



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0097961
(43) 공개일자 2012년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0017561

(22) 출원일자 2011년02월28일

심사청구일자 2012년02월09일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

김형순

서울특별시 강남구 삼성로 212, 은마 아파트 30동 509호 (대치동)

김동선

인천광역시 남구 인하로47번길 51, 황해주택 305호 (용현동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

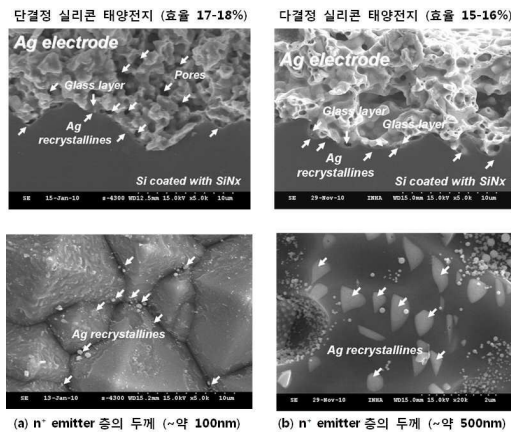
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 실리콘 태양전지 Ag 전극용 무연 프릿을 이용한 Ag-Si 간 계면구조 제어 방법

(57) 요약

본원은, 실리콘 태양전지에 있어서 전면전극과 실리콘 간의 계면 제어 방법으로서, 상기 제어 방법은, Ag 분말과, Bi_2O_3 , ZnO 또는 이들의 조합을 함유하는 무연 유리 프릿 분말을 포함하는 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물을 이용하여 제조된 Ag-함유 전면전극을 포함하는 실리콘 태양전지에 있어서, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 Bi_2O_3 함량의 차이를 10 내지 15 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조를 제어하는 것, 또는, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 ZnO 함량의 차이를 2 내지 6 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘 내로 Ag의 침투 깊이를 제어하는 것을 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김중우

경상북도 김천시 감문로 144 (대광동)

황성진

경상남도 진주시 금산면 금산로 11-11

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009-N-BL-HM-2-03-0000

부처명 교육과학기술부

연구사업명 신재생에너지인력양성

연구과제명 태양전지용 전극 및 실링재의 무연 프린트 연구

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2009.03.01 ~ 2012.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

Ag 분말과, Bi_2O_3 , ZnO 또는 이들의 조합을 함유하는 무연 유리 프린트 분말을 포함하는 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물을 이용하여 제조된 Ag-함유 전면전극을 포함하는 실리콘 태양전지에 있어서, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 Bi_2O_3 함량의 차이를 10 내지 15 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조를 제어하는 것, 또는, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 ZnO 함량의 차이를 2 내지 6 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘 내로 Ag의 침투 깊이를 제어하는 것을 포함하는, 실리콘 태양전지에 있어서 전면전극과 실리콘 간의 계면 제어 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 무연 유리 프린트 분말은 B_2O_3 , Al_2O_3 , BaCO_3 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 것을 1 내지 15 중량부 추가 포함하는 것인, 실리콘 태양전지에 있어서 전면전극과 실리콘 간의 계면 제어 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 무연 유리 프린트 분말의 평균입경이 1 내지 10 μm 인, 실리콘 태양전지에 있어서 전면전극과 실리콘 간의 계면 제어 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 반도체는 단결정 또는 다결정 실리콘 반도체를 포함하는 것인, 실리콘 태양전지에 있어서 전면전극과 실리콘 간의 계면 제어 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 태양전지는, 실리콘 반도체 기판; 상기 기판 상부에 형성되는 에미터층; 상기 에미터층 상에 형성된 실리콘질화물(silicon nitride)-함유 반사방지막; 상기 반사방지막을 관통하여 상기 에미터층에 접속된 전면 전극; 및, 상기 기판의 배면에 접속된 후면 전극을 포함하며, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 Bi_2O_3 함량의 차이를 10 내지 15 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조를, Ag 재결정(recrystallines) 또는 Ag 전극/SiNx/Si의 계면구조, 또는, Ag 전극/유리/Ag 재결정/Si의 계면구조 형태로 형성하도록 하는 것인, 실리콘 태양전지에 있어서 전면전극과 실리콘 간의 계면 제어 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본원은 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 무연 프린트 및 이를 포함하는 실리콘 태양전지에 관한 것으로서, 상기 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 무연 프린트 조성 중에 Bi_2O_3 함량 차이 및/또는 ZnO 함량 차이에 의하여 실리콘 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조 및/또는 실리콘 내로 전면전극 성분인 Ag의 침투 깊이를 제어할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 실리콘 태양전지가 최고의 시장 점유율을 차지하고 있으며, 향후에도 안정적인 시장성을 확보할 것으로 예상된다. 저가형 태양전지에 비해 경쟁력을 가지기 위해서는 EVA, Sheet 및 Metal pastes와 같은 부품소재의 개발 및 투자가 이루어져야 한다. 특히, 실리콘 태양전지의 핵심소재인 Ag paste의 경우, 소성 후 셀(cell)의 효율에 큰 영향을 미친다. 지금까지, 태양전지용 프린트의 경우 대부분 저융점 유리인 유연(Lead)을 포함한 유리분말로 사용되어 왔으나, RoHS와 같은 환경 규제에 의하여 무연(Lead-free)유리 개발이 시급한 실정이다. 국외 회사인 듀폰(Dupont) 및 페로(Ferro)사의 경우, 세계적인 시장을 주도하고 있고, 유연 이외에 무연 전극용 페이스트를 시장에 선보이고 있다. 핵심 소재인 금속 페이스트의 경우, 2013년에 약 3조원의 세계적인 시장을 이룰 것으로 보이며, 부가가치가 높은 부품 소재가 될 것으로 전망된다.

[0003] 일반적으로 Si 태양전지의 효율에 큰 영향을 주는 전면 전극용 Ag paste는 Ag 분말, 프린트, 비이클 등으로 구성되어 있으며, 그 중 프린트는 금속 분말의 소결 촉진과 실리콘 기판의 접착을 유도하고, 전자가 외부로 흐를 수 있는 채널(channel)을 형성하는 중요한 역할을 한다. 친환경적인 무연계 프린트를 개발하기 위해서는 급 소성 시, Ag-Si 접촉 메커니즘을 이해하고 태양전지의 성능을 높이기 위해서 계면을 제어 할 수 있는 기술이 필요하다.

[0004] 이에, 실리콘 태양전지의 고효율을 위해서 소성 후, Ag 전극과 Si 계면 제어 기술이 요구된다. 특히, 웨이퍼 종류 (단결정, 다결정)에 따른 pn 접합특성, 도핑농도에 따른 n^+ emitter층의 두께에 따라서, Ag가 소성 동안에 Si내로 확산하는 깊이를 제어하여 실리콘 태양전지의 효율을 높이는 기술이 절실하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이에, 본원은, 급속으로 이루어지는 실리콘 태양전지 제조 공정에서 전면 Ag 전극에 첨가되는 무연 프린트의 주 인자인 Bi_2O_3 함유량 차이 및/또는 ZnO 함유량 차이에 따라 실리콘 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조 및/또는 실리콘 내로 전면전극 성분인 Ag의 침투 깊이를 제어할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.

[0006] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본원의 일 측면은, Ag 분말과, Bi_2O_3 , ZnO 또는 이들의 조합을 함유하는 무연 유리 프린트 분말을 포함하는 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물을 이용하여 제조된 Ag-함유 전면전극을 포함하는 실리콘 태양전지에 있어서, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 Bi_2O_3 함량의 차이를 10 내지 15 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조를 제어하는 것, 또는, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 ZnO 함량의 차이를 2 내지 6 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘 내로 Ag의 침투 깊이를 제어하는 것을 포함하는, 실리콘 태양전지에 있어서 전면전극과 실리콘 간의 계면 제어 방법을 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0008] 본원에 의하여, 실리콘 웨이퍼 특성에 따라서 적합한 무연 유리 프린트 분말을 포함하는 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물을 설계하고 이러한 페이스트 조성물을 이용하여 전면전극을 형성함으로써 실리

콘 태양전지 성능을 높일 수 있는 계면구조를 유도하고 태양전지 셀의 효율을 증대시킬 수 있다. 구체적으로, 본원에 의하여, 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 무연 프린트 조성 중에 Bi_2O_3 함량 차이 및/또는 ZnO 함량 차이를 특정 범위에서 조절함으로써 실리콘 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조 및/또는 실리콘 내로 전면전극 성분인 Ag의 침투 깊이를 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본원의 일 구현예에 있어서 급소성 후, Ag-Si 간 단면을 나타내는 모식도이며 Si에서 Ag로 전자가 흐를 수 있는 메카니즘을 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 본원의 일 실시예에 있어서 실리콘 웨이퍼 종류에 따른 계면 구조를 나타내는 SEM 사진이다: (a) 단결정 실리콘 웨이퍼, (b) 다결정 실리콘 웨이퍼.
- 도 3은 본원의 일 실시예에 있어서 실리콘 태양전지의 구조를 나타내는 개략도로서, pn 접합 실리콘 웨이퍼를 사용하고, SiNx 의 층은 약 70nm이며, n^+ 에미터(emitter)층의 두께는 약 500nm이다.
- 도 4는 본원의 일 실시예에 있어서, (b) 프린트 조성에서의 Bi_2O_3 함량과 (a) 프린트 조성에서의 Bi_2O_3 함량의 차이가 10-15 중량부일 때, 각 계면을 나타내는 TEM 사진이다.
- 도 5는 본원의 일 실시예에 있어서, (a), (b), (c) 각각의 프린트 조성에서의 ZnO함유량 차이에 따라서 Ag가 Si 내로 침투한 깊이를 나타내는 SEM 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다.
- [0011] 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예 및 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0012] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0013] 본원 명세서 전체에서, 어떤 층 또는 부재가 다른 층 또는 부재와 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 층 또는 부재가 다른 층 또는 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 층 또는 두 부재 사이에 또 다른 층 또는 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.
- [0014] 본원의 일 측면은, Ag 분말과, Bi_2O_3 , ZnO 또는 이들의 조합을 함유하는 무연 유리 프린트 분말을 포함하는 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물을 이용하여 제조된 Ag-함유 전면전극을 포함하는 실리콘 태양전지에 있어서, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 Bi_2O_3 함량의 차이를 10 내지 15 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조를 제어하는 것, 또는, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 ZnO 함량의 차이를 2 내지 6 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘 내로 Ag의 침투 깊이를 제어하는 것을 포함하는, 실리콘 태양전지에 있어서 전면전극과 실리콘 간의 계면 제어 방법을 제공한다.
- [0015] 일 구현예에 있어서, 상기 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물은 비이클 또는 유기 바인더를 추가 포함할 수 있으며, 이러한 비이클 또는 유기 바인더는 당업계에 공지된 것들 중 특별히 제한 없이 적절히 선택하여 사용할 수 있다.

- [0016] 일 구현예에 있어서, 상기 무연 유리 프릿 분말은 B_2O_3 , Al_2O_3 , $BaCO_3$ 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 것을 1 내지 15 중량부 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0017] 일 구현예에 있어서, 상기 무연 유리 프릿 분말의 평균입경이 1 내지 10 μm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0018] 일 구현예에 있어서, 상기 실리콘 태양전지는, 실리콘 반도체 기판; 상기 기판 상부에 형성되는 에미터층; 상기 에미터층 상에 형성된 실리콘질화물(silicon nitride)-함유 반사방지막; 상기 반사방지막을 관통하여 상기 에미터층에 접속된 전면 전극; 및, 상기 기판의 배면에 접속된 후면 전극을 포함하며, 상기 Ag 분말 100 중량부에 대하여, 상기 Bi_2O_3 함량의 차이를 10 내지 15 중량부 범위로 조절하여 상기 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조를, Ag 재결정(recrystallines) 또는 Ag 전극/SiNx/Si의 계면구조, 또는, Ag 전극/유리/Ag 재결정/Si의 계면구조 형태로 형성하도록 하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0019] 이하, 본원의 유리 프릿 분말을 그 제조방법에 따라 상세히 설명하기로 한다. 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본원의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0020] 일 구현예에 있어서, 먼저, 100 중량부의 Ag 분말과, 무연 프릿 조성 중에 Bi_2O_3 및 ZnO를 포함하여 프릿을 제조 후, 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트를 제조한다. 상기 제조 시, 비이클 또는 유기 바인더를 추가 포함할 수 있으며, 이러한 비이클 또는 유기 바인더는 당업계에 공지된 것들 중 특별히 제한 없이 적절히 선택하여 사용할 수 있다. 일 구현예에 있어서, 상기 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물은, 100 중량부의 Ag 분말, 무연 프릿 조성 중에 Bi_2O_3 및 ZnO를 포함하는 유리 프릿, 및 비이클 또는 유기 바인더를 혼합하여 상기 성분들이 균일하게 분산되도록 교반 하여 제조될 수 있다. 상기 각각의 무연 프릿 조성에서 Bi_2O_3 함량차이에 따라 상기 태양전지의 실리콘과 전면전극 간의 계면 구조를 제어하고, 상기 각각의 무연 프릿 조성에서 ZnO의 함량차이에 따라 상기 태양전지의 실리콘 내로 Ag의 침투 깊이를 제어할 수 있다.
- [0021] 여기에서 사용되는 비이클 또는 유기 바인더는 전면전극 형성용 금속 페이스트 조성물을 제조하기 위해 당 분야에서 사용되는 비이클 또는 유기 바인더라면 제한 없이 사용될 수 있다. 예를 들면, 셀룰로오스(Cellulose), 부틸카르비톨(Butyl carbitol) 및 터피네올(terpineol)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 또는 2종 이상의 혼합물이 사용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 비이클 또는 유기 바인더의 첨가량은 제조환경에 따라 적절하게 선택할 수 있으며, 예를 들면 페이스트 내의 은 분말 100 중량부에 대하여 상기 유기 바인더 5~30 중량부가 포함될 수 있다. 상기 함량 범위에서 스크린 프린팅이 매우 용이한 적합한 점도를 갖을 수 있을 뿐만 아니라 스크린프린팅 후 페이스트가 흘러내리는 것을 방지하여 적합한 종횡비(Aspect ratio)를 나타낼 수 있다.
- [0022] 도 1은, 본원의 일 구현예에 있어서, 실리콘 태양전지 제조 시 본원에 따른 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물을 이용하여 전면전극을 형성하는 과정에서 급소성 후 Ag-Si 간 단면을 나타내는 모식도이다. 상기 실리콘 태양전지에 있어서 전기 전도의 현상을 다음과 같이 이론으로 요약해 볼 수가 있다:
- [0023] 1. Ag 전극과 n^+ 에미터 층의 직접적인 접촉에 의한 전기전도;
- [0024] 2. Ag 전극과 n^+ 에미터 사이에 형성된 얇은 유리층을 통한 터널링 현상에 의한 전기전도; 및,
- [0025] 3. 유리층 (glass layer)에 석출된 금속 입자(metal granules)를 통한 전기전도.
- [0026] 이러한 전기전도의 메카니즘으로 인하여 소성 후, Ag-Si간 계면구조 제어는 실리콘 태양전지 효율에 큰 영향을 준다.
- [0027] 도 2는 본원의 일 실시예에 있어서 실리콘 웨이퍼 종류에 따른 계면 구조를 나타내는 SEM 사진이다. 단결정, 다결정 및 도핑농도, n^+ 에미터(emitter) 층의 두께 및 표면처리에 따라서 Ag가 Si 내로 침투하는 깊이를 제어해야 한다. 도2에서 (a)의 경우, 단결정 웨이퍼 이며 효율 17-18%정도를 나타내고, n^+ 에미터 층이 수십나

노의 두께이므로 Ag가 Si 내로 과도하게 침투하게 되면 태양전지의 성능을 저하할 수 있다. 따라서, 단면, 표면 SEM 이미지와 같이 Ag 재결정의 크기가 작고, Si내로 침투하지 않게 유리의 조성을 설계해야 한다. 반면에 도2에서 (b)의 경우, 다결정 웨이퍼이며 효율 15-16%정도를 나타내고, n^+ 에미터 층이 수백나노의 깊이가 되므로 Si내로 침투하는 깊이가 (a)의 경우보다 커지더라도 태양전지 성능에는 큰 영향을 미치지 않는다.

[0028] 이에, 본원의 일 구현예에 있어서, 유리의 유동성 및 Ag가 Si내로 침투하는 깊이를 제어하기 위하여 본원에 따른 실리콘 태양전지 전면전극 형성용 페이스트 조성물 내 각 성분의 함유량 차이를 조절하여야 한다. 일 구현예에 있어서, Bi_2O_3 는 Ag와의 반응성을 조절하고 Si내 침투 깊이를 제어하기 위하여 함유량을 조절하게 된다.

[0029] 도 3은 본 발명에서 사용한 실리콘 웨이퍼이며, SiN_x 의 층은 약 70nm이며, n^+ 에미터 층의 두께는 약 500 nm이다.

[0030] 도 4는 Bi_2O_3 함유량의 차이가 10-15 중량부일 때, 각 계면을 나타내는 TEM 사진이다. Bi_2O_3 함유량이 10-15 중량부 적었을 때, (a) Ag 재결정(recrystallines) 또는 Ag 전극/ SiN_x /Si 계면구조가 형성되고, Bi_2O_3 함유량이 10-15 중량부 많았을 때, (b) Ag 전극/glass/Ag 재결정 /Si의 계면구조를 보인다. 전술한 침투 깊이를 그 이하 또는 이상으로 제어하기 위해서는 Bi_2O_3 함유량 차이에 한정되는 것은 아니다.

[0031] Bi_2O_3 에 의해서 Ag가 Si내로 침투하는 반응은 다음과 같다:

[0032] $Bi_2O_3(s, l) + 6Ag(s) \rightarrow 3Ag_2O(in\ glass) + 2Bi(s, l) : (1)$

[0033] $6Ag_2O(in\ glass) + 3SiN_x(s) \rightarrow 12Ag(s) + 3SiO_2(in\ glass) + 3x/2N_2(g) : (2)$

[0034] $6Ag_2O(in\ glass) + 3Si(s) \rightarrow 12Ag(s) + 3SiO_2(in\ glass) : (3).$

[0035] 상기 반응에서 Ag가 Bi_2O_3 에 의하여 유리내 Ag_2O 형태로 고용되고, 이에 따라서 Ag_2O 와 SiN_x 및 Si와 산화, 환원 반응에 의하여 Ag가 Si 내로 침투하여 형성하게 된다.

[0036] 일 구현예에 있어서, Si 내로 Ag가 침투하는 깊이를 제어하기 위해서 Bi_2O_3 이외에 ZnO의 함유량을 조절함에 따라서 가능하게 된다. 유리내 ZnO 성분은 함유량에 따라서 유리의 유동성 및 Ag, SiN_x 및 Si의 반응성을 조절하게 된다.

[0037] 도 5는 각각의 무연 프린트 조성에서 ZnO 함유량 차이에 따라 Ag가 Si내로 침투한 깊이를 나타내는 SEM 사진이다. Ag의 침투 깊이를 100 nm 간격으로 조절하기 위해서는 ZnO 함유량 차이를 2-6 중량부정도로 조절할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0038] 이하, 실시예를 참조하여 본원을 좀더 자세히 설명하지만, 본원은 이에 제한되는 것은 아니다.

[실시예]

<실시예 1>

[0041] 본 실시예에서는, 무연계 유리 조성 중에 Bi_2O_3 및 ZnO 원료를 포함시켜 혼합 후, 알루미늄이나 도가니에 넣은 후, $1100^{\circ}C-1200^{\circ}C$ 에서 용융 후, 조분쇄, 미분쇄 공정을 통하여 유리 분말의 입자크기를 제어 후, Ag 분말, 유리 분말, 비이클을 84~88 : 4~8 : 12~16 중량부의 비로 혼합 후 3-roll milling을 이용하여 적절히 분산 시켰다. 분산 후, Ag pastes를 제조 후 스크린 프린팅 공정을 통하여 Si wafer에 도포 후, 급속공정을 통해 소성 후의 태양전지 셀의 계면 구조 평가를 실시하였다.

[0042] <실시예 1>

[0043] 1. TEM 측정

[0044] 상기 실시예 1에 따라 제조된 유리 분말을 적용하여 Bi_2O_3 함유량 차이에 의한 계면 구조를 TEM분석을 통하여 측정하였고 도 4에 나타내었다. 도 4에서 Bi_2O_3 함유량 차이에 따라 (a) Ag 재결정 및 Ag 전극/ SiN_x /Si 계면구조가 형성되고, (b) Ag 재결정/glass/Ag 재결정/Si의 계면구조가 형성 될 수 있음을 알 수 있다.

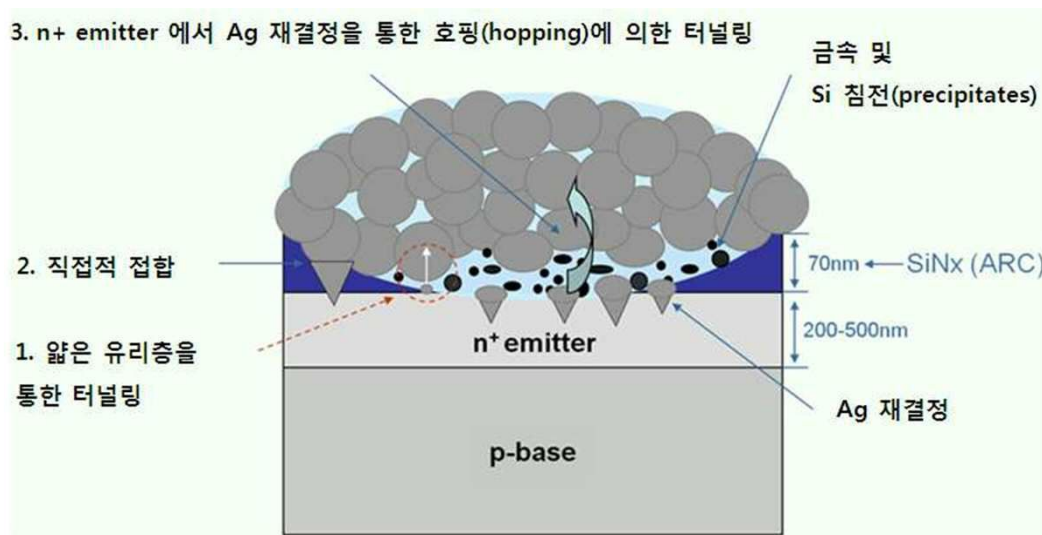
[0045] 2. SEM 측정

[0046] 상기 실시예 1에 따라 제조된 유리 분말을 Ag 페이스트에 적용하여 각각의 무연프릿 조성에서 ZnO 함유량 차이에 의한 계면 구조를 SEM 분석을 통하여 Si내 Ag가 침투하는 깊이를 정성적으로 도 5에 나타내었다. 도 5에서처럼 ZnO 함유량이 감소함에 따라서 Ag 침투가 감소하는 것을 알 수 있다.

[0047] 이상, 구현예 및 실시예를 들어 본원을 상세하게 설명하였으나, 본원은 상기 구현예 및 실시예들에 한정되지 않으며, 여러 가지 다양한 형태로 변형될 수 있으며, 본원의 기술적 사상 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 많은 변형이 가능함이 명백하다.

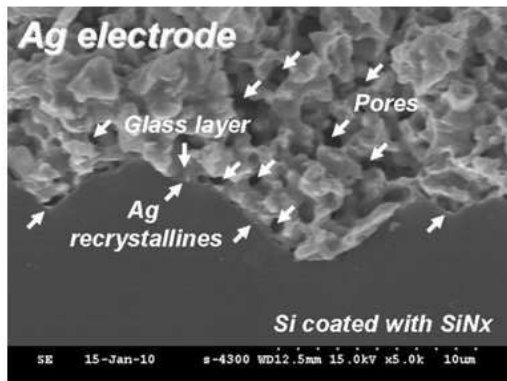
도면

도면1

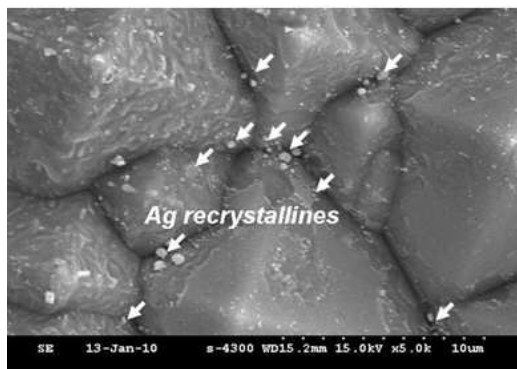
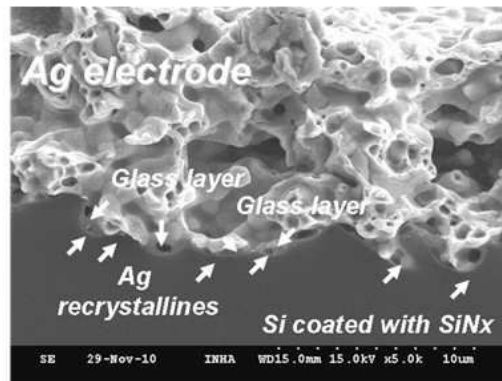


도면2

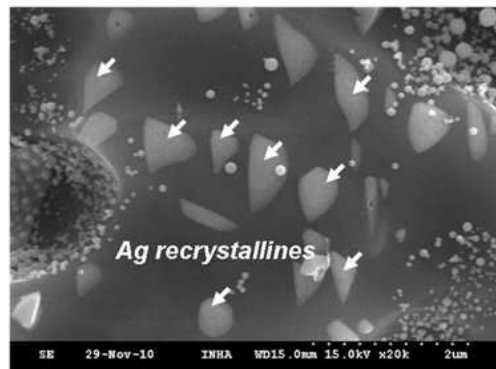
단결정 실리콘 태양전지 (효율 17-18%)



다결정 실리콘 태양전지 (효율 15-16%)



(a) n⁺ emitter 층의 두께 (~약 100nm)

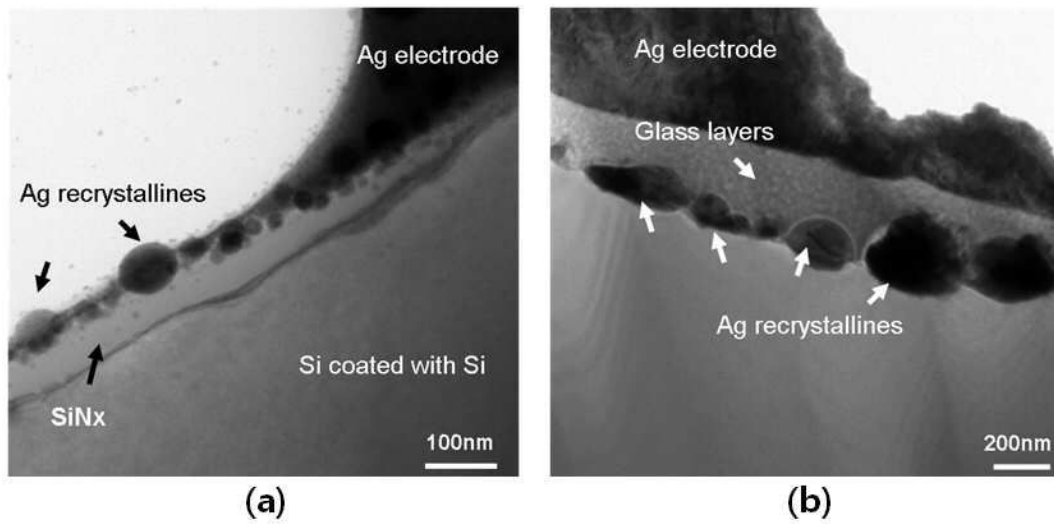


(b) n⁺ emitter 층의 두께 (~약 500nm)

도면3

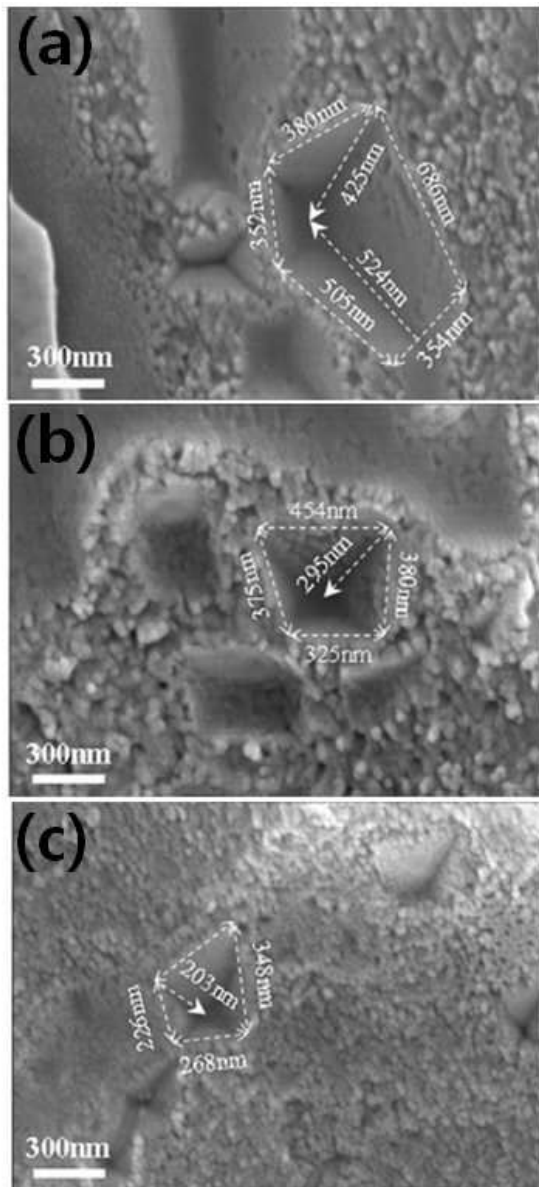


도면4



Bi_2O_3 의 함량: (a) << (b): (b의 Bi_2O_3 중량부) - (a의 Bi_2O_3 중량부) = 10-15

도면5



ZnO 의 함량: (a) > (b) > (c)