

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2008-0090056 (43) 공개일자 2008년10월08일
(51) Int. Cl. H01L 29/786 (2006.01) H01L 29/861 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01) (21) 출원번호 10-2007-0033023 (22) 출원일자 2007년04월03일 심사청구일자 2007년04월03일	(71) 출원인 경희대학교 산학협력단 경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내 (72) 발명자 박규창 서울 광진구 광장동 561 삼성차아파트 1-1301 장 진 서울 서초구 잠원동 65-32 신반포7차아파트 302-908 추병권 서울 동대문구 이문동 삼성래미안 1차 아파트 10 1동 502호 (74) 대리인 오세중	

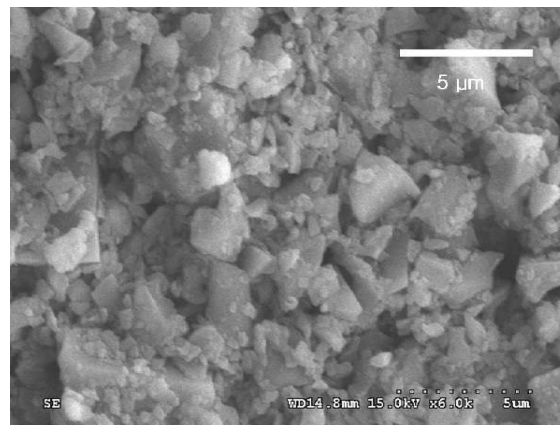
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 실리콘 슬러리를 이용한 전자 소자 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 실리콘 웨이퍼 제작 과정에서 발생하는 실리콘 슬러리를 전자소자를 제조하기 위해 사용되는 실리콘 및 실리콘 웨이퍼 대신 사용하여 전자소자를 제조함으로써 비용을 절감하고, 소결 및 열처리를 통해 전류 밀도와 특성을 제어할 수 있는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 및 그 소자의 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기관 상부에 실리콘 웨이퍼 또는 비정질 실리콘으로 형성되는 활성층 또는 도핑층을 갖는 전자소자에 있어서,

상기 활성층은 실리콘 웨이퍼 제조공정에서 발생한 실리콘 슬러리를 박막 형태로 형성하고, 소결을 실시하여 형성된 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도핑층은,

진성 실리콘 슬러리를 이용하여 박막형태로 형성한 다음, p형 도펀트 또는 n형 도펀트를 주입하여 형성된 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 도핑층은,

p형 도핑된 실리콘 슬러리 또는 n형 도핑된 실리콘 슬러리를 박막형태로 형성한 다음, 소결을 실시하여 형성된 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자.

청구항 4

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 소결 방법은,

점진적으로 온도를 상승시키는 퍼니스(Furnace) 방법, 급격하게 온도를 향상시키는 급속열처리(RTA)방법, 빔 조사방법, RTA와 빔 조사방법을 혼합하여 사용하는 방법 중 어느 한 방법을 사용하는 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 전자소자는 실리콘 슬러리로 형성된 박막의 소결 중에 기관으로부터 오염물질이 유입되는 것을 방지하기 위하여 기관 상부에 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 실리콘 산화 질화막, 실리콘이트 막 중 어느 하나로 버퍼층을 더 형성한 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 실리콘 슬러리는 가공되지 않은 실리콘 슬러리, 상기 실리콘 슬러리를 연마하여 입자크기를 1 μ m 이하로 제조한 실리콘 파우더 또는 화학물질을 첨가하여 용액 상태로 만들 실리콘 슬러리 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전자 소자는,

다이오드, 박막 트랜지스터, 태양전지 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자.

청구항 8

기관 상부에 실리콘 웨이퍼 또는 비정질 실리콘으로 형성되는 활성층 또는 도핑층을 갖는 전자소자의 제조방법에 있어서,

실리콘 슬러리를 이용하여 박막형태의 실리콘 슬러리층을 형성하는 단계와;

상기 실리콘 슬러리층이 형성된 소자에 소결을 실시하여 활성층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 제조방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 실리콘 슬러리층을 형성하는 단계에서,

상기 실리콘 슬러리는 진성 실리콘 슬러리인 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 제조방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 활성층 상부에 p형 또는 n형 도핑된 실리콘 슬러리를 이용하여 도핑층을 형성하거나, 실리콘 슬러리층에 p형 또는 n형 도펀트를 주입하여 도핑층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 제조방법.

청구항 11

제 8 항 또는 제10항에 있어서,

상기 활성층 또는 도핑층을 형성하는 단계는,

상기 실리콘 슬러리를 1 μ m이하의 균일한 입자를 갖는 실리콘 파우더로 제조하는 단계; 또는 상기 실리콘 슬러리를 솔벤트 및 유기용제, 계면활성제, 분산제, 접착제, 응고제 중 어느 하나 이상을 첨가하여 용액 상태로 제조하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 제조방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 소결 공정은,

점진적으로 온도를 상승시키는 퍼니스(Furnace) 방법, 급격하게 온도를 향상시키는 급속열처리(RTA)방법, 빔 조사방법, RTA와 빔 조사방법을 혼합하여 사용하는 방법 중 어느 한 방법을 사용하는 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 제조방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 열처리 방법에는 할로겐 램프 또는 자외선 램프가 사용되며,

상기 빔 조사방법은 UV 어닐링 또는 레이저 조사를 이용한 어닐링 방법이 사용되는 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 박막 트랜지스터의 제조방법.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 기관 상부에 활성층의 열처리 실시중 기관의 오염물질이 활성층에 유입되는 것을 방지하기 위한 버퍼층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자소자 제조방법.

청구항 15

제 8 항에 있어서,

상기 활성층 또는 도핑층은,

스핀코팅, 딥핑, 스프레이를 이용한 도포방법 또는 스퀴지를 이용한 스크린 프린팅 방법 중 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <7> 본 발명은 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 실리콘 웨이퍼 제작 과정에서 발생하는 실리콘 슬러리를 전자소자를 제조하기 위해 사용되는 실리콘 및 실리콘 웨이퍼 대신 사용하여 전자소자를 제조함으로써 비용을 절감하고, 소결 및 열처리를 통해 전류 밀도와 특성을 제어할 수 있는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 및 그 소자의 제조방법을 제공한다.
- <8> 현재까지 실리콘을 포함하여 제조된 주요 전자소자로는 다이오드, 박막 트랜지스터, 태양전지 등이 있다.
- <9> 또한, 상기 전자소자들 중 다이오드는 기판 상부에 형성된 두개의 전극 사이에 실리콘 웨이퍼를 사용하여 활성층을 형성하였다.
- <10> 또한, 디스플레이에 사용되는 상기 박막트랜지스터는 대부분 고가의 실리콘 웨이퍼 기판 상에 형성하거나 비정질 실리콘을 기상 증착법으로 유리기판 상에 증착하여 활성층으로 사용하였으며, 태양전지를 구성하는 활성층은 대부분 값비싼 실리콘 웨이퍼를 이용하거나 비정질 실리콘을 증착하는 방법을 이용하여 형성하였다.
- <11> 그러나, 상기 전자소자들에 사용되는 실리콘들은 비정질 실리콘이나 다결정 실리콘 또는 실리콘 웨이퍼를 그대로 사용하기 때문에 전자소자를 제조하기 위한 비용이 많이 소요된다는 문제점이 있었다.
- <12> 이에, 본 발명은 저가의 전자소자를 제조하기 위한 한 방법으로서, 활성층을 형성하기 위해 실리콘 웨이퍼나 비정질 실리콘을 사용하는 대신에 실리콘 웨이퍼의 제조공정에서 필연적으로 발생하는 실리콘 슬러리를 활용하고자 하는 것이다.
- <13> 그러나, 상기 실리콘 슬러리는 일반적인 웨이퍼에 비해서 파우더 형태이기 때문에 다루기가 쉽고 값싸게 소재를 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있으나, 현재까지는 실리콘 슬러리를 활용할 경우 그 소자 특성이 저하되기 때문에 재활용하지 못하고 폐기처분해야 하는 것이 실정이었다.
- <14> 즉, 실리콘 슬러리를 이용하여 소자를 제작하는 경우에는 상기 실리콘 슬러리가 실리콘 웨이퍼 보다 소자의 특성이 좋지 못하여 전자소자의 재료로 사용할 수 없다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <15> 따라서, 상기 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 실리콘웨이퍼 제조공정에서 발생하는 고순도 실리콘 슬러리를 재활용하여 저가의 전자소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <16> 또한, 상기 재활용되는 실리콘 슬러리를 사용하여 전자소자의 활성층을 형성함으로써 폐기 처분되는 실리콘 슬러리를 상용화할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <17> 또한, 상기 실리콘 슬러리를 사용함으로써 종래에 전자소자에 사용되던 실리콘 웨이퍼 또는 비정질 실리콘을 대체함으로써 활성층을 용이하게 형성하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <18> 또한, 실리콘 슬러리를 이용하여 형성된 전자소자의 활성층에 대해 소결 처리 등을 통해 특성을 변화시켜 원하는 전류 밀도 및 특성을 제어할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <19> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 기판 상부에 실리콘 웨이퍼 또는 비정질 실리콘으로 형성되는 활성층 또는 도핑층을 갖는 전자소자에 있어서, 상기 활성층은 실리콘 웨이퍼 제조공정에서 발생한 실리콘 슬러리를 박막 형태로 형성하고, 소결 처리를 실시하여 형성된 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자를 제공한다.

<20> 또한, 기판 상부에 실리콘 웨이퍼 또는 비정질 실리콘으로 형성되는 활성층 또는 도핑층을 갖는 전자소자의 제조방법에 있어서, 실리콘 슬러리를 이용하여 박막형태의 실리콘 슬러리층을 형성하는 단계와; 상기 실리콘 슬러리층 상부로부터 p형 도펀트 또는 n형 도펀트를 주입하는 단계와; 상기 실리콘 슬러리층이 형성된 소자에 열처리를 실시하여 활성층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 슬러리를 이용한 전자소자 제조방법을 제공한다.

발명의 구성 및 작용

<21> 본 발명에 사용되는 실리콘 웨이퍼 제조공정에서 발생한 실리콘 슬러리의 종류로는 n형 도핑된 실리콘 슬러리, p형 도핑된 실리콘 슬러리, n형 또는 p형 도핑이 되지 않은 진성 실리콘 슬러리 등이 있으며, 상기 실리콘 슬러리는 입자의 크기가 수~수십 μm 이다.

<22> 상기와 같은 실리콘 슬러리를 박막 트랜지스터에 사용하기 위해서는 실리콘 슬러리를 바로 사용하는 방법, 실리콘 슬러리를 박막형태로 형성하는 방법, 상기 박막을 형성하고 소결처리를 통하여 특성을 향상시켜주는 방법 등을 통해 활성층으로 형성한다.

<23> 또한, 상기 실리콘 파우더를 이용하여 활성층을 구성하는 박막을 형성한 후 실시하는 소결은 고온에서 이루어지기 때문에 기판으로부터의 오염물질의 유입을 막아 주기 위해 기판 상부에 버퍼층을 형성하는 것이 바람직하다. 상기 버퍼층은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 실리콘 산화 질화막, 실리콘이트막 등으로 형성한다.

<24> 상기 실리콘 파우더는 반도체 웨이퍼 제조과정의 슬라이스 공정에서 얻어진 실리콘 슬러리, 실리콘과 Ge 웨이퍼 제조과정에서 발생하는 슬러리, 그리고 화합물 반도체 웨이퍼를 제작하면서 발생하는 슬러리 등을 이용한다.

<25> 또한, 화합물 반도체 실리콘 웨이퍼를 제작하는 재료의 실시예로는 GaAs, GaN, InP, SiC, SiGe, ZnS, CdTe, $\text{Hg}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$, $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{Sb}_{1-y}$ 등이 있으며, 이들을 이용하여 웨이퍼를 제조하는 과정에서 발생하는 슬러리를 사용할 수도 있다.

<26> 또한, 상기와 같이 얻어진 실리콘 슬러리 및 기타 웨이퍼를 만들면서 발생한 슬러리를 1 μm 이하의 크기를 갖는 실리콘 파우더로 만들어 사용한다.

<27> 또한, 상기와 같은 실리콘 파우더를 솔벤트 및 유기용제, 계면활성제, 분산제, 접착제, 응고제 등의 화학물질을 첨가하여 용액 상태로 만들어 사용할 수도 있다.

<28> 이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명을 좀 더 상세히 설명하기로 한다.

<29> 먼저, 도1은 본 발명에 사용되는 실리콘 웨이퍼 제조공정에서 발생한 실리콘 슬러리를 주사전자 현미경으로 촬영한 사진으로서, 실리콘 슬러리의 입자는 수~수십 μm 크기를 갖는다.

<30> 이때, 상기 실리콘 슬러리를 후술하는 전자소자를 제조하기 위해 그대로 사용하거나, 그라인딩 또는 연마 공정을 통하여 입자의 크기를 더 작은 1 μm 이하로 제조하여 사용한다. 또한, 솔벤트 및 유기용제, 계면활성제, 분산제, 접착제, 응고제 등의 화학물질을 첨가하여 용액 상태로 제조하여 사용할 수도 있다.

<31> 다음에, 도2는 상기 도1에서 설명한 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자의 하나인 다이오드의 한 실시예를 나타낸 것으로, 기판(10) 상부에 금속 또는 전도성 페이스트를 이용하여 캐소드 전극(11)을 형성하고, 상기 캐소드 전극(11) 상부에 진성 실리콘 슬러리를 이용하여 활성층(12)을 형성한다. 다음에, 상기 활성층 상부에 p형 도핑된 실리콘 슬러리 또는 n형 도핑된 실리콘 슬러리를 사용하여 도핑층(13)을 형성하고, 상기 도핑층 상부에 금속 또는 전도성 페이스트를 사용하여 애노드 전극(14)을 형성한다. 이때, 상기 기판은 유연성을 가지는 메탈 기판을 사용할 수도 있다.

<32> 또한, 상기 도핑층(13)은 진성 실리콘 슬러리를 이용하여 상대적으로 두꺼운 박막 형태로 형성하고, 상기 실리콘 슬러리층 상부로부터 이온주입 공정을 통해 p형 도펀트 또는 n형 도펀트를 주입함으로써 도핑층을 형성할 수도 있다.

<33> 상기 이온주입 공정은 플라즈마 발생장치에서 생성된 이온을 열확산법을 이용하여 주입하는 방법과, 이온 빔을 이용하여 직접 이온을 임플란트(implant)시키는 방법을 사용한다. 상기 열확산법은 주입한 가스(gas)를 플라즈마로 방전시켜 분해한 후 온도를 올려 시료 표면으로 열 확산에 의해 주입하는 방법이고, 이온 빔을 이용한 방법은 이온화된 원자를 수십~수백kV로 가속하여 처리하고자 하는 재료의 표면에 강제적으로 주입하는 방법이다.

<34> 또한, 사용되는 실리콘 슬러리의 형태는 웨이퍼 공정에서 발생한 슬러리를 그대로 사용하거나, 미세한 입자로

가공된 실리콘 슬러리 또는 용액 상태로 제조된 실리콘 슬러리를 사용할 수 있다.

- <35> 다음에, 상기와 같이 실리콘 슬러리로 제조된 활성층과 도핑층은 전자소자로서의 특성이 저하되고, 기판에 잘 접착되지 않음에 따라 소결 공정을 실시하여 접착력을 향상시키고, 실리콘 슬러리에 함유된 유기물을 제거하여야 한다.
- <36> 또한, 상기 소결 공정을 실시한 후 실리콘 슬러리층에 도핑을 실시하여 접합(p-n junction)이 이루어지도록 하고, 다시 한번 소결 공정을 실시할 수도 있다.
- <37> 상기와 같은 소결 공정은 열처리방법 또는 빔 조사방법 등을 단독 또는 병행하여 사용하며, 열처리 방법으로는 할로겐 램프, 자외선 램프 등을 이용하여 점진적으로 온도를 향상시키는 퍼니스(Furnace) 방법이나 급격하게 온도를 향상시키는 급속열처리(RTA)방법 등이 사용되고, 상기 빔 조사 방법으로는 UV 어닐링(annealing) 또는 레이저 조사를 이용한 어닐링 방법 등이 사용되며, 상기 열처리 방법과 빔 조사방법을 혼합한 급속열처리(RTA) 및 UV 어닐링을 함께 사용할 수도 있다. 이때, 슬러리 층의 소결온도는 실리콘의 녹는점 1414℃ 보다 낮게 유지하여야 한다.
- <38>
- <39> 또한, 상기 고온 소결 공정에서 기판으로부터의 오염물질이 유입되는 것을 방지하기 위하여 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 실리콘 산화 질화막, 실리콘 나이트라이드 막 등으로 형성되는 버퍼층을 더 형성할 수도 있다.
- <40> 상기와 같이 전자소자를 형성하는 기판 상부에 실리콘 웨이퍼나 비정질 실리콘 등을 대신하여 웨이퍼 제조공정에서 발생한 실리콘 슬러리를 이용하여 다이오드, 박막 트랜지스터, 태양전지 등의 전자소자를 제조할 수 있다.
- <41> 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 고안의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 권리범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 결정되어야 한다.

발명의 효과

- <42> 본 발명은 실리콘웨이퍼 제조공정에서 발생하는 고순도 실리콘 슬러리를 재활용하여 저가의 전자소자 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.
- <43> 또한, 상기 재활용되는 실리콘 슬러리의 입자 크기를 균일하게 감소시켜 실리콘 파우더를 제조하고, 이를 사용하여 태양전지의 활성층을 형성함으로써 폐기 처분되는 실리콘 슬러리를 상용화 할 수 있다.
- <44> 또한, 상기 실리콘 슬러리를 사용하여 종래에 전자소자에 사용되던 실리콘 웨이퍼 또는 비정질 실리콘을 대체함으로써 활성층을 용이하게 형성할 수 있다.
- <45> 또한, 실리콘 슬러리를 이용하여 형성된 전자소자의 활성층을 소결처리 등을 통해 특성을 변화시켜 원하는 전류 밀도 및 특성을 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

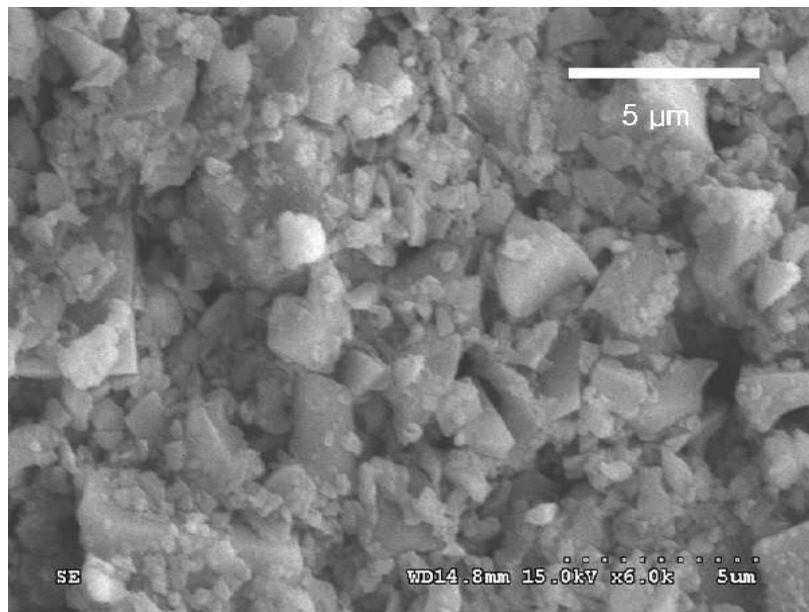
- <1> 도1은 본 발명에서 사용하는 웨이퍼 제조공정에서 발생된 실리콘 슬러리의 상태를 나타낸 확대도면.
- <2> 도2는 본 발명에 따른 실리콘 슬러리를 이용하여 제조된 전자소자의 하나인 다이오드의 한 실시예를 나타낸 단면도.

<3> <도면의 주요 부분에 대한 설명>

- <4> 10 : 기판
- 11 : 캐소드 전극
- <5> 12 : 활성층
- 13 : 도핑층
- <6> 14 : 애노드 전극

도면

도면1



도면2

