(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0001589
(43) 공개일자 2012년01월04일

(51) Int. Cl.
C09D 11/00 (2006.01) *H01B 1/22* (2006.01)
H01L 31/042 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0016196
(22) 출원일자 2011년02월23일
심사청구일자 2011년02월23일
(30) 우선권주장
1020100062329 2010년06월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 종암로 1 (안암동5가, 고려대역)
(72) 발명자
허주열
서울특별시 광진구 아차산로 552, 2동 1304호 (광장동, 극동아파트)
김현강
서울특별시 동대문구 무학로42길 35-1, 203호 (제기동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이지

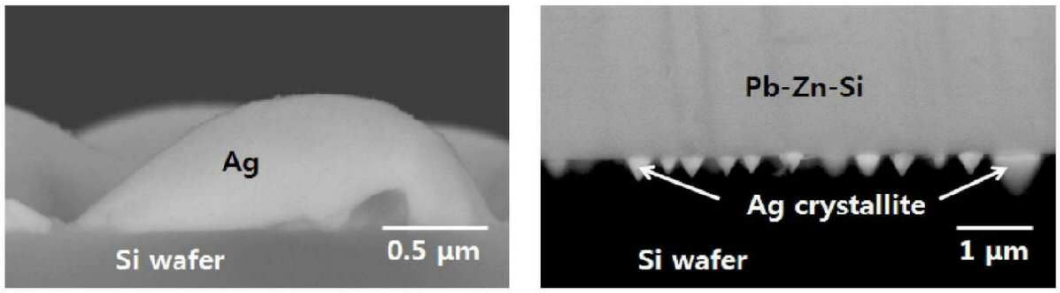
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 유리상 형성제, 이를 포함한 금속 잉크 및 이를 이용한 실리콘 태양전지

(57) 요 약

본 발명은 비접촉식 인쇄법을 이용한 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 유리상 형성제 및 이를 포함한 금속 잉크 그리고 이를 이용한 실리콘 태양전지에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 한 번의 비접촉식 인쇄를 통해 SiN_x 반사방지막의 에칭과 전면전극 형성을 동시에 수행할 수 있도록 고안된 액상의 유리상 형성제 및 이를 포함한 금속 잉크 그리고 이를 이용한 실리콘 태양전지에 관한 것이다. 본 발명에 따르면 한 번의 비접촉식 인쇄를 통해 실리콘 태양전지의 전면전극을 형성함으로써 태양전지 제조공정을 단순화할 수 있고, 종래 사용되던 스크린 인쇄법에 의한 제조공정보다 생산 수율을 높일 수 있고 동시에 미세 금속 회로를 구현할 수 있는 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 금속잉크가 제공될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

정보묵

경기도 용인시 수지구 신봉2로 26, 107동 1306호 (신봉동, 신봉마을엘지자이1차아파트)

조성빈

서울특별시 동대문구 무학로 184, 임마누엘 오피스텔 101호 (용두동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2008NPV08P0900002009
부처명	에너지관리공단
연구관리전문기관	에너지기술평가원
연구사업명	신재생에너지기술개발사업
연구과제명	비접촉식 공정을 이용한 초박형 고효율 실리콘 태양전지 기술개발
기여율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2009.08.01 ~ 2010.07.31

특허청구의 범위

청구항 1

유리상 형성용 금속화합물 및 이를 용해할 수 있는 유기용매를 포함하는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 유리상 형성제.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 유리상 형성용 금속화합물은 금속질산염, 금속아세트산염 및 이들의 수화물로부터 선택되는 하나 이상임을 특징으로 하는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 유리상 형성제.

청구항 3

제1항에 있어서, 유기용매는 알콜류, 폴리하이드릭알콜류, 에테르류, 글리콜에테르류로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 유리상 형성제.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 유리상 형성제; 및 금속 나노입자 또는 금속화합물을 포함하는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 금속 잉크 조성물.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 금속 나노입자는 은 나노입자이고, 상기 금속화합물은 은 화합물임을 특징으로 하는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 금속 잉크 조성물.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 유리상 형성제가 포함된 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 금속 잉크 조성물이 인쇄되어 형성된 전면전극을 구비하는 실리콘 태양전지.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 유리상 형성제를 포함한 금속 잉크가 비접촉식 인쇄법으로 인쇄된 것임을 특징으로 하는 실리콘 태양전지.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 실리콘 태양전지의 전면전극 형성을 위한 액상형태의 유리상 형성제, 이를 포함한 금속 잉크 및 이를 이용한 실리콘 태양전지에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 한 번의 비접촉식 인쇄를 통해 SiN_x 반사방지막의 에칭과 전면전극 형성을 동시에 수행할 수 있도록 고안된 액상의 유리상 형성제 및 이를 포함한 금속 잉크 그리고 이를 이용한 실리콘 태양전지에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 태양전지는 원료 물질 및 구조에 따라 크게 실리콘 태양전지(silicon solar cell), 화합물 반도체 태양전지(compound semiconductor solar cell) 및 적층형 태양전지(tandem solar cell)로 구분된다. 상업용 태양전지 시장에서는 이러한 3가지 종류의 태양전지 중 실리콘 태양전지가 주류를 이루고 있다.

[0003] 태양전지에 태양광이 입사되면, 광기전력효과(photovoltaic effect)에 의해 불순물이 도핑된 실리콘 반도체에서 전자(electron)와 정공(hole)이 발생한다. n형 실리콘 반도체로 이루어진 에미터층에서는 정공이 소수 캐리어로 발생되고, p형 실리콘 반도체로 이루어진 기판에서는 전자가 소수 캐리어로 발생된다. 광기전력효과에 의해 생성된 전자와 정공은 각각 n형 실리콘 반도체 및 p형 실리콘 반도체 쪽으로 끌어 당겨져 각각 에미터층 상부 및 기판 하부와 접합된 전면전극 및 후면전극으로 이동하며, 이 전극들을 전선으로 연결하면 전류가 흐르게 된다.

[0004] 태양전지의 효율을 개선하기 위해서는 입사되는 빛의 반사를 최소화해야 한다. 빛의 반사를 최소화하기 위한 방법으로는 건식식각 또는 습식식각을 통해 태양전지의 표면 구조를 개선(텍스쳐: texture)하는 방법과 실리콘 태양전지의 에미터층 위에 반사방지막을 증착하는 방법이 있다. 일반적으로는 실리콘 태양전지에서는 두 가지 방법을 모두 이용하여 빛의 반사를 최소화하고 있다.

[0005] 실리콘 태양전지 위에 전면전극을 형성하기 위한 인쇄법으로는 접촉식 인쇄법과 비접촉식 인쇄법이 있다. 접촉식 인쇄법인 스크린 인쇄법은 실리콘 웨이퍼 상부에 금속 페이스트를 사용하여 회로를 인쇄한 후 열처리를 통해 전면전극을 형성하기 위한 인쇄법이다. 일반적으로 금속 페이스트에는 반사방지막의 에칭을 위한 유리분말과 에미터층과의 전극형성을 위한 금속분말로서 주로 은(Ag) 분말을 포함하고 있다. 실리콘 웨이퍼에 인쇄된 금속 페이스트는 열처리 과정 동안 먼저 반사방지막을 에칭하고 에미터층과의 반응을 통해 에미터층의 표면에 금속 결정립(crystallite)이 생성되도록 하여 전면전극이 형성되도록 한다. 하지만 스크린 인쇄법과 같은 접촉식 인쇄법은 인쇄 시 실리콘 웨이퍼에 가해지는 압력 때문에 실리콘 기판이 파손될 수 있는 단점이 있다. 이러한 기판의 파손 문제는 실리콘 태양전지가 박형화됨에 따라 더욱 심각해지고 있다.

[0006] 비접촉식 인쇄법은 인쇄 공정 동안 실리콘 기판에 압력이 가해지지 않기 때문에 접촉식 인쇄법에서 발생할 수 있는 태양전지의 파손을 방지할 수 있다. 비접촉식 인쇄법으로는 잉크젯(ink jet) 인쇄법, 에어로졸젯(aerosol jet) 인쇄법 등이 있다. 비접촉식 인쇄법은 미세한 노즐(nozzle)을 통해 인쇄 물질을 분사하는 방법이기 때문에 스크린 인쇄법과 달리 점도가 낮은 액상의 금속 잉크(ink)를 사용한다. 금속 잉크는 일반적으로 은(Ag) 잉크가 사용되며 인쇄 시 분사 노즐의 막힘을 방지하기 위해 은 나노입자가 용매에 분산되어 있는 잉크나 은 화합물이 유기용매에 녹아 있는 형태의 MOD(metallo-organic decomposition) 잉크를 사용한다.

[0007] 하지만 비접촉식 인쇄법에 사용되는 종래의 은 잉크만으로는 반사방지막을 에칭할 수 없기 때문에 은 잉크를 인쇄하기 전에 SiN_x 반사방지막을 에칭할 수 있는 물질을 먼저 인쇄하는 공정이 필요하다. 따라서 종래의 은 잉크를 사용한 비접촉식 인쇄는 두 단계 공정이 필요해지므로 전체 공정의 효율성이 떨어지고 공정 단가가 상승하는 문제가 있다. 한 번의 비접촉식 인쇄로 전면전극을 형성하기 위해 SiN_x 반사방지막을 에칭할 수 있는 유리 나노 분말을 은 잉크에 혼합하는 방법이 고려되고 있으나, 유리 나노 분말의 제조 비용과 혼합이 어려운 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에 본 발명자들은 비접촉식 인쇄법을 통해 보다 효율적으로 실리콘 태양전지의 전면전극 형성을 수행할 수 있는 방법을 개발하고자 예의 노력한 결과, 금속 잉크에 액상형태의 유리상 형성제를 첨가하여 SiN_x 반사방지막의 에칭 및 전면전극 형성을 한 번의 비접촉식 인쇄로 수행할 수 있음을 알아내고 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0009] 이에 본 발명에서는 한 번의 비접촉식 인쇄로 SiN_x 반사방지막의 에칭과 전면전극 형성을 동시에 수행할 수 있는 금속 잉크에 포함되는 유리상 형성제를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명에서는 유리상 형성용 금속화합물 및 이를 용해할 수 있는 유기용매를 포함하는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 유리상 형성제가 제공된다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 유리상 형성용 금속화합물은 금속질산염, 금속아세트산염 및 이들의 수화물로부터 선택되는 하나 이상일 수 있다.

[0012] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 유기용매는 알콜류, 폴리하이드릭알콜류, 에테르류, 글리콜에테르류로 이루어진 군으로부터 선택되는 것일 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 본 발명에 따른 유리상 형성제; 및 금속 나노입자 또는 금속화합물을 포함하는 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 금속 잉크 조성물이 제공될 수 있다.

[0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 금속 나노입자는 은 나노입자이고, 상기 금속화합물은 은 화합물일 수 있다.

[0015] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 본 발명에 따른 유리상 형성제가 포함된 금속 잉크 조성물이 인쇄되어 형성된 전면전극을 구비하는 실리콘 태양전지가 제공될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 유리상 형성제를 포함한 금속 잉크가 비접촉식 인쇄법으로 인쇄된 것일 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면 한 번의 비접촉식 인쇄를 통해 실리콘 태양전지의 전면전극을 형성하는 공정을 단순화할 수 있고, 종래 사용되던 스크린 인쇄법에 의한 전면전극 형성보다 수율을 높일 수 있는 동시에 미세 금속 회로를 구현할 수 있는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 금속 잉크가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼 위에 유리상 형성제가 포함되지 않은 은 잉크를 도포하고 800°C에서 열처리한 단면 FE-SEM 사진(좌) 및 유리상 형성제(질산납과 질산아연육수화물)가 포함된 은 잉크를 도포하고 800°C에서 열처리한 실리콘 웨이퍼의 단면 FE-SEM 사진(우)이다. 유리상 형성제가 첨가되지 않은 경우와 달리 본 발명이 제공하는 유리상 형성제가 첨가된 경우에는 반사방지막이 에칭되어 실리콘 웨이퍼의 계면에 은 결정립이 생성된 것을 보여주고 있다.

도 2는 실시예 1의 제조예 1에 따라 제조된 유리상 형성제가 포함된 은 화합물 잉크를 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼 위에 도포하고 800°C에서 각각 5분 및 10분간 열처리한 실리콘 웨이퍼의 계면에 은 결정립이 형성된 단면 FE-SEM 사진이다.

도 3은 실시예 1의 제조예 2에 따라 제조된 유리상 형성제가 포함된 은 화합물 잉크를 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼 위에 도포하고 800°C에서 각각 5분 및 10분간 열처리한 실리콘 웨이퍼의 계면에 은 결정립이 형성된 단면 FE-SEM 사진이다.

도 4는 실시예 2의 제조예 1에 따라 제조된 유리상 형성제가 포함된 은 나노입자 잉크를 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼 위에 도포하고 800°C에서 1분간 열처리한 실리콘 웨이퍼의 계면에 은 결정립이 형성된 단면 FE-SEM 사진이다.

도 5는 실시예 3의 제조예 1에 따라 제조된 유리상 형성제가 포함된 은 나노입자 잉크를 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼 위에 도포하고 800°C에서 1분간 열처리한 실리콘 웨이퍼의 계면에 은 결정립이 형성된 단면 FE-SEM 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 본 발명에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.

[0020] 본 발명에서는 유리상 형성용 금속화합물과 이를 용해할 수 있는 유기용매를 포함하는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성용 유리상 형성제가 제공된다. 상기 유리상 형성제는 실리콘 태양전지의 전면전극 형성을 위한 금속 잉크에 첨가되어 SiN_x 반사방지막의 에칭과 전면전극 형성을 동시에 수행할 수 있도록 하는 역할을 한다.

[0021] 실리콘 태양전지의 전면전극은 전면전극 형성용 금속 잉크와 실리콘 웨이퍼의 반응을 통해서 형성된다. 이때 상기 금속 잉크에 포함된 유리상 형성제에 의해 실리콘 웨이퍼에 코팅된 SiN_x 반사방지막이 에칭되고 잉크에 포함된 금속이 에미터층과 전기적으로 연결되어 전면전극을 형성한다.

[0022] 실리콘 태양전지의 전면전극을 형성하기 위한 금속 잉크로서 은(Ag) 잉크는 은 나노입자가 용매에 분산되어 있는 형태나 은 화합물이 유기용매에 녹아있는 형태의 잉크이다. 은 잉크를 사용하여 한 번의 비접촉식 인쇄로 실리콘 태양전지의 전면전극을 형성하기 위해서는 은 잉크가 열처리 중 실리콘 웨이퍼에 코팅된 SiN_x 반사방지막을 에칭하고, 에미터층에 은 결정립을 형성할 수 있어야 한다.

[0023] 종래 비접촉식 인쇄법에 의한 실리콘 태양전지의 전면전극 형성을 위해서는 SiN_x 반사방지막을 에칭할 수 있는 물질을 인쇄하여 먼저 에칭작업을 수행하고 은 잉크를 인쇄하는 두 단계를 거쳐야 했지만, 본 발명에 따른 유리상 형성제를 포함한 금속 잉크를 사용하면 한 번의 비접촉식 인쇄로 전면전극 형성이 가능하다.

[0024] 은이 포함된 금속 잉크를 사용해서 한 번의 비접촉식 인쇄로 실리콘 웨이퍼에 코팅된 SiN_x 반사방지막을 에칭하고, 은 결정립을 형성하여 전극을 한 번에 형성할 수 있도록 하기 위해서 은이 포함된 금속 잉크에 열처리 중 유리상(glass phase)을 형성할 수 있는 유리상 형성제를 첨가한다. 은 잉크에 유리 나노 분말을 직접 첨가하는 것이 아니라 열처리 공정 동안 유리상으로 변화하는 유리상 형성제를 첨가하는 것이므로 유리상 형성제는 유리상 형성용 금속화합물을 유기용매에 완전히 용해시킨 액상형태로 제공한다.

[0025] 본 발명에 따른 액상형태의 유리상 형성제가 포함된 금속 잉크를 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼 위에 도포한 후 건조시켜 유기용매를 제거하고 열처리를 하게 되면 열처리 공정 동안에 유리상 형성제에 녹아있던 금속화합물이 금속산화물로 분해되면서 용융상을 이루어 SiN_x 반사방지막의 에칭과 은 결정립의 형성에 역할을 한다.

[0026] 상기 유리상 형성제로 작용할 수 있는 유리상 형성용 금속화합물로는 질산납($Pb(NO_3)_2$), 질산아연($Zn(NO_3)_2$), 질산비스무스($Bi(NO_3)_3$)와 같은 금속질산염, 아세트산납($Pb(C_2H_3O_2)_4$), 아세트산비스무스($Bi(C_2H_3O_2)_3$) 등과 같은 금속아세트산염이 사용될 수 있다. 또한 상기 금속질산염 또는 금속아세트산염의 수화물도 효과적인 유리상 형성용 금속화합물로 사용될 수 있다.

[0027] 상기 금속화합물 중에서 납 화합물 또는 비스무스 화합물이 유리상 형성제의 주성분으로 포함되는 것이 바람직하다. 유리상의 구성 산화물은 납 혹은 비스무스, 실리콘 등의 산화물일 수 있는데, 이 중 실리콘 산화물은 유리상 형성제와 실리콘 웨이퍼의 반응에 의해 유리상에 포함될 수 있고, 납 또는 비스무스 산화물은 유리상 형성제를 구성하는 납 또는 비스무스 화합물이 열처리 동안 분해되어 유리상에 포함될 수 있다.

[0028] 납과 비스무스의 산화물은 열처리 시 비교적 낮은 온도에서 유리상을 형성할 수 있기 때문에 상기 유리상 형성제의 주성분으로서 사용된다. 일반적으로 인쇄 후 전면전극을 형성시키기 위한 열처리는 수 초의 짧은 시간에 실시되는 것이어서 유리상이 낮은 온도에서 형성되는 것이 바람직하기 때문이다.

[0029] 또한 유리상을 형성하기 위한 상기의 주된 금속화합물과 아연 화합물과 같은 보조 금속화합물의 혼합 비율은 특정 범위에 한정되지 않는다. 다만 본 발명의 하기 실시예에서는 기존의 스크린 인쇄법에 사용되는 은 페이스트에 포함되어 있는 유리 분말의 조성을 참고하여 납과 아연의 금속화합물의 비율을 선정하여 실험에 사용하였다. 또한 하기 실시예에서는 보조 금속화합물로서 아연의 금속화합물을 사용하였지만 바람직한 유리상의 형성에 적합하다면 이에 한정되지 않는다.

[0030] 질산납($Pb(NO_3)_2$)과 질산아연육수화물($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$)을 유기용매에 완전히 녹여서 제조한 유리상 형성제를 은

잉크와 혼합하여 실리콘 웨이퍼에 도포하고, 은 잉크의 유기용매를 건조한 후 열처리를 하면 열처리 중 질산납과 질산아연육수화물이 각각 산화납과 산화아연으로 분해되고 두 산화물이 유리상을 이루어 SiN_x 반사방지막의 에칭과 은 결정립을 형성하는데 역할을 하는 것이다.

[0031] 도 1은 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼 위에 유리상 형성제가 포함되지 않은 은 잉크를 잉크젯 인쇄법으로 도포하고 800°C에서 열처리한 단면 FE-SEM 사진(좌)과 상기와 같이 유리상 형성제(질산납과 질산아연육수화물)가 포함된 은 잉크를 잉크젯 인쇄법으로 도포하고 800°C에서 열처리하여 웨이퍼 계면에 은 결정립이 형성된 단면 FE-SEM 사진(우)를 나타내었다. 유리상 형성제가 첨가되지 않은 경우와 달리 본 발명이 제공하는 유리상 형성제가 첨가된 경우에는 반사방지막이 에칭되어 실리콘 웨이퍼의 계면에 은 결정립이 생성된 것을 보여주고 있다. 이와 같이 유리상 형성제가 포함된 전면전극 형성용 금속 잉크는 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼에 한 번의 비접촉식 인쇄를 통해 전면전극이 형성될 수 있도록 한다.

[0032] 이하에서는 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 다만, 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는다 할 것이다.

[0033] **실시예 1: 질산납과 질산아연육수화물이 용해된 은 화합물 잉크 제조**

[0034] 하기의 표 1과 같은 조성비로 질산납과 질산아연육수화물을 에틸렌글리콜 0.5 ml에 완전히 녹여 제조된 유리상 형성제 용액에 질산은($AgNO_3$) 0.2353 g을 완전히 녹여 은 화합물 잉크를 제조하였다.

표 1

[0035]

금속화합물	제조예 1	제조예 2
질산납, $Pb(NO_3)_2$	0.1356 g	0.1054 g
질산아연육수화물, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	0.0365 g	0.1456 g

[0036] **실시예 2: 질산납과 질산아연육수화물이 용해된 은 나노입자 잉크 제조**

[0037] 하기의 표 2와 같은 조성비로 질산납과 질산아연육수화물을 에틸렌글리콜 2.0 ml에 완전히 녹여 유리상 형성제 용액을 제조한 후, 제조된 유리상 형성제 용액 0.05 ml와 은 나노입자 잉크(은 함량 0.2471 g)를 혼합하여 은 나노입자 잉크를 제조하였다.

표 2

[0038]

금속화합물	제조예 1
질산납, $Pb(NO_3)_2$	0.1360 g
질산아연육수화물, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	0.0365 g

[0039] **실시예 3: 아세트산납과 질산아연육수화물이 용해된 은 나노입자 잉크 제조**

[0040] 하기의 표 3과 같은 조성비로 아세트산납과 질산아연육수화물을 에틸렌글리콜 2.0 ml에 완전히 녹여 유리상 형성제 용액을 제조한 후, 제조된 유리상 형성제 용액 0.05 ml와 은 나노입자 잉크(은 함량 0.2471 g)를 혼합하여 은 나노입자 잉크를 제조하였다.

표 3

[0041]

금속화합물	제조예 1
아세트산납, $Pb(C_2H_3O_2)_4$	0.1787 g
질산아연육수화물, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	0.0365 g

[0042] **실시예 4: 실리콘 기판 위에 잉크젯 인쇄**

[0043] 상기 실시예 1 내지 3의 각각의 제조예에 따라 제조된 유리상 형성제를 첨가한 은 잉크를 SiN_x 반사방지막이 80 nm 두께로 코팅된 단결정 실리콘 웨이퍼에 잉크젯 인쇄법으로 도포한 후 오븐(JEIO TECH사의 VO-10X)에서 유기 용매를 건조하였다. 건조는 150℃에서 5분간 진행하였다.

[0044] **실시예 5: RTA 열처리와 계면 미세조직 관찰**

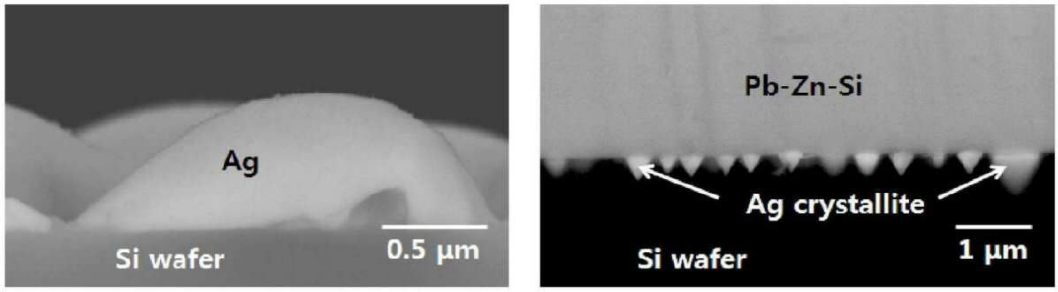
[0045] 실시예 4에서 건조된 실리콘 웨이퍼를 RTA(rapid thermal annealing) furnace(Korea Vacuum Tech LTD.)를 사용하여 800℃에서 1초, 1분, 5분, 10분 등 시간을 달리하여 열처리하였다. 도 2 및 3은 각각 실시예 1의 제조예 1 및 2에 따라 제조된 유리상 형성제가 포함된 은 화합물 잉크를 도포하고 5분 및 10분간 열처리한 실리콘 웨이퍼의 단면을 전계방출형 주사전자현미경(FESEM)으로 관찰한 것이다. 제조예 1과 2에서 보는 바와 같이 유리상 형성용 금속화합물로 사용된 질산납과 질산아연육수화물의 혼합비가 크게 변화하여도 열처리 공정을 통해 SiN_x 반사방지막이 에칭되고 실리콘 웨이퍼 표면에 은 결정립(Ag crystallite)이 형성된 것을 확인할 수 있다. 또한 두 제조예 각각의 유리상 형성제를 첨가한 경우 800°C에서 1초간 열처리한 경우에도 SiN_x 반사방지막이 에칭되고 실리콘 웨이퍼 표면에 미세한 은 결정립(Ag crystallite)이 형성된 것을 확인할 수 있었다.

[0046] 도 4 및 5는 실시예 2 및 3의 각각의 제조예에 따라 제조된 유리상 형성제가 포함된 은 나노입자 잉크를 SiN_x 반사방지막이 코팅된 실리콘 웨이퍼에 도포하고 각각 1분간 열처리한 실리콘 웨이퍼의 단면을 나타낸 것이다. 유리상 형성용 금속화합물로서 질산납 대신 아세트산납을 사용한 경우에도 동일하게 SiN_x 반사방지막이 에칭되고 실리콘 웨이퍼 표면에 은 결정립(Ag crystallite)이 형성된 것을 확인할 수 있다.

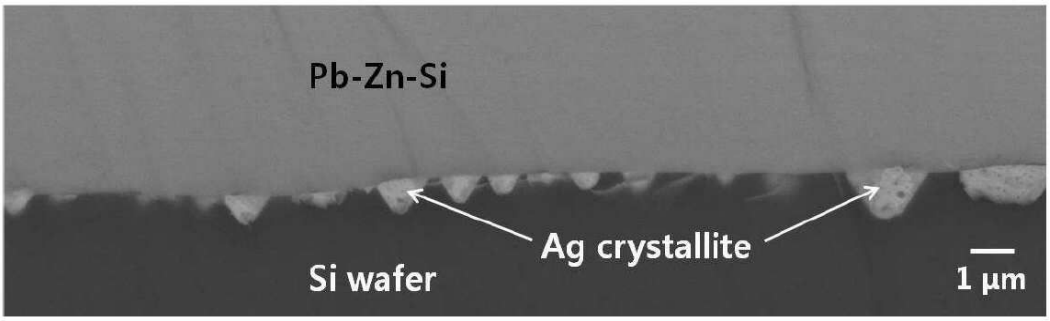
[0047] 이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시 양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

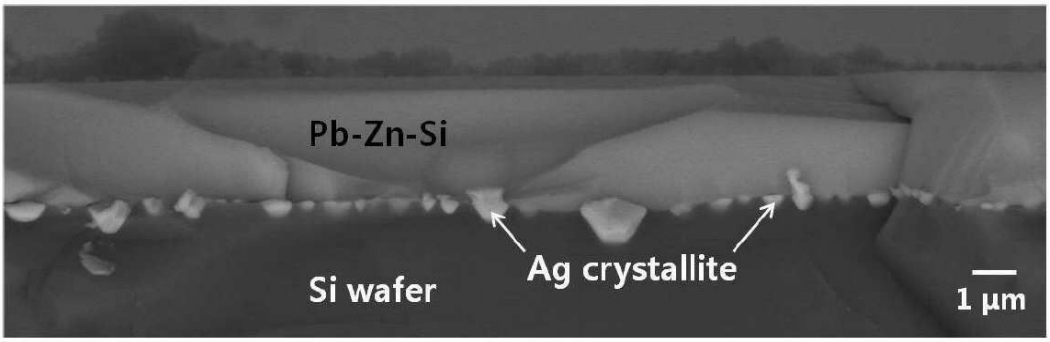
도면1



도면2

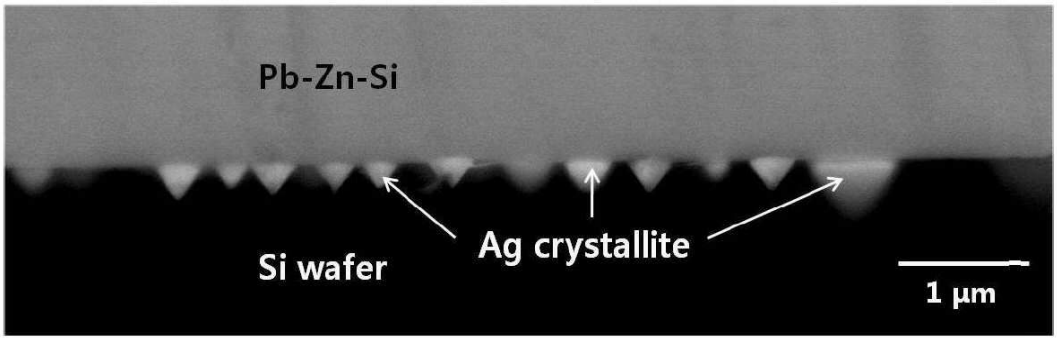


<제조예1, 5분간 열처리>

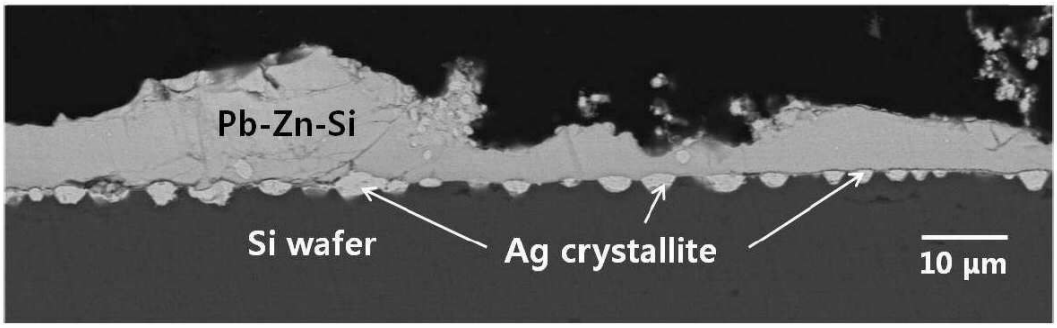


<제조예1, 10분간 열처리>

도면3

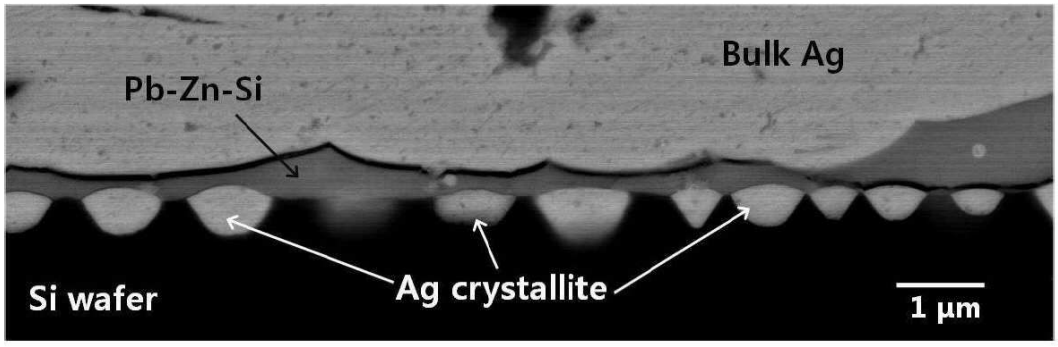


<제조예2, 5분간 열처리>



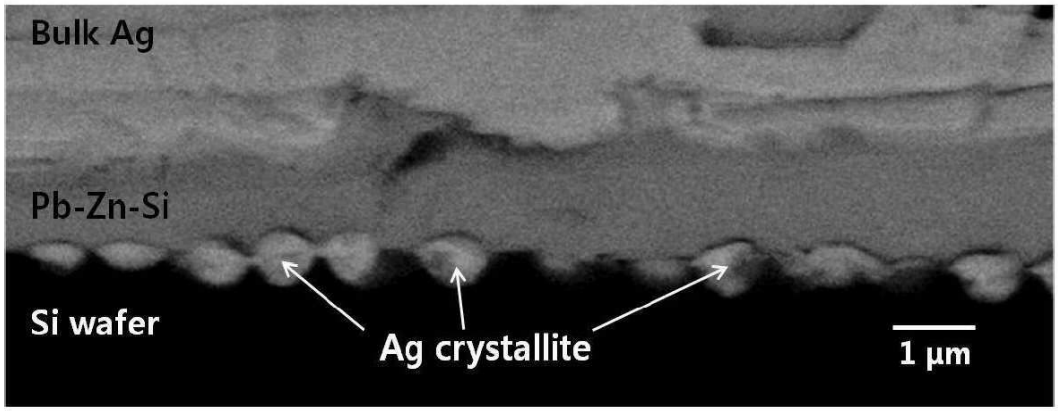
<제조예2, 10분간 열처리>

도면4



<제조예1, 1분간 열처리>

도면5



<제조예1, 1분간 열처리>