



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년03월04일  
 (11) 등록번호 10-0887128  
 (24) 등록일자 2009년02월26일

(51) Int. Cl.

*H01L 31/042* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0034126  
 (22) 출원일자 2006년04월14일  
 심사청구일자 2006년04월14일  
 (65) 공개번호 10-2006-0108551  
 (43) 공개일자 2006년10월18일

(30) 우선권주장

11/106245 2005년04월14일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP10326522 A\*

JP07105717 A

JP11053938 A

KR 1020020005514 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니  
 미합중국 테라웨이주 (우편번호 19898) 월밍تون시  
 마아켓트 스트리이트 1007

(72) 발명자

왕, 이우엘리 엘.  
 미국 27560 노쓰 캐롤라이나주 모리스빌 사라젠  
 메도우 웨이 229

캐롤, 앤런 프레데릭

미국 27612 노쓰 캐롤라이나주 롤리 파스틸 레인  
 2316

(뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 김영, 장수길

전체 청구항 수 : 총 13 항

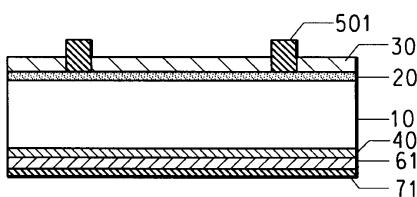
심사관 : 이규재

(54) 반도체 소자의 제조 방법 및 그에 사용되는 전도성 조성물

**(57) 요약**

본 발명은 (a) 전기 전도성은 분말, (b) Mn-함유 첨가제, 및 (c) 연화점이 300 내지 600°C의 범위인 유리 프릿을 (d) 유기 매질 중에 분산된 상태로 포함하는 후막 전도성 조성물에 관한 것이다.

본 발명은 또한 반도체 소자, 및 (a) p-n 접합부를 갖는 반도체의 주표면 상에 형성된 절연막 상에 상기 후막 조성물을 도포하는 단계, 및 (b) 상기 반도체, 절연막 및 후막 조성물을 소성하여 전극을 형성하는 단계를 포함하는, p-n 접합부를 갖는 반도체 및 반도체의 주표면 상에 형성된 절연막으로 구성된 구조 부재로부터 반도체 소자를 제조하는 방법에 관한 것이다.

**대 표 도** - 도1f

(72) 발명자

행, 케네쓰 위렌

미국 27278 노쓰 캐롤라이나주 힐스보로우 스티플  
톤 코트 9

영, 리처드 존 세필드

영국 비에이1 4에이비 배쓰 웨스톤 레인 수풀크 하  
우스 6

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

- a) 전기 전도성 은 분말,
- b) Mn-함유 첨가제, 및
- c) 연화점이 300°C 내지 600°C의 범위인 유리 프릿을
- d) 유기 매질

중에 분산된 상태로 포함하며,

- (a) Zn, Ti, Sn, Pb, Ru, Co, Fe, Cu 및 Cr 중에서 선택된 금속,
- (b) 금속 산화물 MO<sub>x</sub> (여기서, M은 Zn, Ti, Sn, Pb, Ru, Co, Fe, Cu 및 Cr 중에서 선택됨),
- (c) 소성시 (b)의 금속 산화물을 생성할 수 있는 임의의 화합물, 및
- (d) (a) 내지 (c)의 혼합물

중에서 선택된 첨가제를 추가로 포함하는 후막 전도성 조성물.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 Mn-함유 첨가제가 MnO<sub>2</sub>인 후막 전도성 조성물.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 Mn-함유 첨가제가 Mn의 유기 금속 화합물인 후막 전도성 조성물.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 Mn-함유 첨가제가 소성시 MnO<sub>2</sub>를 생성할 수 있는 화합물인 후막 전도성 조성물.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 Mn-함유 첨가제의 입도가 7 나노미터 내지 100 나노미터 미만 범위이고, 상기 Mn-함유 첨가제가 분말 형태인 후막 전도성 조성물.

### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 유리 프릿 조성물이 전체 유리 프릿 조성물의 중량을 기준으로, SiO<sub>2</sub> 21 내지 29 중량%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1 내지 8 중량%, PbO 50 내지 62 중량%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7 내지 10 중량%, ZnO 0 내지 4 중량%, Li<sub>2</sub>O 0 내지 0.1 중량%, 및 TiO<sub>2</sub> 2 내지 7 중량%를 포함하는 것인 후막 전도성 조성물.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 유리 프릿이 전체 유리 프릿 조성물의 중량을 기준으로 SiO<sub>2</sub> 0.1 내지 8 중량%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0 내지 4 중량%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8 내지 25 중량%, CaO 0 내지 1 중량%, ZnO 0 내지 42 중량%, Na<sub>2</sub>O 0 내지 4 중량%, Li<sub>2</sub>O 0 내지 3.5 중량%, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 28 내지 85 중량%, Ag<sub>2</sub>O 0 내지 3 중량%, CeO<sub>2</sub> 0 내지 4.5 중량%, SnO<sub>2</sub> 0 내지 3.5 중량%, 및 BiF<sub>3</sub> 0 내지 15 중량%를 포함하는 무연 유리 프릿인 후막 전도성 조성물.

### 청구항 9

유기 매질이 제거되고 유리 프릿과 은 분말이 소결되도록 처리된 제1항의 조성물을 포함하는 기판.

**청구항 10**

유기 매질이 제거되고 유리 프릿과 은 분말이 소결되도록 처리된 제1항의 조성물로부터 형성된 전극.

**청구항 11**

- (a) p-n 접합부를 갖는 반도체의 주표면 상에 형성된 절연막 상에 제1항의 후막 조성물을 도포하는 단계, 및
- (b) 상기 반도체, 절연막 및 후막 조성물을 소성하여 전극을 형성하는 단계를 포함하는, p-n 접합부를 갖는 반도체 및 반도체의 주표면 상에 형성된 절연막으로 구성된 구조 부재로부터 반도체 소자를 제조하는 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 절연막이 질화규소막, 산화티탄막, SiNx:H막, 산화규소막, 및 산화규소 및 산화티탄 막으로 이루어진 군에서 선택되는 것인 방법.

**청구항 13**

제11항의 방법에 의해 형성된 반도체 소자.

**청구항 14**

유기 매질이 제거되고 유리 프릿과 은 분말이 소결되도록 처리된 제1항의 조성물로부터 형성된 전극을 포함하는 태양 전지 소자.

**명세서****발명의 상세한 설명****발명의 목적****종래기술의 문헌 정보**

&lt;13&gt;

[특허 문헌 1] 슈이찌 (Shuichi) 등의 JP-A 2001-313400

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

&lt;14&gt;

본 발명은 주로 규소 반도체 소자에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 태양전지 소자의 전면에 사용하기 위한 전도성 은 페이스트에 관한 것이다.

&lt;15&gt;

본 발명은 넓은 범위의 반도체 소자에 적용될 수 있지만, 특히 광다이오드 및 태양전지와 같은 광-수용 전극에서 효과적이다. 본 발명의 배경 기술은 하기에 당업계의 구체적인 예로서 태양전지에 대해 기재되어 있다.

&lt;16&gt;

p형 베이스를 갖는 통상의 태양전지 구조체는 전형적으로 전지의 전면 또는 태양을 향하는 면 상의 네가티브 전극 및 후면 상의 포지티브 전극을 갖는다. 반도체 본체의 p-n 접합부 상으로의 적절한 파장의 조사는 이들 본체에서 정공-전자 쌍을 생성하기 위한 외부 에너지원으로서 작용하는 것으로 알려져 있다. p-n 접합부에 존재하는 전위차 때문에, 정공 및 전자는 접합부에 걸쳐 반대 방향으로 이동하여 외부 회로에 전력을 전달할 수 있는 전류의 흐름을 유발한다. 대부분의 태양전지는 금속화된, 즉, 전기적 전도성이 금속 접촉부가 제공된 규소 웨이퍼의 형태이다.

&lt;17&gt;

현재 지상에서 사용되는 대부분의 전력-생성 태양전지는 규소 태양전지이다. 대량 생산 공정 흐름은 일반적으로 공정을 최대로 단순화하고 제조 비용을 최소화하는 것을 목적으로 한다. 전극은 특히 금속 페이스트를 형성하기 위한 스크린 인쇄와 같은 방법을 사용하여 제조된다. 이러한 제조 방법의 일례가 하기에 도 1과 함께 기재되어 있다. 도 1은 p형 규소 기판 (10)을 나타낸다.

&lt;18&gt;

도 1b에서, 역 전도성 형태의 n형 확산층 (20)이 인 (P) 등의 열 확산에 의해 형성된다. 옥시염화인 ( $\text{POCl}_3$ )이 통상 인 확산 공급원으로 사용된다. 어떤 특별한 변형이 없는 경우, 규소 기판 (10)의 전체 표면 상에 확산층 (20)이 형성된다. 상기 확산층은 수십  $\mu\text{m}$  정도의 표면 저항, 및 약 0.3 내지 0.5  $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는다.

&lt;19&gt;

도 1c에 나타낸 바와 같이, 레지스트 등을 사용하여 상기 확산층의 한 표면을 보호한 후에, 에칭에 의해 대부분

의 표면으로부터 확산층 (20)을 제거하며, 확산층 (20)은 오직 한 주표면 상에 잔류한다. 이어서, 유기 용매 등을 사용하여 레지스트를 제거한다.

<20> 그 후, 도 1d에 나타낸 바와 같이 플라즈마 화학증착 (CVD)과 같은 방법에 의해 n형 확산층 (20) 상에서 반사방지 코팅으로서 질화규소막 (30)이 약 700 내지 900Å의 두께로 형성된다.

<21> 도 1e에 나타낸 바와 같이, 전면 전극용 은 페이스트 (500)은 질화규소막 (30) 상에 스크린 인쇄된 후 건조된다. 또한, 후면 은 또는 은/알루미늄 페이스트 (70) 및 알루미늄 페이스트 (60)은 기판의 후면 상에 스크린 인쇄되고 이어서 건조된다. 이어서 적외선로 (furnace)에서 약 700 내지 975°C의 온도로 수분 내지 수십 분 동안 소성을 행한다.

<22> 그 결과로서, 도 1f에 나타낸 바와 같이, 소성 동안에 도핑제로서 알루미늄이 알루미늄 페이스트로부터 규소 기판 (10)으로 확산되어, 고 농도의 알루미늄 도핑제를 함유하는 p+ 층 (40)을 형성한다. 상기 층은 일반적으로 후면 필드 (BSF) 층이라 칭하고, 이는 태양전지의 에너지 전환 효율을 개선하는데 도움이 된다.

<23> 알루미늄 페이스트는 소성에 의해 건조된 상태 (60)으로부터 알루미늄 후면 전극 (61)로 전환된다. 후면 은 또는 은/알루미늄 페이스트 (70)도 동시에 소성되어, 은 또는 은/알루미늄 후면 전극 (71)이 된다. 소성 동안에, 후면 알루미늄과 후면 은 또는 은/알루미늄 간의 경계부는 합금 상태를 나타내고, 전기적으로도 연결된다. 알루미늄 전극은, 적어도 부분적으로는 p+ 층 (40) 형성의 필요성으로 인해 후면 전극의 대부분의 면적을 차지한다. 알루미늄 전극을 납땜하는 것은 불가능하기 때문에, 구리 리본 등에 의한 태양전지들의 상호연결을 위한 전극으로서 은 후면 전극이 후면의 일부 상에 형성된다. 또한, 전면 전극-형성 은 페이스트 (500)은 소성 동안에 소결되고 질화규소막 (30)을 통해 침투하여 n형 층 (20)과 전기적으로 접촉할 수 있다. 이러한 유형의 방법은 일반적으로 "관통 소성 (fire through)"이라 한다. 이러한 관통 소성 상태는 도 1f의 층 (501)에서 뚜렷하다.

<24> 슈이찌 (Shuichi) 등의 JP-A 2001-313400은 반도체 기판의 한 주표면 상에 다른 형태의 전도성을 나타내는 영역을 형성하고 반도체 기판의 상기 주표면 상에 반사방지 코팅을 형성함으로써 얻은 태양전지를 교시한다. 생성된 태양전지는 반사방지 코팅 상에 코팅되고 소성된 전극 물질을 갖는다. 전극 물질은 예를 들어, 납, 붕소 및 규소를 포함하며, 추가로 약 300 내지 600°C의 연화점을 갖는 유리 프릿, 및 티탄, 비스무트, 코발트, 아연, 지르코늄, 철, 및 크롬 중에서 선택된 1종 이상의 분말을 함유한다. 이들 분말의 평균 입도는 0.1 내지 5 μm이다. 슈이찌 등의 상기 문헌은 평균 입도가 0.1 μm 미만인 분말이 전극 내에서 불량한 분산성을 가지며 전극이 부적합한 접착 강도 (인장 강도)를 나타낼 것임을 교시한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<25> 태양전지를 형성하기 위한 다양한 방법 및 조성물이 존재하지만, 태양전지 분야에서 전기적 성능을 증가시키고 동시에 땜납 접착성을 개선시키기 위한 노력은 계속되고 있다. 본 발명은 전기적 성능 및 땜납 접착성 모두를 개선시키는 신규한 조성물(들) 및 반도체 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

<26> <발명의 요약>

<27> 본 발명은 (a) 전기 전도성 은 분말, (b) Mn-함유 첨가제, 및 (c) 연화점이 300 내지 600°C의 범위인 유리 프릿 을 (d) 유기 매질 중에 분산된 상태로 포함하는 후막 전도성 조성물에 관한 것이다.

<28> 본 발명은 또한 반도체 소자, 및 (a) p-n 접합부를 갖는 반도체의 주표면 상에 형성된 절연막 상에 상기 후막 조성물을 도포하는 단계, 및 (b) 상기 반도체, 절연막 및 후막 조성물을 소성하여 전극을 형성하는 단계를 포함하는, p-n 접합부를 갖는 반도체 및 반도체의 주표면 상에 형성된 절연막으로 구성된 구조 부재로부터 반도체 소자를 제조하는 방법에 관한 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

<29> 후막 전도성 조성물(들)의 주성분은 유기 매질 중에 분산된 전기적 기능성 은 분말, 아연-함유 첨가제, 및 유리 프릿이다. 추가 첨가제로는 금속, 금속 산화물 또는 소성 동안에 상기 금속 산화물을 생성할 수 있는 임의의 화합물을 들 수 있다. 상기 성분은 이하에서 논의된다.

### I. 무기 성분

<31> 본 발명의 무기 성분은 (1) 전기적 기능성 은 분말; (2) Mn-함유 첨가제(들); (3) 유리 프릿; 및 임의로 (4)

(a) Zn, Ti, Sn, Pb, Ru, Co, Fe, Cu 및 Cr으로부터 선택된 금속; (b) 금속 산화물 MO<sub>x</sub> (여기서, M은 Zn, Ti, Sn, Pb, Ru, Co, Fe, Cu 및 Cr으로부터 선택됨); (c) 소성시에 (b)의 금속 산화물을 생성할 수 있는 임의의 화합물; 및 (d) 이들의 혼합물로부터 선택된 부가적인 금속/금속 산화물 첨가제를 포함한다.

### <32> A. 전기적 기능성 은 분말

<33> 일반적으로, 후막 조성물은 적합한 전기적 기능성 특성을 조성물에 부여하는 기능성 상을 포함한다. 이러한 기능성 상은 조성물을 형성하는 기능성 상에 대한 담체로서 작용하는 유기 매질 중에 분산된 전기적 기능성 분말을 포함한다. 조성물은 유기상을 연소시키고 무기 결합제 상을 활성화시키고 전기적 기능성 특성을 부여하기 위해 소성된다.

<34> 조성물의 기능성 상은 전기 전도성이 코팅되거나 코팅되지 않은 은 입자일 수 있다. 은 입자가 코팅되는 경우에, 은 입자는 적어도 부분적으로 계면활성제로 코팅된다. 계면활성제는 스테아르산, 팔미트산, 스테아레이트의 염, 팔미테이트의 염 및 이들의 혼합물로부터 선택될 수 있지만, 이에 제한되지는 않는다. 라우르산, 팔미트산, 올레산, 스테아르산, 카프르산, 미리스트산 및 리놀산을 포함한 다른 계면활성제가 사용될 수 있다. 반대-이온은 수소, 암모늄, 나트륨, 칼륨 및 이들의 혼합물일 수 있지만, 이에 제한되지는 않는다.

<35> 은의 입도는 임의로 특정하게 제한되지는 않지만, 평균 입도가 10 마이크론 이하, 바람직하게는 5 마이크론 이하인 것이 바람직하다. 은 입자는 페이스트 조성물의 70 내지 85 중량%, 및 일반적으로 조성물 (즉, 유기 비허클을 포함함) 중의 고형물의 92 내지 99 중량%를 차지한다.

### <36> B. Mn-함유 첨가제(들)

<37> 본 발명의 Mn-함유 첨가제는 (a) Mn, (b) Mn의 금속 산화물, (c) 소성시에 Mn의 금속 산화물을 생성할 수 있는 임의의 화합물, 및 (d) 이들의 혼합물로부터 선택될 수 있다. Mn-함유 첨가제의 평균 입도는 특히 중요하지는 않지만, 단 스크린 인쇄 기술과는 상용성이어야 한다. 일반적으로 평균 입도는 10 마이크론 미만이다.

<38> 일 실시양태에서, Mn-함유 첨가제는 MnO<sub>2</sub>이다. 추가 실시양태에서, Mn-함유 첨가제의 평균 입도는 7 나노미터 내지 100 나노미터 미만 범위이다.

### <39> C. 유리 프릿

<40> 본 발명에서 사용될 수 있는 유리 프릿 조성물의 예로는 비정질, 부분적 결정성 규산납 유리 조성물 및 다른 상용성 유리 프릿 조성물을 들 수 있다. 추가 실시양태에서, 상기 유리 프릿은 카드뮴을 함유하지 않는다. 본 발명에서 유용한 일부 유리 프릿 조성물이 하기 표 1에 상술된다.

**표 1**

유리 프릿 조성 (전체 유리 조성물에 대한 중량%)

ID #	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CeO <sub>2</sub>	ZnO	Na <sub>2</sub> O	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Li <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	CaO	CdO
1	28.00	4.70	55.90	8.10						3.30		
2	26.06	6.69	50.96	8.94		2.79				4.56		
3	23.37	0.41	59.75	7.93		2.31			0.04	6.20		
4	22.97	1.54	60.62	8.40		2.46				4.02		
5	23.00	0.40	58.80	7.80						6.10	3.90	
6	1.50		14.90	0.10		1.0	81.5	1.0				

<41>

<42> 표 1에 유리 조성을 중량%로 나타냈다. 실시예에서 밝혀진 바람직한 카드뮴-무함유 유리 조성물은 다음 조성 범위의 산화물 구성 요소, 즉, SiO<sub>2</sub> 21 내지 29 중량%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1 내지 8 중량%, PbO 50 내지 62 중량%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7 내지 10 중량%, ZnO 0 내지 4 중량%, Li<sub>2</sub>O 0 내지 0.1 중량%, TiO<sub>2</sub> 2 내지 7 중량%를 포함한다. 더 바람직한 유리 조성물은 SiO<sub>2</sub> 28.00 중량%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4.70 중량%, PbO 55.90 중량%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8.1 중량%, TiO<sub>2</sub> 3.30 중량%이다.

<43>

또한, 추가 실시양태에서, 유리 프릿 조성물은 무연 조성물이다. 본 발명에서 유용한 일부 무연 유리 조성물은 전체 유리 조성물을 기준으로 다음 조성 범위의 산화물 구성 요소, 즉, SiO<sub>2</sub> 0.1 내지 8 중량%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0 내지 4 중량%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8 내지 25 중량%, CaO 0 내지 1 중량%, ZnO 0 내지 42 중량%, Na<sub>2</sub>O 0 내지 4 중량%, Li<sub>2</sub>O 0 내

지 3.5 중량%,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  28 내지 85 중량%,  $\text{Ag}_2\text{O}$  0 내지 3 중량%,  $\text{CeO}_2$  0 내지 4.5 중량%,  $\text{SnO}_2$  0 내지 3.5 중량%,  $\text{BiF}_3$  0 내지 15 중량%를 포함한다.

<44> 본 발명의 유리 프릿의 평균 입도는 실제 용도에서 0.5 내지 1.5  $\mu\text{m}$ 이지만, 평균 입도는 0.8 내지 1.2  $\mu\text{m}$ 가 바람직하다. 유리 프릿의 연화점 ( $T_c$ : DTA의 제2 전이점)은 300 내지 600°C이어야 한다. 전체 조성물에서 유리 프릿의 양은 전체 조성물의 4 중량% 미만이다.

<45> 본원에 기재된 유리는 통상의 유리 제조 기술에 의해 제조된다. 더욱 구체적으로, 다음과 같이 유리가 제조될 수 있다. 유리는 전형적으로 500 내지 1000 그램의 양으로 제조된다. 전형적으로, 성분들을 청량하고, 이어서 목적하는 비율로 혼합하고, 하부 적재식 로에서 가열하여 백금 합금 도가니에서 용융물을 형성한다. 전형적으로 최대 온도 (1000 내지 1200°C)에서 용융물이 완전히 액상 및 균질한 상태가 되도록 하는 시간 동안 가열한다. 이어서, 유리 용융물을 역회전 스테인레스강 롤러의 표면 상에 부어 넣어 10 내지 20 mil 두께의 유리 소판을 형성하거나 물 탱크에 부어 넣음으로써 켄칭한다. 생성된 유리 소판 또는 물로 켄칭된 프릿을 밀링하여 50 부피% 분포가 1 내지 5 마이크론 사이로 설정된 분말을 형성한다. 생성된 유리 분말은 충전제 및 매질과 함께 후막 페이스트 또는 캐스팅 가능한 유전 조성물로 제제화된다.

#### D. 부가적인 금속/금속 산화물 첨가제

<47> 본 발명의 부가적인 금속/금속 산화물 첨가제는 (a) Zn, Ti, Sn, Pb, Ru, Co, Fe, Cu 및 Cr으로부터 선택된 금속, (b) 금속 산화물  $\text{MO}_x$  (여기서, M은 Zn, Ti, Sn, Pb, Ru, Co, Fe, Cu 및 Cr으로부터 선택됨), (c) 소성시에 (b)의 금속 산화물을 생성할 수 있는 임의의 화합물, 및 (d) 이들의 혼합물로부터 선택될 수 있다.

<48> 부가적인 금속/금속 산화물 첨가제의 입도는 임의로 특정하게 제한되지는 않지만, 평균 입도가 10 마이크론 이하, 및 바람직하게는 5 마이크론 이하인 것이 바람직하다.

<49> 한 실시양태에서, 금속/금속 산화물 첨가제의 입도는 7 나노미터 (nm) 내지 125 nm이다. 특히, 본 발명에서 평균 입도 범위 ( $d_{50}$ )가 7 나노미터 (nm) 내지 125 nm인  $\text{ZnO}_2$  및  $\text{TiO}_2$ 가 사용될 수 있다.

<50> 조성물에서 금속/금속 산화물 첨가제 및 Mn-함유 첨가제 함량의 범위는 전체 조성물의 0.1 중량% 내지 6 중량%이다.

<51> 다른 산화물 뿐만 아니라  $\text{MnO}_x$  및  $\text{Cu}/\text{CuO}_x$ 와 같은 산화물이 또한 다소 접착성에 도움이 될 수 있다.

#### E. 유기 매질

<53> 무기 성분은 전형적으로 유기 매질과 기계적 혼합에 의해 혼합되어 인쇄에 적합한 농도 (consistency) 및 레올로지 (rheology)를 갖는, "페이스트"로 칭하는 점성 조성물을 형성한다. 광범위하게 다양한 불활성 점성 물질이 유기 매질로서 사용될 수 있다. 유기 매질은 무기 성분이 적합한 정도의 안정성으로 분산가능한 매질이어야 한다. 매질의 레올로지 특성은 고형물의 안정한 분산성, 스크린 인쇄에 적절한 점도 및 틱소트로피 (thixotropy), 기관과 페이스트 고형물의 적절한 습윤성, 양호한 건조 속도, 및 양호한 소성 특성을 비롯한 양호한 도포 특성을 조성물에 부여할 수 있어야 한다. 본 발명의 후막 조성물에 사용된 유기 비히클은 바람직하게는 비수성 불활성 액체이다. 중점제, 안정화제 및(또는) 다른 통상의 첨가제를 함유하거나 함유하지 않을 수 있는 임의의 다양한 유기 비히클을 사용할 수 있다. 유기 매질은 전형적으로 용매(들) 중의 중합체(들)의 용액이다. 또한, 소량의 첨가제, 예컨대 계면활성제가 유기 매질의 일부일 수 있다. 이러한 목적을 위해 가장 자주 사용되는 중합체는 에틸 셀룰로오스이다. 중합체의 다른 예로는 에틸히드록시에틸 셀룰로오스, 목재 송진, 에틸 셀룰로오스와 폐놀 수지의 혼합물, 저급 알콜의 폴리메타크릴레이트를 들 수 있고, 에틸렌 글리콜 모노아세테이트의 모노부틸 에테르가 또한 사용될 수 있다. 후막 조성물에서 밝혀진 가장 광범위하게 사용된 용매는 에스테르 알콜 및 테르펜, 예컨대 알파- 또는 베타-테르피네올 또는 다른 용매 예컨대 케로센, 디부틸프탈레이트, 부틸 카르비톨, 부틸 카르비톨 아세테이트, 헥실렌 글리콜 및 고비점 알콜 및 알콜 에스테르와 이들의 혼합물이다. 또한, 기관 상에서 도포 후에 신속한 경화를 촉진하기 위한 휘발성 액체가 비히클 중에 포함될 수 있다. 목적하는 점도 및 휘발성 요건을 얻기 위해 상기 및 다른 용매의 다양한 조합이 제제화된다.

<54> 유기 매질에 존재하는 중합체는 전체 조성물의 8 중량% 내지 11 중량%이다. 본 발명의 후막은 조성물은 유기 매질과 함께 예정된, 스크린-인쇄가능한 점도로 조정될 수 있다.

<55> 후막 조성물에서 유기 매질 대 분산액에서 무기 성분의 비율은 페이스트의 도포 방법 및 사용된 유기 매질의 종류에 따라 달라지며 다양할 수 있다. 보통, 분산액은 양호한 습윤성을 얻기 위해 70 내지 95 중량%의 무기

성분 및 5 내지 30 중량%의 유기 매질 (비히클)을 함유할 것이다.

#### <56> 반도체 소자의 제조 방법에 대한 설명

따라서, 본 발명은 반도체 소자를 제조하는데 사용될 수 있는 신규 조성물(들)을 제공한다. 반도체 소자는 접합부가 있는 반도체 기판 및 이들의 주표면 상에 형성된 질화규소 절연막으로 구성된 구조 부재로부터 하기 방법에 의해 제조될 수 있다. 반도체 소자의 제조 방법은 절연막에 침투하는 능력을 갖는 본 발명의 전도성 후막 조성물을 절연막 상의 예정된 위치에 예정된 형태로 도포하고 (전형적으로, 코팅 및 인쇄하고), 이어서 소성하여 전도성 후막 조성물을 용융시키고 절연막에 통과시켜, 규소 기판과 전기적 접촉을 달성하는 단계를 포함한다. 전기적 전도성 후막 조성물은 본원에 기재된 바와 같이 유기 비히클 중에 분산된 은 분말, Mn-함유 첨가제, 연화점이 300 내지 600°C인 유리 또는 유리 분말 혼합물, 및 임의로는 부가적인 금속/금속 산화물 첨가제(들)로 제조된 후막 페이스트 조성물이다.

<58> 조성물은 유리 분말 함량이 전체 조성물의 5 중량% 미만이고, 임의적인 추가의 금속/금속 산화물 첨가제와 배합된 Mn-함유 첨가제의 함량이 전체 조성물의 6 중량% 이하이다. 본 발명은 또한 상기 방법으로 제조된 반도체 소자를 제공한다.

<59> 본 발명은 또한 질화규소막 또는 산화규소막을 절연막으로서 사용하는 것을 특징으로 할 수도 있다. 질화규소막은 전형적으로 플라즈마 화학 증착 (CVD) 또는 열 CVD 공정에 의해 형성된다. 산화규소막은 전형적으로 열 산화, 열 CVD 또는 플라즈마 CFD에 의해 형성된다.

<60> 반도체 소자의 제조 방법은 또한 접합부가 있는 반도체 기판 및 그의 한 주표면 상에 형성된 절연막으로 구성된 구조 부재로부터 반도체 소자를 제조하는 것을 특징으로 할 수도 있으며, 이 때, 절연층은 산화티탄, 질화규소, SiNx:H, 산화규소, 및 산화규소/질화티탄막 중에서 선택된 것이며, 상기 방법은 절연막과 반응하고 그를 투과하여 규소 기판과 접기 접촉을 형성할 수 있는 금속 페이스트 물질을 절연막 상의 예정된 위치에 예정된 형상으로 형성하는 단계를 포함한다. 산화티탄막은 전형적으로 티탄-함유 유기 액상 물질을 반도체 기판 상에 코팅하고 소성하거나, 또는 열 CVD에 의해 형성된다. 질화규소막은 전형적으로 PECVD (플라즈마 보강 화학 증착)에 의해 형성된다. 본 발명은 또한 이 방법으로 제조한 반도체 소자를 제공한다.

<61> 본 발명의 전도성 후막 조성물(들)으로부터 형성된 전극은 전형적으로, 산소와 질소의 혼합 기체로 구성되는 것이 바람직한 대기 중에서 소성된다. 이 소성 공정에 의해 유기 매질이 제거되고, 전도성 후막 조성물 중의 유리 프릿과 Ag 분말이 함께 소결된다. 반도체 기판은 전형적으로 단결정 또는 다결정질 규소이다.

<62> 도 1a는 전형적으로 광반사를 감소시키는 텍스쳐드 표면을 갖는 단결정 규소의 기판 또는 다결정질 규소의 기판을 제공하는 단계를 보여준다. 태양전지의 경우, 기판은 흔히 폴링 또는 주조 공정으로부터 형성된 주괴로부터 얇게 잘라낸 것을 사용한다. 얇게 잘라내는데 사용되는 줄톱과 같은 공구에 의해 유발된 기판 표면 손상 및 웨이퍼를 얇게 잘라내는 공정으로부터의 오염은 전형적으로, 수산화칼륨 수용액 또는 수산화나트륨 수용액과 같은 알칼리 수용액을 사용하거나 또는 플루오르화수소산과 질산의 혼합물을 사용하여 기판 표면의 약 10 내지 20 μm를 부식시켜 제거한다. 또한, 기판 표면에 부착된 철과 같은 중금속을 제거하기 위해서 염산과 과산화수소의 혼합물로 기판을 세척하는 공정을 추가할 수 있다. 때로는 그 후에 수산화칼륨 수용액 또는 수산화나트륨 수용액과 같은 알칼리 수용액을 사용하여 반사방지 텍스쳐드 표면을 형성한다. 그 결과 기판 (10)이 얻어진다.

<63> 다음으로, 도 1b를 참조하면, 사용된 기판이 p형 기판인 경우, p-n 접합부를 생성하기 위해 n형 층을 형성한다. 그러한 n형 층을 형성하기 위해 사용되는 방법은 옥시염화인 ( $\text{POCl}_3$ )을 사용한 인 (P) 확산일 수 있다. 이 경우 확산층의 깊이는 확산 온도 및 시간을 조절하여 변화시킬 수 있으며, 일반적으로 약 0.3 내지 0.5 μm의 두께 범위 내로 형성된다. 이러한 방식으로 형성된 n형 층이 도면에 도면부호 (20)으로 표시되어 있다. 다음으로, 전면 및 후면 상의 p-n 분리는 상기 발명의 배경에서 기술한 방법으로 실시할 수 있다. 이를 단계는 인규산 유리 (PSG)와 같은 인-함유 액상 코팅 물질을 스핀 코팅과 같은 공정에 의해 기판의 단지 한 면에만 도포하고 적합한 조건하의 어닐링에 의해 확산을 달성하는 경우에는 항상 필요한 것은 아니다. 물론, n형 층이 기판의 후면 상에도 형성될 위험이 있는 경우에는, 발명의 배경에서 상세히 설명한 단계들을 사용하여 완성도를 증가시킬 수 있다.

<64> 다음으로, 도 1d에서, 반사방지 코팅으로서 기능하는, 질화규소막 또는  $\text{SiNx:H}$ 막 (즉, 부동태화를 위한 수소를 포함하는 절연막), 산화티탄막 및 산화규소막을 비롯한 다른 절연막 (30)을 상술한 n형 확산층 (20) 위에 형성한다. 이 질화규소막 (30)은 입사광에 대한 태양전지의 표면 반사율을 감소시켜 발생되는 전류를 크게 증가시킬 수 있게 한다. 질화규소막 (30)의 두께는 그의 굴절률에 따라 달라지지만, 약 1.9 내지 2.0의 굴절률에서는

약 700 내지 900Å의 두께가 적합하다. 이 질화수소막은 저압 CVD, 플라즈마 CVD, 또는 열 CVD와 같은 공정에 의해 형성될 수 있다. 열 CVD를 사용할 경우, 출발 물질은 흔히 디클로로실란 ( $\text{SiCl}_2\text{H}_2$ ) 및 암모니아 ( $\text{NH}_3$ ) 기체이고, 막 형성은 700°C 이상의 온도에서 실시한다. 플라즈마 CVD를 사용할 경우, 고온에서 출발 기체의 열분해에 의해 질화규소막 중에 실질적으로 수소가 존재하지 않게 되어, 실질적으로 화학량론적인  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 의 규소와 질소간 조성비가 얻어진다. 굴절률은 실질적으로 1.96 내지 1.98의 범위 내에 듦다. 따라서, 이러한 유형의 질화규소막은, 두께 및 굴절률과 같은 그의 특성이 이후 단계에서 열처리되는 경우에도 변하지 않고 유지되는 매우 치밀한 막이다. 막 형성이 플라즈마 CVD에 의해 실시되는 경우에 사용되는 출발 기체는 일반적으로  $\text{SiH}_4$ 와  $\text{NH}_3$ 의 기체 혼합물이다. 출발 기체는 플라즈마에 의해 분해되며, 막 형성은 300 내지 550°C의 온도에서 이루어진다. 이러한 플라즈마 CVD 공정에 의한 막 형성은 열 CVD보다 낮은 온도에서 실시되므로, 출발 기체 중의 수소가 생성된 질화규소막에도 존재한다. 또한, 기체 분해가 플라즈마에 의해 이루어지므로, 이 공정의 또 다른 특유의 특징은 규소와 질소 간의 조성비를 크게 변화시키는 것이 가능하다는 것이다. 특히, 출발 기체들의 유속비 및 막 형성 동안의 압력 및 온도와 같은 조건을 변화시킴으로써, 규소, 질소 및 수소 간의 조성비를 다양하게 하여, 1.8 내지 2.5의 굴절률 범위에서 질화규소막을 형성할 수 있다. 이러한 특성을 갖는 막을 이후 단계에서 열처리할 경우, 전극 소성 단계에서 수소 제거와 같은 효과로 인해 막 형성 전후의 굴절률이 변할 수 있다. 그러한 경우, 태양전지에 요구되는 질화규소막은 먼저 이후 단계에서 열처리의 결과로서 발생할 수 있는 막 특성의 변화를 고려한 후에 막 형성 조건을 선택함으로써 얻을 수 있다.

<65> 도 1d에서, 반사방지 코팅으로서 기능하는 질화규소막 (30)을 대신하여 산화티탄막이 n형 확산층 (20)의 위에 형성될 수도 있다. 산화티탄막은 티탄-함유 유기 액상 물질을 n형 확산층 (20) 상에 코팅하고 소성하거나, 또는 열 CVD에 의해 형성된다. 또한, 도 1d에서, 반사방지층으로서 기능하는 질화규소막 (30)을 대신하여 산화규소막을 n형 확산층 (20) 상에 형성하는 것도 가능하다. 산화규소막은 열 산화, 열 CVD 또는 플라즈마 CVD에 의해 형성된다.

<66> 다음으로, 도 1e 및 1f에 나타낸 것과 유사한 단계에 의해 전극을 형성한다. 즉, 도 1e에 나타낸 것처럼, 알루미늄 페이스트 (60) 및 후면 은 페이스트 (70)을 기판 (10)의 후면 상에 스크린 인쇄하고, 이어서 건조시킨다. 또한, 전면 전극을 형성하는 은 페이스트를 기판 (10)의 후면 상에서와 동일한 방식으로 질화규소막 (30) 상에 스크린 인쇄하고, 그 후에 전형적으로 700 내지 975°C의 온도 범위의 적외선로 (furnace)에서, 수 분 내지 10 분 초과의 시간 동안 산소와 질소의 혼합 기체 스트림을로에 통과시키면서 건조 및 소성을 실시한다.

<67> 도 1f에 나타낸 것처럼, 소성 동안 후면에서는, 알루미늄이 알루미늄 페이스트로부터 실리콘 기판 (10) 내로 불순물로서 확산하여 고농도의 알루미늄 도핑제를 함유하는 p+ 층을 형성한다. 소성은 건조된 알루미늄 페이스트 (60)을 알루미늄 후면 전극 (61)로 전환시킨다. 우면 은 페이스트 (70)이 동시에 소성되어 은 후방 전극 (71)이 된다. 소성 동안, 후면 알루미늄과 후면 은 사이의 경계부는 얼로이 상태를 나타내므로 전기적 연결이 이루어진다. 후면 전극의 대부분의 면적은, 부분적으로는 p+ 층 (40) 형성의 필요성으로 인해 알루미늄 전극이 차지한다. 동시에, 알루미늄 전극은 납땜이 불가능하기 때문에, 구리 리본 등에 의한 태양전지들의 상호연결을 위한 전극으로서 은 또는 은/알루미늄 후면 전극이 후면의 제한된 면적 상에 형성된다.

<68> 전면 상에서, 본 발명의 전면 전극 은 페이스트 (500)은 은, Mn-함유 첨가제, 유리 플릿, 유기 매체 및 임의로는 금속 산화물로 구성되고, 소성 동안 질화규소막 (30)과 반응하고 그를 통해 침투하여 n형 층 (20)과 전기적 접촉을 달성할 수 있다 (관통 소성). 이 관통 소성 상태, 즉, 전면 전극 은 페이스트가 용융하여 질화규소막 (30)을 통과하는 정도는 질화규소막 (30)의 특성 및 두께, 전면 전극 은 페이스트의 조성 및 소성 조건에 따라 달라진다. 태양 전지의 전환 효율 및 내습성의 신뢰도는 분명 상기 관통 소성 상태에 따라 크게 달라진다.

<69> <실시예>

<70> 본 발명의 후막 조성물(들)을 이하 실시예 1 내지 25에서 설명한다.

<71> 유리 제조:

<72> 실시예에서 사용된 유리 조성(들)은 하기 표 2에 상세히 기재하였고, 표 3에 표시하였다.

**표 2**

전체 유리 조성물에 대한 중량%로 나타낸 유리 조성

	유리 조성 (중량%)										ASTM 연화점 (°C)	TMA 온셋 (°C)
	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CeO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	ZnO		
유리 I	28.00					4.70	55.90	8.10	3.30		600	502
유리 II	6.00						80.50	12.00		1.50	430	365
유리 III	1.64					1.73	85.76	10.86			362	322
유리 IV	9.10					1.40	77.0	12.50			395	361
유리 V	1.77						82.32	8.73	1.18	6.00	---	340
유리 VI	1.50	1.0	1.0	81.50	0.10			14.90			---	---

&lt;73&gt;

**페이스트 제조:**

&lt;74&gt;

페이스트 제조는 일반적으로 하기 절차로 수행하였다. 적당량의 용매, 매질 및 계면활성제를 청량한 후, 혼합캔에서 15분 동안 혼합하고, 이어서, 유리 프릿 및 금속 첨가제를 첨가하고 15분 동안 더 혼합하였다. Ag는 본 발명의 고형분의 대부분이므로, 양호한 습윤을 조장하기 위해 점진적으로 첨가되었다. 잘 혼합되었을 때, 페이스트를 0 내지 400 psi의 압력하에서 3를 밀에 수 회 통과시켰다. 를 간극은 1 mil로 조정하였다. 분산도는 분쇄 분말도 (fineness of grind; FOG)로 측정하였다. 전형적인 FOG 값은 전도체의 경우 일반적으로 20/15이거나 그 미만이다.

**표 3**

전체 조성물에 대한 중량%로 나타낸 실시예 1 내지 25 의 은 및 유리 조성

실시 예 번호	Ag (중량%)	유리 I (중량%)	유리 II (중량%)	유리 III (중량%)	유리 IV (중량%)	유리 VI
1	80	2.0	0	0	0	0
2	80.95	2.0	0	0	0	0
3	80	0.5	0	0	0	0
4	80.95	1.5	0.5	0	0	0
5	79.5	2.0	0.5	0	0	0
6	80	2.0	0	0	0	0
7	80	2.0	0	0	0	0
8	80	2.0	0	0	0	0
9	80.45	0	2.5	0	0	0
10	80.35	0	2.5	0	0	0
11	80.75	1.5	0.5	0	0	0
12	79.5	0	2.5	0	0	0
13	79.0	2.0	0	0	0	0
14	79.45	0	2.5	0	0	0
15	80.35	0	0	2.5	0	0
16	81.95	0	0	0	0	0
17	84.45	0	0	0	2	0
18	80.0	0	2.0	0		0
19	80	2.0	0	0	0	0
20	80.45	2.0	0.5	0	0	0
21	79	0	0	0	0	1.4
22	80	2.0	0	0	0	0
23	80	2.0	0	0	0	0
24	80	2.0	0	0	0	0
25	80	2.0	0	0	0	0

\* 실시예 1 내지 25 는 각각 12 중량%의 용매 (Texanol®), 1.1 중량%의 에틸 셀룰로오스 및 0.8 중량%의 계면활성제 (콩 래시틴)를 함유함.

&lt;76&gt;

**표 4**

전체 조성물에 대한 중량%로 나타낸 실시예 1 내지 21의 금속, 금속 수지산염 조성

실시예 번호	ZnO	ZnO 미분	Zn 금속	TiO2	TiO2 미분	MnO2	타이저 (Tyzor)	Mn 수지산염	Zn 수지산염	Cu	효율 (%)	접착성
1	4.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.3	양호
2	0	3.50	0	0	0	0	0	0	0	0	15.6	양호
3	4.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.4	양호
4	0	3.50	0	0	0	0	0	0	0	0	15.4	양호
5	4.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.4	양호
6	4.45	0	0	1.0	0	0	0	0	0	0	15.3	충분
7	4.45	0	0	0	0	0	1.0	0	0	0	15.4	양호
8	4.45	0	0	0	0	0	0	1.0	0	0	15.1	양호
9	0	3.50	0	0	0	0	0	0	0	0	15.4	매우 양호
10	0	3.50	0	0	0.1	0	0	0	0	0	>15.6	양호
11	0	3.50	0	0	0	0	0	0	0	0.2	15.6	우수
12	4.45	0	0	0	0	0	0	0	2	0	>15.3	양호
13	4.45	0	0	0	0	1.0	0	0	0	0	>15	양호
14	0	0	0	0	0	4.50	0	0	0	0	>15	양호
15	0	3.5	0	0	0.1	0	0	0	0	0	~15	매우 양호
16	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	1.0	>10	충분
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~4	비시험
18	4.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~15	양호
19	0		4.45	0	0	0	0	0	0	0	14.7	충분
20	0	3.5	0	0	0.1	0	0	0	0	0.2	15.7	매우 양호
21	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~15	매우 양호

실시예 1 내지 21은 각각 12 중량%의 용매 (Texanol®), 1.1 중량%의 에틸 셀룰로오스 및 0.8 중량%의 계면활성제 콩 레시틴을 함유함.

\*\* ZnO 미분은 US Zinc Corporation에서 시판되며, 평균 입도가 7 nm 내지 30 nm임

\*\*\* Zn 수지산염은 OMG Americas에서 ZINC TEN-CEM으로서 시판됨

&lt;77&gt;

**표 5**

전체 조성물에 대한 중량%로 나타낸 실시예 22 내지 25의 금속  
산화물 조성 및 그의 태양 전지 특성

실시예	TiO <sub>2</sub>	Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	효율 (%)	접착성
22			4.45		<5	비시험
23				4.45	<5	비시험
24		4.45			<5	비시험
25	4.50				<5	비시험

&lt;78&gt;

#### 시험 절차-효율

&lt;80&gt;

상술한 방법에 따라 구축한 태양전지를 시판되는 IV 시험기에 넣고 효율을 측정하였다. IV 시험기의 전구는 공지된 강도의 태양광을 모사한 것이고 전지의 전면을 비추었으며, 전지의 전면에 인쇄된 버스 바 (bus bar)를 IV 시험기의 다중 탐침에 연결하고, 탐침을 통해 전기 신호를 컴퓨터로 보내어 효율을 계산하였다.

&lt;81&gt;

#### 시험 절차-접착성

&lt;82&gt;

소성 후, 납땜 리본 (62Sn/36Pb/2Ag로 코팅된 구리)를 전지의 전면에 인쇄된 버스 바에 납땜하였다. 납땜 조건은 전형적으로 345°C에서 5초 동안이었다. 사용된 플럭스 (flux)는 온화하게 활성화된 알파-611 또는 비활성화 멀티코어 100이었다. 납땜된 면적은 약 2 mm × 2 mm이었다. 접착 강도는 전지의 표면에 대해 90°의 각도로 리본을 잡아당겨 얻었다. 접착 강도는, 400 g 미만의 접착 강도는 양호하지 않고, 400 g 내지 600 g 미만 범위의 값은 충분한 접착 강도로 평가되고; 600 g 또는 그보다 큰 값은 양호, 매우 양호 또는 우수한 접착 강도로 간주한다는 가정하에, 충분, 양호, 매우 양호, 또는 우수로 나누어 평가하였다.

&lt;83&gt;

또한, 잡아당긴 후, 납땜 접합부의 파괴 형태를 현미경으로 관찰하였다. 납땜된 면적의 50% 초과가 Si 파단을 보인 경우, 매우 양호한 파괴 형태로 간주하였다.

&lt;84&gt;

무연 유리 프릿을 사용한 조성물에 대해서는, 무연 땜납 및 유연 땜납을 둘다 사용하여 접착성을 시험하였다. 사용된 무연 납땜은 96.5Sn/3.5Ag였다. 무연 땜납을 위한 납땜 온도는 375°C이었고, 납땜 시간은 5 내지 7초였

다. 사용된 플렉스는 MF200이었다. 얻어진 접착력은 전형적으로 600 g이었다.

### 발명의 효과

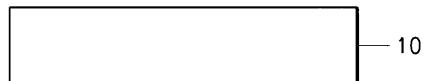
<85> 본 발명은 전기적 성능 및 땜납 접착성 모두를 개선시키는 신규한 조성물 및 반도체 소자의 제조 방법을 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

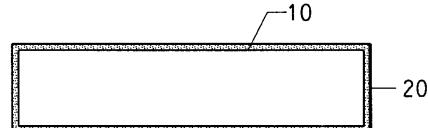
- <1> 도 1은 반도체 소자의 제조 방법을 예시하는 공정 흐름도이다.
- <2> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <3> 10: p형 규소 기판
- <4> 20: n형 확산층
- <5> 30: 질화규소막, 산화티탄 막, 또는 산화규소막
- <6> 40: p+ 층 (후면 필드 (back surface field; BSF))
- <7> 60: 후면 상에 형성된 알루미늄 페이스트
- <8> 61: 알루미늄 후면 전극 (후면 알루미늄 페이스트를 소성하여 얻음)
- <9> 70: 후면 상에 형성된 은 또는 은/알루미늄 페이스트
- <10> 71: 은 또는 은/알루미늄 후면 전극 (후면 은 페이스트를 소성하여 얻음)
- <11> 500: 전면 상에 형성된 은 페이스트
- <12> 501: 은 전면 전극 (전면 은 페이스트를 소성하여 형성됨)

### 도면

#### 도면1a



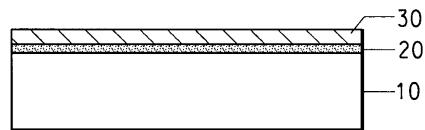
#### 도면1b



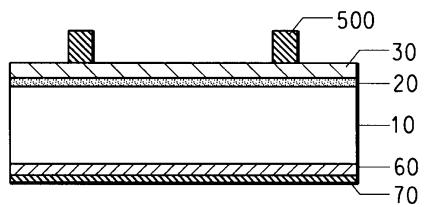
#### 도면1c



도면1d



도면1e



도면1f

