

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2635981

Способ нанесения тонкого слоя аморфного кремния

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО) (RU)*

Авторы: *Ермолаев Владимир Сергеевич (RU), Пузык Михаил Владимирович (RU), Папченко Борис Петрович (RU), Хегай Дмитрий Климович (RU), Васильченко Евгений Викторович (RU), Усачев Владимир Александрович (RU)*

Заявка № 2015156782

Приоритет изобретения 28 декабря 2015 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 17 ноября 2017 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 28 декабря 2035 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015156782, 28.12.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.12.2015

Дата регистрации:
17.11.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2015

(43) Дата публикации заявки: 04.07.2017 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 17.11.2017 Бюл. № 32

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,
Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Ермолаев Владимир Сергеевич (RU),
Пузык Михаил Владимирович (RU),
Папченко Борис Петрович (RU),
Хегай Дмитрий Климович (RU),
Васильченко Евгений Викторович (RU),
Усачев Владимир Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики" (Университет ИТМО)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 4908292 A, 13.03.1990. RU
2165476 C2, 20.04.2001. RU 2189663 C2,
20.09.2002. SU 1213994 A, 23.02.1986. US
4891074 A1, 02.01.1990.

(54) Способ нанесения тонкого слоя аморфного кремния

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологии получения пленок аморфного кремния и может быть использовано в современной микроэлектронике, оптоэлектронике и интегральной оптике для создания интегральных схем, тонкопленочных солнечных элементов и транзисторных матриц большой площади для жидкокристаллических дисплеев. Способ нанесения тонкого слоя аморфного кремния на подложку включает обеспечение контакта поверхности подложки со светочувствительным веществом, содержащим кремний, и направление на поверхность контакта поверхности подложки с содержащим кремний светочувствительным веществом ультрафиолетового излучения, обеспечивающего протекание фотохимической реакции с образованием слоя аморфного кремния.

В качестве светочувствительного вещества, содержащего кремний, используют галогенид кремния, на поверхность контакта с подложкой которого направляют ультрафиолетовое излучение с длиной волны 100-350 нм и плотностью мощности 1-15 мВт/см² и обеспечивают в течение 0,6-15 мин при температуре 1-140°C и нормальном давлении получение слоя аморфного кремния толщиной 50-400 нм. В частном случае осуществления изобретения в качестве материала подложки используют сапфир. Обеспечивается упрощение технологии, снижение затрат на производство, а также усиление безопасности при реализации технологического процесса нанесения тонкого слоя аморфного кремния на подложку. 1 з.п. ф-лы, 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C23C 16/24 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015156782, 28.12.2015**

(24) Effective date for property rights:
28.12.2015

Registration date:
17.11.2017

Priority:

(22) Date of filing: **28.12.2015**

(43) Application published: **04.07.2017** Bull. № 19

(45) Date of publication: **17.11.2017** Bull. № 32

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
Universitet ITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):

**Ermolaev Vladimir Sergeevich (RU),
Puzyk Mikhail Vladimirovich (RU),
Papchenko Boris Petrovich (RU),
Khegaj Dmitrij Klimovich (RU),
Vasilchenko Evgenij Viktorovich (RU),
Usachev Vladimir Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij natsionalnyj
issledovatel'skij universitet informacionnykh
tekhnologij, mekhaniki i optiki" (Universitet
ITMO) (RU)**

(54) **METHOD FOR APPLYING THIN LAYER OF AMORPHOUS SILICON**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: method for applying a thin layer of amorphous silicon onto a substrate includes providing contact of the substrate surface with a photosensitive substance containing silicon and directing ultraviolet radiation to the contact surface of the substrate with a silicon-containing photosensitive substance, which ensures execution of photochemical reaction with formation of an amorphous silicon layer. Silicon halide is used as a photosensitive substance containing silicon, ultraviolet radiation with a wavelength of 100-350 nm

and a power density of 1-15 mW/cm² is directed to the contact surface with the substrate and provided for 0.6-15 minutes at a temperature of 1-140°C and normal pressure to obtain an amorphous silicon layer with thickness of 50-400 nm. In a particular embodiment of the invention, sapphire is used as the substrate material.

EFFECT: simplifying the technology, reducing production costs, enhancing safety in the implementation of the technological process of applying a thin layer of amorphous silicon on the substrate.

2 cl, 1 ex

Изобретение относится к технологии получения пленок аморфного кремния и может быть использовано в современной микроэлектронике, оптоэлектронике и интегральной оптике.

5 Анализ научно-технических источников показал, что обычно способы нанесения пленок аморфного кремния на подложки заключаются в активации силаносодержащих газовых смесей, имеющих в своем составе кремний, путем образования в них плазмы различной природы или тлеющего разряда, в результате чего на подложку осаждается слой кремния.

10 Известен (Патент №РФ 2100477, МПК С23С 16/24, опубл. 27.12.1997 г.) способ осаждения пленок аморфного кремния, заключающийся в том, что поток кремнийсодержащего газа подвергается активации за счет образования в нем электронно-пучковой плазмы, а формирование пленки осуществляется на нагретой подложке, находящейся в контакте с потоком активированной газовой смеси.

15 Известны (Патент Японии 6044552 В4, МПК Н01L 21/205) способы нанесения пленок аморфного кремния путем разложения силаносодержащей газовой смеси и осаждения продуктов реакции на нагретую подложку, при которых для активации и разложения газовой смеси преимущественно используется инициированный в ней тлеющий разряд. Условия реализации этих процессов требуют применения вакуумной аппаратуры, прецизионно регулируемых систем подачи рабочих (силановые) и вспомогательных 20 газов, а также аппаратуры обеспечения нагрева пластин и газа (от 300 до 850°С). Кроме этого, силаносодержащие вещества термически нестойки и взрывоопасны.

Наиболее близким и выбранным авторами за прототип является Патент US 4908292 А, МПК G03G 5/082 от 13.03.1990 г., описывающий способ нанесения тонкого слоя аморфного кремния на подложку путем осаждения на электропроводящую пластину 25 слоя кремния в процессе активизации и разложения кремнийсодержащих веществ в ходе многоступенчатой фотохимической реакции.

В этом способе нанесение пленки аморфного кремния заключается во введении в область фотовозбуждения реактора с пониженным давлением смеси газов (пары ртути и силан), для расширения энергетического зазора атомов кремния и повышения 30 электрического сопротивления кремния. Для этого вводят один из элементов (азот, углерод, бор или кислород) посредством введения одного из газов (алканы, алкен или ацетилен, аммиак или гидразин, закись азота, диборана, диоксида или озона) в определенном дозируемом составе (например: SiH₄ и NH₃ составляло 1:25 в прототипе), включающих в себя промежуточный фотовозбуждаемый компонент (в прототипе пары 35 ртути), который, получив дополнительную энергию, передает ее другому компоненту газовой смеси (силану), содержащему в составе кремний, способствуя этим протеканию сенсibilизированной фотохимической реакции с осаждением легированного кремния на нагретую подложку, которая, сообщая дополнительную энергию силановой смеси, способствует осаждению легированного кремния на подложку.

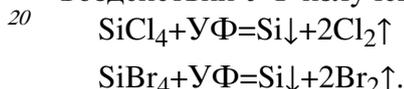
40 Недостатком этого способа нанесения кремния является сложность его реализации, т.к. перечень действий однозначно указывает на многоступенчатость фотосенсibilизированного химического процесса. Требуется также применение вакуумной аппаратуры, прецизионно регулируемых систем подачи рабочих (силановых) и вспомогательных газов, а также аппаратуры обеспечения нагрева пластин и газа. 45 Кроме этого, силаны чрезвычайно ядовиты и взрывоопасны.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является упрощение технологии и снижение затрат на производство за счет достижения технического результата, заключающегося в обеспечении простоты и безопасности

процесса нанесения на подложки тонких пленок кремния.

Указанный технический результат достигается за тем, что способ нанесения тонкого слоя аморфного кремния на подложку, включающий обеспечение контакта поверхности подложки со светочувствительным веществом, содержащим кремний, и направление на поверхность контакта поверхности подложки с содержащим кремний светочувствительным веществом ультрафиолетового излучения, обеспечивающего протекание фотохимической реакции с образованием слоя аморфного кремния, отличается тем, что в качестве светочувствительного вещества, содержащего кремний, используют один из галогенидов кремния, на поверхность контакта с подложкой которого направляют ультрафиолетовое излучение с длиной волны 100-350 нм и плотностью мощности 1-15 мВт/см² и обеспечивают в течение 0,6-15 мин. при температуре 1 - 140°C и нормальном давлении получение слоя аморфного кремния толщиной 50-400 нм.

Как известно, фотохимические реакции - это химические реакции, которые инициируются воздействием света. В основном фотохимические реакции проходят при воздействии УФ-излучения. В нашем случае в качестве светочувствительных веществ, содержащих кремний, используются галогениды кремния, такие как хлорид кремния и бромид кремния и другие. Фотохимические реакции в ряде этих соединений при воздействии УФ излучения приведены ниже:



Предложенный способ нанесения тонкого слоя кремния на подложку проводится при низких температурах (1-140°C), нормальном давлении и ориентирован на класс веществ, существенно более безопасных, чем используются в прототипе.

Пример реализации предлагаемого технического решения.

Подложка, в нашем случае, из сапфира с полированной поверхностью диаметром 52 мм помещалась в изолированный бокс, содержащей инертный газ (аргон или другой) с содержанием кислорода и воды меньше 1 ppm для каждого компонента. Поверхность подложки, предназначенную для образования слоя кремния, вводили в контакт со светочувствительным веществом, содержащим кремний (в нашем случае хлорид кремния). Освещали место контакта УФ-излучением с длиной волны 100-350 нм (в нашем случае 172 нм) и плотностью мощности 1-15 мВт/см².

В результате взаимодействия светочувствительного вещества, содержащего кремний, и УФ-излучения, происходила фотохимическая реакция, приводящая к образованию на поверхности подложки слоя кремния. Температура проведения процесса осаждения кремния составляла 1-140°C (в нашем случае 5°C), в зависимости от вида галогенида кремния. Время образования слоя кремния в интервале толщин 50-400 нм составляло 0,6-15 мин.

Состав твердого материала подложки (сапфир или другой) не имеет значения. Был реализован также процесс осаждения кремния на такие материалы, как кварц, оптические стекла (К-8) и другие материалы.

Приведенный пример осаждения кремния на подложку из сапфира вызван тем, что он практически монополюсно используется в элементах микроэлектроники - технология КНС.

(57) Формула изобретения

1. Способ нанесения тонкого слоя аморфного кремния на подложку, включающий

обеспечение контакта поверхности подложки со светочувствительным веществом, содержащим кремний, и направление на поверхность контакта поверхности подложки с содержащим кремний светочувствительным веществом ультрафиолетового излучения, обеспечивающего протекание фотохимической реакции с образованием слоя аморфного кремния, отличающийся тем, что в качестве светочувствительного вещества, содержащего кремний, используют галогенид кремния, на поверхность контакта с подложкой которого направляют ультрафиолетовое излучение с длиной волны 100-350 нм и плотностью мощности 1-15 мВт/см² и обеспечивают в течение 0,6-15 мин при температуре 1-140°C и нормальном давлении получение слоя аморфного кремния толщиной 50-400 нм.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве материала подложки используют сапфир.

15

20

25

30

35

40

45