(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0018819
(43) 공개일자 2016년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/02 (2006.01) *C09D 11/52* (2014.01)
H01B 1/02 (2006.01) *H01B 13/00* (2006.01)
H01B 5/14 (2006.01) *H01L 31/04* (2014.01)
H01L 31/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
H01L 31/02021 (2013.01)
C09D 11/52 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7002300(분할)
(22) 출원일자(국제) 2008년07월18일
심사청구일자 2016년01월27일
(62) 원출원 특허 10-2010-7003562
원출원일자(국제) 2008년07월18일
심사청구일자 2013년07월17일
(85) 번역문제출일자 2016년01월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/070483
(87) 국제공개번호 WO 2009/015020
국제공개일자 2009년01월29일
(30) 우선권주장
60/951,055 2007년07월20일 미국(US)
12/175,381 2008년07월17일 미국(US)

(71) 출원인
알파 메탈즈, 인코포레이티드
미국 뉴저지 07080 사우스 플레인필드 코포레이트 블러바드 109
(72) 발명자
카셀레브 오스카
미국 뉴저지 08552 몬마우스정션 포토맥로드 51
데자이 니틴
미국 뉴저지 08550 프린스톤정션 애머스트웨이 7
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
하영욱

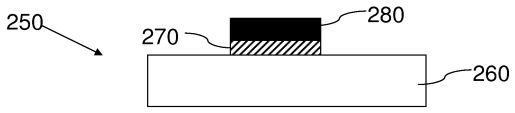
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **도전체, 그것의 제조 및 사용 방법**

(57) 요 약

여기에서 개시된 소정 실시예는 기판 및 상기 기판 상에 배치된 도체를 포함하는 디바이스에 관한 것이다. 소정 실시예에 있어서, 도체와 기판은 각각 서로 상호 불용성인 재료를 포함해도 좋다. 다른 실시예에 있어서, 도체는 실질적으로 순금속을 더 포함해도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 배치된 도체는 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과하도록 구성되어도 좋다. 또한, 도체를 형성하는 방법도 제공된다.

대 표 도 - 도2b



(52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
H01B 1/02 (2013.01)
H01B 13/0026 (2013.01)
H01B 5/14 (2013.01)
H01L 31/04 (2013.01)
H01L 31/186 (2013.01)
Y02E 10/50 (2013.01)
(72) 발명자
데베라잔 수프리야
인도 방갈로르 560 055 말레스와람 8메인 62/2-1
엠버시 헤리티지 플랫 넘버 132
마아치 마이클, 티.
미국 뉴저지 07930 체스터 와인딩웨이 10
싱 바와
미국 뉴저지 08043 부어히스 와이트드라이브 12

특허청구의 범위

청구항 1

실리콘 기판;

상기 실리콘 기판 상에 배치된 순은을 포함하는 도체; 및

상기 도체와 상기 실리콘 기판의 계면에서 상기 도체와 상기 실리콘 기판 사이의 금속 결합을 포함하는 디바이스로서,

상기 금속 결합은 상기 도체의 재료 및 상기 실리콘 기판의 재료로 형성된 금속간 화합물을 포함하고,

상기 금속간 화합물은 실리콘-팔라듐을 포함하며,

상기 배치된 도체 및 상기 실리콘 기판은 각각 서로 상호 불용하고, 또한 상기 배치된 도체는 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과하는 접착력을 갖는 것을 특징으로 하는 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도체 상에 전기 도금된 재료를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 배치된 도체는 상기 실리콘 기판 상에 패턴 또는 라인으로서 구성되는 것을 특징으로 하는 디바이스.

청구항 4

실리콘 기판 상에 순은을 포함하는 도체를 증착하는 단계; 및

상기 증착된 도체와 상기 실리콘 기판 사이에 금속 결합을 제공하기 위해 상기 증착된 도체와 상기 실리콘 기판 사이에 금속간 화합물을 형성하는데 유효한 소결 온도에서 상기 증착된 도체를 소결시키는 단계를 포함하는 도체 형성 방법으로서,

상기 금속간 화합물은 상기 증착된 도체의 재료와 상기 실리콘 기판의 재료로 형성되고,

상기 금속간 화합물은 실리콘-팔라듐을 포함하며,

소결 단계는 상기 금속 결합이 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과하는데 유효한 도체를 제공하도록 유효 시간 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 도체 형성 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 소결된 도체를 부가적인 재료로 전기 도금하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 도체 형성 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 소결 온도는 850℃를 초과하는 것을 특징으로 하는 도체 형성 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 도체는 은인 것을 특징으로 하는 도체 형성 방법.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

상기 실리콘 기판 상에서의 상기 도체의 증착 단계 이전에 상기 실리콘 기판 상에 금속을 증착하는 단계, 및 상기 증착된 금속과 상기 실리콘 기판으로 형성된 다른 금속간 화합물을 제공하기 위해 상기 증착된 금속을 소결시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 도체 형성 방법.

청구항 9

제 4 항에 있어서,

상기 증착 단계는 잉크젯 인쇄에 의해 행해지고, 상기 도체는 은 나노잉크인 것을 특징으로 하는 도체 형성 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 인쇄된 은 나노잉크를 전기 도금하는 단계를 더 포함하고, 바람직하게는 상기 인쇄된 은 나노잉크는 구리로 전기 도금되는 것을 특징으로 하는 도체 형성 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 은 나노잉크의 인쇄 단계 이전에 상기 실리콘 기판 상에 금속을 잉크젯 인쇄하는 단계, 및 상기 인쇄된 금속과 상기 실리콘 기판으로 형성된 금속간 화합물을 제공하기 위해 상기 인쇄된 금속을 가열하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 도체 형성 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 여기에 개시된 소정 실시형태는 일반적으로 도체 및 그 제조방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로는 여기에 개시된 소정 실시예는 태양 전지의 1개 이상의 도체를 제공하기 위해 기판 상에 배치된 도선에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 태양 전지는 태양으로부터의 광 에너지를 전기 에너지로 전환시켜 1개 이상의 전기 디바이스를 작동시키기 위해 사용될 수 있다. 태양 전지는 일반적으로 전류를 수용하는 콜렉터를 포함한다. 태양 전지의 콜렉터 및 다른 도전성 부분은 태양 전지의 전체 효율이 높도록 고전도성인 것이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 태양 전지의 실리콘 웨이퍼 상에 이러한 고전도성 도체의 제조는 제조시 약한 실리콘 웨이퍼를 손상시켜서 태양 전지의 수율을 현저히 감소시킴으로써 유용한 태양 전지 그리드의 제조시 전체 비용을 증가시킨다.

과제의 해결 수단

[0004] 제 1 양상에 의하면, 기판 및 상기 기판 상에 배치된 도체를 포함하는 디바이스가 제공된다. 소정 실시예에 있어서, 배치된 도체 및 기판은 각각 서로 상호 불용성인 재료를 포함해도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 배치된 도체는 실질적으로 순금속을 더 포함하고, 배치된 도체는 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과하는 접착력을 갖도록 구성되어도 좋다.

[0005] 소정 실시형태에 있어서, 디바이스는 도체와 기판 사이에 형성되고, 도체의 재료와 기판의 재료로 형성된 금속간 화합물(intermetallic)을 더 포함해도 좋다. 소정 실시형태에 있어서, 금속간 화합물은 실리콘-팔라듐 및 실리콘-구리로 이루어진 군에서 선택되어도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 도체는 은 나노잉크를 포함해도 좋고,

기판은 실리콘 웨이퍼이어도 좋다. 다른 실시예에 있어서, 디바이스는 도체 상에 전기 도금된 재료를 더 포함해도 좋다. 소정 실시형태에 있어서, 디바이스의 기판은 약 400℃ 미만의 온도에서 실질적으로 불활성이어도 좋다. 다른 실시형태에 있어서, 배치된 도체는 기판 상에 패턴 또는 라인으로서 구성되어도 좋다.

[0006] 다른 양상에 의하면, 기판 상에 도체를 증착하는 단계, 상기 증착된 도체와 기판 사이에 금속간 화합물을 형성하는데 유효한 소결 온도에서 상기 증착된 도체를 소결시키는 단계을 포함하는 도체 형성 방법이 개시된다. 소정 실시예에 있어서, 소결은 증착된 도체와 기판 사이에 금속 결합을 제공하고, 여기에서 증착된 도체의 재료와 기판의 재료로 금속간 화합물이 형성된다.

[0007] 소정 실시예에 있어서, 상기 방법은 소결된 도체를 부가적 재료로 전기 도금하는 단계을 더 포함해도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 소결 온도는 850℃를 초과해도 좋다. 소정 실시형태에 있어서, 도체는 은으로 구성되어도 좋고, 기판은 실리콘으로 구성되어도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 상기 방법은 상기 기판 상에서의 상기 도체를 증착하기 이전에 상기 기판에 금속을 증착하는 단계, 및 증착된 금속과 기판으로 형성된 부가적 금속간 화합물을 제공하기 위해 증착된 금속을 소결시키는 단계를 더 포함해도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 유효 시간 동안 소결을 행하여 금속 결합이 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과하는데 유효한 도체를 제공해도 좋다.

[0008] 다른 양상에 의하면, 실리콘 기판 상에 은 나노잉크를 잉크젯 인쇄하는 단계, 및 인쇄된 은 나노잉크 도체가 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과하도록 상기 인쇄된 은 나노잉크 및 실리콘 기판을 유효 온도에서 소결시키는 단계를 포함하는 도전체 형성 방법이 제공된다.

[0009] 소정 실시형태에 있어서, 상기 방법은 인쇄된 은 나노잉크를 부가적 재료로 전기 도금하는 단계를 더 포함해도 좋다. 다른 실시예에 있어서, 인쇄된 은 나노잉크는 구리로 전기 도금되어도 좋다. 또한, 소정 실시예에 있어서, 유효 온도는 은 나노잉크와 실리콘 기판으로 형성된 금속간 화합물의 형성을 제공하는데도 유효하다. 소정 실시예에 있어서, 은 나노잉크는 실리콘 기판 상에 라인 또는 패턴으로서 인쇄되어도 좋다. 다른 실시예에 있어서, 상기 방법은 은 나노잉크의 인쇄 이전에 실리콘 기판 상에 금속을 잉크젯 인쇄하는 단계, 및 상기 인쇄된 금속을 가열하여 인쇄된 금속과 실리콘 기판으로 형성된 금속간 화합물을 제공하는 단계를 더 포함해도 좋다.

[0010] 부가적 양상, 특성 및 실시예는 이하에 보다 상세하게 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0011] 이하, 첨부하는 도를 참조하여 소정의 도해적 실시형태를 보다 상세하게 설명한다.

도 1은 소정 실시형태에 의한 은 및 실리콘의 상태도이고;

도 2a는 도전체가 배치된 기판을 포함하는 디바이스의 사시도이고, 도 2b는 소정 실시예에 의한 기판, 상기 기판 상의 금속간 화합물 및 상기 금속간 화합물 상의 도전체를 포함하는 디바이스의 측단면도이며;

도 3a~도 3c는 소정 실시예에 의해 기판 상에 도전체를 형성하기 위한 단계를 나타내는 개략도이고;

도 4a는 소정 실시예에 의한 접착 테이프 테스트에 실패한 도체를 나타내는 사진이고, 도 4b는 접착 테이프 테스트를 통과한 도체를 나타내는 사진이며;

도 5는 소정 실시예에 의한 실리콘 및 팔라듐의 상태도이다.

상기 도면에 나타낸 도체, 기판 및 기타 특징은 반드시 일정한 스케일로 할 필요는 없다. 여기에서 개시된 기술의 이해를 보다 쉽게 하기 위해서, 1개 이상의 층 또는 치수는 확대, 왜곡되어도 좋고, 또는 그렇지 않으면 비통상적 또는 비례하지 않는 방식으로 나타내어도 좋다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 여기에서 개시된 디바이스 및 방법의 소정 실시형태는 실질적으로 불활성 기판에 대한 도전 재료의 향상된 결합, 증가된 도전율, 감소된 비용 및 간소화된 제조 방법을 포함하는 기존의 디바이스 및 방법 이상의 이점을 제공한다. 이들 이점 및 다른 이점은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에게 인식될 것이다. 이하에 행해진 소정 단계는 대기압 및 조건에서 행해도 좋고, 한편 다른 단계는 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해도 좋다. 예를 들면, 잉크 또는 다른 재료가 산화될 수도 있는 경우, 1개 이상의 단계를 질소 하에서 행하는 것이 바람직할 수 있다.

[0013] 소정 실시예에 의하면, 기판 및 상기 기판 상에 배치된 도전체를 포함하는 디바이스가 제공된다. 소정 실시예에 있어서, 도체 및 기판은 서로 상호 불용성인 재료를 포함해도 좋다. 예를 들면, 도 1에 나타낸 상태도에 관해서는 은과 실리콘이 상호 불용성 재료이다. 특히, 순은은 일반적으로 실리콘에 불용성이어서 약 835℃ 이하의 온도에서는 실리콘 기판에 대한 은의 결합이 어렵다. 약 835℃를 초과하는 온도에서, 2개의 재료는 금속 결합을 형성할 수 있다. 실리콘 자체는 실질적으로 불활성 재료이어서 약 400℃ 미만의 온도에서는 금속과 반응하지 않는다(또는 매우 느리게 반응함). 따라서, 상호 불용성 재료를 함께 사용하는 것은 수개의 과제가 존재하고, 그 중 적어도 일부는 여기에서 개시된 기술의 소정 실시형태를 사용하여 극복된다.

[0014] 도 2a에 관해서, 디바이스(200)는 도체(220)가 배치된 기판(210)을 포함한다. 기판(210)은 각종 형태를 취해도 좋고, 디바이스(200)의 의도된 용도에 따라 각종 재료를 포함해도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 기판(210)은 폭 약 12cm~약 25cm×길이 약 12cm~약 25cm×두께 약 0.01cm~약 0.025cm이어도 좋다. 도 2b에 관해서, 기판 상에 배치된 제 1 재료(270)와 제 2 재료(280)를 포함하는 도체를 갖는 기판(260)을 포함하는 디바이스(250)의 측면도가 나타내어진다. 소정 실시예에 있어서, 제 1 재료(270)와 제 2 재료(280)는 서로 상호 불용성이어도 좋다. 기판(260)에 대한 전체 밀착성을 증가시키기 위해서, 재료(270, 280)는 상기 재료 및/또는 기판 사이에 금속간 화합물을 형성하여, 예를 들면 증착된 재료와 기판 사이의 금속 결합을 형성하는데 유효한 소결 온도에서 소결되어도 좋다.

[0015] 소정 실시예에 있어서, 기판은 실리콘을 포함해도 좋고, 또는 태양 전지를 제조하는데 사용되는 것과 같은 실리콘 웨이퍼이어도 좋다. 다른 실시예에 있어서, 기판은 인쇄 회로판을 제조하는데 사용되는 것과 같은 1개 이상의 프리프레그를 포함해도 좋다. 또한, 내연제, 에폭시물, 언더필 등의 부가적 재료가 기판 상에 또는 기판 내에 포함되어도 좋다. 기판에 대한 다른 치수 및 재료는 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해서 쉽게 선택될 것이다.

[0016] 소정 실시예에 있어서, 도체는 적어도 1개의 도전 재료를 포함해도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 도체는 2006년 8월 3일에 출원된 "PARTICLES AND INKS AND FILMS USING THEM"이라는 발명의 명칭의 미국 특허 출원 제 11/462,089에 기재된 바와 같은 1종 이상의 나노잉크를 포함하고, 그 전체 공개는 여기에서 참조의 목적으로서 도입된다. 이들 재료는 전기 저항이 매우 낮은 전선, 예를 들면 3~4μΩ-cm 이하의 전선을 제조할 수 있다. 소정 실시예에 있어서, 금속 또는 금속염을 단상 용액에서 캐핑제(capping agent)와 혼합시켜도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 금속 또는 금속염은 예를 들면, 금, 은, 구리, 니켈, 백금, 팔라듐, 철 및 그들의 합금의 전이 금속 또는 전이 금속염을 포함하는 도전성 금속 또는 도전성 금속염에서 선택될 수 있다. 금속 또는 금속염의 구체적 형태는 선택된 용제계에 따라 달라도 좋다. 금속염은 용제의 증발을 초래할 수 있는 과도한 가열없이 선택된 용제계에 용해되는 것이 바람직하다. 금속염의 음이온의 예로는 질산염, 염화물, 브롬화물, 요오드화물, 티오시산염, 아질산염, 및 아세트산염이 열거된다. 부가적 음이온은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해 선택될 것이다.

[0017] 소정 실시형태에 있어서, 도전체에 사용되는 입자를 제조하기 위해 단상 용액을 사용함으로써 폴리올 단계에서 입자를 제조하는데 일반적으로 사용되는 상 이동제를 생략할 수 있다(그러나, 소정 실시예에서는 여전히 상 이동제를 사용해도 좋음). 단상에서 반응을 행함으로써, 입자의 제조 용이성은 증가하고, 입자의 제조 비용은 감소한다. 또한, 입자의 대량, 공업적 합성은 단상 반응을 사용하여 이루어질 수 있다. 입자, 및 그 제조 방법의 부가적 이점은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해서 쉽게 선택될 것이다.

[0018] 소정 실시예에 의하면, 도전체에 사용되는 입자를 제공하는데 사용되는 금속은 비착화되어도 좋고, 또는 1개 이상의 리간드에 의해 착화되어도 좋다. 예를 들면, 상기 금속은 EDTA, 에틸렌디아민, 옥살레이트, 2,2'-비피리딘, 시클로펜타디엔, 디에틸렌트리아민, 2,4,6-트리메틸페닐, 1,10-페난트롤린, 트리에틸렌테트라민 또는 다른 리간드에 의해 착화되어도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 금속 또는 금속염을 용제 또는 용제계에 용해시켜 투명하지만 무색일 필요는 없는 용액을 제공해도 좋다. 예를 들면, 금속 또는 금속염이 용액에 첨가되는 경우에 전체 용액이 투명하도록 적정량의 금속 또는 금속염을 용제에 첨가해도 좋다. 전체 용액은 유색이어도 좋고, 또는 무색이어도 좋다. 적합한 용제로는 한정되지 않지만, 에틸렌글리콜, 메탄올, 에탄올, 프로판올, 이소프로판올, 부탄올, 이소부틸알콜, 펜탄올, 이소펜탄올, 헥산올 및 약 1개~약 10개의 탄소 원자를 갖는 지방족 알콜이 열거된다. 적합한 부가적 용제로는 한정되지 않지만, 벤젠, 톨루엔, 부틸렌, 폴리이소부틸렌, Exxon으로부터 시판되는 Isopar® 용제 및 2개~6개의 탄소 원자를 포함하는 지방족 측쇄를 갖는 방향족 화합물이 열거된다. 적합한 용제계로는 여기에서 기재된 예시 용제와 이러한 예시 용제와 가용이거나, 혼화 가능하거나 또는 일부 혼화 가능한 다른 유체의 혼합물이 열거된다. 소정 실시예에 있어서, 용제의 조합은 단상을 제공한다. 용제의 혼합물을 사용하는 경우에 단상을 얻기 위해서, 용제가 혼합될 때 단상이 얻어지도록 각 용제의 양을 조절할

수 있다. 혼합시 1개 보다 많은 상이 존재하면, 단상이 관찰될 때까지 1개 이상의 용제의 상대량을 변경, 예를 들면 증가 또는 감소시킬 수 있다.

[0019] 소정 실시예에 의하면, 금속 입자는 캐핑제와 혼합되어도 좋다. 캐핑제는 입자를 단리하여 그 성장의 크기를 제한하는데 유효할 수 있다. 소정 실시예에 있어서, 캐핑제는 고분자량 캐핑제, 예를 들면 분자량이 적어도 약 100g/몰인 캐핑제이어도 좋다. 캐핑제의 예로는 한정되지 않지만, 12개 이상의 탄소 원자를 갖는 유기 아민이 열거된다. 소정 실시예에 있어서, 상기 유기 아민은 적어도 16개의 탄소 원자를 갖고, 예를 들면 헥사데실아민이 있다. 아민의 유기 부분은 포화 또는 불포화되어도 좋고, 부가적으로 예를 들면, 티올, 카르복실산, 폴리머, 및 아민 등의 다른 관능기를 포함해도 좋다. 여기에서 개시된 도전체의 금속과 사용하기에 적합한 예시 캐핑제의 다른 기로는 12개 이상의 탄소 원자를 갖는 티올이 있다. 소정 실시예에 있어서, 티올은 적어도 6개의 탄소 원자를 갖는다. 티올의 유기 부분은 포화 또는 불포화되어도 좋고, 부가적으로 예를 들면, 피롤 등의 다른 관능기를 포함해도 좋다. 사용하기 적합한 캐핑제의 다른 기로는 예를 들면, 트리아졸로피리딘, 터피리딘 등의 피리딘계 캐핑제가 있다. 부가적으로 적합한 캐핑제는 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해 쉽게 선택될 것이다.

[0020] 도전체를 제공하기 위해서 캐핑제를 금속 입자와 함께 사용하는 소정 실시예에 있어서, 금속 용액에 첨가하기 이전에 캐핑제를 적합한 용제에 용해시켜도 좋다. 예를 들면, 캐핑제를 용제에 용해시켜도 좋고, 그 용액을 금속 용액과 혼합할 수 있다. 다른 실시형태에 있어서, 캐핑제를 사전에 용제에 용해시키지 않고, 고체 또는 액체로서 직접 금속 용액에 첨가해도 좋다. 캐핑제는 예를 들면, 분급 단계로 첨가되어도 좋고, 또는 단일 단계로 첨가되어도 좋다. 소정 실시형태에 있어서, 금속 용액에 첨가되는 캐핑제의 구체적 양은 얻어지는 캐핑된 입자의 소망의 특성에 따라 변해도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 캐핑된 입자 중 적어도 2중량%의 캐핑제를 제공하기 위해서, 적정량의 캐핑제를 첨가한다. 소망의 입자 특성에 따라 캐핑제를 더 또는 덜 사용하는 것이 바람직할 수 있다는 것은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에게 인식될 것이다. 예를 들면, 기판, 예를 들면 인쇄 회로판 상에 배치된 입자의 전도성을 증가시키기 위해서는 전도성이 최적화되거나, 또는 소망의 범위 내가 될 때까지 캐핑제의 양을 조절하는 것이 바람직할 수 있다. 캐핑제의 적정량은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자의 능력 이내에서 선택할 수 있다.

[0021] 소정 실시예에 있어서, 캐핑제(또는 캐핑제 용액)와 금속염 용액이 혼합되는 경우, 단상이 얻어지거나, 또는 단상이 유지된다. 다른 실시형태에 있어서, 금속염 용액은 캐핑제 또는 캐핑제 용액의 첨가 이전에 단상이어야 하고, 또한 캐핑제 또는 캐핑제 용액의 첨가에 따라서 단상을 유지한다. 금속 용액과 캐핑제가 혼합되어 단상을 제공하는 부가적 실시형태는 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해 쉽게 선택될 것이다. 소정 실시예에 있어서, 캐핑제와 금속 용액은 스터링, 초음파 처리, 교반, 진동, 쉐이킹 등의 종래 기술을 사용하여 혼합되어도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 금속 용액이 스터링되는 동안에 캐핑제를 금속 용액에 첨가해도 좋다. 소정 실시형태에 있어서, 캐핑제와 금속 용액의 혼합물은 투명 및/또는 무색 단상 용액이 얻어질 때까지 스터링되어도 좋다.

[0022] 소정 실시예에 의하면, 기판 상에 증착하기 이전, 이후에 금속-캐핑제 용액에 환원제를 첨가해도 좋다. 적합한 환원제로는 용액에 용해된 금속 이온을 선택된 조건 하에서 용액으로부터 침전되는 금속 입자로 전환시킬 수 있는 환원제가 열거된다. 환원제의 예로는 한정되지 않지만, 수소화붕소나트륨, 수소화알루미늄리튬, 수소화시아노붕소나트륨, 수소화붕소칼륨, 수소화트리아세톡시붕소나트륨, 디에틸디히드리도알루민산나트륨, 트리- 또는 tert-부톡소히드리도알루민산나트륨, 비스(2-메톡시에톡소)디히드리도알루민산나트륨, 수소화리튬, 수소화칼슘, 수소화티타늄, 수소화지르코늄, 수소화디이소부틸알루미늄(DIBAL-H), 디메틸술피드보란, 철 이온, 포름알데히드, 포름산, 히드라진, 수소 가스, 이소프로판올, 페닐실란, 폴리메틸히드로실록산, 시안화철칼륨, 실란, 나트륨히드로술파이트, 나트륨아말감, 나트륨(고체), 칼륨(고체), 나트륨디티오나이트, 주석 이온, 술파이트 화합물, 수소화주석, 트리페닐포스핀 및 아연-수은 아말감이 열거된다. 금속-캐핑제 용액에 첨가되는 환원제의 구체적 양은 변해도 좋지만, 일반적으로는 실질적으로 용해된 금속의 모두가 하전 상태에서 비하전 상태로 전환되도록, 예를 들면 Ag^{+1}이 Ag^{0}으로 전환될 수 있도록 과량의 환원제를 첨가한다. 소정 실시예에 있어서, 환원제는 금속-캐핑제 용액에 첨가하기 이전에 용제에 용해시켜도 좋고, 한편 다른 실시예에 있어서는 환원제를 사전에 용해시키지 않고 금속-캐핑제 용액에 첨가해도 좋다. 환원제를 용해시키기 위해 용제를 사용하는 경우, 용제는 환원제에 의해서 변경 또는 변화되지 않도록 비반응성인 것이 바람직하다. 환원제와 함께 사용되는 용제의 예로는 한정되지 않지만, 테트라히드로푸란(THF), N,N-디메틸포름아미드(DMF), 에탄올, 톨루엔, 헵탄, 옥탄 및 6개 이상의 탄소 원자를 갖는 용제, 예를 들면 6개 이상의 탄소 원자를 갖는 선상, 환상 또는 방향족 용제가 열거된다. 본 발명의 이점을 고려하여 당업자는 환원제를 용해시키기 위한 적합한 용제를 선택할 수 있을 것이

다.

[0023] 소정 실시예에 의하면, 환원제와 캐핑제-금속 용액을 충분한 시간 동안 혼합 또는 스터링하여 금속과 환원제를 반응시켜도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 스터링은 실온에서 행해도 좋고, 한편 다른 실시예에 있어서는 스터링 또는 혼합은 상승된 온도, 예를 들면 약 30℃~약 70℃에서 행하여 환원 단계를 가속한다. 상승된 온도를 사용하는 경우, 온도를 용제 또는 용제계의 비점 이하로 유지하여 용제 증발의 가능성을 감소시키는 것이 바람직할 수 있지만, 일부 실시예에 있어서는 용제의 전체 체적을 감소시키는 것이 바람직할 수 있다.

[0024] 소정 실시예에 의하면, 기판 상의 증착 이전에 단상 용액으로부터 금속 입자를 단리해도 좋다. 단리는 예를 들면, 디캔팅, 원심분리, 여과, 스크리닝 또는 캐핑된 금속 입자가 불용성인 다른 액체의 첨가, 예를 들면 추출에 의해서 발생할 수 있다. 예를 들면, 메탄올, 아세톤, 물 또는 극성 액체 등의 액체를 금속염, 캐핑제 및 환원제를 유기 용제 또는 유기 용제계에 첨가하여 얻어진 유기 용액에 첨가해도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 추출액의 다중, 분리 첨가물을 상기 용액에 첨가하여 캐핑된 금속 입자를 제거해도 좋다. 예를 들면, 제 1 추출액량을 첨가하여 금속 입자의 일부를 제거해도 좋다. 이어서, 제 1 추출액량을 유기 용액으로부터 제거, 디캔팅하거나, 또는 분리하고, 부가적 추출액량을 상기 유기 용액에 첨가해도 좋다. 금속 입자를 단리하기 위해 사용되는 추출액의 구체적 양은 캐핑된 금속 입자를 제조하기 위해 사용되는 용제의 체적에 따라 다를 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 약 2~4배 이상의 용제를 사용하여 캐핑된 금속 입자를 추출하고, 예를 들면 금속 입자가 약 5L의 용제 중에서 제조되면, 약 20L 이상의 추출액이 사용될 수 있다. 적합한 용제 및 용제의 적정량은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자의 능력 이내에서 선택될 수 있다.

[0025] 소정 실시예에 의하면, 캐핑된 입자는 디캔팅, 원심분리, 여과 등의 종래 기술을 사용하여 추출액으로부터 분리되어도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 추출액을 증발시켜 캐핑된 입자를 얻을 수 있다. 캐핑된 입자를 추출액으로부터 분리하기 이전, 분리하는 동안 또는 분리한 후에 세정, 사이징, 가열 또는 그외 처리되어도 좋다. 소정 실시형태에 있어서, 여기에서 보다 상세하게 기재된 바와 같이, 추출액은 캐리어 유체로서 부가적으로 1종 이상의 용제와 함께 사용하여 잉크를 제공해도 좋다. 다른 실시예에 있어서, 캐핑된 금속 입자는 단상 용액에 잔존해도 좋고, 상기 입자는 실리콘 기판(또는 다른 적합한 기판) 상에 예를 들면, 기판 상의 몰드, 틀 또는 패턴으로 배치되어도 좋다. 고온의 소결 처리는 용제를 증발시키고, 금속 입자를 소결시켜서 금속 결합을 제공하여 기판에 대한 도체의 밀착성을 향상시킬 수 있다.

[0026] 소정 실시예에 의하면, 캐핑된 입자를 건조시켜 임의의 잔존 액체를 제거해도 좋다. 예를 들면, 캐핑된 입자는 오븐에서 건조되어도 좋고, 진공 건조되어도 좋으며, 또는 감압 동결 건조를 행하여 임의의 잔존 추출액 및/또는 용제를 제거해도 좋다. 건조된 캐핑된 입자는 실온에서, 필요에 따라서 밀봉된 용기 중에 보관하여 수분 침입을 방지해도 좋다. 다른 실시형태에 있어서, 분리 건조 단계는 생략해도 좋고, 소결 단계 동안에 입자를 건조시켜도 좋다.

[0027] 소정 실시예에 의하면, 사용하기 이전에 캐핑제가 제거되도록 캐핑된 입자를 가공해도 좋다. 캐핑제는 일반적으로 반응 후의 입자 표면에 잔존하지만, 캐핑제의 존재는 바람직하지 않을 수도 있다. 예를 들면, 가능한 유기 오염이 최저 레벨인 입자를 사용하는 것이 바람직한 경우, 캐핑된 입자로부터 캐핑제를 제거하는 것이 유리할 것이다. 소정 실시형태에 있어서, 캐핑된 입자는 캐핑제의 레벨이 약 2중량% 이하로 감소될 때, 보다 구체적으로는 약 1중량% 이하로 감소될 때, 예를 들면 캐핑제가 0.5중량% 또는 0.1중량% 미만으로 존재할 때까지 가공해도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 캐핑제를 제거하여 기판 상에 증착되어도 좋은 실질적으로 순금속, 예를 들면 실질적으로 순은을 제공할 수 있다.

[0028] 소정 실시예에 의하면, 금속 입자를 사용하여 소결 기판 상에 금속 입자를 증착하는데 사용되어도 좋은 잉크를 제공해도 좋다. 소정 실시형태에 있어서, 선택된 양의 입자를 캐리어에 분산시켜 잉크를 제공한다. 선택된 입자의 구체적 양은 변해도 좋고, 일반적으로는 적정량의 입자(캐핑된 입자 또는 캐핑되지 않은 입자 중 어느 하나)를 사용하여 약 10~90중량%의 입자, 보다 구체적으로는 20~80중량%의 입자, 예를 들면 약 20~25중량%의 입자를 포함하는 분산액을 제공한다. 캐핑된 입자가 사용되는 실시형태에 있어서, 캐핑된 입자의 사용량은 캐핑제에 의해 추가된 추가 중량에 의해서 변경될 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 충분한 양의 입자를 사용하여 분산액에 소망의 점도를 제공한다. 예를 들면, 분산액의 점도는 잉크가 사용되는 방법 또는 디바이스에 따라 다를 수 있다. 잉크가 스핀 코팅 용도에 사용되도록 의도된 실시예에 있어서, 점도가 약 0.25cP~약 2cP, 보다 구체적으로는 약 0.5cP~약 1.5cP, 예를 들면 약 1cP인 잉크를 제공하도록 충분한 양의 입자를 선택할 수 있다. 잉크가 잉크젯 인쇄 용도에 사용되도록 의도된 실시예에 있어서, 점도가 약 5cP~약 20cP, 보다 구체적으로는 약 7cP~약 15cP, 예를 들면 약 8~10cP 또는 8~9cP인 잉크를 제공하도록 충분한 양의 입자를 선택할 수 있다. 선택된 방법

을 사용하여 소결 기판 상에 잉크를 증착하기 위한 다른 잉크 점도는 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해서 쉽게 선택될 것이다.

[0029] 소정 실시예에 의하면, 잉크의 캐리어는 선택된 방식, 예를 들면 스핀 코팅, 잉크젯 인쇄, 스크린 인쇄, 페이스트 인쇄 등으로 입자를 효율적으로 분산시킬 수 있는 임의의 매질 또는 유체, 예를 들면 액체 또는 가스이어도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 캐리어는 증발 또는 제거되어 소결 기판 상에 입자의 코팅, 필름, 또는 소망의 형태 또는 패턴을 남겨둘 수 있는 휘발성 유기 매질이어도 좋다. 휘발성 유기 매질의 예로는 한정되지 않지만, 톨루엔, 헥산, 및 약 4~약 10개의 탄소 원자를 포함하는 포화 및 불포화 탄화수소가 열거된다. 다른 구성에 있어서, 캐리어는 소결 단계 동안에 캐리어 유체가 증발하는 소결 온도에서 휘발성이도록 선택되어도 좋다. 적합한 부가적 캐리어는 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해서 쉽게 선택될 것이다.

[0030] 소정 실시예에 의하면, 도체는 한정되지 않지만, 스핀 코팅, 잉크젯 인쇄, 스크린 인쇄, 페이스트 인쇄 또는 그 조합을 포함하는 다수의 각종 방법을 사용하여 기판 상에 배치될 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 잉크젯 인쇄를 사용하여 기판 상에 도체를 빠르게 증착할 수 있다. 사용되어도 좋은 잉크젯 인쇄 시스템의 예로는 한정되지 않지만, Dimatix DMP, Pixdro LP-150 등이 열거된다. 잉크젯 인쇄는 태양 전지에의 전방 접촉 제조를 위한 스크린 인쇄 또는 진공 증발에 대한 좋은 대안이다. 진공 증착은 효율적이지만, 패터닝 및 고가의 장비를 사용한다. 스크린 인쇄는 저가이고, 대기압 단계이지만, 해상도 및 스루풋(throughput)에 의해 한정될 수 있다. 또한, 스크린 인쇄는 태양 전지 제조에 사용되는 얇은 실리콘 웨이퍼의 바람직하지 않은 파손(3%)을 야기할 수 있다. 또한, 잉크젯 인쇄는 태양 전지의 대량 제조에 매우 적합한 단계이다. 잉크젯 인쇄는 보다 우수한 라인 해상도 및 도전성 그리드 라인에 대한 향상된 종횡비를 제공할 수 있고, 이것은 태양 전지 성능을 향상시킬 수 있다. 스크린 인쇄보다 잉크젯 인쇄의 현저한 이점은 그것이 비접촉성 등각 증착 기술이므로 약하고 얇은 폴리실리콘 웨이퍼 가공에 특히 적합하다.

[0031] 소정 실시예에 있어서, 배치된 도체의 구체적 치수 및 형태는 변해도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 도체는 도체의 의도된 용도에 따라 변해도 좋은 소망의 두께로 배치되어도 좋다. 다른 실시예에 있어서, 배치된 도체의 치수는 폭 약 50미크론~약 300미크론×높이 약 0.25미크론~약 3미크론이어도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 도체는 태양 전지에의 전방 접촉을 제공하기 위한 적합한 치수 및 적합한 양으로 배치되어도 좋다. 태양 전지 집전 은 라인의 단면 치수는 일반적으로 약 100~150미크론×약 5~15미크론, 예를 들면 약 100미크론×약 7미크론이다. 배치된 도체의 구체적 형태는 변해도 좋고, 소정 실시예에 있어서 도체는 직선, 곡선, 패턴이거나, 또는 디바이스를 위에서 봤을 때 일반적인 기하학적 형상, 예를 들면 원형, 사각형, 삼각형 등을 1개 이상 포함해도 좋다. 부가적 두께 및 형상은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해서 쉽게 선택될 것이다.

[0032] 일부 실시예에 있어서, 도체를 기판 상에 배치하고, 이어서 유효 온도에서 가열 또는 소결시켜 그들 사이에 금속 결합을 제공해도 좋다. 여기에서 사용된 바와 같이, "금속 결합"은 금속과 금속이어도 좋은 다른 재료 사이의 결합이고, 이것은 실질적으로 크랙, 보이드 또는 단절이 없다. 하나의 재료가 다른 재료로 확산됨에 따라서 금속 결합이 형성될 수 있다. 임의의 특정 과학적 이론에 얽매이지 않고, 금속 결합의 형성은 서로 상호 불용성인 재료 사이 또는 재료 중 하나가 실질적으로 불활성인 재료 사이에 양호한 접착을 제공한다. 일부 실시예에 있어서, 상승된 온도에서 재료를 가열하거나 소결시킴으로써 금속 결합을 제공해도 좋다. 이러한 단계의 개략은 도 3a~도 3c에 나타내어진다. 기판(300)은 도 3a에 나타내어진다. 도체(310)는 기판(300) 상에 처음으로 증착되어 디바이스(320)을 제공한다(도 3b). 디바이스(320)를 소결 온도에서 가열시켜 도체(310)와 기판(300) 사이에 금속 결합을 제공해서 디바이스(330)를 제공한다(도 3c). 금속 결합을 제공하기 위해 사용되는 구체적 온도는 적어도 일부는 도체 및 기판에 존재하는 재료에 의존한다. 도체로서 은이 사용되고, 기판으로서 실리콘이 사용되는 실시예에 있어서, 금속 결합을 제공하기 위한 소결 온도는 약 835℃ 이상이다. 도체로서 니켈이 사용되고, 기판으로서 실리콘이 사용되는 실시예에 있어서, 금속 결합을 제공하기 위한 소결 온도는 450℃ 이상이다. 특정 도체 및 기판에 대한 적합한 부가적 소결 온도는 이러한 도체 및 기판의 물성을 사용하여 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해 쉽게 선택될 것이다.

[0033] 소정 실시예에 의하면, 금속 결합을 제공하여 기판에 대한 도체의 결합을 향상시킴으로써, 상기 도체는 "Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test"이라고 하는 2002년 8월 10일자 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과할 수 있다. 이러한 테이프 테스트를 통과하는 것의 현저한 이점은 다른 물리적 또는 화학적 방법을 사용하여 도체를 더 가공하거나 또는 처리하기에 접착력이 충분하다는 것이다. 예를 들면, 도체는 1종 이상의 다른 재료로 전기 도금되어도 좋다. 부가적 재료는 예를 들면 증기 증착, 잉크젯 인쇄 등을 사용하여 도체 상에 배치되어도 좋다. 이러한 부가적 재료의 배치는 기판 상에 증착된 실질적인 순금속의 양을 감소시키는데, 예를 들면 실질적으로 순은을 적게 사용함으로써 전체 제조 비용을 저감시키는데 유리할 수 있다. 예

를 들면, 구리 또는 다른 재료를 실질적인 순은 상에 증착시켜 디바이스의 전체 제조 비용은 감소시키면서 도체의 전체 두께를 증가시키는 것이 바람직하다.

[0034] 소정 실시예에 의하면, 도체와 기판 사이에 하나 이상의 금속간 화합물이 제공되거나 또는 형성되어도 좋다. 여기에서 사용된 바와 같이, 용어 "금속간 화합물"은 적어도 2종이 금속 또는 준금속인 2종 이상의 재료가 결합 또는 상호 작용하여 새로운 화합물 또는 합금을 제공하는 것을 나타낸다. 금속간 화합물은 소정 실시형태에 있어서는 도체와 기판 사이에 금속 결합을 향상시키거나 또는 소정 경우에는 제공할 수 있다. 금속간 화합물을 제공하기 위해 사용되어도 좋은 금속의 예로는 한정되지 않지만, 은, 금, 구리, 백금, 팔라듐, 니켈, 알루미늄, 주석 및 그들의 합금 등의 전이 금속이 열거된다. 금속간 화합물을 제공하기 위해 사용되어도 좋은 준금속의 예로는 한정되지 않지만, 붕소, 실리콘, 게르마늄, 비소, 텔루륨, 비소, 안티몬이 열거된다. 또한, 일부 실시예에 있어서, 탄소의 소정 동소체(예를 들면, 흑연), 인(예를 들면, 흑색 인), 주석(예를 들면, 백색 주석), 셀레늄(예를 들면, 삼각 형태)을 금속간 화합물을 제공하기 위한 준금속으로서 사용해도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 금속간 화합물은 적어도 1종의 도체 재료 및 적어도 1종의 기판 재료로 형성될 수 있다. 예를 들면, 기판 상에 도체를 증착한 후, 기판과 도체의 계면에서의 금속간 화합물의 형성에 의해 결합이 향상되도록 전체 어셈블리를 가열해도 좋다. 이러한 금속간 화합물의 형성은 도체의 재료가 기판에 거의 또는 전혀 밀착성을 갖지 않는 경우, 예를 들면 도체가 접착 테이프 테스트에 실패한 경우 특히 바람직할 수 있다. 금속간 화합물의 예로는 한정되지 않지만, 은과 실리콘 사이에 형성된 것, 팔라듐과 실리콘 사이에 형성된 것, 금과 실리콘 사이에 형성된 것, 구리와 실리콘 사이에 형성된 것, 백금과 실리콘 사이에 형성된 것, 니켈과 실리콘 사이에 형성된 것, 및 실리콘과 2종 이상의 도전 재료의 혼합물, 예를 들면 은, 금, 팔라듐, 구리, 니켈 등 중 2종 이상의 혼합물 사이에 형성된 것이 열거된다.

[0035] 금속간 화합물에 있어서 각 성분의 구체적 비는 변해도 좋고, 소정 실시예에 있어서는 존재하는 각 재료의 양은 기판 상으로의 증착에 이어서 금속간 화합물의 형성 후에 도체가 접착 테이프 테스트에 통과하기에 충분하다. 소정 금속간 화합물 중의 성분의 비의 예로는 한정되지 않지만, 니켈:실리콘에 관해서 1:1 또는 2:1, 팔라듐:실리콘에 관해서 1:1 또는 2:1이 열거된다. 금속간 화합물에 존재하는 특별한 비는 사용되는 재료에 따라 변해도 좋고, 도체가 고도전성을 유지하는 한 구체적 존재비는 중요하지 않다.

[0036] 다른 실시예에 있어서, 기판은 금속 또는 실리콘 이외의 재료이어도 좋고, 또는 실리콘 기판 상에 증착되는 금속 또는 실리콘 이외의 다른 재료의 코팅을 포함해도 좋다. 이러한 다른 재료는 도체와 실리콘 사이에 형성된 금속간 화합물이 접착 테이프 테스트를 통과하지 못하는 경우에 바람직할 수 있다. 예를 들면, 실리콘 기판을 도체에 사용된 것 이외의 도전 재료의 박층으로 코팅하여 실리콘 기판에 대한 도체의 결합을 향상시키는 것이 바람직할 수 있다. 한 구성에 있어서, 예를 들면 은 나노잉크를 증착시킴으로써 제조될 수 있는 것과 같은 실질적인 순은의 박층, 코팅 또는 패턴은 도체와 실리콘 기판 사이에 증착되어 기판에 대한 도체의 결합을 더 향상시키고, 도체 자체 중의 상당량의 은의 사용에 의존하지 않고 전도율을 증가시킬 수 있다. 다른 구성에 있어서, 실리콘 기판에 도펀트를 첨가하거나 배치하여 도펀트 상의 도체의 증착 후, 도체, 도펀트 및 실리콘 기판 사이의 금속간 화합물의 형성이 도체에 의한 접착 테이프 테스트를 통과하게 한다. 도펀트의 예로는 한정되지 않지만, 여기에서 개시된 금속 및 준금속, 도전성 접착제, 및 소망의 물리적 또는 화학적 특성을 부여할 수 있는 다른 재료가 열거된다.

[0037] 소정 실시예에 의하면, 소망의 도전 재료가 도체와 기판 사이에 충분한 결합을 제공하는 기판과의 금속간 화합물을 형성하지 않는 경우가 있을 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 예를 들면 적합한 온도로 가열시 기판과 금속간 화합물을 형성하는 것으로 공지되어 있는 다른 재료를 기판 상에 우선 증착시키는 것이 바람직할 수 있다. 금속간 화합물의 형성 후, 소망의 도체를 금속간 화합물 상에 증착시켜 밀착성이 적합한 도체를 제공해도 좋다. 필요에 따라, 소망의 도체의 증착 후, 도체와 제 1 금속간 화합물 사이에 제 2 금속간 화합물이 형성되도록 전체 어셈블리를 가열해도 좋다. 다중 금속간 화합물을 형성함으로써, 기판에 대한 도체의 전체 밀착성을 증가시킬 수 있다.

[0038] 소정 실시예에 있어서, 1종 이상의 부가적 재료가 도체 상에 전기 도금되어도 좋다. 이러한 전기 도금은 상술한 바와 같은 금속간 화합물의 형성 이전 또는 이후에 발생해도 좋다. 전기 도금은 배치된 도체 상에 도전 재료의 박층을 제공한다. 일부 실시예에 있어서, 도체가 소망의 두께 및/또는 치수를 갖도록 도체 상에 부가적 재료의 층을 증착하는데 전기 도금을 사용해도 좋다. 소정 실시형태에 있어서, 전기 도금은 두께가 약 2미크론~약 20미크론, 보다 구체적으로는 약 10미크론~약 12미크론인 코팅 또는 층을 증착하는데 사용해도 좋다. 소망의 표면 상에 전기 도금되어도 좋은 재료의 예로는 한정되지 않지만, 구리, 은, 니켈 또는 기타 금속이 열거된다.

[0039] 소정 실시예에 의하면, 이러한 전기 도금은 종래 방법을 사용하여 행해도 좋다. 예를 들면, 전기 도금되는 성분이 캐소드로서 작용하여 양이온을 포함하는 전해질 배스에 상기 성분을 침지함으로써 상기 성분 상에 이러한 양이온의 증착 및 환원이 발생하여(전류 인가시) 상기 성분 상에 재료의 코팅 또는 층이 제공될 수 있다. 이러한 처리는 소망의 두께가 얻어질 때까지 행해도 좋다. 또한, 이러한 처리는 다수의 각종 재료의 합금 또는 금속간 화합물이 형성될 수 있도록 각종 양이온의 존재 하에서 행해도 좋다. 전기 도금은 전해질 배스에서 발생해도 좋고, 즉 탱크 도금 또는 브러시 전기 도금 단계를 행해도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 도체의 1개 이상의 표면은 그 표면 상에 실질적으로 어떠한 재료도 전기 도금되지 않도록 마스킹되어도 좋다. 소정 표면을 마스킹함으로써, 특정 치수의 두께가 선택되거나 또는 제어될 수 있다. 도체가 패턴으로서 인쇄되는 실시형태에 있어서, 도체의 선택된 부분이 마스킹되어 그 표면의 전기 도금이 방지되어도 좋다. 마스크로서 사용되는 적합한 재료로는 한정되지 않지만, SU-8, SU-8 2000 또는 SU-8 3000 포토레지스트(Microchem에서 입수 가능함)가 열거된다. 마스크로서 사용되기에 적합한 부가적 재료는 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해 쉽게 선택될 것이다. 마스크는 각종 방식으로, 예를 들면 여기에서 기재된 증착법, 예를 들면 코팅 또는 잉크젯 인쇄 중 임의의 1종 이상을 사용하여 증착되어도 좋다. 다른 실시형태에 있어서, 도체의 실질적인 모든 표면은 전기 도금 되어도 좋고, 1개 이상의 표면 상의 재료는 특정 치수의 소망의 두께가 얻어질 때까지 연마, 에칭 또는 제거되어도 좋다.

[0040] 소정 실시예에 의하면, 여기에서 개시된 디바이스는 선택된 기판 상에 적합한 재료를 잉크젯 인쇄함으로써 제조되어도 좋다. 태양 전지를 제공하기 위한 잉크젯 인쇄의 한 이점은 그것이 비접촉 기술이어서 도체의 증착 동안에 약한 폴리실리콘 웨이퍼의 손상 가능성을 감소시킨다는 것이다. 일부 실시예에 있어서, 잉크젯 인쇄기는 기판 상에 증착하기에 적합한 운반 유체로 배치되는 도전 재료를 포함하는 제 1 카트리지 포함해도 좋다. 다른 실시형태에 있어서, 인쇄기는 기판 상에 인쇄되어도 좋은 다른 재료, 예를 들면 플럭스, 땜납 등을 포함하는 부가적 카트리지를 포함해도 좋다. 잉크젯 인쇄기에 다른 재료의 다수의 카트리지를 포함함으로써, 여기에서 개시된 디바이스의 전체 제조 시간이 감소되어도 좋다.

[0041] 소정 실시예에 의하면, 잉크젯 인쇄기는 일반적으로 컴퓨터 또는 다른 디바이스에 의해서 제어되어 소망의 인쇄 패턴 및/또는 소망의 인쇄 두께가 선택되어도 좋다. 여기에서 기재된 바와 같이, 인쇄 패턴의 예로는 라인, 기하학적 형태 등이 열거되고, 이들 중 임의의 하나는 잉크젯 인쇄를 사용하여 제조되어도 좋다. 증착의 구체적인 서열은 컴퓨터를 사용하여 프로그래밍 또는 선택되어 각종 재료가 소망의 순서 및 소망의 양으로 기판 상에 증착되어도 좋다. 잉크젯 인쇄기는 실질적으로 소망의 재료가 모두 프린트 헤드의 싱글 패스를 갖는 영역에 증착되는 경우에는 단일 패스 인쇄용으로, 또는 실질적으로 소망의 재료가 모두 싱글 패스에 증착되는 경우에는 다중 패스 인쇄용으로 구성되어도 좋고, 다중 패스를 사용하여 소망의 치수의 소망의 두께로 재료가 구성된다. 여기에서 개시된 재료와 사용되는 잉크젯 인쇄기의 예로는 한정되지 않지만, Dimatix DMP, Pixdro LP-150 등이 열거된다. 여기에서 개시된 디바이스의 제조시 사용되는 프린트 헤드 및 사이즈의 예로는 한정되지 않지만, Pixdro 인쇄 헤드, Spectra SE 128 AA 인쇄 헤드 등이 열거된다.

[0042] 소정 실시예에 의하면, 부가적 재료 증착 단계는 도체의 소정 부분이 기판 상에 증착된 후에 사용되어도 좋다. 이러한 부가적 증착 단계로는 한정되지 않지만, 스크린 인쇄, 진공 증발, 물리적 증기 증착, 화학적 증기 증착, 스핀 코팅, 스퍼터링 등이 열거된다. 부가적 재료 증착 단계는 도체의 제조와 연속하여 사용되어도 좋고, 또는 적어도 1개의 도체를 포함하는 디바이스의 다른 부분에 사용되어도 좋다.

[0043] 소정 실시예에 의하면, 여기에서 개시된 재료 및 방법을 사용하여 땜납 조인트를 제조해도 좋다. 예를 들면, 1종 이상의 은 나노잉크를 기판에 납땜되는 성분 주위 또는 아래에 증착시키고, 가열 후 금속간 화합물이 형성되어 기판에 상기 성분을 고정하기 위한 땜납 조인트로서 작용하여 상기 성분과 기판 사이에 전기적 접속을 제공해도 좋다. 땜납 조인트에 잔존하는 구체적 재료는 기판 상에 증착된 것과 반드시 동일할 필요는 없고, 예를 들면 캐핑제의 양은 감소되어도 좋고, 형성된 임의로 얻어진 합금은 납땜 이전에 증착된 성분에 비하여 변경된 양의 성분을 포함해도 좋다.

[0044] 소정 실시예에 의하면, 기판 상에 도체를 형성하는 방법이 제공된다. 소정 실시예에 있어서, 상기 방법은 기판 상에 도체를 증착하는 단계, 및 도체와 기판 사이에 금속 결합을 제공하는데 유효한 소결 온도에서 인쇄된 도체를 소결시키는 단계를 포함한다. 일부 실시예에 있어서, 소결된 도체는 1종 이상의 부가적 재료를 예를 들면, 전기 도금 또는 다른 재료 증착 단계를 통하여 수용해도 좋다. 소정 실시예에 있어서, 소결 온도는 증착된 도체와 기판으로 형성된 1개 이상의 금속간 화합물을 제공하는데 유효할 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 상기 방법은 상술한 바와 같이 소결된 도체를 적어도 1종의 부가적 재료로 전기 도금 하는 단계를 더 포함해도 좋다. 일부 실시예에 있어서, 여기에서 개시된 방법에 의하면 상호 불용성이고 서로 접착하는 경향이 없는 실질적인 순은과 실리콘 기판을 함께 사용할 수 있게 된다. 소정 실시예에 있어서, 상기 방법은 기판 상에 도체를 증착하기

이전에 기판 상에 금속을 증착하는 단계, 증착된 금속을 가열하여 다른 금속간 화합물을 제공하는 단계를 더 포함해도 좋다. 이러한 부가적 금속의 증착은 예를 들면, 도체와 기판이 실질적으로 스스로 적절한 금속 결합을 제공할 수 있는 금속간 화합물을 형성하지 않는 경우에 유용할 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 도체와 기판 사이, 또는 도체, 기판과 1개 이상의 개재층 또는 코팅 사이 중 어느 하나에서의 금속 결합의 형성은 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과하는데 유효한 도체를 제공한다.

[0045] 소정 실시예에 의하면, 은 나노잉크를 실리콘 기판 상에 잉크젯 인쇄하는 단계, 인쇄된 은 나노잉크 및 실리콘 기판을 인쇄된 은 나노잉크 도체가 접착 테이프 테스트 ASTM D3359-02를 통과하도록 유효한 온도로 가열하는 단계를 포함하는 도전체 형성 방법이 제공된다. 잉크젯 인쇄는 예를 들면, 여기에서 다른 곳에 기재된 바와 같이 행해도 좋다. 동일하게, 은 나노잉크를 상술한 바와 같이 그리고 여기에서 참조로 도입된 특허 출원에서와 같이 제조해도 좋다. 소결 온도는 적어도 일부 선택된 재료에 의존하고, 소정 실시예에 있어서 소결 온도는 금속 결합 및/또는 금속간 화합물을 형성하기에 충분히 높고, 예를 들면 은과 실리콘에 대하여 약 835℃ 이상이다. 일부 실시예에 있어서, 상기 방법은 인쇄된 은 나노잉크를 예를 들면, 구리 또는 다른 적합한 재료로 전기 도금하는 단계를 더 포함해도 좋다. 다른 실시형태에 있어서, 상기 방법은 도체를 선택된 라인 또는 패턴으로 실리콘 기판 상에 인쇄하는 단계를 더 포함해도 좋다.

[0046] 소정 구체예를 이하에 기재하여 여기에서 개시된 디바이스 및 방법에 의해 제공되는 이점의 일부를 더 설명한다.

[0047] 실시예 1

[0048] 은선을 실리콘 기판 상에 증착시키고, 300℃에서 소결하고, 200g/L $CuSO_4$ 및 50g/L H_2SO_4를 함유하는 구리 배스에서 300℃의 온도에서 소결된 은선 상에 직접 구리를 전기 도금했다. 전기 도금 후, 도 4a에 나타낸 바와 같이 인쇄/도금된 구조체를 실리콘 기판으로부터 박리했다.

[0049] 반면, 동일한 소결된 은선이 전기 도금 이전에 850℃에서 30초 동안 열처리되는 경우, 도 4b에 나타낸 바와 같이 전기 도금될 수 있고, 전기 도금 후에 접착 테이프 테스트(2002년 8월 10일자 ASTM D3359-02)에 쉽게 통과했다.

[0050] 실시예 2

[0051] 나노은-나노팔라듐(50-50%) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조하고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용했다. 상기 잉크 합금은 12중량% 도데칸티올로 캐핑되었다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켰다. 순은의 경우와 같이, 300℃에서의 소결은 전기 도금 후의 양호한 밀착성을 위해서는 충분하지 않았다. 도 5의 상태도에 나타낸 바와 같이, 이러한 결과는 실리콘 및 팔라듐의 특성과 일치했다.

[0052] 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리했다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있었다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0053] 실시예 3

[0054] 나노은-나노니켈(50-50%) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0055] 실시예 4

[0056] 나노은-나노팔라듐(중량비 1:2) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 12중량% 도데칸티올 또는 12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0057] 실시예 5

[0058] 나노은-나노니켈(중량비 1:2) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리

콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0059] 실시예 6

[0060] 나노은-나노팔라듐(중량비 2:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 12중량% 도데칸티올 또는 12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0061] 실시예 7

[0062] 나노은-나노니켈(중량비 2:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0063] 실시예 8

[0064] 나노은-나노금(중량비 1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0065] 실시예 9

[0066] 나노은-나노금(중량비 2:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0067] 실시예 10

[0068] 나노은-나노금(중량비 1:2) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0069] 실시예 11

[0070] 나노은-나노구리(중량비 1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0071] 실시예 12

[0072] 나노은-나노구리(중량비 2:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된

라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0073] 실시예 13

[0074] 나노은-나노구리(중량비 1:2) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0075] 실시예 14

[0076] 나노은-나노백금(중량비 1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0077] 실시예 15

[0078] 나노은-나노백금(중량비 2:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0079] 실시예 16

[0080] 나노은-나노백금(중량비 1:2) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0081] 실시예 17

[0082] 나노은-나노백금-나노팔라듐(중량비 1:1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0083] 실시예 18

[0084] 나노은-나노백금-나노팔라듐(중량비 2:1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0085] 실시예 19

[0086] 나노은-나노백금-나노팔라듐(중량비 1:2:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이

밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0087] 실시예 20

[0088] 나노은-나노백금-나노팔라듐(중량비 1:1:2) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음).

[0089] 실시예 21

[0090] 나노은-나노백금-나노구리(중량비 1:1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0091] 실시예 22

[0092] 나노은-나노백금-나노구리(중량비 2:1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0093] 실시예 23

[0094] 나노은-나노백금-나노구리(중량비 1:2:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0095] 실시예 24

[0096] 나노은-나노백금-나노구리(중량비 1:1:2) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0097] 실시예 25

[0098] 나노은-나노구리-나노팔라듐(중량비 1:1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0099] 실시예 26

[0100] 나노은-나노구리-나노팔라듐(중량비 2:1:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도

데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0101] 실시예 27

[0102] 나노은-나노구리-나노팔라듐(중량비 1:2:1) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0103] 실시예 28

[0104] 나노은-나노구리-나노팔라듐(중량비 1:1:2) 합금 잉크를 미국 출원 제 11/462,089에 개시된 방법에 따라 제조해도 좋고, 실리콘 기판 상에 라인을 인쇄하고 막을 제조하는데 사용해도 좋다. 상기 잉크 합금은 10~12중량% 도데칸티올 또는 10~12중량% 헥사데실아민으로 캐핑되어도 좋다. 상기 잉크를 실리콘 기판 상에 직접 증착시켜도 좋다. 인쇄된 라인을 450℃에서 30초 동안 가열 처리해도 좋다. 이러한 처리 후, 구리 전기 도금 용액에서 막이 밀착성이 양호하게 도금될 수 있다(실시예 1에 기재된 바와 같음). 1개 이상의 단계가 질소 분위기, 예를 들면 질소 가스 하에서 행해져도 좋다.

[0105] 여기에서 개시된 양태, 실시형태 및 예 등의 요소를 도입할 때, 관사 "하나의" 및 "상기"는 그들이 1개 이상의 요소인 것을 의미하도록 의도된다. 용어 "포함하는" 및 "갖는"은 무한하고, 열거된 요소 이외의 부가적 요소가 존재해도 좋다는 것을 의미하도록 의도된다. 실시예의 각종 성분이 다른 실시예의 각종 성분과 상호 변화 또는 치환될 수 있다는 것은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해 인식될 것이다.

[0106] 소정 양태 및 실시형태가 상술되어 있지만, 개시된 예시 양태 및 실시형태의 첨가, 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 본 발명의 이점을 고려하여 당업자에 의해 인식될 것이다.

부호의 설명

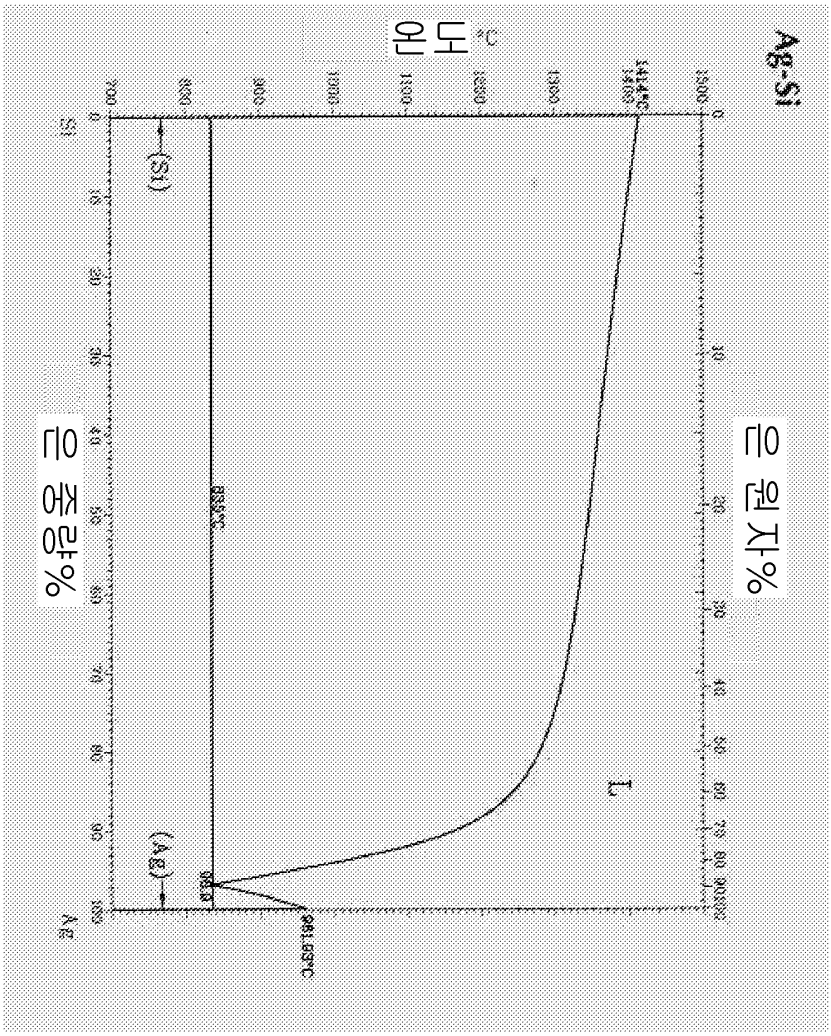
[0107] 200, 220, 250, 310: 도체 210, 260, 300: 기판

270: 제 1 재료 280: 제 2 재료

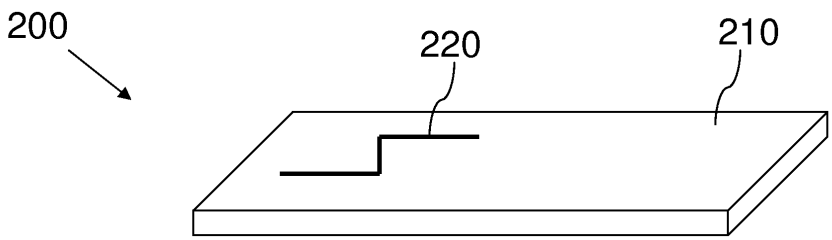
320, 330: 디바이스

도면

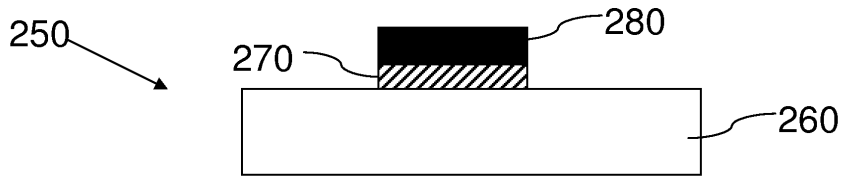
도면1



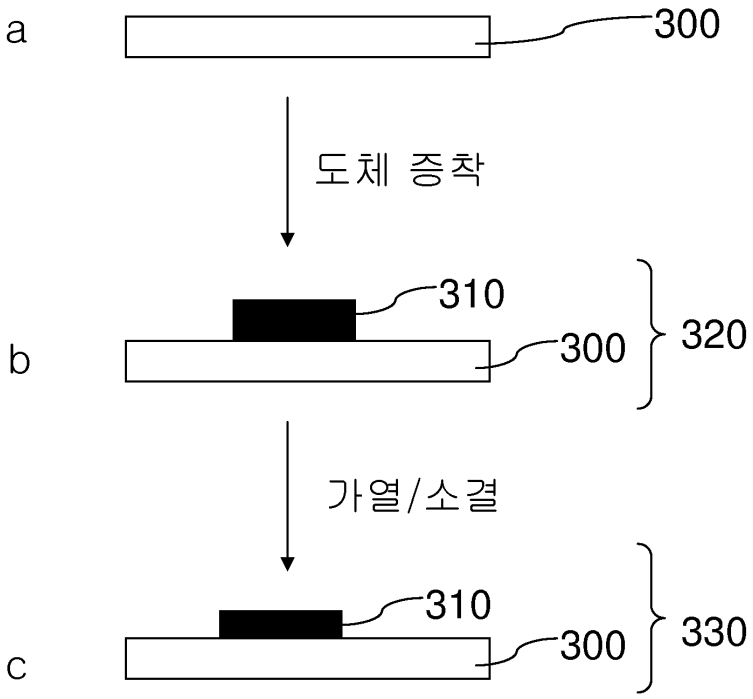
도면2a



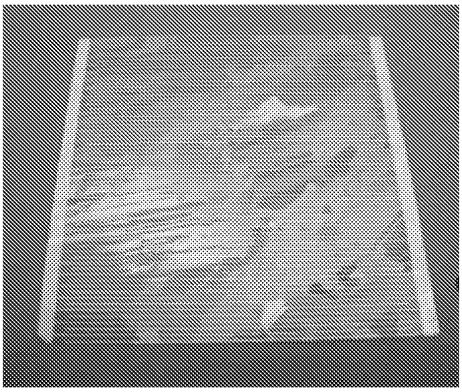
도면2b



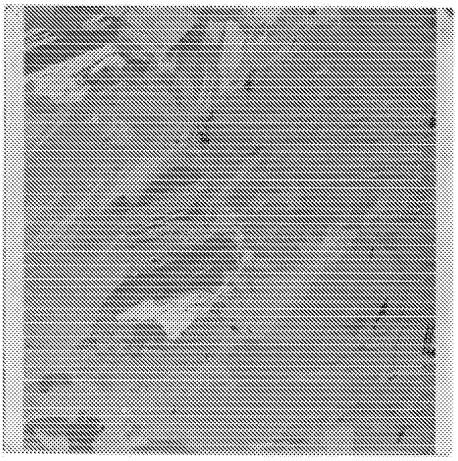
도면3



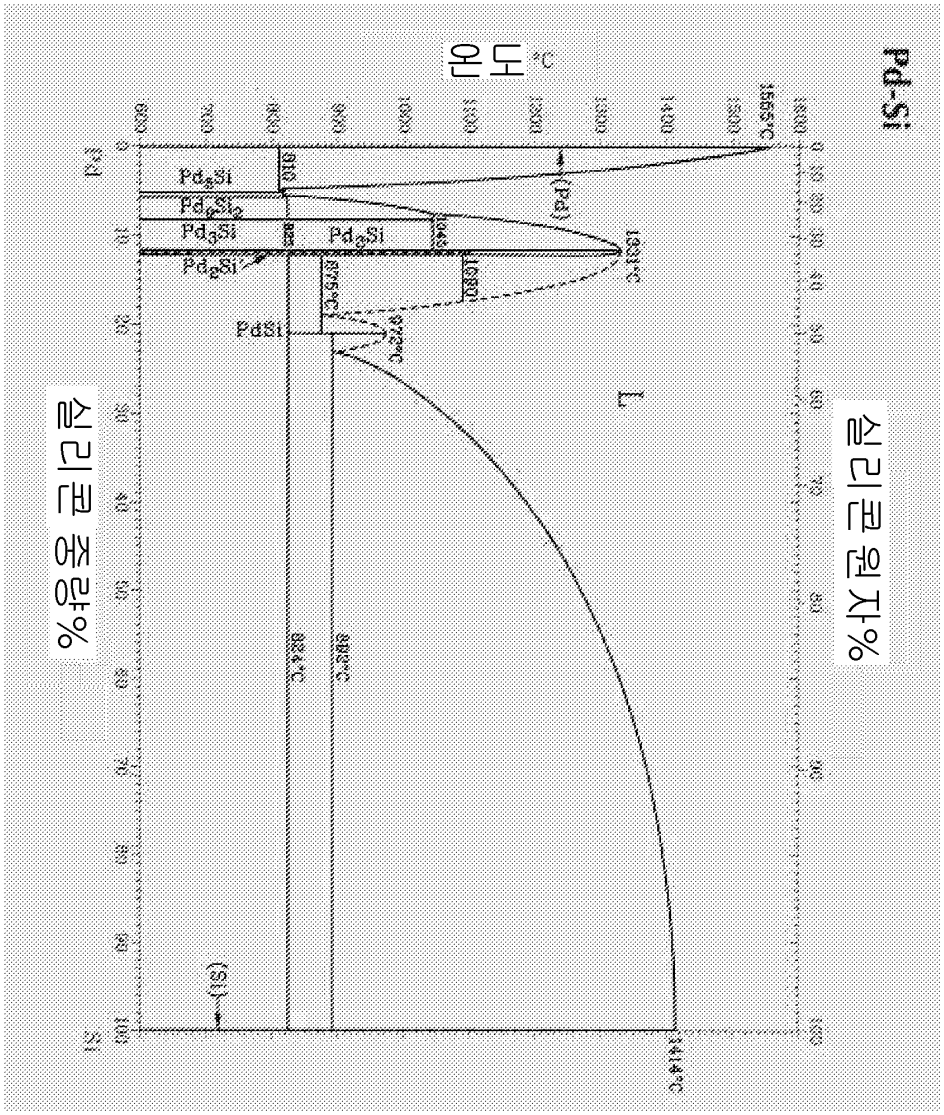
도면4a



도면4b



도면5


Pd-Si
온도 °C
실리콘 원자%
실리콘 중량%
L
(Pd)
(Si)
Pd9Si2
Pd3Si
Pd2Si
Pd5Si2
PdSi
1555°C
1414°C
1330°C
1329°C
1260°C
1242°C
1134°C
1100°C
1080°C
1060°C
1040°C
1020°C
1000°C
980°C
960°C
940°C
920°C
900°C
880°C
860°C
840°C
820°C
800°C
780°C
760°C
740°C
720°C
700°C
680°C
660°C
640°C
620°C