



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016112585/05, 04.04.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.04.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.04.2016

(45) Опубликовано: 27.08.2016

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Одинокова
С.Б. (каф. РЛ-2)

(72) Автор(ы):

Одинокое Сергей Борисович (RU),
Сагателян Гайк Рафаэлович (RU),
Ковалёв Михаил Сергеевич (RU),
Кузнецов Алексей Станиславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)

(54) НОСИТЕЛЬ ДЛЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ ПОДЛОЖЕК ИЗ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к узлам устройств плазмохимического (ионно-плазменного, сухого) травления (осуществляемого в камерах при пониженном давлении) подложек из диэлектрических материалов для микроэлектроники, микрооптики, прецизионного приборостроения. Технический результат: совокупность технических улучшений носителя: - возможность универсальной переналадки одного и того же экрана на обработку различных по размеру и конфигурации подложек из диэлектрических материалов; - исключение пространственных деформаций экрана под воздействием радиочастотного излучения антенны установки плазмохимического травления; - повышение надежности электроизоляции между основанием и экраном; - отсутствие крепежных элементов между основанием и экраном; - уменьшение габаритов и массы носителя. Носитель для плазмохимического травления подложек из диэлектрических материалов содержит плоское металлическое основание, над основанием плоский металлический экран с отверстием, соответствующим по конфигурации и размеру обрабатываемой подложке, устанавливаемой на основании, с обеспечением электрической

изолированности основания и экрана друг от друга за счет диэлектрических прокладочных элементов между ними. При этом экран выполнен металлизированным в виде тонкого металлического покрытия, нанесенного на тонкую диэлектрическую пластину, выполняющую функцию прокладочного элемента. Экран лежит на основании под действием собственного веса и находится с ним в оптическом контакте, закрывая полностью площадь контакта основания с плазмой. Экран нарезан с обеспечением безотходного раскроя на элементы мозаично-замковой структуры типа «пазл» с возможностью посредством выборочного удаления отдельных элементов мозаично-замковой структуры формирования в экране вышеуказанного отверстия. Форма элементов мозаично-замковой структуры с взаимно-обратными выступами и впадинами замков такова, что элементы, будучи собраны все вместе, покрывают всю плоскость металлического основания, обеспечивая невозможность разделения металлизированного экрана на части при горизонтальном механическом воздействии на элементы. Между обрабатываемой подложкой и металлическим основанием помещена дополнительная

металлическая прокладка, заходящая частично под экран и обрамляющая обрабатываемую

площадь подложки в вышеуказанном отверстии экрана. 2 ил.

R U 1 6 4 3 9 2 U 1

R U 1 6 4 3 9 2 U 1

Область техники

Полезная модель относится к узлам устройств плазмохимического (ионно-плазменного, сухого) травления (осуществляемого в камерах при пониженном давлении) подложек из диэлектрических материалов для микроэлектроники, микрооптики, прецизионного приборостроения.

Уровень техники

В ходе патентно-информационного поиска были отобраны следующие аналоги.

В патентной заявке ФРГ DE 10008004 (A1) Protective screen used for an electrostatic holder for processing substrates and wafers in plasma etching devices comprises a holding element for positioning the screen over the electrostatic holder (Защитный экран, используемый для электростатического держателя (носителя) для обработки подложек и пластин в устройствах плазменного травления, включающий удерживающий (крепежный) элемент для позиционирования экрана над электростатическим держателем) (МПК H01L 21/68, опубликовано 2001-09-27) описан защитный экран с удерживающим элементом (14-1, 14-2) для позиционирования экрана над электростатическим держателем (носителем) (16, 18). Удерживающий элемент прикреплен к нижней стороне экрана. Подставка (22) с помощью удерживающего элемента (14-1, 14-2) жестко прикреплена к экрану (10), и она может двигаться относительно электростатического держателя (16, 18) для позиционирования экрана (10). Подставка (22) имеет подъемные штифты (24-1, 24-2) для поднятия подложки (12) с электростатического держателя (16, 18). Экран состоит из полиимида, керамики, кремния и/или оксида алюминия, или из покрытой полиимидом керамики.

Недостатком данного носителя является сложность и громоздкость конструкции и наличие удерживающих (крепежных) элементов, неуниверсальность экрана.

В российском патенте №2285742 СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПОДЛОЖКУ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ (МПК C23C 14/35, опубл. 20.10.2006) способ заключается в катодном распылении материала помещенной в плазму металлической мишени, состоящей из напыляемого материала. Поперечный размер мишени близок к поперечному размеру слоя покрытия, мишень и диэлектрическую подложку, на которую производится напыление, перемещают друг относительно друга с высокой точностью позиционирования. Скорость перемещения мишени относительно подложки выбирают таким образом, чтобы обеспечить заданную толщину слоя покрытия. Размер мишени выбран значительно меньше размера подложки. Технический результат заключается в уменьшении расхода материала мишени, увеличении точности установления толщины покрытия и улучшении качества покрытия. Техническая задача улучшения локализации наносимого вещества в заданных точках подложки решается тем, что подложку закрывают съемной маской с необходимой топологией (в предлагаемой полезной модели носителя этого нет). То, что подложка расположена на дополнительно введенном подложкодержателе, который помещен в центральной части рабочей камеры между мишенью и антенной, и что подложкодержатель выполнен из металла, является общим местом для всякой такой рода техники и также присутствует в предлагаемой полезной модели носителя.

Однако в указанном аналоге использованы ограничения (размер мишени выбран значительно меньше размера подложки; ограничения потока распыляемого металла на подложку с помощью коллиматора; закрытие подложки съемной маской), которые в предлагаемой полезной модели не использованы. И в целом конструкция достаточно непохожа на конструкцию предлагаемого носителя

В другом российском патенте №2249883 УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН (МПК H01L 21/3065, опубл. 10.04.2005) имеются термостабилизированный подложкодержатель, экранирующие сетки, которые выполнены в виде набора тонких металлических пластин, установленных параллельно друг другу под заданным углом к подложкодержателю (при этом угол наклона, количество и параметры пластин выбирают из условия прозрачности сетки для газового потока и перекрытия пластинами друг друга не более чем наполовину); заземленный экран, выполненный в виде цилиндра из проводящего немагнитного материала, имеющего, по крайней мере, один разрез вдоль образующей цилиндра, и установленный между индуктором и трубой.

Подложкодержатель имеется и в предлагаемом носителе и назван «металлическим основанием», его также можно считать термостабилизированным, поскольку его устанавливают на столик установки плазмохимического травления (ПХТ), а на поверхность этого столика через специальные каналы и отверстия подают охлаждающий столик газ - гелий. Отличие в подложкодержателях в том, что в предлагаемом носителе подложкодержатель (металлическое основание) несет, кроме собственно подложки, также и металлизированный экран, а подложкодержатель в аналоге - только подложку.

Заземленный экран в аналоге к экрану в предлагаемой полезной модели отношения не имеет, так как в аналоге защитный экран установлен непосредственно у катушки индуктивности выше области плазмы, а в предлагаемом носителе экран расположен ниже области плазмы непосредственно над подложкодержателем (металлическим основанием), экранируя его. А вот экранирующие сетки в аналоге выполняют в чем-то сходные функции с металлизированным экраном в предлагаемом носителе.

Наиболее существенное отличие и недостаток аналога - то, что экранирующие сетки установлены непосредственно в корпусе установки ПХТ. Это фактически исключает возможность какой-либо универсальной регулировки и перенастройки в зависимости от формы и размера подложки. А в микро- и нано-оптике размеры и конфигурация подложек могут быть самыми разнообразными.

В отраслях российского вакуумного машиностроения, в частности производства установок ПХТ разнообразных, в том числе диэлектрических материалов известна фирма "ЭСТО-Вакуум" (RU), у которой есть 2 российских патента на устройства ПХТ с упоминанием подложкодержателей и рабочих столов для них:

- патент RU 2529633 (МПК H01L 21/3065, Опубликовано: 27.09.2014 Бюл. №27)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ Устройство для плазмохимического травления содержит вакуумную камеру, генератор переменного напряжения высокой частоты и подложкодержатель с обрабатываемым изделием. Подложкодержатель взаимодействует через дополнительное устройство с дополнительным генератором переменного напряжения высокой частоты.

Подложкодержатель имеет автономные приводы вращения. Средство программного управления автоматически регулирует скорость вращения привода, обеспечивая необходимую равномерность травления изделия. Изобретение обеспечивает уменьшение габаритов всей установки и снижение потребляемой мощности.

- патент RU 2490369 (МПК C23C 14/35, Опубликовано: 20.08.2013 Бюл. №23)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ НА

ИЗДЕЛИЯ. Устройство содержит цилиндрическую рабочую камеру с магнетронной распылительной системой. Рабочая камера дополнительно содержит рабочий стол, выполненный с возможностью вращения вокруг своей оси и нагрева изделия.

Технический результат изобретения заключается в обеспечении нанесения многослойных

покрытий на изделия различных габаритных размеров, получении равномерного покрытия высокого качества, а также в уменьшении массогабаритных параметров устройства.

Однако в этих запатентованных устройствах практически не уделено внимание носителям для ПХТ подложек из диэлектрических материалов.

Наиболее близким аналогом можно признать разработанный в МГТУ им. Н.Э. Баумана для установки ПХТ Caroline 15 PE (производства «ЭСТО-Вакуум») носитель для ПХТ подложек из диэлектрических материалов, описанный в статье Одинокова С.Б., Сагателяна Г.Р. «Технология изготовления дифракционных и голограммных оптических элементов с функциональным микрорельефом поверхности методом плазмохимического травления»: Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. - Сер. «Приборостроение». - №2, 2010. - С. 94-95), который содержит металлическое основание; привинченный сверху через диэлектрические втулки к основанию металлический экран с отверстием, соответствующим подвергаемому обработке образцу по конфигурации и размеру. Носитель обеспечивает электрическую развязку (изолированность) этих деталей относительно друг друга, благодаря применению керамических (диэлектрических) втулок между ними.

Недостатками данного носителя можно признать:

- неуниверсальность экрана;
- пространственные деформации экрана вследствие нагрева под действием токов высокой частоты при работе антенны установки ПХТ в радиочастотном диапазоне;
- возможность электрического пробоя между основанием и экраном;
- наличие уменьшающих надежность электроизолированности основания и экрана крепежных элементов;
- относительная громоздкость конструкции.

Раскрытие полезной модели

Соответственно, техническим результатом, который обеспечивается полезной моделью, является следующая совокупность технических улучшений носителя:

- возможность универсальной переналадки одного и того же экрана на обработку различных по размеру и конфигурации подложек из диэлектрических материалов;
- исключение пространственных деформаций экрана под воздействием радиочастотного излучения антенны установки ПХТ;
- повышение надежности электроизоляции между основанием и экраном;
- отсутствие крепежных элементов между основанием и экраном;
- уменьшение габаритов и массы носителя.

Указанный технический результат достигается следующей совокупностью существенных признаков конструкции предлагаемого носителя: - наличие металлического основания, металлизированного экрана, металлической прокладки; - металлизированный экран лежит на металлическом основании; при этом металлизированный экран выполнен в виде металлического покрытия, нанесенного на тонкую диэлектрическую пластину; экран нарезан на элементы мозаично-замковой конфигурации (формируя пазл) с возможностью формирования отверстия в экране для обнажения подложек посредством выборочного удаления элементов мозаично-замковой конфигурации; - металлизированная диэлектрическая пластина разрезана с обеспечением безотходного раскроя на отдельные части (элементы), образующие в совокупности мозаично-замковую конфигурацию типа «пазл» (это - ключевой момент.

Металлизированный экран находится в высокочастотном электромагнитном поле и поэтому сильно нагревается. Нагрев приводит к тепловым деформациям. При сплошной

конструкции экрана его хрупкий диэлектрик совершенно неизбежно разрушился бы. Разделение экрана на части позволяет компенсировать тепловые деформации); - форма элементов мозаично-замковой структуры такова, что элементы, будучи собраны вместе, покрывают всю плоскость металлического основания, обеспечивая невозможность
5 разделения металлизированного экрана на части при горизонтальном воздействии на элементы (при перемещениях носителя с обрабатываемой подложкой и экраном неизбежны встряхивания и прочее - при этом должна обеспечиваться сплошность экрана);

- форма выполнения взаимосвязи между элементами следующая: - элементы
10 металлизированного экрана взаимосвязаны друг с другом, благодаря созданию мозаично-замковой структуры - пазлу (элементы пазла имеют в свою очередь взаимно-обратные выступы и впадины - элементы замков); - элементы металлизированного экрана лежат на металлическом основании под действием собственного веса и находятся с ним в оптическом контакте (оптический контакт нужен для предотвращения смещения
15 всего экрана целиком относительно основания, для обеспечения оптического контакта нужна полировка);

- взаимное расположение элементов следующее: - металлическое основание находится
внизу, располагаясь в горизонтальной плоскости; - металлизированный экран укладывается на металлическое основание сверху, закрывая полностью площадь
20 контакта основания с плазмой; - металлизированный экран контактирует с металлическим основанием, через тонкую диэлектрическую пластину, являющуюся частью металлизированного экрана (что повышает электрическую изолированность металла экрана от металла основания - диэлектрик вместо обычного зазора с вакуумом с газами).

- между обрабатываемой подложкой и металлическим основанием помещена
25 металлическая прокладка, заходящая частично под экран (что исключает распыление материала металлического основания); - обрабатываемая подложка находится в отверстии, образованной удалением некоторых элементов мозаично-замковой структуры, и лежит под действием собственного веса на металлическом основании
30 через тонкую металлическую прокладку.

Таким образом, предлагается носитель для плазмохимического травления подложек из диэлектрических материалов, содержащий плоское металлическое основание, над
основанием плоский металлический экран с отверстием, соответствующим по
35 конфигурации и размеру обрабатываемой подложке, устанавливаемой на основании, с обеспечением электрической изолированности основания и экрана друг от друга за счет диэлектрических прокладочных элементов между ними. При этом экран выполнен металлизированным в виде тонкого металлического покрытия, нанесенного на тонкую диэлектрическую пластину, выполняющую функцию прокладочного элемента. Экран
40 лежит на основании под действием собственного веса и находится с ним в оптическом контакте, закрывая полностью площадь контакта основания с плазмой. Экран нарезан с обеспечением безотходного раскроя на элементы мозаично-замковой структуры типа «пазл» с возможностью посредством выборочного удаления отдельных элементов мозаично-замковой структуры формирования в экране вышеуказанного отверстия. Форма элементов мозаично-замковой структуры с взаимно-обратными выступами и
45 впадинами замков такова, что элементы, будучи собраны все вместе, покрывают всю плоскость металлического основания, обеспечивая невозможность разделения металлизированного экрана на части при горизонтальном механическом воздействии на элементы. Между обрабатываемой подложкой и металлическим основанием

помещена дополнительная металлическая прокладка, заходящая частично под экран и обрамляющая обрабатываемую площадь подложки в вышеуказанном отверстии экрана.

Перечень фигур

- 5 На фиг. 1 представлен разрез заявляемого носителя на виде сбоку или спереди; на фиг. 2 представлен вид заявляемого носителя сверху.

Осуществление полезной модели

На фигурах номерами позиций обозначены:

- 10 1 - металлическое основание
 2 - металлизированный экран
 3 - металлическая прокладка
 4 - обрабатываемая подложка
 6 - область плазмы
 7 - тонкая диэлектрическая пластина, являющаяся частью экрана
 15 8 - слой металлизации на тонкой диэлектрической пластине, являющейся частью экрана
 9 - рабочий столик установки ПХТ
 10 - линии безотходного раскроя металлизированного экрана на отдельные элементы
 11 - элемент мозаично-замковой структуры
 20 12 - взаимно-обратные выступы и впадины, образующие замок
 13 - контур металлической прокладки штриховой линией
 14 - область, свободная от элементов мозаики
 15 - структура, формируемая при ПХТ (рисунок микрорельефа)
 16 - направление ионного тока при отсутствии металлизированного экрана (тонкими
 25 стрелками)
 17 - направление ионного тока при наличии металлизированного экрана (утолщенными стрелками)

- Форма выполнения элементов устройства в целом, в частности геометрическая форма следующая: - металлическое основание имеет форму столика установки
 30 плазмохимического травления - обычно круглую; - такую же форму имеет металлизированный экран; - металлическое основание представляет собой пластину из хорошо проводящего материала (медь, алюминий, их сплавы) толщиной от 1 до 5 мм и диаметром 200 мм (диаметр основания соответствует диаметру столика установки ПХТ); - одна сторона металлического основания (контактирующая со столиком) имеет
 35 отклонения от плоскостности в пределах 10 мкм и шероховатость Ra от 0,1 до 0,5 мкм (такие параметры обеспечивают оптимальность контакта со столиком); - вторая сторона отполирована с выдерживанием требований, предъявляемым к оптическим деталям - т.е. общие отклонения от плоскостности - в пределах 2-х колец, локальные отклонения от плоскостности - в пределах 0,1 кольца (такая полировка нужна для обеспечения
 40 оптического контакта); - металлизированный экран представляет собой круглую пластину из стекла, керамики, сапфира или другого диэлектрического материала толщиной от 0,5 до 2 мм и диаметром 200 мм (диаметр металлизированного экрана соответствует диаметру круглого металлического основания); - обе стороны диэлектрической пластины отполированы; - одна из сторон диэлектрической пластины
 45 металлизирована с созданием на ней тонкопленочного слоя, например, хрома или другого химически стойкого металла или сплава (слой металлизации играет роль экрана); - другая сторона диэлектрической пластины отполирована с обеспечением локальных отклонений от плоскостности в пределах 0,1 кольца; (это нужно для обеспечения

оптического контакта); - размеры (длина, ширина) элементов мозаично-замковой структуры - от 10 до 50 мм (это оптимальный диапазон).

Носитель для плазмохимического травления подложек из диэлектрических материалов включает металлическое основание 1 - деталь, изготовленную из хорошо проводящего материала, т.е. из алюминия, меди или их сплавов. Металлическое основание 1 имеет форму диска диаметром, например, 200 мм (этот размер определяется размером столика установки плазмохимического травления, контур которого условно показан в позиции 9) и высотой от 1 до 5 мм. Для обеспечения оптимального механического и электрического контакта между металлическим основанием и столиком контактирующая поверхность металлического основания обработана с отклонениями от плоскостности в пределах 10 мкм и с шероховатостью в пределах $Ra =$ от 0,1 до 0,5 мкм.

На металлическое основание 1 через металлическую прокладку 3 укладывается для обработки подложка 4, на которой предусматривается формирование некоторого рисунка микрорельефа 15. Металлическая прокладка 3 представляет собой тонкую (толщиной от 0,1 до 0,5 мм) мембрану, изготовленную из химически стойкого материала - например, из коррозионностойкой стали.

На металлическое основание 1 также укладывается металлизированный экран 2, который представляет собой листовую конструкцию, собранную из элементов 11 мозаично-замковой структуры. Контур каждого из элементов 11 мозаично-замковой структуры содержат взаимно-обратные выступы и впадины 12, сочленяемые в замок. Сочленение элементов 11 в замок обеспечивает сплошное покрытие площади, занимаемой металлизированным экраном. Более подробно каждый элемент 11 состоит из тонкой диэлектрической пластины 7, на верхнюю поверхность которой нанесена металлизация 8. Нижняя поверхность элементов 11 и верхняя поверхность металлизированного основания 1 отполированы таким образом, что они входят в оптический контакт, т.е. обеспечивается как бы их «склеивание». Несколько элементов 11 не установлены, и в образовавшееся отверстие укладывается обрабатываемая подложка 4, на которой формируется требуемый рисунок микрорельефа 15. Контур 13 металлической прокладки 3 переходит за контур отверстия, образованного удалением из металлизированного экрана 2 элементов 11, что предотвращает распыление материала металлического основания под действием ПХТ.

Носитель используют следующим образом.

Вначале в предполагаемом месте размещения обрабатываемой подложки 4 укладывают металлическую прокладку 3 на металлическое основание 1. Удаляют несколько элементов 11 из металлизированного экрана 2 таким образом, чтобы контур образовавшегося отверстия не выходил за пределы контура 13 металлической прокладки (это обеспечивает универсальность, поскольку не надо для каждого размера и конфигурации образца-подложки изготавливать свой экран с соответствующими отверстиями). Затем собирают мозаично-замковую конструкцию металлизированного экрана 2, устанавливают металлизированный экран 2 на металлическое основание 1, выдерживая их соосность, и устанавливают элементы 11, полностью контактирующие с металлизированным основанием 1, на оптический контакт. Укладывают в отверстие, образованное удаленными элементами 11 обрабатываемую подложку 4 на металлическую прокладку 3.

Далее собранный носитель переносят в шлюзовую камеру и устанавливают в гнездо манипулятора. В автоматическом режиме манипулятор переносит собранный носитель вместе с обрабатываемой подложкой в рабочую камеру установки плазмохимического травления (ПХТ) и укладывает носитель на столик 9. Поджигают плазму 6, и начинается

процесс плазмохимического травления подложки. При этом направление ионного тока показано стрелками 17. Для сравнения, стрелками 16 показано направление ионного тока в случае, если металлизированный экран не применяется. Применение металлизированного экрана способствует интенсификации процесса ПХТ, поскольку 5 корректируются направления ионных токов строго на подложку. После окончания процесса плазму 6 гасят, а манипулятор установки переносит носитель в сборе в автоматическом режиме обратно в шлюзовую камеру.

В случае ручной переноски носителя в сборе на манипулятор в шлюзовую камеру и обратно, а также в процессе автоматического переноса носителя в сборе из шлюзовой 10 камеры в рабочую камеру и обратно, на носитель в сборе действуют разнообразные ускорения.

Предлагаемая же мозаично-замковая конструкция металлизированного экрана позволяет сохранить при этом его сплошность, минимизируя массу и габариты и исключив разного рода крепежные детали из-за наличия оптического контакта и 15 замковых сцепок мозаичных элементов.

Формула полезной модели

Носитель для плазмохимического травления подложек из диэлектрических материалов, содержащий плоское металлическое основание, над основанием плоский 20 металлический экран с отверстием, соответствующим по конфигурации и размеру обрабатываемой подложке, устанавливаемое на основании, с обеспечением электрической изолированности основания и экрана друг от друга за счет диэлектрических прокладочных элементов между ними, отличающийся тем, что экран выполнен металлизированным в виде тонкого металлического покрытия, нанесенного 25 на тонкую диэлектрическую пластину, выполняющую функцию прокладочного элемента; экран лежит на основании под действием собственного веса и находится с ним в оптическом контакте, закрывая полностью площадь контакта основания с плазмой; экран нарезан с обеспечением безотходного раскроя на элементы мозаично-замковой структуры типа «пазл» с возможностью посредством выборочного удаления 30 отдельных элементов мозаично-замковой структуры формирования в экране вышеуказанного отверстия; форма элементов мозаично-замковой структуры с взаимно-обратными выступами и впадинами замков такова, что элементы, будучи собраны все вместе, покрывают всю плоскость металлического основания, обеспечивая невозможность разделения металлизированного экрана на части при горизонтальном 35 механическом воздействии на элементы; между обрабатываемой подложкой и металлическим основанием помещена дополнительная металлическая прокладка, заходящая частично под экран и обрамляющая обрабатываемую площадь подложки в вышеуказанном отверстии экрана.

40

45

Реферат

Полезная модель относится к узлам устройств плазмохимического (ионно-плазменного, сухого) травления (осуществляемого в камерах при пониженном давлении) подложек из диэлектрических материалов для микроэлектроники, микрооптики, прецизионного приборостроения. Технический результат: совокупность технических улучшений носителя: - возможность универсальной переналадки одного и того же экрана на обработку различных по размеру и конфигурации подложек из диэлектрических материалов; - исключение пространственных деформаций экрана под воздействием радиочастотного излучения антенны установки плазмохимического травления; - повышение надежности электроизоляции между основанием и экраном; - отсутствие крепежных элементов между основанием и экраном; - уменьшение габаритов и массы носителя. Носитель для плазмохимического травления подложек из диэлектрических материалов содержит плоское металлическое основание, над основанием плоский металлический экран с отверстием, соответствующим по конфигурации и размеру обрабатываемой подложке, устанавливаемой на основании, с обеспечением электрической изолированности основания и экрана друг от друга за счет диэлектрических прокладочных элементов между ними. При этом экран выполнен металлизированным в виде тонкого металлического покрытия, нанесенного на тонкую диэлектрическую пластину, выполняющую функцию прокладочного элемента. Экран лежит на основании под действием собственного веса и находится с ним в оптическом контакте, закрывая полностью площадь контакта основания с плазмой. Экран нарезан с обеспечением безотходного раскроя на элементы мозаично-замковой структуры типа «пазл» с возможностью посредством выборочного удаления отдельных элементов мозаично-замковой структуры формирования в экране вышеуказанного отверстия. Форма элементов мозаично-замковой структуры с взаимно-обратными выступами и впадинами замков такова, что элементы, будучи собраны все вместе, покрывают всю плоскость металлического основания, обеспечивая невозможность разделения металлизированного экрана на части при горизонтальном механическом воздействии на элементы. Между обрабатываемой подложкой и металлическим основанием помещена дополнительная металлическая прокладка, заходящая частично под экран и обрамляющая обрабатываемую площадь подложки в вышеуказанном отверстии экрана. 2 ил.

Носитель для плазмохимического травления подложек из диэлектрических материалов

Область техники

Полезная модель относится к узлам устройств плазмохимического (ионно-плазменного, сухого) травления (осуществляемого в камерах при пониженном давлении) подложек из диэлектрических материалов для микроэлектроники, микрооптики, прецизионного приборостроения.

Уровень техники

В ходе патентно-информационного поиска были отобраны следующие аналоги.

В патентной заявке ФРГ DE10008004 (A1) Protective screen used for an electrostatic holder for processing substrates and wafers in plasma etching devices comprises a holding element for positioning the screen over the electrostatic holder (Защитный экран, используемый для электростатического держателя (носителя) для обработки подложек и пластин в устройствах плазменного травления, включающий удерживающий (крепежный) элемент для позиционирования экрана над электростатическим держателем) (МПК H01L21/68, опубликовано 2001-09-27) описан защитный экран с удерживающим элементом (14-1, 14-2) для позиционирования экрана над электростатическим держателем (носителем) (16, 18). Удерживающий элемент прикреплён к нижней стороне экрана. Подставка (22) с помощью удерживающего элемента (14-1, 14-2) жёстко прикреплена к экрану (10), и она может двигаться относительно электростатического держателя (16,18) для позиционирования экрана (10). Подставка (22) имеет подъёмные штифты (24-1, 24-2) для поднятия подложки (12) с электростатического держателя (16,18). Экран состоит из полиимида, керамики, кремния и/или оксида алюминия, или из покрытой полиимидом керамики.

Недостатком данного носителя является сложность и громоздкость конструкции и наличие удерживающих (крепежных) элементов, неуниверсальность экрана.

В российском патенте № 2285742 СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПОДЛОЖКУ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ (МПК С23С14/35, опубл. 20.10.2006) способ заключается в катодном распылении материала помещенной в плазму металлической мишени, состоящей из напыляемого материала. Поперечный размер мишени близок к поперечному размеру слоя покрытия, мишень и диэлектрическую подложку, на которую производится напыление, перемещают друг относительно друга с высокой точностью позиционирования. Скорость перемещения мишени относительно подложки выбирают таким образом, чтобы обеспечить заданную толщину слоя покрытия. Размер мишени выбран значительно меньше размера подложки. Технический результат заключается в

уменьшении расхода материала мишени, увеличении точности установления толщины покрытия и улучшении качества покрытия. Техническая задача улучшения локализации наносимого вещества в заданных точках подложки решается тем, что подложку закрывают съемной маской с необходимой топологией (в предлагаемой полезной модели носителя этого нет). То, что подложка расположена на дополнительно введенном подложкодержателе, который помещен в центральной части рабочей камеры между мишенью и антенной, и что подложкодержатель выполнен из металла, является общим местом для всякой такого рода техники и также присутствует в предлагаемой полезной модели носителя.

Однако в указанном аналоге использованы ограничения (размер мишени выбран значительно меньше размера подложки; ограничения потока распыляемого металла на подложку с помощью коллиматора; закрытие подложки съемной маской), которые в предлагаемой полезной модели не использованы. И в целом конструкция достаточно непохожа на конструкцию предлагаемого носителя

В другом российском патенте № 2249883 УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН (МПК H01L21/3065, опубл.10.04.2005) имеются термостабилизированный подложкодержатель, экранирующие сетки, которые выполнены в виде набора тонких металлических пластин, установленных параллельно друг другу под заданным углом к подложкодержателю (при этом угол наклона, количество и параметры пластин выбирают из условия прозрачности сетки для газового потока и перекрытия пластинами друг друга не более чем наполовину); заземленный экран, выполненный в виде цилиндра из проводящего немагнитного материала, имеющего, по крайней мере, один разрез вдоль образующей цилиндра, и установленный между индуктором и трубой.

Подложкодержатель имеется и в предлагаемом носителе и назван «металлическим основанием», его также можно считать термостабилизированным, поскольку его устанавливают на столик установки плазмохимического травления (ПХТ), а на поверхность этого столика через специальные каналы и отверстия подают охлаждающий столик газ – гелий. Отличие в подложкодержателях в том, что в предлагаемом носителе подложкодержатель (металлическое основание) несет, кроме собственно подложки, также и металлизированный экран, а подложкодержатель в аналоге – только подложку.

Заземленный экран в аналоге к экрану в предлагаемой полезной модели отношения не имеет, так как в аналоге защитный экран установлен непосредственно у катушки индуктивности выше области плазмы, а в предлагаемом носителе экран расположен ниже области плазмы непосредственно над подложкодержателем (металлическим основанием),

экранируя его. А вот экранирующие сетки в аналоге выполняют в чем-то сходные функции с металлизированным экраном в предлагаемом носителе.

Наиболее существенное отличие и недостаток аналога – то, что экранирующие сетки установлены непосредственно в корпусе установки ПХТ. Это фактически исключает возможность какой-либо универсальной регулировки и перенастройки в зависимости от формы и размера подложки. А в микро- и нано- оптике размеры и конфигурация подложек могут быть самыми разнообразными.

В отраслях российского вакуумного машиностроения, в частности производства установок ПХТ разнообразных, в том числе диэлектрических материалов известна фирма "ЭСТО-Вакуум" (RU), у которой есть 2 российских патента на устройства ПХТ с упоминанием подложкодержателей и рабочих столов для них:

- патент RU2529633 (МПК H01L21/3065, Опубликовано: 27.09.2014 Бюл. № 27)
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ Устройство для плазмохимического травления содержит вакуумную камеру, генератор переменного напряжения высокой частоты и подложкодержатель с обрабатываемым изделием. Подложкодержатель взаимодействует через дополнительное устройство с дополнительным генератором переменного напряжения высокой частоты. Подложкодержатель имеет автономные приводы вращения. Средство программного управления автоматически регулирует скорость вращения привода, обеспечивая необходимую равномерность травления изделия. Изобретение обеспечивает уменьшение габаритов всей установки и снижение потребляемой мощности.

- патент RU2490369 (МПК C23C14/35, Опубликовано: 20.08.2013 Бюл. № 23)
УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯ. Устройство содержит цилиндрическую рабочую камеру с магнетронной распылительной системой. Рабочая камера дополнительно содержит рабочий стол, выполненный с возможностью вращения вокруг своей оси и нагрева изделия. Технический результат изобретения заключается в обеспечении нанесения многослойных покрытий на изделия различных габаритных размеров, получении равномерного покрытия высокого качества, а также в уменьшении массогабаритных параметров устройства.

Однако в этих запатентованных устройствах практически не уделено внимание носителям для ПХТ подложек из диэлектрических материалов.

Наиболее близким аналогом можно признать разработанный в МГТУ им. Н.Э.Баумана для установки ПХТ Caroline 15 PE (производства «ЭСТО-Вакуум») носитель для ПХТ подложек из диэлектрических материалов, описанный в статье Одинокова С.Б., Сагателяна Г.Р. «Технология изготовления дифракционных и голограммных оптических элементов с функциональным микрорельефом поверхности методом плазмохимического травления»:

Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. – Сер. «Приборостроение». - №2, 2010. – С.94-95), который содержит металлическое основание; привинченный сверху через диэлектрические втулки к основанию металлический экран с отверстием, соответствующим подвергаемому обработке образцу по конфигурации и размеру. Носитель обеспечивает электрическую развязку (изолированность) этих деталей относительно друг друга, благодаря применению керамических (диэлектрических) втулок между ними.

Недостатками данного носителя можно признать:

- неуниверсальность экрана;
- пространственные деформации экрана вследствие нагрева под действием токов высокой частоты при работе антенны установки ПХТ в радиочастотном диапазоне;
- возможность электрического пробоя между основанием и экраном;
- наличие уменьшающих надежность электроизолированности основания и экрана крепежных элементов;
- относительная громоздкость конструкции.

Раскрытие полезной модели

Соответственно, техническим результатом, который обеспечивается полезной моделью, является следующая совокупность технических улучшений носителя:

- возможность универсальной переналадки одного и того же экрана на обработку различных по размеру и конфигурации подложек из диэлектрических материалов;
- исключение пространственных деформаций экрана под воздействием радиочастотного излучения антенны установки ПХТ;
- повышение надежности электроизоляции между основанием и экраном;
- отсутствие крепежных элементов между основанием и экраном;
- уменьшение габаритов и массы носителя.

Указанный технический результат достигается следующей совокупностью существенных признаков конструкции предлагаемого носителя: - наличие металлического основания, металлизированного экрана, металлической прокладки; - металлизированный экран лежит на металлическом основании; при этом металлизированный экран выполнен в виде металлического покрытия, нанесенного на тонкую диэлектрическую пластину; экран нарезан на элементы мозаично-замковой конфигурации (формируя пазл) с возможностью формирования отверстия в экране для обнажения подложек посредством выборочного удаления элементов мозаично-замковой конфигурации; - металлизированная диэлектрическая пластина разрезана с обеспечением безотходного раскроя на отдельные части (элементы), образующие в совокупности мозаично-замковую конфигурацию типа «пазл» (это – ключевой момент. Металлизированный экран находится в высокочастотном электромагнитном поле и поэтому сильно нагревается. Нагрев приводит к тепловым

деформациям. При сплошной конструкции экрана его хрупкий диэлектрик совершенно неизбежно разрушился бы. Разделение экрана на части позволяет компенсировать тепловые деформации); - форма элементов мозаично-замковой структуры такова, что элементы, будучи собраны вместе, покрывают всю плоскость металлического основания, обеспечивая невозможность разделения металлизированного экрана на части при горизонтальном воздействии на элементы (при перемещениях носителя с обрабатываемой подложкой и экраном неизбежны встряхивания и прочее – при этом должна обеспечиваться сплошность экрана);

- форма выполнения взаимосвязи между элементами следующая: - элементы металлизированного экрана взаимосвязаны друг с другом, благодаря созданию мозаично-замковой структуры – пазлу (элементы пазла имеют в свою очередь взаимно-обратные выступы и впадины – элементы замков); - элементы металлизированного экрана лежат на металлическом основании под действием собственного веса и находятся с ним в оптическом контакте (оптический контакт нужен для предотвращения смещения всего экрана целиком относительно основания, для обеспечения оптического контакта нужна полировка);

- взаимное расположение элементов следующее: - металлическое основание находится внизу, располагаясь в горизонтальной плоскости; - металлизированный экран укладывается на металлическое основание сверху, закрывая полностью площадь контакта основания с плазмой; - металлизированный экран контактирует с металлическим основанием, через тонкую диэлектрическую пластину, являющуюся частью металлизированного экрана (что повышает электрическую изолированность металла экрана от металла основания – диэлектрик вместо обычного зазора с вакуумом с газами).

- между обрабатываемой подложкой и металлическим основанием помещена металлическая прокладка, заходящая частично под экран (что исключает распыление материала металлического основания); - обрабатываемая подложка находится в отверстии, образованной удалением некоторых элементов мозаично-замковой структуры, и лежит под действием собственного веса на металлическом основании через тонкую металлическую прокладку.

Таким образом, предлагается носитель для плазмохимического травления подложек из диэлектрических материалов, содержащий плоское металлическое основание, над основанием плоский металлический экран с отверстием, соответствующим по конфигурации и размеру обрабатываемой подложке, устанавливаемой на основании, с обеспечением электрической изолированности основания и экрана друг от друга за счет диэлектрических прокладочных элементов между ними. При этом экран выполнен металлизированным в виде тонкого металлического покрытия, нанесенного на тонкую диэлектрическую пластину, выполняющую функцию прокладочного элемента. Экран лежит на основании под действием

собственного веса и находятся с ним в оптическом контакте, закрывая полностью площадь контакта основания с плазмой. Экран нарезан с обеспечением безотходного раскроя на элементы мозаично-замковой структуры типа «пазл» с возможностью посредством выборочного удаления отдельных элементов мозаично-замковой структуры формирования в экране вышеуказанного отверстия. Форма элементов мозаично-замковой структуры с взаимно-обратными выступами и впадинами замков такова, что элементы, будучи собраны все вместе, покрывают всю плоскость металлического основания, обеспечивая невозможность разделения металлизированного экрана на части при горизонтальном механическом воздействии на элементы. Между обрабатываемой подложкой и металлическим основанием помещена дополнительная металлическая прокладка, заходящая частично под экран и обрамляющая обрабатываемую площадь подложки в вышеуказанном отверстии экрана.

Перечень фигур

На фиг.1 представлен разрез заявляемого носителя на виде сбоку или спереди;
на фиг.2 представлен вид заявляемого носителя сверху.

Осуществление полезной модели

На фигурах номерами позиций обозначены:

- 1 – металлическое основание
- 2 – металлизированный экран
- 3 – металлическая прокладка
- 4 – обрабатываемая подложка
- 6 – область плазмы
- 7 – тонкая диэлектрическая пластина, являющаяся частью экрана
- 8 – слой металлизации на тонкой диэлектрической пластине, являющейся частью экрана
- 9 – рабочий столик установки ПХТ
- 10 – линии безотходного раскроя металлизированного экрана на отдельные элементы
- 11 – элемент мозаично-замковой структуры
- 12 – взаимно-обратные выступы и впадины, образующие замок
- 13 – контур металлической прокладки штриховой линией
- 14 – область, свободная от элементов мозаики
- 15 – структура, формируемая при ПХТ (рисунок микрорельефа)
- 16 – направление ионного тока при отсутствии металлизированного экрана (тонкими стрелками)
- 17 – направление ионного тока при наличии металлизированного экрана (утолщенными стрелками)

Форма выполнения элементов устройства в целом, в частности геометрическая форма следующая: - металлическое основание имеет форму столика установки плазмохимического травления – обычно круглую; - такую же форму имеет металлизированный экран; - металлическое основание представляет собой пластину из хорошо проводящего материала (медь, алюминий, их сплавы) толщиной от 1 до 5 мм и диаметром 200 мм (диаметр основания соответствует диаметру столика установки ПХТ); - одна сторона металлического основания (контактирующая со столиком) имеет отклонения от плоскостности в пределах 10 мкм и шероховатость Ra от 0,1 до 0,5 мкм (такие параметры обеспечивают оптимальность контакта со столиком); - вторая сторона отполирована с выдерживанием требований, предъявляемым к оптическим деталям – т.е. общие отклонения от плоскостности – в пределах 2-х колец, локальные отклонения от плоскостности – в пределах 0,1 кольца (такая полировка нужна для обеспечения оптического контакта); - металлизированный экран представляет собой круглую пластину из стекла, керамики, сапфира или другого диэлектрического материала толщиной от 0,5 до 2 мм и диаметром 200 мм (диаметр металлизированного экрана соответствует диаметру круглого металлического основания); - обе стороны диэлектрической пластины полированы; - одна из сторон диэлектрической пластины металлизирована с созданием на ней тонкопленочного слоя, например, хрома или другого химически стойкого металла или сплава (слой металлизации играет роль экрана); - другая сторона диэлектрической пластины полирована с обеспечением локальных отклонений от плоскостности в пределах 0,1 кольца; (это нужно для обеспечения оптического контакта); - размеры (длина, ширина) элементов мозаично-замковой структуры – от 10 до 50 мм (это оптимальный диапазон).

Носитель для плазмохимического травления подложек из диэлектрических материалов включает металлическое основание 1 – деталь, изготовленную из хорошо проводящего материала, т.е. из алюминия, меди или их сплавов. Металлическое основание 1 имеет форму диска диаметром, например, 200 мм (этот размер определяется размером столика установки плазмохимического травления, контур которого условно показан в позиции 9) и высотой от 1 до 5 мм. Для обеспечения оптимального механического и электрического контакта между металлическим основанием и столиком контактирующая поверхность металлического основания обработана с отклонениями от плоскостности в пределах 10 мкм и с шероховатостью в пределах Ra = от 0,1 до 0,5 мкм.

На металлическое основание 1 через металлическую прокладку 3 укладывается для обработки подложка 4, на которой предусматривается формирование некоторого рисунка микрорельефа 15. Металлическая прокладка 3 представляет собой тонкую (толщиной от 0,1 до 0,5 мм) мембрану, изготовленную из химически стойкого материала – например, из коррозионностойкой стали.

На металлическое основание 1 также укладывается металлизированный экран 2, который представляет собой листовую конструкцию, собранную из элементов 11 мозаично-замковой структуры. Контуры каждого из элементов 11 мозаично-замковой структуры содержат взаимно-обратные выступы и впадины 12, сочленяемые в замок. Сочленение элементов 11 в замок обеспечивает сплошное покрытие площади, занимаемой металлизированным экраном. Более подробно каждый элемент 11 состоит из тонкой диэлектрической пластины 7, на верхнюю поверхность которой нанесена металлизация 8. Нижняя поверхность элементов 11 и верхняя поверхность металлизированного основания 1 отполированы таким образом, что они входят в оптический контакт, т.е. обеспечивается как бы их «склеивание». Несколько элементов 11 не установлены, и в образовавшееся отверстие укладывается обрабатываемая подложка 4, на которой формируется требуемый рисунок микрорельефа 15. Контур 13 металлической прокладки 3 переходит за контур отверстия, образованного удалением из металлизированного экрана 2 элементов 11, что предотвращает распыление материала металлического основания под действием ПХТ.

Носитель используют следующим образом.

Вначале в предполагаемом месте размещения обрабатываемой подложки 4 укладывают металлическую прокладку 3 на металлическое основание 1. Удаляют несколько элементов 11 из металлизированного экрана 2 таким образом, чтобы контур образовавшегося отверстия не выходил за пределы контура 13 металлической прокладки (это обеспечивает универсальность, поскольку не надо для каждого размера и конфигурации образца-подложки изготавливать свой экран с соответствующими отверстиями). Затем собирают мозаично-замковую конструкцию металлизированного экрана 2, устанавливают металлизированный экран 2 на металлическое основание 1, выдерживая их соосность, и устанавливают элементы 11, полностью контактирующие с металлизированным основанием 1, на оптический контакт. Укладывают в отверстие, образованное удаленными элементами 11 обрабатываемую подложку 4 на металлическую прокладку 3.

Далее собранный носитель переносят в шлюзовую камеру и устанавливают в гнездо манипулятора. В автоматическом режиме манипулятор переносит собранный носитель вместе с обрабатываемой подложкой в рабочую камеру установки плазмохимического травления (ПХТ) и укладывает носитель на столик 9. Поджигают плазму 6, и начинается процесс плазмохимического травления подложки. При этом направление ионного тока показано стрелками 17. Для сравнения, стрелками 16 показано направление ионного тока в случае, если металлизированный экран не применяется. Применение металлизированного экрана способствует интенсификации процесса ПХТ, поскольку корректируются направления ионных токов строго на подложку. После окончания процесса плазму 6 гасят, а

манипулятор установки переносит носитель в сборе в автоматическом режиме обратно в шлюзовую камеру.

В случае ручной переноски носителя в сборе на манипулятор в шлюзовую камеру и обратно, а также в процессе автоматического переноса носителя в сборе из шлюзовой камеры в рабочую камеру и обратно, на носитель в сборе действуют разнообразные ускорения.

Предлагаемая же мозаично-замковая конструкция металлизированного экрана позволяет сохранить при этом его сплошность, минимизируя массу и габариты и исключив разного рода крепежные детали из-за наличия оптического контакта и замковых сцепок мозаичных элементов.

I увеличено

