

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ПАТЕНТ НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

Статус: по данным на 28.03.2016 - действует
Пошлина: учтена за 6 год с 21.05.2016 по 20.05.2017(21), (22) Заявка: **2011120133/02, 20.05.2011**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **20.05.2011**(45) Опубликовано: [10.12.2011](#)

Адрес для переписки:

**121087, Москва, ул. Новозаводская, 2, корп.6-7,
кв.66, пат.пов. Т.С. Скомороховой**

(72) Автор(ы):

**Богачев Владимир Леонидович (RU),
Парфененок Михаил Антонович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Парфененок Михаил Антонович (RU)

(54) КАТОДНО-РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ МАГНЕТРОНА (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Полезная модель относится к конструкции катодно-распылительного узла магнетрона, используемого для нанесения тонких пленок различных материалов, в частности, касается катода магнетронного распылителя, предназначенного для распыления материала мишени при нанесении покрытий в вакууме. Полезная модель позволяет изготавливать магнетронные распылительные устройства для нанесения однородных по толщине и свойствам покрытий на большие площади, что достигается за счет разработки как принципа подачи рабочего газа в область разряда, так и принципа формирования магнитной системы в виде матрицы из постоянных магнитов в форме пластин требуемой геометрии. 2 н.п. ф-лы, 3 з.п. ф-лы, 4 фиг.

Полезная модель относится к конструкции катодно-распылительного узла магнетрона, используемого для нанесения тонких пленок различных материалов, в частности, касается катода магнетронного распылителя, предназначенного для распыления материала мишени при нанесении покрытий в вакууме. Более конкретно, полезная модель может быть использована при нанесении покрытий распылением металлов в магнитном поле с использованием инертного и реактивного газов.

Принцип действия магнетронного распылителя основан на явлении физического распыления материала мишени ускоренными ионами рабочего газа, которые бомбардируют поверхность мишени под действием прикладываемого к катоду отрицательного потенциала. Магнетронные распылительные устройства обеспечивают как относительно высокие скорости нанесения покрытий, так и ограничивают нежелательную бомбардировку поверхности и разогрев, и, в частности, применимы для нанесения покрытий на плоские подложки большой площади.

Катод магнетронного распылителя является узлом аппаратуры, используемой для покрытия подложек, при этом материалом для покрытия служит материал мишени, осаждаемый из газовой фазы на подложку. Материал мишени переводится в газовую фазу за счет распыления. В процессе распыления материал выбивается из мишени путем ее ионной бомбардировки. Ионы, необходимые для процесса распыления материала мишени, в основном, образуются за счет столкновений атомов рабочего газа и электронов в потоке разряда, а затем ускоряются в направлении мишени, являющейся катодом вследствие направления приложенного электрического поля. Атомы, выбитые из материала мишени, осаждаются на подложках, образуя пленочное покрытие.

Характерной чертой магнетронов является использование специальной магнитной системы, которая создает над распыляемой мишенью замкнутое по контуру туннелеобразное магнитное поле. Благодаря магнитному полю создаются условия получения локализованной плазмы высокой плотности и, соответственно, высокой плотности ионных токов, распыляющих мишень (см., например, Б.С.Данилин, В.К.Сырчин. "Магнетронные распылительные системы", М., "Радио и связь", 1982, с.45, рис.35)..

Анализ научно-технической и патентной литературы показывает, что в настоящее время имеется тенденция, с одной стороны, к нанесению покрытий на подложки большой площади, что приводит к увеличению габаритных размеров мишени и катодно-распылительного узла в целом. С другой стороны, при традиционном принципе формирования структуры катодного узла распыления увеличение габаритных размеров мишени приводит как к снижению однородности физико-химических свойств покрытий, так и к неоднородности по толщине.

Конструктивные принципы построения известных магнетронных устройств (см., например, патенты US, 4826584; US, 44377966; US, 5421978; US, 5023580;), содержащих катодный узел протяженной формы, позволяют наносить покрытия на поверхности большой площади. Однако, в известных магнетронных распылителях, содержащих конструктивно и пространственно разделенные друг от друга катодный узел с мишенью протяженной формы и узел подачи рабочих газов, возникает проблема несимметричной относительно мишени подачи газов с периферийной стороны области мишени. Результатом такой асимметричной подачи рабочих газов в зону разряда является как неэквивалентная работа левой и правой части трека магнетронного распыления мишени, так и изменение стехиометрического состава распыленного материала вдоль длины трека.

Конструктивно-пространственное разделение друг от друга катодного узла с мишенью и узла подачи рабочих газов обуславливает значительную проблему известных катодно-распылительных устройств при формировании однородных по стехиометрии, структуре и толщине пленок материалов, получаемых реактивным распылением в среде инертного и реактивных газов. Так, указанная проблема особенно заметно проявляется при получении пленок диэлектриков типа Al_2O_3 и полупроводниковых прозрачных проводящих покрытий на основе окисла сплава $(InSn)_x O_y$, где незначительная неоднородность подачи кислорода и аргона на металлическую мишень приводит либо к сильному окислению поверхности мишени и резкому снижению скорости осаждения стехиометрического окисла, либо к «раскислению» мишени алюминия, и как следствие, к обеднению пленки Al_2O_3 кислородом. В свою очередь такие газовые неоднородности приводят к изменению электропроводности и светопропускания пленок $(InSn)_x O_y$.

Кроме того, для катодно-распылительного узла магнетрона протяженной формы, равномерность пленок по толщине связана с равномерностью распыления мишени, содержащей металлическую компоненту или проводящую керамику, существенно зависит от однородности магнитного поля, создаваемого постоянными магнитами. В свою очередь однородность магнитного поля зависит от однородности магнитных свойств постоянных магнитов в форме призм и секторов, составляющих магнитную систему катодно-распылительного узла магнетрона. При изготовлении магнитной системы известных катодных узлов распыления необходимо тщательно измерять параметры каждого магнита, имеющего форму призм или секторов колец, отсортировывать и отбраковывать, а, следовательно, заказывать магниты в излишнем количестве с учетом брака, а также намагничивать их определенным образом до одинаковой номинальной величины напряженности результирующего магнитного поля.

Перечисленные выше действия разрешают не полностью проблему неоднородности толщины формируемых покрытий, поскольку природа магнитных свойств постоянных магнитов в форме брусков конечных размеров такова, что характерным является уменьшение напряженности магнитного поля от центра к периферии брусков, составляющих линейную часть магнитной системы. Дополнительное выравнивание неоднородности поля магнитных систем может быть достигнуто путем применения накладок из магнитомягких материалов, что ухудшает параметры

технологического поля магнетронного распылителя в части конфигурации магнитного поля и величины параллельной поверхности мишени составляющей вектора магнитной индукции B .

По этой причине решается задача разработки такой конструкции катодно-распылительного узла магнетрона, которая позволила бы повысить качество пленочных покрытий путем повышения их однородности по толщине и стехиометрии, а также по химическому составу. Кроме того, имеется необходимость в получении покрытий одинаковой физической и оптической толщины. Имеется также потребность в реализации прецизионного управления химическим составом пленочных покрытий. Решается также задача разработки конструкции катодно-распылительного узла магнетрона, имеющего эффективную стоимость.

Поставленная задача настоящей полезной модели реализуется в вариантах катодно-распылительного узла магнетрона, касающихся случая формирования однородного по составу и концентрации потока рабочего газа путем его симметричной подачи относительно мишени непосредственно в зону мишени и случая прецизионного выравнивания неоднородности магнитного поля магнитной системы.

В одном варианте реализации конструкции катодно-распылительного узла магнетрона, поставленная задача решается тем, что в катодно-распылительном узле магнетрона, включающем корпус в форме пенала с основанием, плоскую мишень протяженной формы, содержащую распыляемый материал и закрепленную напротив основания корпуса, а также магнитную систему и охладитель в форме соосных торцов, размещенных между основанием корпуса и плоской мишенью по центру корпуса, центральная область плоской мишени выполнена перфорированной в виде системы отверстий, расположенных вдоль ее протяженной стороны, кроме того, в корпусе по его центру дополнительно установлен газораспределитель, при этом в основании корпуса установлен патрубок для ввода рабочих газов.

Предпочтительно, что система отверстий плоской мишени образована, по крайней мере, одним рядом отверстий в форме либо щелей, либо цилиндрических и конических отверстий, равномерно расположенных относительно друг друга с заданным шагом.

Данная структура катодно-распылительного узла магнетрона, содержащая перфорированную плоскую мишень протяженной формы, а также установленный внутри корпуса по его центру газораспределитель, при том, что в основании корпуса по его центру установлен патрубок для регулируемого напуска инертного и реактивного рабочих газов, характеризуется конструктивно-пространственным совмещением катодного узла, содержащего мишень, и узла подачи рабочих газов в едином корпусе, что позволяет при соблюдении требуемого их взаимного расположения внутри корпуса повысить качество пленочных покрытий путем повышения их однородности по толщине, стехиометрии, а также по химическому составу.

Кроме того, такое совмещение катодного узла и узла подачи рабочих газов в едином корпусе дает возможность снижения рабочего давления в пространстве транспортировки распыленных атомов от мишени к подложке, а также обеспечивает симметричную подачу рабочих газов на треки магнетронного разряда с регулируемой равномерностью вдоль трека.

Пространственно-конструктивное совмещение катодного узла, включающего мишень, и узла подачи рабочих газов в едином корпусе позволяет без увеличения габаритных устройств в целом повысить энергию распыленных частиц за счет снижения рабочего давления, что приводит к увеличению подвижности атомов на подложке и более совершенной структуре пленок.

В другом варианте реализации катодно-распылительного узла магнетрона, включающем корпус в форме пенала с основанием, плоскую мишень протяженной формы, содержащую распыляемый материал и закрепленную напротив основания корпуса, а также магнитную систему и охладитель в форме соосных торцов, размещенных между основанием корпуса и плоской мишенью по центру корпуса, магнитная система выполнена в виде матрицы из постоянных пластинчатых магнитов, каждый из которых имеет форму прямоугольной пластины с заданным соотношением толщины, длины и ширины, и установленных по образующей тора, по крайней мере, в два ряда и смещенных относительно друг друга в каждом ряду, при этом, в пределах одного ряда пластины имеют практически одинаковые значения величины намагниченности.

Предпочтительно, что каждая пластина из серии пластин имеет величину толщины h , длины l и ширины m , заданной из соотношения $(l, m) > h$

Целесообразно, что пластинчатые магниты соседних рядов смещены относительно друг друга на $1/2$ длины пластин нижележащего ряда.

Данная структура катодно-распылительного узла магнетрона, содержащая магнитную систему в виде матрицы из постоянных пластинчатых магнитов, каждый из которых имеет форму прямоугольной пластины, уложенных по образующей тора, по крайней мере, в два ряда позволяет повысить качество пленочных покрытий путем повышения их однородности по толщине, стехиометрии, а также по химическому составу за счет повышения однородности выбивания материала вдоль трека вследствие однородной плотности плазмы, обеспеченной однородным магнитным полем.

Сущность полезной модели поясняется неограничивающими примерами его реализации и прилагаемыми чертежами, на которых:

фиг.1 - изображает вид вертикального сечения катодно-распылительного узла магнетрона, установленного в рабочую камеру.

фиг.2 - изображает общий вид перфорированной плоской мишени, закрепленной в корпусе катодно-распылительного узла магнетрона.

фиг.3 - изображает общий вид магнитной системы, установленной в корпусе катодно-распылительного узла магнетрона без мишени

фиг.4 - изображает вид элемента А матрицы магнитной системы, образованного серией из постоянных пластинчатых магнитов.

Для пояснения сущности изобретения на чертежах введены следующие обозначения: 1 - корпус; 2 - основание корпуса; 3 - плоская мишень; 4 - магнитная система; 5 - охладитель; 6 - газораспределитель; 7 - отверстие мишени (система отверстий не показана); 8 - отверстие основания корпуса; 9 - патрубок для подачи рабочего газа; 10 - рабочая камера; 11 - подложка; 12 - отверстие в мишени в форме щели; 13 - отверстия в мишени в форме цилиндров, расположенные в один ряд; 14 - отверстия в мишени в форме цилиндров, расположенные в три ряда; 15 - матрица из постоянных магнитов; 16 - пластинчатый магнит.

Катодно-распылительный узел магнетрона работает следующим образом.

Рабочую камеру 10, содержащую катодно-распылительный узел, откачивают до разряжения порядка 10^{-5} мм рт.ст. Затем через патрубок для подачи рабочих газов 9, выполненный в основании корпуса 2, напускают смесь рабочих газов. К корпусу 1 катодно-распылительного узла и рабочей камере 10 прикладывают отрицательный и положительный потенциал, соответственно, от блока питания (на чертеже не показан). На поверхности мишени 3 возникает магнетронный разряд, положительные ионы которого бомбардируют мишень 3, распыляя ее материал. Распыляемый материал мишени 3 осаждается на подложку 11, в том числе на детали камеры.

Пример 1.

Катодно-распылительный узел магнетрона содержит корпус 1 в форме пенала с основанием корпуса 2, плоскую мишень 3 протяженной формы, содержащую распыляемый материал и закрепленную напротив основания 2 корпуса (см. фиг.1). Катодно-распылительный узел магнетрона имеет также магнитную систему 4 и охладитель 5 в форме соосных торцов, размещенных между основанием корпуса 2 и плоской мишенью 3 по центру корпуса 1. Центральная область плоской мишени 3 выполнена перфорированной в виде системы отверстий, расположенных вдоль ее протяженной стороны. Кроме того, в корпусе 1 по его центру дополнительно установлен газораспределитель 6, при этом в основании корпуса 2 установлен патрубок для подачи рабочих газов 9.

После откачки рабочей камеры 10 в газораспределитель 6 через патрубок для подачи рабочих газов 9 подается газ до давления порядка 10^{-3} мм. рт.ст. В газораспределе 6 рабочий газ равномерно распределяется и затем выходит в зону магнетронного разряда через отверстия 7 в плоской мишени 3. Такая конструкция катодно-распылительного узла магнетрона обеспечивает эквивалентное рабочее давление и степень закисления мишени по всей длине трека распыления, а также равномерную толщину и стехеометрию пленок.

Пример 2.

Катодно-распылительный узел магнетрона состоит из тех же узлов, что и в примере 1, однако его магнитная система 4 выполнена в виде матрицы 15 из постоянных пластинчатых магнитов 16 (см. фиг.3), каждый из которых имеет форму прямоугольной пластины с соотношением толщины, длины и ширины 2 мм x 10 мм x 20 мм, соответственно (см. фиг.4). Постоянные пластинчатые магниты 16 выполнены из NdFeB, полученного спечением в магнитном поле порошка сплава неодим-железо-бор. Предварительно измеряют величину намагниченности каждого пластинчатого магнита 16. Пластинчатые магниты 16 установлены на подставках по образующей тора в два ряда и смещены относительно друг друга в каждом ряду на $1/2$ длины нижележащего пластинчатого магнита 16, при этом, в пределах одного ряда пластинчатые магниты 16 имеют практически равное значение величины намагниченности. Пластинчатые магниты 16 размещают с учетом предварительно измеренной величины намагниченности в порядке, обеспечивающем компенсацию неоднородности магнитного поля от центра к краям пластины. Полученный разброс магнитных полей на расстоянии порядка 5 мм от поверхности кладки пластинчатых магнитов 16 составляет $\pm 1\%$. Для сравнения, в случае использования известных магнитов в форме блоков разброс магнитных полей составляет порядка $\pm 5\%$. При этом равномерность по толщине нанесенных пленок улучшается примерно в три раза.

Следует понимать, что в качестве материала пластинчатых магнитов 16 магнитной системы 4 может быть использован любой другой материал, в котором может быть поддержана одноосная магнитная анизотропия в тонких пластинах толщиной порядка 2 мм. Например, в качестве материала пластинчатого магнита может быть использован также сплав самария и кобальта (SmCo_5).

Комбинированный, т.е. обладающий свойствами обоих вариантов, катодно-распылительный узел магнетрона характеризуется следующими параметрами при нанесении пленок окиси титана (TiO_2): равномерность нанесения покрытий составляет в этом случае порядка $\pm 0,75\%$ на подложки длиной 1 м и при длине магнетрона 1,3 м.

Полезная модель может быть использована при производстве рулонных материалов, архитектурных стекол больших площадей, которые могут находить применение в качестве компонентов зданий, а так же других применений, требующих равномерное по толщине и свойствам нанесение покрытий на большие площади.

Коммерческое преимущество данного катодно-распылительного узла магнетрона состоит в уменьшении стоимости магнитной системы и упрощения сборки устройства. Уменьшение стоимости устройства достигается за счет отказа от использования дорогостоящих магнитов специальной формы для выполнения узла поворота трека и снижения номенклатуры магнитов в форме брусков. Упрощение сборки данного устройства обусловлено уменьшением эффекта так называемого расталкивания, обусловленного взаимодействием магнитных полей.

Полезная модель может быть использована так же при производстве покрытий для дисплеев, солнечных элементов, для декорирования пластиков и рулонных материалов, а также для реализации высокопроизводительных процессов нанесения диэлектрических покрытий (оксидов, нитридов, карбидов и др.) распылением в реактивной среде проводящих материалов.

Формула полезной модели

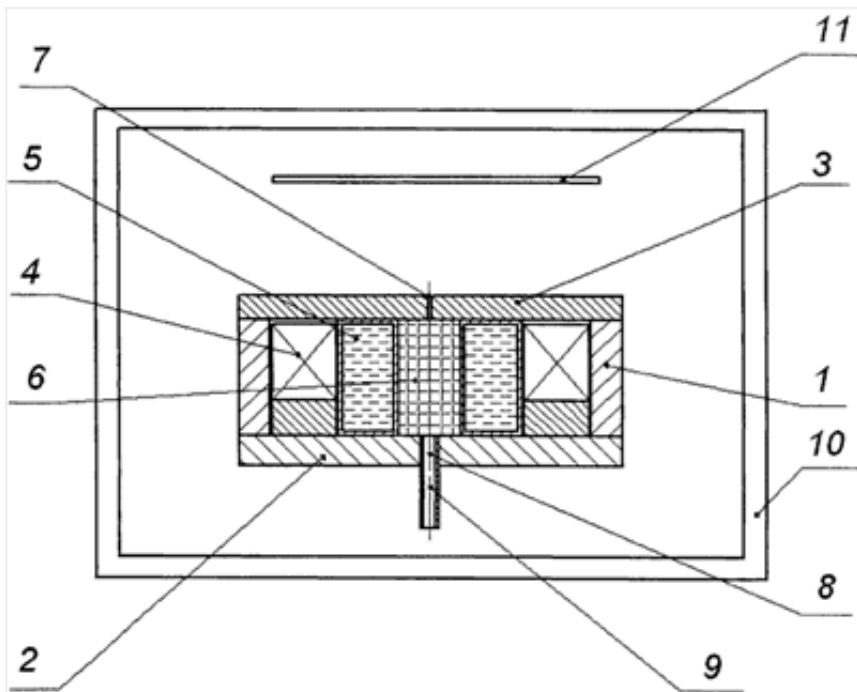
1. Катодно-распылительный узел магнетрона, содержащий корпус в форме пенала с основанием, плоскую мишень протяженной формы с распыляемым материалом, закрепленную напротив основания корпуса, магнитную систему и охладитель в форме соосных торцов, размещенных между основанием корпуса и плоской мишенью по центру корпуса, в котором центральная область плоской мишени выполнена перфорированной в виде системы отверстий, расположенных вдоль ее протяженной стороны, при этом в корпусе по его центру дополнительно установлен газораспределитель, а основание корпуса снабжено патрубком для ввода рабочих газов.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что система отверстий плоской мишени образована, по крайней мере, одним рядом отверстий в форме либо щелей, либо цилиндрических и конических отверстий, равномерно расположенных относительно друг друга с заданным шагом.

3. Катодно-распылительный узел магнетрона, содержащий корпус в форме пенала с основанием, плоскую мишень протяженной формы с распыляемым материалом, закрепленную напротив основания корпуса, магнитную систему и охладитель в форме соосных торцов, размещенных между основанием корпуса и плоской мишенью по центру корпуса, в котором магнитная система выполнена в виде матрицы из постоянных пластинчатых магнитов, каждый из которых имеет форму прямоугольной пластины с предварительно заданным соотношением толщины, длины и ширины, и установленных по образующей тора, по крайней мере, в два ряда и смещенных относительно друг друга в каждом ряду, при этом в пределах одного ряда пластины имеют одинаковое значение величины намагниченности.

4. Узел по п.3, отличающийся тем, что каждая пластина из серии пластин имеет величину толщины h , длины l и ширины m , заданной соотношением $(l,m) > h$

5. Устройство по п.3, отличающийся тем, что пластинчатые магниты соседних рядов смещены относительно друг друга на $1/2$ длины прямоугольных пластин нижележащего ряда.

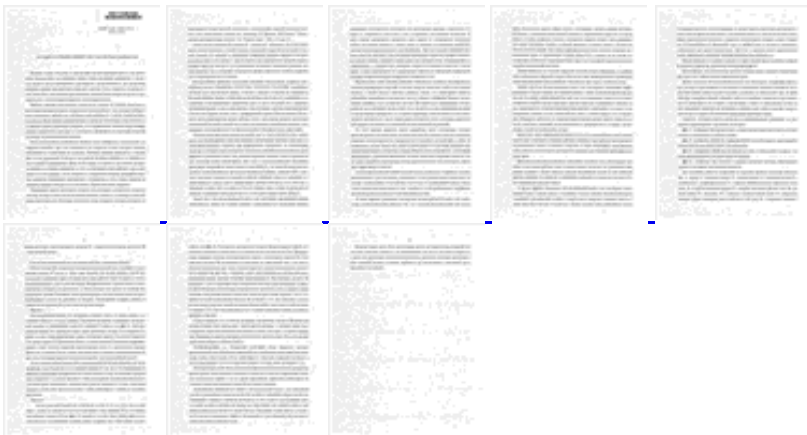


ФАКСИМИЛЬНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

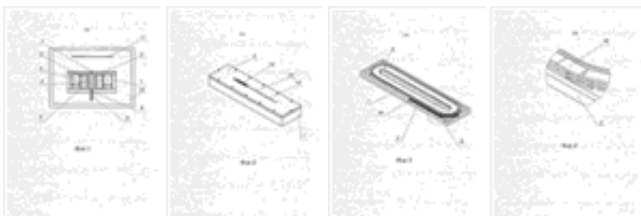
Реферат:



Описание:



Рисунки:



QB1K Государственная регистрация договора о распоряжении исключительным правом

Дата и номер государственной регистрации договора: **27.11.2012 № РД0113935**

Вид договора: **лицензионный**

Лицо(а), передающее(ие) исключительное право:

Парфененок Михаил Антонович (RU)

Лицо, которому предоставлено право использования:

Общество с ограниченной ответственностью "ИОНИМА" (RU)

Условия договора: **НИЛ, сроком на 5 лет на территории РФ.**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **27.11.2012**

Дата публикации: [10.01.2013](#)
