



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 164 718** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **H 01 L 21/265, H 01 J 37/30**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2000117335/28, 04.07.2000

(24) Дата начала действия патента: 04.07.2000

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2001

(46) Дата публикации: 27.03.2001

(56) Ссылки: EP 0275965 A2, 27.07.1988. WO 98/29901 A1, 09.07.1998. US 5483077 A, 09.01.1996. FR 2407567, 29.06.1979. RU 2007783 C1, 15.02.1994.

(98) Адрес для переписки:
111250, Москва, ул. Авиамоторная 53, ЗАО
"Патентный поверенный", Андрущак Г.Н.

(71) Заявитель:
Общество с ограниченной ответственностью
"Агентство маркетинга научных разработок"

(72) Изобретатель: Смирнов В.К.,
Кибалов Д.С.

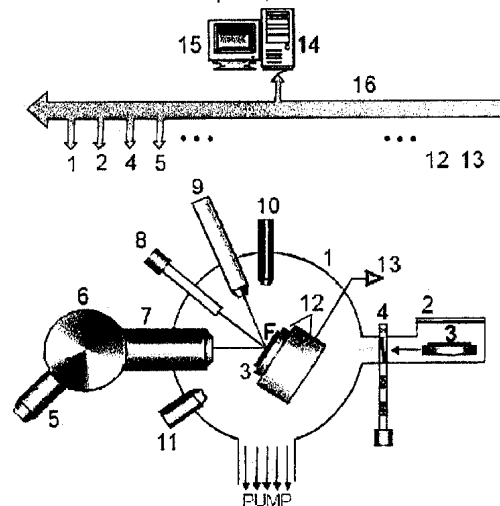
(73) Патентообладатель:
Общество с ограниченной ответственностью
"Агентство маркетинга научных разработок"

(54) **УСТАНОВКА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН ИОННЫМИ ПУЧКАМИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к электронной и вакуумной технике. Технический результат - обеспечение возможности изготовления наноструктур, пригодных для изготовления полупроводниковых приборов с высокой степенью интеграции, а также оптических приборов высокого разрешения. Сущность: установка содержит вакуумную камеру с системами откачки и отжига, устройство ввода полупроводниковых пластин в камеру, ионный источник с управляемой энергией, масс-сепаратор, детектор электронов, держатель полупроводниковой пластины, измеритель ионного тока, квадрупольный масс-анализатор, компьютер с монитором и интерфейсом. Оси колонны транспорта ионного пучка, оптического микроскопа и электронной пушки расположены в одной плоскости с нормалью к полупроводниковой пластине, находящейся в рабочем положении, и пересекаются в одной точке, располагающейся на лицевой поверхности

пластины. Оптический микроскоп и электронная пушка располагаются с лицевой стороны пластины, и угол между их осями наименьший. 2 з.п.ф-лы, 1 ил.



RU 2 164 718 C1

RU 2 164 718 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 164 718** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 01 L 21/265, H 01 J 37/30**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000117335/28, 04.07.2000
 (24) Effective date for property rights: 04.07.2000
 (43) Application published: 27.03.2001
 (46) Date of publication: 27.03.2001
 (98) Mail address:
 111250, Moskva, ul. Aviamotornaja 53, ZAO
 "Patentnyj poverennyj", Andrushchak G.N.

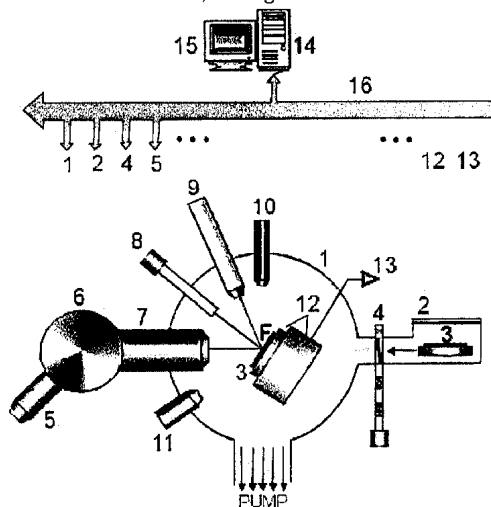
(71) Applicant:
 Obshchestvo s ogranichennoj
 otvetstvennost'ju "Agentstvo marketinga
 nauchnykh razrabotok"
 (72) Inventor: Smirnov V.K.,
 Kibalov D.S.
 (73) Proprietor:
 Obshchestvo s ogranichennoj
 otvetstvennost'ju "Agentstvo marketinga
 nauchnykh razrabotok"

(54) **UNIT FOR ION-BEAM PRODUCTION OF NANOSTRUCTURES ON THE SURFACE OF SEMICONDUCTOR PLATES**

(57) Abstract:

FIELD: electronic and vacuum engineering.
 SUBSTANCE: unit has vacuum chamber with evacuation and annealing systems, device for feeding semiconductor plates to chamber, controlled-energy ion source, mass separator, electron detector, semiconductor plate holder, ion current meter, quadruple mass analyzer, and computer with monitor and interface. Axes of ion beam transport column, optical microscope, and electron gun are in same plane as that perpendicular to semiconductor plane in working position and they are intersecting at single point on front surface of plate. Optical microscope and electron gun are mounted on face side of plate and spaced apart through smallest angle. EFFECT: enhanced degree of integration of semiconductor devices and resolution of optical devices using proposed

nanostructures. 3 cl, 1 dwg



RU 2 164 718 C1

RU 2 164 718 C1

Изобретение относится к электронной и вакуумной технике, в частности к установкам для формирования на полупроводниковых пластинах различных структур и покрытий, и может быть использовано при создании полупроводниковых приборов нового поколения, а также в оптическом приборостроении.

Известна установка для обработки полупроводниковых пластин, содержащая вакуумную установку, вакуумные средства откачки, средство обработки пластин (см. патент ЕР 0275965, Н 01 J 37/32, 1988).

Недостатком аналога является то, что при одноволновом режиме передачи энергии на частоте 2,45 ГГц сечение плазменного пучка и диаметр обрабатываемых пластин ограничены величиной 76-100 мм, что делает невозможным использование аналога для обработки пластин диаметром 150-200 мм. Кроме этого, в известном решении затруднена возможность обеспечения заданного угла плазменного потока относительно нормали к поверхности обрабатываемой пластины, а также управления энергией ионов в плазме. Данное решение принято в качестве ближайшего аналога (прототипа). Техническая задача, решаемая посредством настоящего изобретения, состоит в разработке установки для изготовления наноструктур, пригодных для изготовления полупроводниковых приборов с высокой степенью интеграции, а также оптических приборов высокого разрешения и направлена на расширение функциональных возможностей известной установки.

Технический результат, получаемый в результате реализации изобретения, состоит в обеспечении возможности изготовления тонкопленочных полупроводниковых структур, пригодных для создания полупроводниковых приборов нового поколения, а также дифракционных решеток.

Поставленная задача достигается тем, что установка для формирования наноструктур на поверхности полупроводниковых пластин содержит вакуумную камеру, с системами откачки и отжига, устройство ввода полупроводниковых пластин в камеру, ионный источник с управляемой энергией, масс-сепаратор, электронную пушку, детектор электронов, держатель полупроводниковой пластины, измеритель ионного тока, причем установка снабжена колонной транспорта ионного пучка, квадрупольным масс-анализатором, оптическим микроскопом, компьютером, оси колонны транспорта ионного пучка, оптического микроскопа и электронной пушки расположены в одной плоскости с нормалью к полупроводниковой пластине, находящейся в рабочем положении, и пересекаются в одной точке, располагающейся на лицевой поверхности пластины, колонна транспорта ионного пучка, оптический микроскоп и электронная пушка располагаются с лицевой стороны пластины и угол между их осями наименьший, компьютер обеспечивает возможность сканирования ионного пучка по набору площадок посредством перемещения пластины по заданным координатам площадок, получения изображений поверхности пластины во вторичных электронах и совмещение растворов ионного и электронного пучков на поверхности пластины.

Вакуумная камера позволяет достичь вакуума $5 \cdot 10^{-10}$ Торр. Диаметр ионного пучка может быть 0,9 - 1,5 мкм при энергии ионов 5 кэВ.

Изобретение иллюстрировано графическим материалом, где на чертеже приведена установка для формирования наноструктур на поверхности полупроводниковых пластин ионными пучками, которая содержит сверхвысоковакуумную камеру 1, позволяющую создавать вакуум $5 \cdot 10^{-10}$ Торр с необходимыми системами откачки и отжига (на чертеже не показаны), устройство ввода полупроводниковых пластин 2 диаметром 200 мм в камеру 1, полупроводниковую пластину 3, шлюзовой клапан 4, ионный источник с управляемой энергией 5, масс-сепаратор 6, колонну транспорта ионного пучка 7, оптический микроскоп 8, электронную пушку 9, квадрупольный масс-анализатор 10, детектор электронов 11, держатель 12 полупроводниковой пластины, измеритель ионного тока 13, компьютер 14, монитор 15, интерфейс 16. Установка работает следующим образом.

Устанавливают пластину 3 в вакуумную камеру 1 с остаточным давлением $5 \cdot 10^{-10}$ Торр. В ионный источник типа дугоплазмотрон напускают азот для получения потока ионов азота. Задают энергию потока ионов и угол облучения пластины. Поток ионов азота при токе $I = 250$ нА равномерно облучают область $S = 200 \cdot 200$ кв. мкм на поверхности пластины. При этом соблюдают следующие условия. Оси колонны транспорта ионного пучка 7, оптического микроскопа 8 и электронной пушки 9 находятся в одной плоскости с нормалью к пластине 3, находящейся в рабочем положении. Оси колонны транспорта ионного пучка 7, оптического микроскопа 8 и электронной пушки 9 должны пересекаться в одной точке F, располагающейся на лицевой поверхности пластины 3. Эта точка должна быть точкой фокуса колонны транспорта ионного пучка 7, оптического микроскопа 8 и электронной пушки 9. Колонна транспорта ионного пучка 7, оптический микроскоп 8 и электронная пушка 9 должны располагаться с лицевой стороны пластины и угол между их осями должен быть наименьший. Ионный источник 5 представляет собой ионный источник типа дугоплазмотрон, работающий на следующих газах аргон, кислород и азот и обеспечивающий энергии ионов в диапазоне от 500 эВ до 20 кэВ.

Масс-сепаратор 6 представляет собой масс-сепаратор с диапазоном масс от 1 до 100 а.е.м. и имеет относительное разрешение по массам 5 а.е.м. Колонна транспорта ионного пучка 7 обеспечивает возможность изменения размера раstra и отношения сторон раstra. Диаметр ионного пучка должен быть около 1 мкм (от 0,9 мкм до 1,5 мкм) при энергии ионов 5 кэВ. Направления X и Y сканирования ионного пучка должны совпадать с направлениями перемещения держателя пластины 12. Электронное управление смещением ионного пучка вдоль оси Y должно быть не меньше, чем двойной размер раstra в направлении Y. Линейность развертки ионного пучка в направлении Y должна быть управляемой.

Оптический микроскоп 8 выполнен с подсветкой пластин, увеличением от 8 до 100 крат и выводом изображения на TV монитор. Электронная пушка 9 создает энергию электронов от 100 эВ до 10 кэВ, ток электронного пучка 5 мкА и размер пятна около 100 нм. Направления X и Y сканирования электронного пучка должны совпадать с направлением перемещения держателя пластины 12.

Электронное управление смещением электронного пучка в направлении Y должно быть не меньше, чем двойной размер раstra в направлении Y.

Линейность развертки электронного пучка в направлении Y должна быть управляемой.

Квадрупольный масс-анализатор 10 оснащен оптикой сбора как положительных, так и отрицательных вторичных ионов.

Диапазон измеряемых масс 1 - 100 а.е.м. Абсолютное разрешение по массам 5 а.е.м. Детектор электронов 11 представляет собой детектор вторичных электронов.

Держатель полупроводниковой пластины 12 обеспечивает возможность наклона пластины таким образом, чтобы нормаль к пластине оставалась в плоскости осей колонны транспорта ионного пучка 7, оптического микроскопа 8 и электронной пушки 9. Угол наклона нормали пластины относительно оси колонны транспорта ионного пучка 7 должен обеспечиваться от 0 до 90°. Вращение пластины должно обеспечиваться от 0 до 360°. Непрерывного вращения пластины не требуется. Точность установки углов должна быть $\pm 0,5^\circ$. Держатель пластины должен обеспечивать нагрев пластины от комнатной температуры до 700°C. X и Y направления перемещения пластины должны быть в плоскости пластины. Перемещение пластины в направлении Z должно обеспечивать совмещение плоскости поверхности пластины с точкой фокуса колонны транспорта ионного пучка 7, оптического микроскопа 8 и электронной пушки 9. Погрешность перемещения пластины должна быть около 1 мкм. Измеритель ионного тока 13 обеспечивает измерение тока с пластины.

Компьютер 14 с монитором 15 и интерфейсом 16 предназначены для управления установкой в целом. Компьютер 14 должен обеспечивать сканирование ионного

пучка по набору площадок посредством перемещения пластины по заданным координатам площадок, при этом выключение ионного пучка должно определяться как интегралом тока с пластины, так и сигналом определенных ионов, детектируемых квадрупольным масс-анализатором 10.

Компьютер обеспечивает получение изображений поверхности пластины как во вторичных электронах, вызываемых сканирующими электронным или ионным пучками, так и даваемое оптическим микроскопом 8, для обеспечения возможности совмещения растров ионного и электронного пучков на поверхности пластины.

Формула изобретения:

1. Установка для формирования наноструктур на поверхности полупроводниковых пластин, содержащая вакуумную камеру с системами откачки и отжига, устройство ввода полупроводниковых пластин в камеру, ионный источник с управляемой энергией, масс-сепаратор, электронную пушку, детектор электронов, держатель полупроводниковой пластины, измеритель ионного тока, отличающаяся тем, что она снабжена колонной транспорта ионного пучка, квадрупольным масс-анализатором, оптическим микроскопом, компьютером, оси колонны транспорта ионного пучка, оптического микроскопа и электронной пушки расположены в одной плоскости с нормалью к полупроводниковой пластине, находящейся в рабочем положении, и пересекаются в одной точке, располагающейся на лицевой поверхности пластины, колонна транспорта ионного пучка, оптический микроскоп и электронная пушка располагаются с лицевой стороны пластины и угол между их осями наименьший, компьютер обеспечивает возможность сканирования ионного пучка по набору площадок посредством перемещения пластины по заданным координатам площадок, получение изображений поверхности пластины во вторичных электронах и совмещение растров ионного и электронного пучков на поверхности пластины.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что вакуумная камера позволяет достичь вакуума 5×10^{-10} Торр.

3. Установка по п.1, отличающаяся тем, что диаметр ионного пучка может быть 0,9 - 1,5 мкм при энергии ионов 5 кэВ.