페이스트에 외력을 가하여 상기 노즐로부터 상기 웨이퍼로 상기 웨이퍼와 반대 극성으로 대전된 상기 도전성 페이스트를 토출시키는 단계; 및 토출된 상기 도전성 페이스트와 상기 웨이퍼 사이의 정전기적 인력에 의해 상기 도전성 페이스트가 상기 웨이퍼에 밀착되어 전극이 형성되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 31/02366 (2013.01)

H01L 31/18 (2013.01)

Y02E 10/50 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415132269

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 신재생에너지융합원천기술개발(전력기금)

연구과제명 비접촉 정전기젯을 이용한 실리콘 태양전지 상부전극 60 μm 급 패턴공정 및 16.8% 변환효

율 실버소재 원천기술개발

기 여 율 1/2

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2013.12.01 ~ 2014.11.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345234235

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공학개인지초연구지원

연구과제명 나노파이버에 의한 연신특성 증진 페이스트를 이용한 비접촉 고종횡비 미세전극 패턴연구

기 여 율 1/2

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

텍스처링 처리된 웨이퍼 위에 노즐을 이격시킨 상태에서 외력이 가해지지 않은 상태에서는 유동성을 갖지 않으며, 전단 변형률이 증가함에 따라 점도가 감소하는 전단 유동화 특성을 갖는 도전성 페이스트를 준비하는 단계;

상기 도전성 페이스트가 토출되는 노즐과 상기 웨이퍼 사이에 전압을 인가하는 단계;

상기 전압이 인가된 상태에서 상기 도전성 페이스트에 외력을 가하여 상기 노즐로부터 상기 웨이퍼로 상기 웨이퍼와 반대 극성으로 대전된 상기 도전성 페이스트를 토출시키는 단계; 및 토출된 상기 도전성 페이스트와 상기 웨이퍼 사이의 정전기적 인력에 의해 상기 도전성 페이스트가 상기 웨이퍼에 밀착되어 전극이 형성되는 단계;

를 포함하는 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

밀착된 상기 도전성 페이스트는 0.3 ~ 1.0의 종횡비를 갖는 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

밀착된 상기 도전성 페이스트의 선평은 $20\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ 인 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 도전성 페이스트는 인쇄 온도 및 전단 변형률 100 s^{-1} 에서 4200cP ~ 50000cP 의 점도를 가지는 실버 페이스트인 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 웨이퍼와 상기 노즐 사이의 이격 거리는 $100\mu\text{m}$ ~ 1mm 인 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전압은 100V ~ 10000V 인 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지의 전극 제조방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로 본 발명은 비접촉식 인쇄방식으로 태양전지의 전극이 고종횡비를 가질뿐만 아니라 접합력을 향상시킴으로써 전기적 특성까지 향상시키는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 결정질 실리콘 태양전지 웨이퍼의 두께는 2015년 180 μ m에서 2021년에는 100 μ m로 박형화될 것으로 예상되고 있다.

[0003] 이와 같이 결정질 실리콘 태양전지의 웨이퍼 두께가 박형화됨에 따라 현재의 접촉식 스크린 인쇄 방식으로 결정질 실리콘 태양전지를 제조할 경우 인압(프린팅 압력)에 의해 결정질 실리콘 태양전지가 파손되는 문제가 심각해진다.

[0004] 따라서 결정질 실리콘 태양전지의 전극 인쇄방식은 현재의 접촉식 스크린 인쇄방식에서 잉크젯, 에어로졸 젯, 정전기젯 혹은 디스펜싱과 같은 비접촉식 인쇄방식으로 변화될 것이 예상된다.

[0005] 하지만 높은 고형분 함량 때문에 점도가 높은 실버 페이스트를 현재의 일반적인 비접촉식 인쇄방식으로 태양전지 기판 위에 인쇄할 경우 인압을 가할 수가 없어 태양전지 기판 표면과 충분히 밀착하지 못하는 문제가 발생하게 된다.

[0006] 이에 본 발명의 발명자는 고점도의 실버 페이스트를 비접촉식 인쇄방식으로 인쇄하더라도 태양전지 기판 위에 밀착되도록 하는 새로운 방식의 태양전지 제조방법을 제시한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2012-0134892호 "레이저와 잉크젯을 이용한 결정질 합물형 태양전지 및 그 제조 방법"

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제1010125180000호 “멀티 디스펜싱 방법을 이용한 태양전지의 전극 패턴 형성 장치 및 형성 방법”

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제1011471650000호 “태양전지의 전극 패턴 형성용 멀티 디스펜싱 노즐, 및 이를 구비한 태양 전지의 전극 패턴 형성 장치”

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 고종횡비를 갖는 실리콘 태양전지의 전극제조방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 비접촉 인쇄방식의 실리콘 태양전지 전극제조방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은 1회의 인쇄만으로 전극을 완성할 수 있는 실리콘 태양전지의 전극제조방법 및 장치를 제공하는 것이다.

- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은 실리콘 태양전지와 전극들 사이의 기계적 접합력을 향상시킬 수 있는 실리콘 태양전지의 전극제조방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은 전기적 접촉저항을 감소시켜 태양전지의 효율을 증가할 수 있는 실리콘 태양전지의 전극제조방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은 전극들 사이의 전기적 특성편차를 감소시켜 태양전지의 효율을 증가할 수 있는 실리콘 태양전지의 전극제조방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 상기 및 기타 목적들은, 본 발명에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법 및 장치에 의해 모두 달성될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법은 텍스처링 처리된 웨이퍼 위에 노즐을 이격시킨 상태에서, 외력이 가해지지 않은 상태에서는 유동성을 갖지 않으며, 전단 변형률이 증가함에 따라 점도가 감소하는 전단 유동화 특성을 갖는 도전성 페이스트를 준비하는 단계; 상기 도전성 페이스트가 토출되는 노즐과 상기 웨이퍼 사이에 전압을 인가하는 단계; 상기 전압이 인가된 상태에서 상기 도전성 페이스트에 외력을 가하여 상기 노즐로부터 상기 웨이퍼로 상기 웨이퍼와 반대 극성으로 대전된 상기 도전성 페이스트를 토출시키는 단계; 및 토출된 상기 도전성 페이스트와 상기 웨이퍼 사이의 정전기적 인력에 의해 상기 도전성 페이스트가 상기 웨이퍼에 밀착되어 전극이 형성되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치는 텍스처링 처리된 웨이퍼 위에 이격되어 위치하며, 외력이 가해지지 않은 상태에서는 항복응력에 의해 유동성을 갖지 않으며, 전단 변형률이 증가함에 따라 점도가 감소하는 전단 유동화 특성을 갖는 도전성 페이스트가 토출되는 노즐; 상기 도전성 페이스트가 상기 노즐을 통해 토출되도록 상기 도전성 페이스트에 외력을 인가하는 펌핑부; 및 상기 노즐로부터 토출되는 상기 도전성 페이스트가 상기 웨이퍼와 반대 극성으로 대전되도록 상기 노즐과 상기 웨이퍼 사이에 전압을 인가하는 전압부를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 밀착된 상기 도전성 페이스트는 0.3 ~ 1.0의 종횡비(전극의 높이를 폭으로 나눈 값)를 가질 수 있다.
- [0018] 밀착된 상기 도전성 페이스트의 선폭은 20 μ m ~ 50 μ m일 수 있다.
- [0019] 도전성 페이스트는 실버 페이스트일 수 있다.
- [0020] 상기 도전성 페이스트의 점도는 인쇄되는 온도 및 전단 변형률 100 s⁻¹에서 4200 cP 이상, 50000 cP 이하이다.
- [0021] 웨이퍼와 노즐 사이의 이격 거리는 100 μ m ~ 1mm 이내일 수 있다.
- [0022] 인가되는 전압은 100V~10000V일 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명은 비접촉 인쇄방식으로 고종횡비를 갖는 실리콘 태양전지의 전극제조방법 및 장치를 제공하는 효과를 갖는다.
- [0024] 특히 1회의 인쇄로 원하는 선폭과 종횡비를 갖는 전극을 형성할 수 있고, 기계적 밀착력을 향상시킴으로써 전기적 접촉저항 또한 감소시키며, 전극들 사이의 전기적 특성편차를 감소시켜 태양전지의 효율을 향상시킬 수 있는 실리콘 태양전지의 전극제조방법 및 장치를 제공하는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치에서 토출되는 도전성 페이스트의 구간별 유동성 변화를 보여주는 도면이다.
- 도 3은 텍스처링 처리된 웨이퍼 표면을 보여주는 도면이다.
- 도 4는 전압부에 의해 전압이 인가되지 않은 경우 토출된 도전성 페이스트와 웨이퍼 표면 사이에 발생하는 기공

을 보여주는 도면이다.

도 5는 전압부에 의해 전압이 인가되었을 경우 토출된 도전성 페이스트가 웨이퍼 표면에 밀착되는 원리를 보여주는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법의 순서도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 전극의 단면도이다.

도 8은 전압부에 의해 전압이 인가되지 않았을 때(a)와 인가되었을 때(b) 형성된 전극의 접촉저항을 보여주는 그래프이다.

도 9는 정전기젯으로 20번 인쇄하여 전극을 형성한 태양전지의 셀효율(a)과 본 발명의 일 실시예에 따라 1번의 인쇄로 전극을 형성한 태양전지의 셀효율(b)을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법 및 장치에 대해 상세히 설명하도록 한다.
- [0027] 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조방법 및 장치를 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않도록 생략될 수 있다.
- [0028] 또한, 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 본 발명을 가장 적절하게 표현할 수 있도록 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0029] 도 1에 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치가 도시되어 있다.
- [0030] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치는 노즐(10), 펌핑부(20) 및 전압부(30)를 포함하여 이루어진다.
- [0031] 노즐(10)은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치 내부에 저장되어 있는 전극형성용 도전성 페이스트(2)가 토출되는 배출구이다.
- [0032] 본 발명의 목적은 비접촉 인쇄방식으로 실리콘 태양전지의 전극을 형성하는 것이다. 이를 위해 노즐(10)은 도 1에 도시된 바와 같이 웨이퍼(1)에 접촉되지 않고 이격된 상태로 위치하게 된다.
- [0033] 이때 웨이퍼(1)와 노즐(10) 사이의 이격거리(H)는 노즐을 통해 토출된 도전성 페이스트(2)가 형성하는 전극의 높이(h)이상 이격되어 있어야 한다. 실리콘 태양전지의 전극이 20 μ m~50 μ m의 선폭을 갖는 것이 바람직하고, 넓게는 100 μ m의 선폭을 가지는 경우도 있으며, 본 발명의 일 실시예에 따른 장치에 의해 형성되는 전극의 종횡비가 0.3~1.0임을 감안할 때 웨이퍼(1)와 노즐(10) 사이의 이격거리(H)는 최소 100 μ m인 것이 바람직하다.
- [0034] 또한 전극을 형성하기 위해 웨이퍼(1)가 고정된 상태에서 노즐(10)이 이동하거나 노즐(10)이 고정된 상태에서 웨이퍼(1)가 이동됨에 따른 웨이퍼(1)와 노즐(10) 사이의 간격 유지 오차 및 웨이퍼(1)의 수평 오차 등을 고려할 때 최소 이격거리의 10배인 1mm정도 이내로 이격거리(H)를 설정하는 것이 보다 바람직하다.
- [0035] 본 발명의 다른 목적은 고종횡비를 갖는 전극을 형성하는 것이다. 이를 위해서는 도전성 페이스트(2)는 노즐(10)을 통해 토출된 후 퍼지지 않도록 높은 항복응력(yield stress)를 가져야 하는데 이를 위해서는 일반적으로 도전성 페이스트(2)의 점도가 높아야 한다.
- [0036] 일반적으로 항복응력이 없는 저점도의 도전성 잉크를 사용하는 잉크젯, 혹은 항복응력이 낮은 중점도의 도전성 페이스트를 사용하는 정전기젯의 경우, 도전성 잉크 혹은 페이스트 그 자체로서 기판 표면에서 넓게 퍼지는 것을 방지할 수단이 없으나, 항복응력이 높은 고점도 페이스트를 사용하는 디스펜싱용 도전성 페이스트의 경우 도전성 페이스트 그 자체로서 기판 표면에서 퍼지는 것이 억제될 수 있다.
- [0037] 이와 같이 항복응력이 높은 고점도의 도전성 페이스트(2)는 공기압이나 기계적 펌핑 등의 외부 수단을 통해 항복응력 이상의 외력을 가해야지만 유동성을 갖는다. 일단 유동을 시작한 도전성 페이스트는 전단 변형율에 따라 점도가 낮아지는 특성을 가진다.
- [0038] 이에 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치는 외력이 가해지지 않은 상태에서

유동성을 가지지 않는 도전성 페이스트(2)가 노즐(10)을 통해 토출될 수 있도록 외력을 가하는 펌핑부(20)를 포함한다.

- [0039] 펌핑부(20)는 도전성 페이스트(2)가 노즐(10)을 통해 토출될 수 있도록 공기압 또는 기계적인 펌핑 수단을 제공할 수 있는 공압기(time pressure pump), 시린지 펌프(syringe pump), 스크류 펌프(screw pump or Archimedes' screw pump), 기어 펌프(gear pump), 프로그레시브 캐버티 펌프(progressive cavity pump), 페리스탈틱 펌프(peristaltic pump) 등이 사용될 수 있다. 혹은 압력을 이용한 수단과 기계적 펌핑 수단이 결합되어 사용될 수 있다.
- [0040] 또한 도전성 페이스트(2)는 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지 내부에 저장되어 있다가 펌핑부(20)에 의해 외력이 가해졌을 때 좁은 노즐(10)을 통해 배출될 수 있도록 점도가 전단 변형률(shear strain rate)이 증가함에 따라 감소하는 전단 유동화 특성을 갖는 물질로 이루어지며, 인쇄 온도 및 전단 변형률 100 s^{-1} 에서 $4200 \sim 50000\text{ cP}$ 의 점도를 갖는 것이 바람직하다.
- [0041] 도 2를 참고로 보다 상세히 설명하면, 외력이 가해지지 않은 상태에서 유동성을 가지지 않으며, 전단 변형률이 증가함에 따라 점도가 감소하는 전단 유동화 특성을 갖는 도전성 페이스트(2)는 펌핑부에 의해 항복응력 이상의 외력이 가해져 유동을 시작하게 되며, 노즐을 통과할 때 가해지는 높은 전단 변형률에 의해 점도가 낮아져 높은 유동성을 가지게 되어 노즐을 통해 토출될 수 있게 된다(도 2의 A영역).
- [0042] 노즐(10)에서 토출된 도전성 페이스트(2)는 전단 변형률이 감소함에 따라 점점 점도가 높아지며(도 2의 B영역), 전단 변형률이 완전히 없어지면(도 2의 C영역) 원래의 점도와 함께 항복응력을 회복하여 유동하지 않게 된다. 그 결과, 도전성 페이스트가 웨이퍼 표면에서 퍼지지 않으므로 고종횡비를 갖는 전극이 형성될 수 있다.
- [0043] 반면, 태양전지용 웨이퍼(1)의 표면은 빛의 반사율을 감소시킬 수 있도록 세정 후 텍스처링을 하며, 그 결과 도 3에 도시된 바와 같이 웨이퍼 표면이 피라미드 구조 혹은 불규칙한 요철구조로 식각된다.
- [0044] 이와 같이 텍스처링된 웨이퍼 표면 위에 외력이 가해지지 않은 상태에서는 유동성을 갖지 않는 도전성 페이스트(2)를 비접촉식으로 인쇄하면 접촉식 인쇄방식과 달리 인쇄 중 인압(printing pressure)을 가할 수가 없기 때문에 항복응력을 회복한 도전성 페이스트(2)로 형성한 전극이 텍스처링된 웨이퍼 표면에 충분히 밀착되지 못하고 전극과 웨이퍼 표면 사이에 작은 기공들이 발생함으로써 접촉면적이 줄어드는 문제점이 발생한다.
- [0045] 이러한 접촉면적의 감소는 전극과 실리콘 태양전지 간의 기계적 결합강도를 감소시킬 뿐만 아니라 전기적 유효 접촉저항을 증가시킨다.
- [0046] 이에 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치에서는 노즐(10)과 웨이퍼(1) 사이에 전압을 인가하는 전압부(30)를 구비함으로써 이러한 문제를 해결하였다.
- [0047] 보다 상세히 설명하면, 전압부(30)가 노즐(10)과 웨이퍼(1) 사이에 전압을 인가하면 도 5에 도시된 바와 같이 노즐을 통과하는 도전성 페이스트(2)와 웨이퍼(1)는 서로 반대의 극성으로 대전되어 정전기력이 발생하고, 도전성 페이스트(2)가 노즐(10)을 통해 토출되면 도전성 페이스트(2)와 웨이퍼(1) 사이에 발생하는 전기적 인력에 의해 도전성 페이스트가 웨이퍼 표면에 밀착하게 된다.
- [0048] 지금까지 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치를 이용하여 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극을 제조하는 방법을 도 6에 도시된 순서도를 참고로 다시 한번 설명하면 다음과 같다.
- [0049] 우선, 전극 형성을 위한 도전성 페이스트를 준비한다(S100).
- [0050] 실리콘 태양전지에서 전극의 선평이 넓을 경우 태양광을 받는 영역이 줄어들어 광전 변환효율이 저하되는 반면 선평이 좁을 경우 전극 단면적이 작아져 전극의 저항이 높아지는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 선평이 좁으면서도 저항이 높아지지 않도록 전극의 높이를 높임으로써 종횡비(전극의 높이를 폭으로 나눈 값)를 높여야 한다. 하지만 선평에 비해 전극의 높이가 너무 높을 경우 전극의 물리적 안정성이 떨어지므로 반드시 이러한 범위에 한정되는 것은 아니지만 $20\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 의 선평에 종횡비가 0.3~1.0이 되도록 전극을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0051] 또한 본 발명은 이러한 선평과 종횡비를 갖는 전극을 단 1회의 인쇄만으로도 형성할 수 있는 것을 목적으로 하므로 외력이 가해지지 않은 상태에서는 항복응력 때문에 유동성을 가지지 않지만 항복응력 이상의 외력에 의해 유동이 시작되며, 전단 변형률이 증가함에 따라 점도가 감소하여 유동할 수 있는 전단 유동화 특성을 갖는 물질로 도전성 페이스트를 준비한다. 이러한 전단 유동화 특성을 갖는 도전성 페이스트로서 실버 페이스트가 사용될

수 있다.

[0052] 다음으로, 노즐과 웨이퍼 사이에 전압을 인가한다(S200). 노즐에 연결된 전압부에 의해 노즐과 웨이퍼 사이에 전압이 인가되며, 추후 노즐을 통해 도전성 페이스트가 토출되는 과정에서 도전성 페이스트가 웨이퍼와 반대의 극성을 갖도록 하기 위해 전압이 인가되는 것이다.

[0053] 이와 같이 노즐과 웨이퍼 사이에 전압이 인가된 상태에서 도전성 페이스트에 외력을 가하여 노즐로부터 토출시킨다(S300). 이때 사용자가 원하는 선평의 전극에 대응하는 직경을 가진 노즐을 사용한다. 압력부에 의해 항복 응력 이상의 외력을 받은 도전성 페이스트는 유동을 시작하며, 좁은 노즐을 통과하는 과정에서 가해지는 전단 변형률에 의해 점도가 낮아져 유동성을 가짐으로써 노즐을 통해 토출될 수 있다.

[0054] 또한 이때 도전성 페이스트는 노즐에 연결된 전압부에 의해 인가되는 고전압에 의해 웨이퍼와 반대의 극성을 갖도록 대전되며, 대전된 상태로 토출된 도전성 페이스트는 웨이퍼와 도전성 페이스트 사이에 발생하는 정전기적 인력에 의해 웨이퍼에 밀착되어 전극을 형성한다(S400).

[0055] 전압부에 의해 인가되는 전압은 토출된 도전성 페이스트와 텍스처링 처리된 웨이퍼 표면 사이에 기공이 발생되지 않고 밀착될 수 있을 정도의 정전기적 인력을 발생시킬 수 있는 크기로 설정하며, 이러한 범위에 한정되지는 않지만 일반적으로 실리콘 태양전지에서 요구되는 전극의 선폴과 종횡비를 고려할 때 1 mm 이내의 이격 거리에서 100V~10000V의 범위에서 설정될 수 있으며, 바람직하게는 100 μ m 정도의 이격거리에서 700V 정도로 설정될 수 있다.

[0056] 사용자는 웨이퍼를 고정시킨 상태에서 노즐을 이동시키거나 노즐을 고정시킨 상태에서 웨이퍼를 이동시키는 방법으로 웨이퍼 표면에 전극을 형성할 수 있다.

[0057] 도 7에 위와 같은 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치와 방법으로 형성한 전극의 단면이 도시되어 있다. 도 7에 도시된 전극은 1회의 인쇄로 완성된 전극의 단면으로서 선폭 38.3 μm , 두께 30.4 μm 의 고종횡비(0.79=30.4/38.3)를 갖는 전극이 인쇄되었음을 확인할 수 있다.

[0058] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고중황비 전극제조장치와 방법으로 형성된 태양전지의 전극(도 8 (b))은 도 8에 도시된 바와 같이 전압부에 의해 전압을 인가하지 않고 외력만 가하여 도출한 도전성 페이스트로 형성한 태양전지 전극(도 8 (a))의 접촉저항 보다 감소된 접촉저항을 가짐을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

[0059] 또한 전극이 웨이퍼 표면에 모두 밀착됨에 따라 전극들 사이의 접촉저항 편차 또한 많이 감소하였음을 확인할 수 있었다.

[0060] 또한 도 9에 도시된 바와 같이 정전기젯으로 20번 인쇄하여 형성한 태양전지(셀효율 16.72%) 보다 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지 고종횡비 전극형성장치에 의해 1회 인쇄하여 형성한 태양전지의 셀효율(17.2%)이 훨씬 향상됨을 확인할 수 있었다.

[0061] 지금까지 본 발명의 일 실시예에 따른 실리콘 태양전지의 고종횡비 전극제조장치와 방법을 구체적인 실시예를 참고로 한정되게 설명하였다. 그러나 본 발명은 이러한 구체적인 실시예에 한정되지 않으며, 특허청구범위에서 청구된 발명의 사상 및 그 영역을 이탈하지 않으면서 다양한 변화 및 변경이 있을 수 있음을 이해하여야 할 것이다.

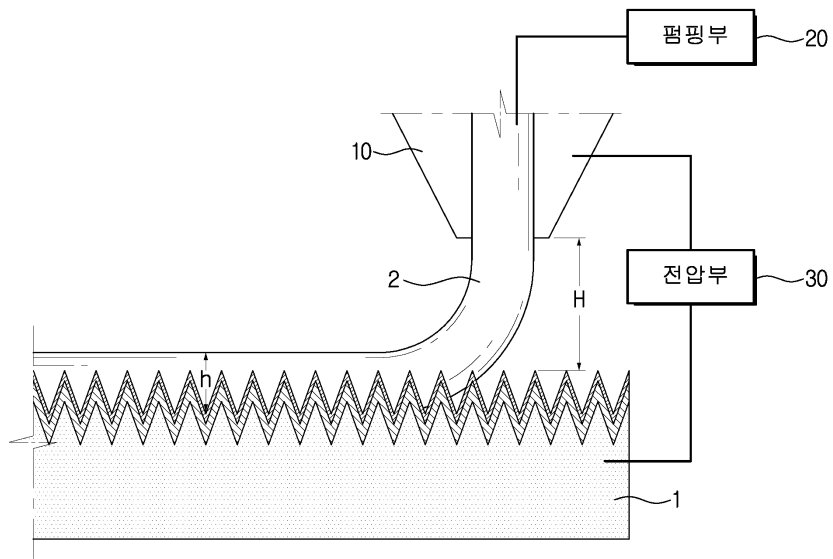
부호의 설명

[0062]

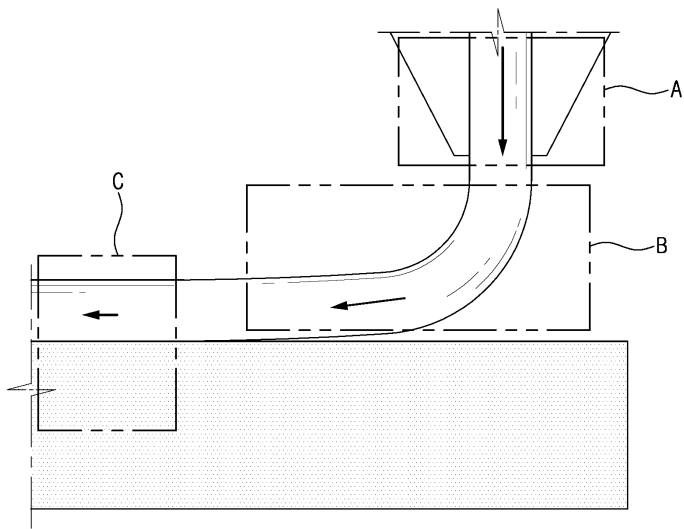
1: 웨이퍼	2: 도전성 페이스트
10: 노즐	20: 펌핑부
30: 적압부	

도면

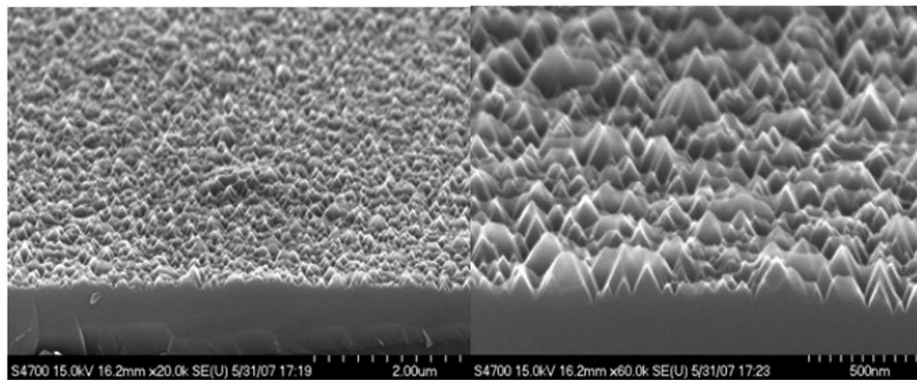
도면1



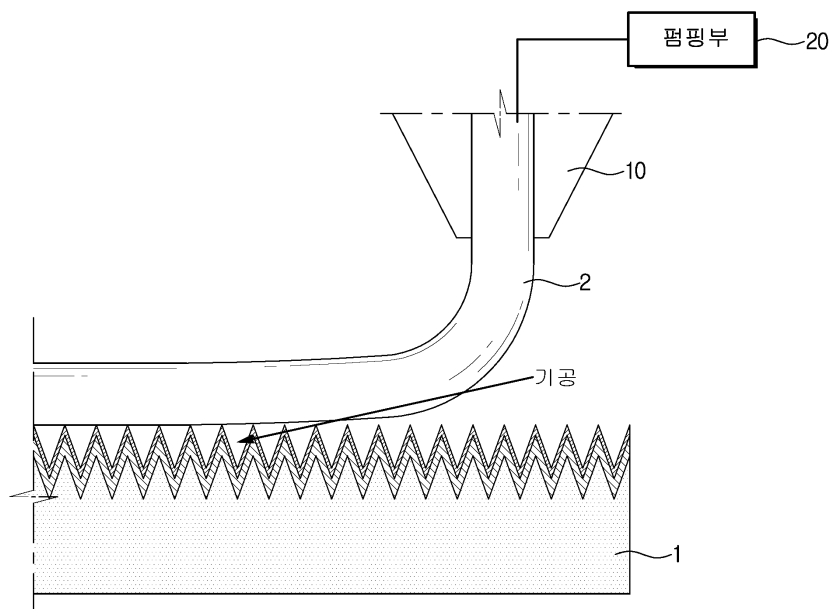
도면2



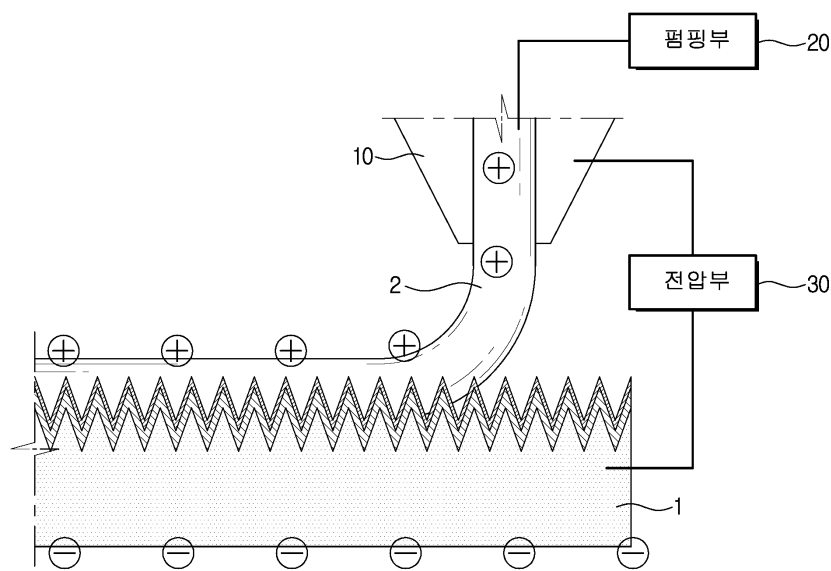
도면3



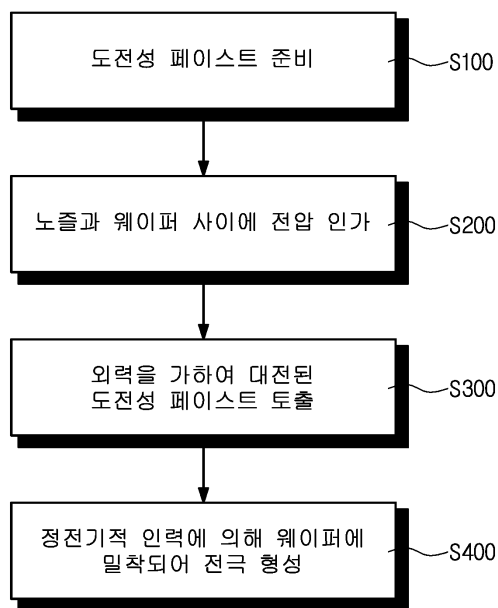
도면4



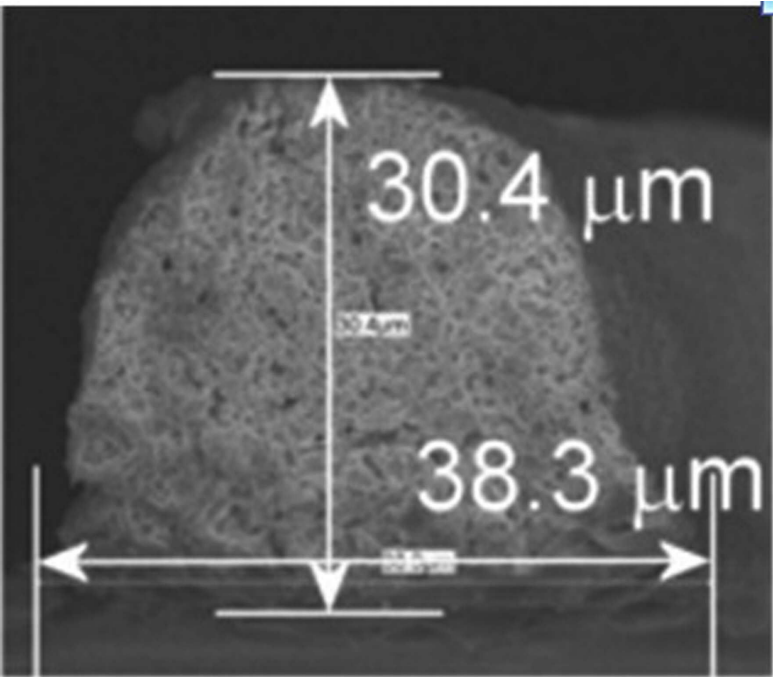
도면5



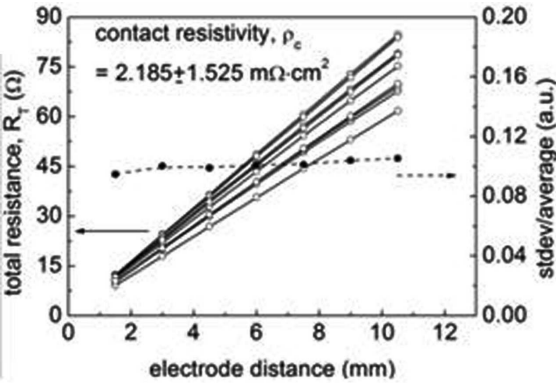
도면6



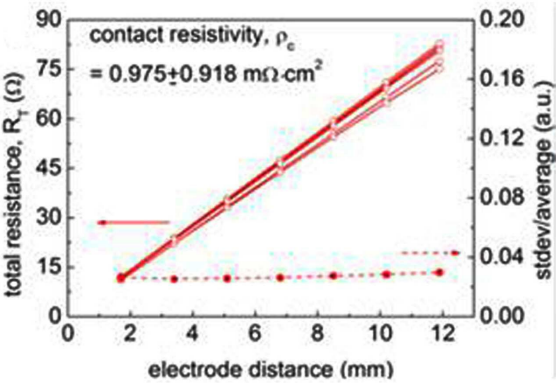
도면7



도면8



(a)



(b)

도면9

