



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0123663  
(43) 공개일자 2011년11월15일

(51) Int. Cl.  
H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/06 (2006.01)  
H01L 31/0224 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-0039998  
(22) 출원일자 2011년04월28일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
12/775,939 2010년05월07일 미국(US)

(71) 출원인  
인터내셔널 비지네스 머신즈 코퍼레이션  
미국 10504 뉴욕주 아몬크 뉴오차드 로드  
(72) 발명자  
샤오, 샤오옌  
미국 뉴욕 10598, 요크타운 하이츠, 루트 134, 아이비엠 티. 제이. 왓슨 리서치 센터  
호벨, 해럴드, 존  
미국 뉴욕 10598, 요크타운 하이츠, 루트 134 / 피오 박스 218, 키차완 로드 1101  
카브랄 주니어, 시릴  
미국 뉴욕 10598, 요크타운 하이츠, 루트 134, 아이비엠 티. 제이. 왓슨 리서치 센터  
(74) 대리인  
허정훈, 윤여원

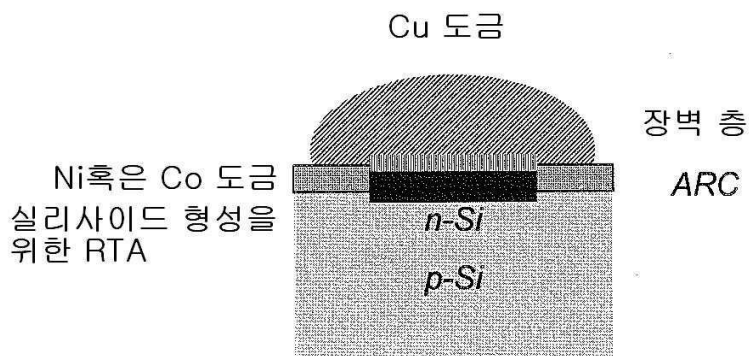
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 솔루션 기반의 프로세스에 의한 광전지 그리드 스택 방법 및 구조

(57) 요약

본 발명은 태양 전지의 그리드 스택 구조에 있어서, 실리콘 기관 - 실리콘의 전면은 인으로 도포되어 n-에미터를 형성하고 그리고 상기 실리콘의 후면은 알루미늄(Al) 메탈리제이션으로 스크린 프린트됨 -; 상기 실리콘 상에 도포되는, 엔티 반사 코팅(antireflecting coating : ARC)기능을 수행하는, 유전체 층; 상기 유전체 층의 그리드 개구부를 정의하기 위해 전면 상에 도포되는 마스크 층 - 마스크 되지 않은 영역을 오픈하기 위해 에칭 방법이 적용됨 -; 후면 Al 메탈리제이션에 대한 전기적 접점이 상기 전면 그리드에 대해 도포되는 광 유도 도금된(light-induced plated) 니켈 혹은 코발트 층; 상기 도금된 니켈(Ni) 혹은 코발트(Co)의 급속한 열 어닐링에 의해서 형성된 실리사이드 층; 상기 실리사이드 층 상에 증착된 선택적 장벽 층; 상기 실리사이드/장벽 막 층 상에 전착된 구리(Cu) 층; 및 상기 Cu 층 상부에 화학적으로 도포되거나 혹은 전착된 얇은 보호층을 포함하는 구조이다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

태양 전지의 그리드 스택 구조에 있어서,

실리콘 기판 - 상기 실리콘의 전면은 인으로 도포되어 n-에미터를 형성하고 그리고 상기 실리콘의 후면은 알루미늄(Al) 메탈리제이션으로 스크린 프린트됨 -;

상기 실리콘 상에 도포되는, 엔티 반사 코팅(antireflecting coating : ARC)기능을 수행하는, 유전체 층 ;

상기 유전체 층의 그리드 개구부를 정의하기 위해 전면 상에 도포되는 마스크 층 - 마스크 되지 않은 그리드 영역을 오픈하기 위해 에칭 방법이 적용됨 -;

후면 Al 메탈리제이션에 대한 전기적 접점이 상기 전면 그리드에 대해 도포되는(applied) 광 유도 도금된(light-induced plated) 니켈 혹은 코발트 층 ;

상기 도금된 니켈(Ni) 혹은 코발트(Co)의 급속한 열 어닐링에 의해서 형성된 실리사이드 층 ;

상기 실리사이드 층 상에 증착된 선택적 장벽 층 ;

상기 실리사이드/장벽 막 층 상에 전착된 구리(Cu) 층 ; 및

상기 Cu 층 상부에 화학적으로 혹은 전기 화학적으로 도포된 얇은 보호층을 포함하는 구조.

### 청구항 2

제 1항에서, 상기 기판은 결정 방향(a crystalline orientation)을 갖는 단결정 실리콘 기판/웨이퍼인 구조.

### 청구항 3

제 1항에서, 상기 기판은 다결정 실리콘 기판인 구조.

### 청구항 4

제 1항에서, 상기 마스크되지 않은 영역을 오픈(open)하기 위해 에칭이 적용되는 구조.

### 청구항 5

제 1항에서, 상기 마스크 층은 제거되는(stripped) 구조.

### 청구항 6

제 1항에서, 상기 광 유도 도금되는 층은 Ni인

구조.

**청구항 7**

제 1항에서, 상기 광 유도 도금되는 층은 Co인

구조.

**청구항 8**

제 1항에서, 상기 Al 메탈리제이션은 스크린 프린트되어 고온에서 구워지는 (fired)

구조.

**청구항 9**

제 1항에서, 상기 유전체 층은 실리콘 질화물, 실리콘 산화물, 및 그들의 조합으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는

구조.

**청구항 10**

제 1항에서, 상기 유전체 층은 상기 n-에미터 상에 증착되는

구조.

**청구항 11**

제 1항에서, 상기 도금된 Ni 혹은 Co의 급속한 열 어닐링은 실리콘사이드의 얇은 층을 형성할 수 있도록 섭씨 250 내지 600도 사이에서 10초 내지 10분의 범위에서 적용되는

구조.

**청구항 12**

제 1항에서, 상기 장벽 층은 NiP, CoP, CoWP, 및 그들의 조합들로 구성되는 그룹으로부터 선택되는

구조.

**청구항 13**

제 1항에서, 상기 장벽 층은 무전 혹은 전기 도금 중 어느 것을 사용하여 상기 실리콘사이드 층 상에 증착되는

구조.

**청구항 14**

제 1항에서, 상기 Cu 층은 도금 욕조들(plating baths)을 사용하여 상기 실리콘사이드/장벽 막 상부에 전착되는

구조.

**청구항 15**

태양 전지의 그리드 스택 구조를 제조하는 방법에서,  
 실리콘 기판의 표면을 거칠게 하는 단계(texturing) ;  
 n-에미터를 만들기 위해 상기 실리콘의 전면을 인(phosphorus)으로 도핑하는 단계(doping) ;  
 상기 실리콘의 후면을 알루미늄(Al) 메탈리제이션으로 스크린 프린팅을 하여 고온에서 굽는 단계(fired) ;  
 상기 n-에미터 상에서 엔티반사 코팅으로서 기능을 수행하는, 유전체 층을 증착하는 단계(depositing) ;  
 상기 유전체 층의 그리드 개구부를 정의하기 위해 상기 전면 상에 마스크를 도포하는 단계(applying) ;  
 상기 마스크되지 않은 그리드 영역을 오픈하기 위해 에칭하는 단계(etching) ;  
 상기 후면 Al에 대해 전기적 접점을 상기 전면 그리드 상에 광 유도 도금을 하고, 상기 마스크 층을 제거하는 단계(stripping) ;  
 실리콘사이드의 얇은 층을 형성하기 위해 상기 광 유도 도금된 층을 급속 열 어닐링 하고 상기 실리콘사이드 층 상에 장벽 층을 증착하는 단계 ;  
 상기 실리콘사이드/장벽 막의 상부에 Cu 층을 증착하는 단계 ; 및  
 상기 Cu 층 상부에 보호 층을 증착하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 16**

제 15항에서, 상기 기판은 단결정 실리콘 기판/웨이퍼인 방법.

**청구항 17**

제 15항에서, 상기 기판은 다결정 실리콘 기판인 방법.

**청구항 18**

제 15항에서, 상기 마스크 층은 제거되는 방법.

**청구항 19**

제 15항에서, 상기 광 유도 도금되는 층은 Ni인 방법.

**청구항 20**

제 15항에서, 상기 광 유도 도금되는 층은 Co인 방법.

**청구항 21**

제 15항에서, 상기 유전체 층은 실리콘 질화물, 실리콘 산화물, 및 그들의 조합으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 방법.

**청구항 22**

제 15항에서, 상기 도금된 Ni 혹은 Co의 급속한 열 어닐링은 실리콘사이드의 얇은 층을 형성할 수 있도록 섭씨 250 내지 600도 사이에서 10초 내지 10분의 범위에서 적용되는 방법.

**청구항 23**

제 15항에서, 상기 장벽 층은 NiP, CoP, CoWP, 및 그들의 조합들로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 방법.

**청구항 24**

제 15항에서, 상기 장벽 층은 무전 혹은 전기 도금 중 어느 것을 사용하여 상기 실리콘사이드 층 상에 증착되는 방법.

**청구항 25**

제 15항에서, 상기 Cu 층은 도금 욕조들(plating baths)을 사용하여 상기 실리콘사이드/장벽 막 상부에 전착되는 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 태양 전지에 관한 것이며, 특히 태양 전지 그리드 구조(solar cell grid structures) 및 태양 전지 그리드 구조를 제조하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 실리콘 광전지 산업은 그리드 메탈리제이션(grid metallization)을 위해 알루미늄/은(Al/Ag) 기반 페이스트의 스크린 프린팅을 광범위하게 사용한다. 이 기술의 주된 단점은 도선들(conduction lines)을 가늘게 만드는데 있어서 어려움과 페이스트 도체(paste conductor)의 높은 접촉 저항(contact resistance)이다. 스크리닝 프린트 된(screening printed) 도선들의 가장 작은 폭은 대략 100 마이크로 정도이다. 또한, 스크린 프린팅은 오직 낮은 애스펙트 비율의 특징들(low aspect ratio features)만 프린트할 수 있는데, 이것은 충분한 전도성을 제공하기 위해 도선들을 더 넓게 변환하며(translate), 이는 전면 그리드(the front side grid)에 대해 더 많은 새도우잉(shadowing)을 의미한다. Al/Ag 페이스트는 또한 매우 비싼 재료이고 스크린 프린팅 프로세스는 태양 전지 제

조 프로세스에서 웨이퍼 균열(wafer cracking)의 주된 원인(leading cause)이다.

[0003] 선과우어(Sunpower)에 관하여 미국 특허 제 7,339,110 에 기술된 방법은 구리 도금(Cu plating) 전에 시드 층(seed layer) 및 장벽 층(the barrier layer)을 증착하기 위해서 진공 기반의 프로세스를 사용한다. 진공과 종래의 태양전지를 위한 솔루션 프로세스의 조합은 비용이 너무 커서 사용하기 어렵다(cost prohibitive). 따라서, 선과우어는 그것을 인터디지테이트된(interdigitated) 단결정 실리콘 태양전지들에서 사용한다. 그렇게 하여서 더 높은 비용에 더 높은 효율(higher efficiency)을 달성함으로써 고비용 프로세스를 정당화한다.

[0004] 태양 전지의 후면(back surface) 상에서 반대 극성의 인터디지테이트된 접점들(contacts)를 갖는 태양전지들은 전면 금속 그리드들(front side metal grids)과 블랭킷(blanket) 혹은 그리드 메탈라이즈된 후면 접점들(grid metalized back side contacts)을 갖는 종래의 태양전지와는 일반적으로 다르다. 이들 태양 전지들은 전면 그리드 세이딩(front grid shading)이 제거되었기 때문에 광 발전(photo-generation)이 향상되었고, 그리드 직렬 저항도 줄었으며, 그리고 전면 도핑(front surface dopping)을 높이더라도 전면 접촉이 없기 때문에 전면 접촉 저항을 최소화할 필요가 없어서 청광-응답(blue photo-response)이 향상되었다. 스완슨(Swanson)에 대한 미국 특허 제 4,927,770에서 기술한 바와 같이, 후면 접촉 전지 구조(back-contact cell structure)는 동일 평면상의 접촉 때문에 단순화된 모듈 조립(simplified module assembly)이 가능하다.

[0005] 인터디지테이트된 후면 접촉(interdigitated back-contact : IBC) 태양 전지들이 제조되기는 하였지만, 고 비용이 IBC 태양전지의 상용화를 가로막아왔다. 그래서, IBC 태양 전지들을 제조하는데 종래의 마이크로전자 포토리쏘그라피, 박막(thin film) 메탈리제이션, 및 에칭 프로세스들에 의해 제조되는 후면 확산들(backside diffusions), 접점들, 및 금속선들의 사용을 포함하는, 종래의 마이크로전자(집적회로) 프로세싱이 사용되어왔다. 그러나, 상기 프로세스는 종래의 저 비용 평판 태양전지 패널들에 적용하기에는 비용면에서 효과적이지 못하다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명은, 그리드 스택 구조(grid stack structure)의 태양 전지를 제공하는데, 솔루션 기반의 프로세싱 기술을 사용하여 곧 바로 제조될 수 있다. 솔루션 기반의 프로세싱 기술은 전기 도금을 포함하는데, 이는 제조공정(operation)에서 효율적이고 제조에 경제적이다. 솔루션 기반의 프로세싱 기술은 전기 도금을 포함하는데, 이는 종래의 스크린 프린트된 도선들과 비교하여 전기 도금된 라인들로 그리드 구조를 더 가늘게(narrower) 그리고 더 높게(taller) 만들 수 있게 한다. 본 발명의 프로세스는 광 유도 도금(light induced plating)을 사용하여 박막 금속 층(thin metal layer)을 도포하는데(apply), 이 금속 층은 Ni 혹은 Co를 포함할 수 있다. 실리콘사이드 층은 급속 열 어닐링(rapid thermal annealing)에 의해서 형성되고, 이는 실리콘에 실리콘사이드 접촉을 제공한다. 그 다음, 선택적 장벽 층이 솔루션 기반의 프로세스(solution-based process)로 증착 되는데, 이 장벽 층은 전기 도금된 NiP, CoP, 및 CoWP를 포함할 수 있다. 그 다음에, Cu의 두꺼운 층(thick layer)이 제로 스트레스(zero stress)에 가깝게 전기도금 되는데, 이는 우수한 기계적 강도를 위해 스택(stack) 상에 스트레스를 최소화한다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 도 1은 본 발명에 따른 그리드 스택 구조의 측면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0008] 본 발명의 더 완전한 진가와 많은 부수하는 장점들이 이하에서 상세히 설명될 것이며, 이것들은 상세한 설명과 첨부된 도면을 참조하면 더 잘 이해할 수 있다.

[0009] 본 발명에 따른 태양 전지 그리드 구조는 단결정 실리콘 기판/웨이퍼 혹은 다결정 실리콘 기판에서 제조된다. 도 1은 그 구조를 도시하며 제조 프로세스 순서는 아래와 같다.

[0010] 1. p-실리콘 기판을 사용한다;

- [0011] 2. 상기 실리콘 기판 표면은 최대 광 흡수를 위한 어느 정도 거칠음(certain roughness)을 제공하기 위해 거칠게 만든다(textured) ;
- [0012] 상기 실리콘 기판의 전면(front side)은, 두께가 100nm 내지 1 마이크로미터 범위인, 얇은 n-에미터(thin n-emitter)를 만들기 위해 인(phosphorus)으로 도포된다 ;
- [0013] 후면(backside)은 Al 메탈라이제이션(Al metallization)이 스크린 프린트되고 섭씨 600 내지 900도 범위의 고온에서 구워진다(fired);
- [0014] 3. 유전체 층이 상기 n-에미터 상에 증착 되는데, 이 유전체 층은, 안티 반사 코팅(antireflection coating : ARC) 기능을 수행하며, 실리콘 질화물(silicon nitride), 실리콘 산화물(silicon oxide)와 같은 재료로 형성된다;
- [0015] 4. 마스크가 상기 유전체 층의 그리드 개구부(grid opening)를 정의하기 위해서 전면에 도포된다(applied);
- [0016] 5. 마스크가 안된 그리드 영역(unmasked grid area)을 오픈(open)하기 위해 에칭 방법이 적용된다 ;
- [0017] 상기 전면 그리드(the front grid) 상에 전기 도금을 위한 자유 전자들을 발생시키기 위한 1,000룩스 내지 100,000룩스 범위의 광 강도가 있는 상태에서, 황산염 기반의(sulfate-based), 술포메이트 기반의(sulfamate-based), 혹은 염화물 기반의(chloride-based) 산 도금 솔루션들(acidic plating solutions)을 포함하는, 다양한 도금 솔루션들을 사용하여, 니켈(Ni) 혹은 코발트(Co)가, 후면 Al(the back side Al)에 대한 전기 접점으로 광 유도 도금된다(light-induced plated);
- [0018] 6. 상기 마스크 층이 제거된다(striped);
- [0019] 7. 실리콘사이드 얇은 층을 형성하기 위해 도금된 Ni 혹은 Co에 관하여 급속한 열 어닐링(rapid thermal annealing : RTA)이 적용되는데, 이 때 온도는 섭씨 250도 내지 600도이며, 시간은 10초 내지 20분의 범위이다;
- [0020] 8. 선택적 장벽 층이 상기 실리콘사이드 상에 증착 되는데, 이는 NiP, CoP, CoWP, 및 이들의 조합들을 포함할 수 있으며, 무전 혹은 전기도금(electroless or electroplating) 중 어느 것을 사용하고, Ni, Co, 및 W 염들외에 P 결합의 소스로서 차아인산염 기반의 염(hypophosphite based salt)을 사용하여 그렇게 한다;
- [0021] 9. 두꺼운 Cu 층이, 도금 욕조(plating baths)를 사용하여 낮은 스트레스를 주는 조건에서, 상기 실리콘사이드/장벽 막의 상부에 증착된다;
- [0022] 선택적 얇은 보호 층을 Cu의 상부에 증착하는데, 보호, 예를 들어 벤조트리아졸(benzotriazole : BTA) 솔루션 린스로부터 흡수된 BTA 층의 보호를 위해서, 혹은 은(Ag) 또는 주석(Sn)의 얇은 층을 전착하는(electrodeposit) 솔더링 호환성을 개선하기 위해서 그렇게 한다.
- [0023] 바람직한 실시 예에서, 웨이퍼는 인곳 웨이퍼링(ingot wafering)으로부터 솔리드 손상(solid damage)을 제거하기 위해 KOH 혹은 NaOH를 사용하여 에치된다(etched). 약 20 내지 50  $\mu\text{m}$ 의 실리콘이 제거된다. 에치 후에, 상기 웨이퍼는 표준 습식 세척 순서에 따라 세척된다.
- [0024] 바람직한 실시 예에서, 거친 표면(textured surface)이 상기 단결정 기판의 상부 표면에 형성된다.에이펙스들(apexes)의 분포는 통상적으로 높이가 1 내지 10  $\mu\text{m}$ 이다. 이러한 임의의 거친 표면은 광이 태양 전지에 잘 결합되도록 돕는다.
- [0025] 단결정이 아닌 웨이퍼들을 위해, 거친 표면(texture)은 또한 여러 다른 방법에 의해서 만들어질 수 있는데, 즉 산 에칭(acid etching), 플라즈마 에칭, 및 기계적 연마(mechanical abrasion)와 같은 방법에 의해서 만들어질 수 있다. 거친 표면 만들기 다음에, 웨이퍼는 표준 확산 전 습식 세척 순서(standard pre-diffusion wet cleansing sequence)에 따라 세척된다.
- [0026] 다른 바람직한 실시 예에서, 액상인 소스(liquid phosphorous source)(H3PO4 솔루션) 혹은 가스 소스(POCl3)가 도펀트 소스(dopant source)로 사용된다. 다른 n+도펀트들, 예를 들어 As 혹은 Sb도 사용될 수 있다.
- [0027] 다른 바람직한 실시 예에서, ARC, 예를 들어 SiN 혹은 TiO2가 상기 태양 전지의 전면에 도포된다. 이러한 코팅은 광이 태양 전지에 결합되는 것을 돕고 따라서 효율을 개선한다. 다른 실시 예에서, ARC는 시드 금속 스택의 증착 후에 증착될 수 있다. 또한, ARC는 기판의 표면 모두에 도포될 수 있다.

- [0028] 또 다른 바람직한 실시 예에서, Al 층이 스크린 프린팅에 의해서 후면(back side)에 코팅되고 구워지는데, 이는 p+ 층을 형성하여 도체로서 기능을 수행하기 위해서이다. 상기 바람직한 실시 예에서 알루미늄은 반도체 재료에 저항 접점을 만들어 주고 그리고 후면 반사기(back surface reflector)로서 기능을 수행한다.
- [0029] 얇은 실리콘 태양 전지들에서, 약하게 흡수된 적외선 방사는 실리콘 두께를 통과하여 종종 후면 메탈리제이션에 흡수되어 소실된다. 후면 반사기와 결합된 전면의 거친 표면은 광 경로를 증가시킬 수 있다. 이러한 설계의 특징은 태양 전지에서 광-발전 전류(photo-generated current)를 더 증가시킨다.
- [0030] 또 다른 바람직한 실시 예에서, 패턴된(patterned) 저항이 ARC 층 상의 전면 위에 도포된다. 상기 저항 마스크는 유전체 층의 그리드 개구부를 만드는데, 그리드 영역을 오픈하기 위해 에칭 방법이 적용된다.
- [0031] 광 유도 도금되는 니켈(Ni) 혹은 코발트(Co) 층이 후면 Al 메탈리제이션에 대해 전기적 접점으로 전면 그리드에 도포 된다.
- [0032] 도금된 Ni 혹은 Co의 급속 열 어닐링에 의해서 실리사이드 층이 형성된다.
- [0033] 바람직한 실시 예에서, 제 2 층은 금속들과 다른 불순물들에 대해서 확산 장벽으로서 기능을 수행한다.
- [0034] 바람직한 실시 예에서, 상기 장벽 층은 NiP, CoP, CoWP, 및 그들의 조합들로 구성되는 그룹으로부터 선택된다. 상기 장벽 층은 무전(electroless) 혹은 전기 도금 중 어느 것을 사용하여 실리사이드 상에 증착된다. 다른 실시 예에서, 크롬(Cr)이 장벽 층으로서 사용될 수 있다.
- [0035] 바람직한 실시 예에서 구리(Cu)의 두꺼운 층을 상기 그리드 상에 전착하는데(electrodeposited), 동일 광 유도 방법을 사용하고 후면 Al 메탈리제이션에 대해 전기적 접점을 만듦으로써 그렇게 한다.
- [0036] 바람직한 실시 예에서, 벤조트리아졸(BTA) 혹은 전기 도금된 Ag 혹은 Sn을 포함할 수 있는, 얇은 층이 Cu층이 전착된 다음에 추가될 수 있다. 그렇게 함으로서 솔더 능력(solderability)을 개선하거나 및/혹은 도금된 영역의 부식을 방지할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 구조와 프로세스의 장점들은 비용 경쟁력을 위한 솔루션 기반의 프로세스들, 저온 프로세스들, 우수한 전도성, 도전 라인들의 단면적의 애스펙트 비(aspect ratio) 및 두께의 쉬운 유지, 및 최소 새도우잉을 포함한다.
- [0038] 전술한 설명에 비추어 볼 때, 본 발명에 관해 수많은 수정들과 변경들이 가능함은 명백하다. 따라서 첨부된 청구항들의 범위 내에서, 본 발명이 위에서 상술한 것과 다르게 실시될 수 있음도 이해된다.

**도면**

**도면1**

