



(51) МПК
C30B 25/02 (2006.01)
C30B 25/12 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010145139/05, 08.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 08.11.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.11.2010

(45) Опубликовано: 20.04.2012 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: US 4220116 А, 02.09.1980. RU 2324020 С1,
 10.05.2008. EP 181624 А1, 21.05.1986. JP
 61287220 А, 17.12.1986.

Адрес для переписки:

117638, Москва, ул. Сивашская, 6, корп.1,
 кв.191, И.И. Петрову

(72) Автор(ы):

**Манжа Николай Михайлович (RU),
 Титов Александр Игоревич (RU),
 Стеблин Сергей Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

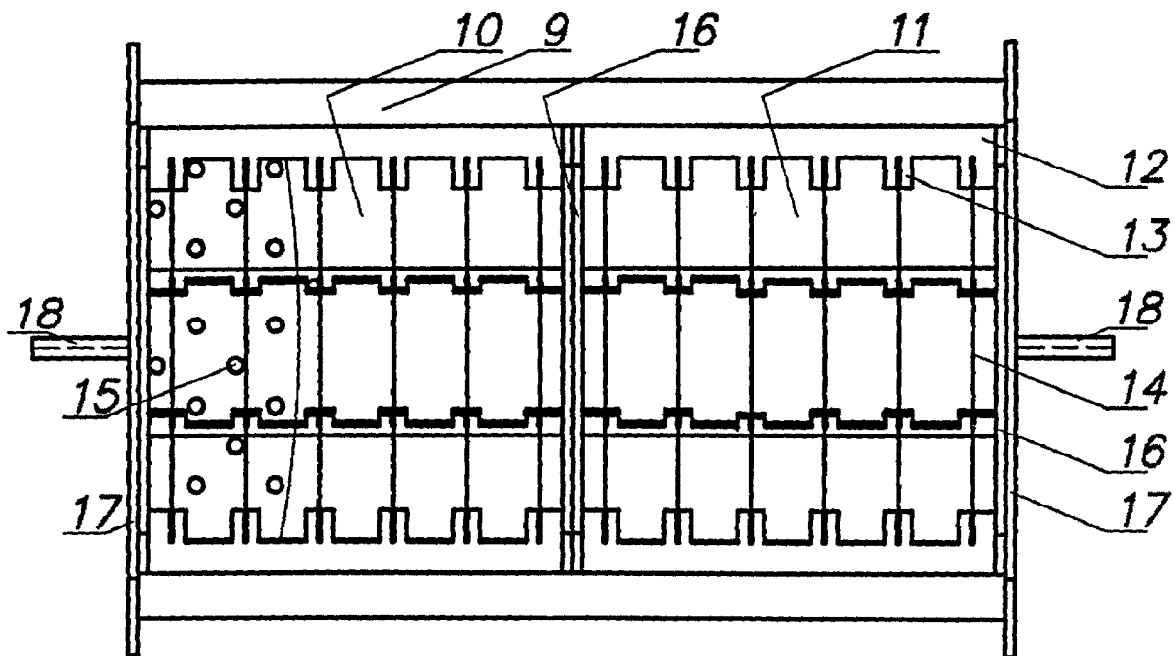
**Федеральное государственное унитарное
 предприятие "Всероссийский научно-
 исследовательский институт автоматики им.
 Н.Л. Духова" (ФГУП "ВНИИА") (RU)**

**(54) РЕАКТОР С ПОДЛОЖКОДЕРЖАТЕЛЕМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЛОЕВ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ
 ПРИ Пониженном Давлении**

(57) Реферат:

Изобретение относится к оборудованию для получения слоев из газовой фазы при пониженном давлении (ХОГФПД) и может быть использовано при формировании и диэлектрических, полупроводниковых и проводящих слоев в производстве. Реактор в виде горизонтальной трубы, герметизированный от атмосферы, включает нагреватель, вводы для газов, откачной трубопровод с затвором и клапаном медленной откачки, вакуумный насос. В реакторе установлен подложкодержатель, состоящий из нижнего основания 9 в виде полуцилиндра, содержащий секции 10, 11 носителей подложек 14, выполненные из двух торцовых фланцев, по торцам которых прикреплены полосковые носители 12 с прорезями 13 для подложек 14, секции скреплены внутренними торцовыми фланцами, по периметру торцовых фланцев и внешней стороне полосковых носителей 12 закреплен перфорированный кожух 15, к внешним торцовым фланцам нижнего основания 9 прикреплены дополнительные фланцы 17,

обеспечивающие коаксиальное расположение подложкодержателя в реакторе, нижнее основание 9 закрыто верхним кожухом с перфорацией в виде полуцилиндра с радиусом, равным радиусу нижнего основания, кожухи перфорированы в шахматном порядке. Подложкодержатель выполнен из листового титана. Его размеры удовлетворяют условию: $L(R_p - r_n)^{-1} = 2$, где L - расстояние между подложками, R_p - внутренний радиус нижнего и верхнего кожухов; r_n - радиус подложки. Под подложкодержателем может быть установлена, по крайней мере, одна трубка, перфорированная отверстиями, по длине, равной зоне осаждения реактора. Техническим результатом изобретения является уменьшение неоднородности толщины осаждаемого слоя, увеличение долговечности устройства, упрощение технологии его изготовления, снижение себестоимости получения диэлектрических, полупроводниковых и металлических слоев для производства интегральных микросхем. 3 з.п. ф-лы, 5 ил., 3 пр.



Фиг. 2

RU 2448205 C1

RU 2448205 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C30B 25/02 (2006.01)
C30B 25/12 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010145139/05, 08.11.2010**

(24) Effective date for property rights:
08.11.2010

Priority:

(22) Date of filing: **08.11.2010**

(45) Date of publication: **20.04.2012 Bull. 11**

Mail address:

**117638, Moskva, ul. Sivashskaja, 6, korp.1,
kv.191, I.I. Petrovu**

(72) Inventor(s):

**Manzha Nikolaj Mikhajlovich (RU),
Titov Aleksandr Igorevich (RU),
Steblin Sergej Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "Vserossijskij nauchno-
issledovatel'skij institut avtomatiki im. N.L.
Dukhova" (FGUP "VNIIA") (RU)**

(54) **REACTOR WITH SUBSTRATE HOLDER FOR OBTAINING LAYERS FROM GASEOUS PHASE AT DECREASED PRESSURE**

(57) Abstract:

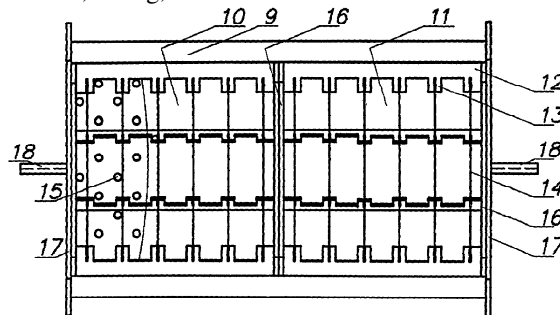
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: reactor in the form of horizontal tube, which is insulated from atmosphere, includes heater, gas inlets, pumping-out pipeline with gate valve and slow pumping-out valve, and vacuum pump. In reactor there installed is substrate holder consisting of lower base 9 in the form of semi-cylinder, which contains sections 10, 11 of substrate carriers 14, which consist of two end flanges along the edges of which there fixed are strip carriers 12 with slots 13 for substrates 14; sections are fixed by means of internal end flanges; along the perimeter of end flanges and external side of strip carriers 12 there fixed is perforated casing 15; to external end flanges of lower base 9 there attached are additional flanges 17 providing coaxial location of substrate holder in the reactor; lower base 9 is closed with upper casing with perforation in the form of semi-cylinder with the radius equal to radius of lower base; casings are perforated in staggered order. Substrate holder is made of titanium sheet. Its sizes meet the following condition: $L(R_p - r_n)^{-1} = 2$, where

L - distance between substrates, R_p - inner radius of lower and upper casings; r_n - substrate radius. Under substrate holder there can be installed at least one perforated tube throughout the length equal to reactor deposition zone.

EFFECT: reducing non-homogeneity of thickness of deposited layer, increasing service life of the device, simplifying its manufacturing technology, reducing the cost of obtaining dielectric semiconductor and metal layers for production of integrated microcircuits.

4 cl, 5 dwg, 3 ex



Фиг. 2

RU 2 448 205 C1

RU 2 448 205 C1

Изобретение относится к оборудованию для получения слоев из газовой фазы при пониженном давлении (ХОГФПД) и может быть использовано при формировании диэлектрических, полупроводниковых и проводящих слоев в производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

В производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем используют низкотемпературные диэлектрические, полупроводниковые, металлические слои, полученные ХОГФПД - методом нетермической активацией реагентов (плазмой, фотохимией и др.) и с термической активацией реагентов.

Нетермическая активация ХОГФПД может вносить в диэлектрические слои дополнительный заряд носителей, технологически трудно добиваться стехиометрического состава слоев, что приводит к уменьшению срока годности приборов. Термическая активация низкотемпературных диэлектрических слоев лишена вышеуказанных недостатков.

Однако на неоднородность толщины осаждаемых слоев при термической активации влияют два фактора:

- геометрический фактор расположения подложек в реакторе $L \cdot (R_p - r_{\text{п}})^{-1}$, где L - расстояние между обрабатываемыми подложками; R_p - внутренний радиус реактора, в котором обрабатываются подложки; $r_{\text{п}}$ - радиус подложки;

- уменьшение толщины слоя на подложке как в местах их расположения в пазах подложкодержателя, так и выше пазов.

Анализ неоднородности толщины диэлектрического слоя на подложке позволяет условно свести процессы ХОГФПД по геометрическому фактору в две группы.

К первой группе относятся процессы осаждения при температуре осаждения с использованием реагентов: $\text{SiH}_2\text{Cl}_2 + \text{NH}_3$; $\text{SiH}_2\text{Cl}_2 + \text{N}_2\text{O}$; $\text{SiCl}_4 + \text{NH}_3$; $\text{TiCl}_4 + \text{NH}_3$; $\text{SiH}_4 + \text{BCl}_3$; пиролиз SiH_4 ; пиролиз ТЭОСа $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$. Для процессов первой группы

неоднородность толщины слоя по подложке практически не зависит от геометрического фактора расположения подложек в реакторе. Ко второй группе относятся процессы осаждения с использованием реагентов: $\text{WF}_6 + \text{H}_2$; $\text{SiH}_4 + \text{NH}_3$; $\text{SiH}_4 + \text{O}_2$; $\text{SiH}_4 + \text{PH}_3$; $\text{SiH}_4 + \text{PH}_3 + \text{O}_2$; $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4 + \text{PH}_3$. Для процессов второй группы неоднородность толщины слоя по подложке зависит от геометрического фактора

расположения подложек в реакторе. Для второй группы процессов, в частности для получения нитрида кремния с использованием $\text{SiH}_4 + \text{NH}_3$ в работе [1] экспериментально было определено, что отношение $L \cdot (R_p - r_{\text{п}})^{-1} = 2$ дает (1-2) % неоднородности толщины слоя по подложке. При уменьшении этого отношения наблюдается утолщение осаждаемого слоя по периферии подложек, а при увеличении - утонение. В работе [2], на примере получения диоксида кремния с использованием $\text{SiH}_4 + \text{O}_2$ теоретически показано, что условием равномерного осаждения слоя по подложке является отношение $L_{\text{опт}} \times (R_p - r_{\text{п}})^{-1} = 2$.

Таким образом для уменьшения неоднородности толщины слоя по подложке необходимо выполнять два условия: соблюдать отношение $L_{\text{опт}} \times (R_p - r_{\text{п}})^{-1} = 2$ в подложкодержателе и уменьшать толщину носителей подложек.

Известно устройство для получения слоев из газовой фазы [3], содержащее реактор осаждения, герметичность которого достигается уплотнениями между верхним торцом и фланцем, а также кварцевой трубой и нижнем фланцем. В камере расположены дополнительный подложкодержатель, включающий вертикальный набор дисков для установки подложек, которые разделены между собой распорными кольцами кожуха, подвешенного с помощью установочной прорези в держателе на

пальце вала и фланца, который закреплен в кожухе с помощью шпилек после полной сборки. Дополнительный подложкодержатель висит на валу 15 и кинематически связан с приводом вращения. Основной подложкодержатель содержит диски для подложек, которые разделены распорными кольцами. Коаксиально кварцевой трубе
 5 установлен нагреватель, который обеспечивает равномерный нагрев реакционной зоны. Для ввода газов предусмотрен штуцер, который присоединен к газовому блоку. Для удаления обработанных газов камера снабжена выпускным патрубком, соединенным с вакуумным насосом. Диск выполняет функции обтекателя. В
 10 устройстве газовый поток проходит по газовому вводу и, обтекая диск, через кольцевые щели поступает к подложкам, расположенным на дисках. Данному устройству присущи недостатки: сложность и дороговизна изготовления конструкции увеличивает себестоимость изготовления продукции, отсутствие вертикального
 15 расположения подложек существенно снижает производительность обработки последних за цикл, в данном устройстве не предоставляется возможности выдерживать геометрический фактор расположения подложек в реакторе.

Известно устройство для получения слоев из газовой фазы при пониженном давлении [4], содержащее реактор осаждения, состоящий из внутреннего реактора в
 20 виде горизонтальной трубы с продольными отверстиями, равномерно расположенными в шахматном порядке на ее стенках, установленной коаксиально внешнему реактору, выполненному в виде горизонтальной трубы, образующему с внутренним реактором камеру подачи газореагентов, снабженную патрубками для
 25 ввода газореагентов, откачную систему, снабженную тремя вакуумными затворами, два из которых расположены в откачной системе вакуумного насоса, подсоединенной к концам камеры осаждения через камеры откачки, а третий затвор размещен между ними симметрично камере осаждения, и нагреватель, отличающееся тем, что камера
 30 подачи газореагентов снабжена дополнительным патрубком, выполненным в виде вакуумированной кварцевой трубки, введенной до середины камеры подачи газореагентов, при этом выходное отверстие дополнительного патрубка расположено между продольными отверстиями внутреннего реактора.

Известно устройство для получения слоев из газовой фазы [5], содержащее реактор осаждения в виде горизонтальной трубы с отверстиями, равномерно расположенными
 35 на ее стенках, и установленные коаксиально реактору камеру подачи в него газовой смеси, снабженную патрубком, и нагреватель. Реактор снабжен патрубком для дополнительного ввода газовой смеси, а отверстия выполнены в виде продольных прорезей. В устройствах [4, 5] удалось избавиться от градиентов давления и
 40 температуры в реакторе, что позволило улучшить однородность уровня легирования слоев, например диоксида кремния и поликремния. Однако этим устройствам присущи недостатки: трудоемкость изготовления и дороговизна данной конструкции, двойная герметизация реакторов, подложкодержатель не удовлетворяет условию $L_{\text{опт}} \times (R_p - r_{\text{п}})^{-1} = 2$.

Наиболее удобным вариантом для оптимизации геометрического фактора расположения подложек является устройство (подложкодержатель), в котором размещаются обрабатываемые подложки, размеры которого удовлетворяют условию
 45 $L_{\text{опт}} \times (R_p - r_{\text{п}})^{-1} = 2$, размещающееся при получении слоев в реакторе.

Наиболее близким аналогом реактора с подложкодержателем, принятого нами за прототип, является реактор с подложкодержателем [6], состоящим из нижнего основания, которое содержит торцовые фланцы, по периметру торцовых фланцев приварены кварцевые стержни на расстоянии (3-6) мм. Внутри нижнего основания из

двух кварцевых стержней диаметром 8-10 мм изготовлен носитель для подложек. В верхней части торцовых фланцев стержни отсутствуют. Внутренняя стенка реактора становится как бы продолжением подложкодержателя.

5 К недостаткам прототипа относится трудоемкость изготовления данной конструкции из кварца; подложка на носителе находится в прорезях глубиной 4-6 мм, которые экранируют осаждение слоя на подложке, ухудшая однородность толщины слоя по подложке; напряженность данной конструкции из-за большой площади сварки кварца, после двух, трех химических отмывок подложкодержатель выходит из
10 строя (отпадают кварцевые стержни от фланцев), трудно выдерживать одинаковое расстояние между кварцевыми стержнями и подложкой в нижнем основании и внутренней стенкой реактора и краем подложки в верхней части.

15 Техническим результатом изобретения является уменьшение неоднородности толщины осаждаемого слоя, увеличение долговечности устройства, упрощение технологии его изготовления, снижение себестоимости получения диэлектрических, полупроводниковых и металлических слоев для производства интегральных микросхем.

20 Технический результат достигается тем, что в реакторе с подложкодержателем для получения слоев из газовой фазы при пониженном давлении, включающем реактор в виде горизонтальной трубы, герметизированный от атмосферы, нагреватель реактора, вводы для газов, откачной трубопровод с затвором и клапаном медленной откачки, вакуумный насос, установлен подложкодержатель, состоящий из нижнего основания в
25 виде полуцилиндра, содержащий секции носителей подложек, выполненные из двух торцовых фланцев, по торцам которых прикреплены полосковые носители с прорезями для подложек, секции скреплены внутренними торцовыми фланцами, по периметру торцовых фланцев и внешней стороне полосковых носителей закреплен перфорированный кожух, к внешним торцовым фланцам нижнего основания
30 прикреплены дополнительные фланцы, обеспечивающие коаксиальное расположение подложкодержателя в реакторе, нижнее основание закрыто верхним кожухом с перфорацией в виде полуцилиндра с радиусом, равным радиусу нижнего основания, кожухи перфорированы в шахматном порядке. Подложкодержатель выполнен из листового титана. Размеры подложкодержателя удовлетворяют условию: $L \cdot (R_p - r_n)^{-1} = 2$,
35 где L - расстояние между подложками, R_p - внутренний радиус нижнего и верхнего кожухов; r_n - радиус подложки. Под подложкодержателем установлена, по крайней мере, одна трубка, перфорированная отверстиями, по длине, равной зоне осаждения реактора.

40 Сущность изобретения поясняется на фиг.1-5.

На фиг.1 представлен реактор с подложкодержателем, где 1 - реактор, 2 - нагреватель, 3 - вводы для газов, 4 - откачной трубопровод, 5- клапан медленной откачки, 6 - вакуумный затвор, 7 - вакуумный насос, 8 - подложкодержатель.

45 На фиг.2 представлен разрез подложкодержателя, где 9 - основание в виде полуцилиндра с секциями 10 и 11, 12 - полосковые носители, 13 - прорези для подложек - 14, 15 - перфорированный кожух, 16 - фланцы секций, 17 - вспомогательные фланцы подложкодержателя, 18 - приливы.

50 На фиг.3 представлен вид с торца подложкодержателя, где: 17 - вспомогательный фланец, 12 - полосковые носители, 18 - прилив, 19 - крепление полоскового носителя к фланцу 16.

На фиг.4 представлен фрагмент подложкодержателя, где: верхний кожух - 20, перфорация - 21 верхнего кожуха, 22 - ушко для снятия верхнего кожуха, 23 - фланец

верхнего кожуха.

На фиг.5 представлен вид с торца верхнего кожуха, где 22 - ушко для снятия верхнего кожуха, 23 - фланец верхнего кожуха, 20 - верхний кожух.

5 Подложкодержатель выполнен из титана: перфорированные кожухи 15 и 20 и
полосковые носители 12 имеют толщину 1 мм, причем полосковые носители 12
выполнены жесткой конструкции; фланцы секций и вспомогательные фланцы
подложкодержателя имеют толщину 2 мм. Кожухи 15 и 20 перфорированы
10 отверстиями диаметром 4 мм в шахматном порядке с расстоянием между
отверстиями 12 мм и между рядами отверстий 12 мм.

Пример 1. Получение слоя диоксида кремния с использованием моносилана и кислорода.

Загружают в реактор 1 подложкодержатель 8 с кремниевыми подложками 14, через
15 открытую вакуумную заслонку в зону осаждения реактора. Закрывают вакуумную
заслонку, проводят медленную откачку реактора до 300-400 Па через клапан
медленной откачки, открывают вакуумный затвор и подают азот расходом 100-120
л/ч в реактор. Откачивают реактор до времени стабилизации температуры 420°C по
зоне осаждения, отключают подачу азота. Откачивают реактор до предельного
20 вакуума и закрывают вакуумный затвор. Проверяют реактор на герметичность.
Открывают вакуумный затвор и подают в реактор кислород через регулятор расхода
газа с расходом 15 л/ч и моносилан с расходом 40 л/ч в течение 60 мин. Прекращают
подачу моносилана, а потом кислорода. Откачивают реактор до предельного вакуума
и подают в камеру осаждения азот расходом 100-120 л/ч. Прокачивают реактор 5 мин,
25 прекращают подачу азота. Откачивают реактор до предельного вакуума, закрывают
затвор и заполняют реактор азотом расходом 60 л/ч до давления 300-600 Па.
Увеличивают расход азота до 300 л/ч и заполняют реактор до атмосферного давления.
Открывают вакуумную заслонку и выгружают подложки из устройства. Закрывают
30 вакуумную заслонку, открывают вакуумный затвор, проводят медленную откачку
реактора до 300-400 Па через байпасную линию, подают азот расходом 100-120 л/ч и
проводят откачку реактора до следующего процесса. Толщина слоя диоксида кремния
составила 650 нм, а неоднородность толщины по подложке составила $\pm 3\%$.

35 Пример 2. Получение слоя фосфорно-силикатного стекла с использованием
моносилана, кислорода и фосфина.

Загружают в реактор 1 подложкодержатель 8 с кремниевыми подложками 14 через
открытую вакуумную заслонку в зону осаждения реактора, закрывают вакуумную
заслонку, проводят откачку реактора до 300-400 Па через клапан медленной откачки.
40 Открывают вакуумный затвор, подают азот расходом 100-120 л/ч в реактор и
откачивают реактор до времени стабилизации температуры 420°C в зоне осаждения.
Отключают подачу азота и откачивают реактор до предельного вакуума. Закрывают
вакуумный затвор. Проверяют реактор на герметичность. Открывают вакуумный
затвор и подают в реактор кислород через регулятор расхода газа расходом 15 л/ч.
45 Подают моносилан и фосфин в реактор расходом 40 л/ч и 6 л/ч соответственно в
течение 60 мин. Прекращают подачу моносилана и фосфина, а потом и кислорода.
Откачивают реактор до предельного вакуума. Подают в камеру осаждения азот
расходом 100-120 л/ч и прокачивают реактор 5 мин. Прекращают подачу азота и
50 откачивают реактор до предельного вакуума. Закрывают затвор и заполняют реактор
азотом расходом 60 л/ч до давления 300-600 Па. Увеличивают расход азота до 300 л/ч
и заполняют реактор до атмосферного давления. Затем открывают вакуумную
заслонку и выгружают подложки 6 из подложкодержателя. Закрывают вакуумную

заслонку, открывают вакуумный затвор, проводят медленную откачку реактора до 300-400 Па через байпасную линию. Подают азот расходом 100-120 л/ч и проводят откачку реактора до следующего процесса. Толщина слоя диоксида кремния составляла 500 нм, а неоднородность толщины по подложке составляла $\pm 3\%$,
 5 неоднородность легирования фосфором по зоне осаждения составила 5-8%.

Пример 3. Получение вольфрама.

Загружают в реактор 1 подложкодержатель 8 с кремниевыми подложками 14 через открытую вакуумную заслонку в зону осаждения реактора. Закрывают вакуумную
 10 заслонку, проводят медленную откачку реактора до 300-400 Па через клапан медленной откачки, открывают вакуумный затвор и подают азот расходом 100-120 л/ч в реактор. Откачивают реактор до времени стабилизации температуры 350°C по зоне осаждения, отключают подачу азота. Откачивают реактор до предельного
 15 вакуума и закрывают вакуумный затвор. Проверяют реактор на герметичность. Открывают вакуумный затвор и подают в реактор водород через регулятор расхода газа с расходом 60 л/ч и фтористый вольфрам с расходом 5 л/ч в течение 60 мин. Прекращают подачу водорода, а потом фтористого вольфрама. Откачивают реактор до предельного вакуума и подают в камеру осаждения азот расходом 100-120 л/ч.
 20 Прокачивают реактор 5 мин, прекращают подачу азота. Откачивают реактор до предельного вакуума, закрывают затвор и заполняют реактор азотом расходом 60 л/ч до давления 300-600 Па. Увеличивают расход азота до 300 л/ч и заполняют реактор до атмосферного давления. Открывают вакуумную заслонку и выгружают подложки из устройства. Закрывают вакуумную заслонку, открывают вакуумный затвор, проводят
 25 медленную откачку реактора до 300-400 Па через байпасную линию, подают азот расходом 100-120 л/ч и проводят откачку реактора до следующего процесса. Толщина слоя вольфрама составляла 300 нм, неоднородность толщины по подложке составляла $\pm 3\%$.

30 Подложкодержатель с отношением $L_{\text{опт}} \times (R_p - r_{\text{п}})^{-1} = 2$ и уменьшенной толщиной полосковых носителей 12 подложек 14 позволил улучшить неоднородность толщины слоев и легирования.

Источники информации

- 35 1. В.Н.Кокин, Н.М.Манжа и др. «Оптимальные условия получения высококачественных пленок нитрида кремния при пониженном давлении» - Электронная промышленность, 2Т (31), 1986, с.26-28.
2. Н.М.Манжа, С.И.Патюков, В.З.Петрова. «Кинетика процесса осаждения пленок оксида кремния при окислении моносилана кислородом в реакторе». - Электронная
 40 техника. Сер.3. Микроэлектроника. Вып.2 (141), 1991, с.36-39.
3. Патент РФ №1580873, МПК: С23С 16/00, 1994.
4. Патент РФ №2324020, МПК: С30В 25/14, 2006.
5. А.с. СССР №1334781, МПК: С30В 25/00, 1996.
- 45 6. Пат. США №4220116, 1980. Reactant gas flow structure for a low pressure CVD system (Burroughs Corp) - прототип.

Формула изобретения

1. Реактор с подложкодержателем для получения слоев из газовой фазы при
 50 пониженном давлении, включающий реактор в виде горизонтальной трубы, герметизированный от атмосферы, нагреватель реактора, вводы для газов, откачной трубопровод с затвором и клапаном медленной откачки, вакуумный насос, отличающийся тем, что в нем установлен подложкодержатель, состоящий из нижнего

основания в виде полуцилиндра, содержащий секции носителей подложек, выполненные из двух торцовых фланцев, по торцам которых прикреплены полосковые носители с прорезями для подложек, секции скреплены внутренними торцовыми фланцами, по периметру торцовых фланцев и внешней стороне
5 полосковых носителей закреплен перфорированный кожух, к внешним торцовым фланцам нижнего основания прикреплены дополнительные фланцы, обеспечивающие коаксиальное расположение подложкодержателя в реакторе, нижнее основание закрыто верхним кожухом с перфорацией в виде полуцилиндра с радиусом, равным
10 радиусу нижнего основания, кожухи перфорированы в шахматном порядке.

2. Реактор по п.1, отличающийся тем, что подложкодержатель выполнен из листового титана.

3. Реактор по п.1, отличающийся тем, что размеры подложкодержателя удовлетворяют условию: $L(R_p - r_{\Pi})^{-1} = 2$, где L - расстояние между подложками; R_p -
15 внутренний радиус нижнего и верхнего кожухов; r_{Π} - радиус подложки.

4. Реактор по п.1, отличающийся тем, что под подложкодержателем установлена, по крайней мере, одна трубка, перфорированная отверстиями, по длине равная зоне осаждения реактора.

20

25

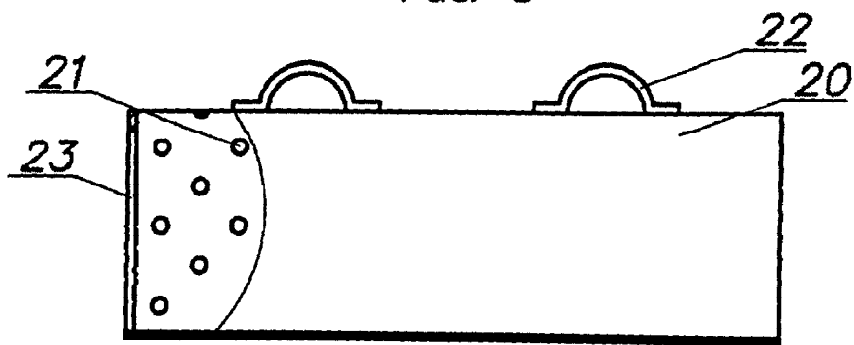
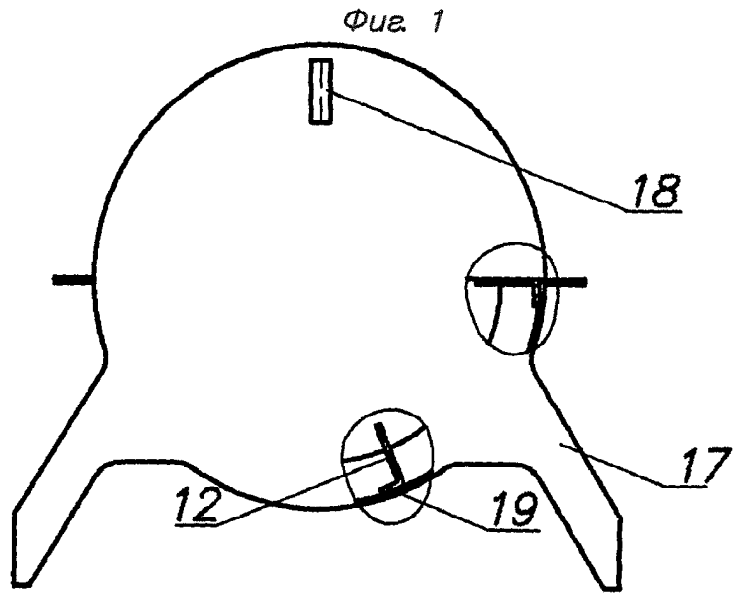
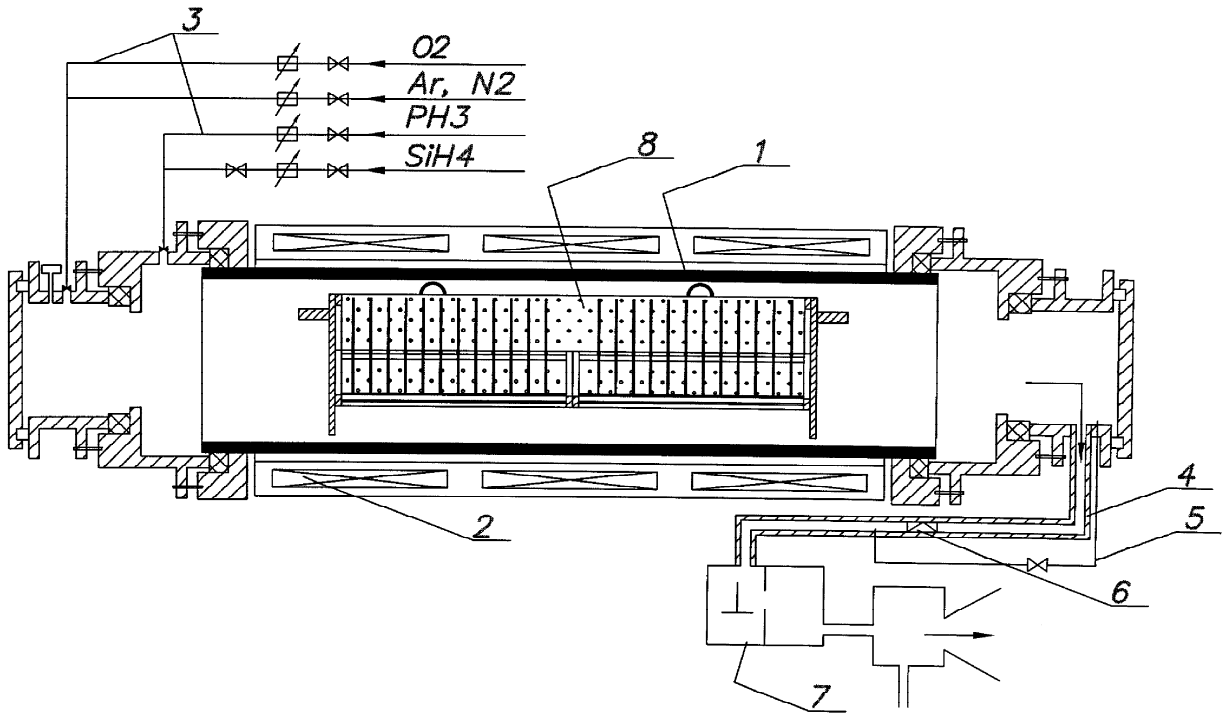
30

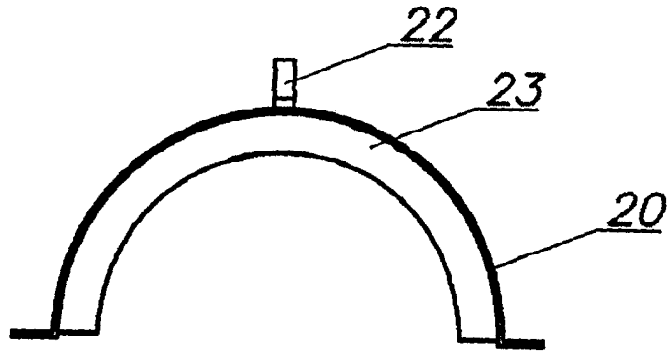
35

40

45

50





Фиг. 5