

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **026239**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.03.31

(21) Номер заявки
201171016

(22) Дата подачи заявки
2010.02.08

(51) Int. Cl. *C23C 16/455* (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01)
C23C 16/54 (2006.01)

(54) РЕАКТОР ПОСЛОЙНОГО АТОМНОГО ОСАЖДЕНИЯ, СПОСОБ ЗАГРУЗКИ ЭТОГО РЕАКТОРА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ

(31) 20095126

(32) 2009.02.09

(33) FI

(43) 2012.02.28

(86) PCT/FI2010/050080

(87) WO 2010/089461 2010.08.12

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
БЕНЕК ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
Соининен Пекка, Скарп Ярмо (FI)

(74) Представитель:
**Дощечкина В.В., Липатова И.И.,
Рыбаков В.М., Новоселова С.В.,
Хмара М.В. (RU)**

(56) US-A1-2003150385
US-A1-2004231799
US-A1-2008260940

(57) Изобретение относится к реактору (1) послойного атомного осаждения для обработки одной или более подложек (2), причем реактор (1) послойного атомного осаждения содержит по меньшей мере одну реакционную камеру, имеющую переднюю панель (6), содержащую газовые соединительные средства (10) для подачи исходных материалов, продувочных и тому подобных газов в реакционную камеру. В соответствии с настоящим изобретением передняя панель (6) выполнена с возможностью помещения поверх подложки (2) для закрывания реакционной камеры и на расстояние от поверхности подложки для открывания реакционной камеры, так что подложка (2) выполнена с возможностью помещения под, над или перед передней панелью (6), когда реакционная камера находится в открытом положении, при котором передняя панель (6) находится на расстоянии от подложки (2), и так что подложка (2) выполнена с возможностью обработки методом послойного атомного осаждения при закрытом положении реакционной камеры, при котором переднюю панель помещают поверх подложки (2). Изобретение также относится к технологической линии для обработки подложки (2) и к способу загрузки подложки в реактор послойного атомного осаждения.

B1

026239

026239

B1

Изобретение относится к реактору послойного атомного осаждения в соответствии с ограничительной частью п.1 формулы изобретения и, в частности, к реактору послойного атомного осаждения для обработки одной или более подложек, причем реактор содержит по меньшей мере одну реакционную камеру, имеющую переднюю панель, содержащую газовые соединительные средства (трубопроводы) для подачи исходных материалов, продувочных и тому подобных газов в реакционную камеру. Изобретение также относится к технологической линии в соответствии с ограничительной частью п.26 формулы изобретения и, в частности, к технологической линии, содержащей две или более последовательно расположенных технологических камер для модификации и/или выращивания поверхности подложки, и в которой подложку перемещают в горизонтальном направлении через эти последовательно расположенные технологические камеры. Изобретение также относится к способу в соответствии с ограничительной частью п.27 формулы изобретения и, в частности, к способу загрузки одной или более подложек в реакционную камеру реактора послойного атомного осаждения и удаления их из реакционной камеры.

В соответствии с предшествующим уровнем техники подложки загружают в реактор послойного атомного осаждения, или ALD-реактор (от англ. "Atomic Layer Deposition" - послойное атомное осаждение), и, в частности, в его реакционную камеру, расположенную внутри камеры низкого давления, и удаляют из нее через шиберную задвижку, или, альтернативно, реакционная камера имеет открываемую крышку, через которую в нее можно поместить подложку. В этом случае каждую из подложек можно помещать в ALD-реактор и удалять из него отдельно, так что загрузка/удаление состоит из нескольких последовательных операций, или перемещений, осуществляемых в заданном порядке.

Недостаток описанного устройства состоит в том, что сложная и медленная загрузка подложки в реакционную камеру делает затруднительным применение метода послойного атомного осаждения в технологических линиях. Сложные решения из предшествующего уровня техники являются медленными и требуют применения сложных устройств для манипуляций с подложками при их загрузке и удалении из реакционной камеры при помощи нескольких последовательных перемещений. Кроме того, решения из предшествующего уровня техники не обеспечивают быстрой и эффективной работы ALD-реактора в условиях поточного производства, обеспечивающей получение подложки за один технологический этап в ALD-реакторе и перемещение ее из ALD-реактора к следующему технологическому этапу.

Сущность изобретения

Задачей изобретения является создание реактора послойного атомного осаждения, способа загрузки этого реактора и технологической линии, которые позволят устранить перечисленные недостатки. Решение этой задачи достигается с помощью ALD-реактора в соответствии с отличительной частью п.1 формулы изобретения, который характеризуется тем, что передняя панель выполнена с возможностью ее расположения поверх подложки для закрывания реакционной камеры и на расстоянии от подложки для открывания реакционной камеры таким образом, что подложка в загруженном состоянии размещается под передней панелью, над ней или перед ней, когда реакционная камера находится в открытом положении, при котором передняя панель расположена на расстоянии от подложки, и таким образом, что подложка может быть обработана методом послойного атомного осаждения при закрытом положении реакционной камеры, при котором передняя панель расположена поверх подложки. Решение задачи настоящего изобретения достигается также с помощью технологической линии в соответствии с отличительной частью п.26 формулы изобретения. Решение задачи настоящего изобретения также достигается с помощью способа в соответствии с отличительной частью п.27 формулы изобретения, который характеризуется тем, что подложку загружают в реакционную камеру для обработки путем

перемещения подложки для ее помещения над, под или перед передней панелью реакционной камеры, причем передняя панель содержит газовые соединительные средства для подачи исходных материалов, продувочных и т.п. газов в реакционную камеру, и

перемещения передней панели реакционной камеры и подложки относительно друг к другу для размещения передней панели поверх подложки для приведения реакционной камеры в закрытое положение,

и подложку удаляют из реакционной камеры путем

перемещения передней панели реакционной камеры и подложки относительно друг к другу для размещения передней панели и подложки на расстоянии друг от друга для приведения реакционной камеры в открытое положение, и

перемещения подложки из положения над, под или перед передней панелью открытой реакционной камеры.

Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения раскрыты в зависимых пунктах формулы изобретения.

Изобретение основано на том, что реакционная камера, расположенная внутри камеры низкого давления ALD-реактора, предназначенного для осуществления метода послойного атомного осаждения (ALD-метод), выполнена таким образом, что подложку можно перемещать в горизонтальном направлении под или над передней панелью, через которую осуществляют подачу исходных материалов, продувочных и других газов, и подложку и переднюю панель можно перемещать относительно друг друга для помещения передней панели на поверхность подложки для закрывания реакционной камеры. Таким образом, реакционная камера может быть установлена в открытое положение, при котором передняя па-

нель находится на расстоянии от поверхности подложки над или под подложкой. При открытом положении реакционной камеры подложку можно перемещать над или под передней панелью и можно удалять из камеры. Для закрывания реакционной камеры переднюю панель и подложку перемещают относительно друг друга, так что передняя панель оказывается на поверхности подложки, подлежащей обработке. Относительное перемещение подложки и передней панели можно осуществлять путем перемещения или передней панели, или подложки, или их обеих. Для обработки верхней поверхности подложки передняя панель может быть опущена сверху вниз на верхнюю поверхность подложки, или подложка может быть поднята вверх для помещения передней панели на поверхность подложки. Альтернативно, можно одновременно поднять подложку вверх, а переднюю панель опустить вниз. Для обработки нижней поверхности подложки переднюю панель можно поднять вверх для помещения на нижнюю поверхность подложки. Верхнюю и нижнюю поверхности подложки можно обрабатывать одновременно, как описано выше, путем обеспечения реакционной камеры с двумя передними панелями, расположенными над и под подложкой, соответственно, вследствие чего подложка находится между передними панелями. В этом случае обе передние панели можно перемещать относительно подложки для закрывания реакционной камеры.

Хотя в соответствии с примерами настоящего изобретения передняя и опорная конструкции выполнены с возможностью перемещения относительно друг друга, по существу, в вертикальном направлении, передняя панель и подложка могут быть также выполнены с возможностью перемещения относительно друг друга, например, по существу, в горизонтальном направлении. В этом случае, например, большую стеклянную пластину, которую перемещают в вертикальном положении, можно переместить в положение перед передней панелью на расстоянии от нее, так что переднюю панель и подложку можно перемещать в горизонтальном направлении относительно друг друга для закрывания реакционной камеры, вследствие чего стеклянную пластину помещают на переднюю панель в вертикальном положении. Таким образом, реакционная камера может быть открыта при помощи относительного горизонтального перемещения передней панели и подложки.

Преимущество способа и системы в соответствии с настоящим изобретением состоит в том, что они упрощают загрузку подложки, в частности подложки в виде пластины или плоской подложки, в реакционную камеру ALD-реактора. В соответствии с изобретением открывание и закрывание реакционной камеры можно осуществить при помощи одного перемещения, или относительного перемещения в одном направлении. Предпочтительно при закрывании реакционной камеры можно переместить подложку в реакционную камеру и закрыть ее в ней, и, соответственно, удалить подложку из реакционной камеры при ее открывании. Таким образом, реакционная камера имеет простую конструкцию, и, соответственно, загрузку подложки в реакционную камеру и ее удаление из реакционной камеры можно осуществить просто и быстро, если закрывание реакционной камеры и загрузку в нее подложки осуществляют одновременно при помощи одного перемещения, и, соответственно, открывание реакционной камеры и удаление из нее подложки осуществляют при помощи одного перемещения, предпочтительно в одном направлении. Еще одно преимущество настоящего изобретения состоит в том, что подложка и, необязательно, также опора подложки, отсоединяется от транспортера, вследствие чего не требуются отдельные перемещение и регулирование усилий для верхнего и нижнего уплотнений, на транспортер не действует запирающее усилие, и транспортер, например ленточный транспортер, можно применять для других транспортировочных целей.

Краткое описание графических материалов

Ниже изобретение будет описано подробно с помощью предпочтительного варианта осуществления и со ссылками на прилагаемые чертежи

на фиг. 1А и 1В представлен ALD-реактор в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 2 - реакционная камера ALD-реактора в соответствии с настоящим изобретением.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1А представлен реактор 1 послойного атомного осаждения в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. ALD-реактор 1 по фиг. 1А выполнен таким образом, что может быть интегрирован в технологическую линию, содержащую две или более последовательно установленных технологических камеры, через которые проходит подложка в ходе технологического процесса. ALD-реактор 1 по фиг. 1А содержит технологическую камеру 4, первое задвижечное устройство 14 и второе задвижечное устройство 16. Технологическая камера 4 может являться, например, камерой низкого давления, камерой высокого давления или камерой нормального атмосферного давления (нормальная температура и давления: 1 бар, 0°C). Задвижечные устройства 14, 16 могут включать шиберную задвижку или другое соответствующее разделяющее устройство, через которое подложку 2 вводят в камеру 4 низкого давления ALD-реактора 1 и удаляют из нее. В соответствии с фиг. 1А ALD-реактор 1 содержит также транспортировочные средства 18 для перемещения подложки 2 внутри камеры 4 низкого давления, а также в камеру 4 низкого давления и из нее. Транспортировочные средства 18 могут являться, например, колесами роликового конвейера, траками транспортера или лентами конвейера, на которые перемещают подложку 2. В соответствии с фиг. 1В предусмотрены такие транспортировочные средства 18, что подложка 2 опирается на них только своими противоположными краями или краевыми областями, иными словами, подложку 2 помещают на транспортировочное средство 18 таким образом, что толь-

ко края подложки 2 входят в контакт с транспортировочными средствами 18, когда подложка 2 расположена на транспортировочных средствах 18. Однако следует заметить, что хотя это описание в основном относится к плоским подложкам, подложки также могут являться другими элементами, например оболочками мобильных телефонов и т.п., которые можно поместить на опору подложки в количестве одного или более.

В настоящем описании под подложкой 2 подразумевается только подложка или, альтернативно, сама подложка и опора подложки, на которую опирается или на которой закреплена подложка в процессе изготовления/модификации. Таким образом, в соответствии с решением по фиг. 1А и 1В, по существу, плоскую подложку 2 можно поместить на транспортировочные средства 18, так что только опора подложки входит в контакт с транспортировочными средствами 18, а сама подложка расположена между транспортировочными средствами 18. На фиг. 1В представлено положение транспортировочных средств 18 относительно подложки 2, так что они могут поддерживать снизу только края подложки 2.

В соответствии с решением по фиг. 1А подложка 2 может быть введена в камеру 4 низкого давления ALD-реактора 1 через задвижное устройство 14, и затем подложку 2 можно перемещать внутри камеры 4 низкого давления при помощи транспортировочных средств 18. Внутри камеры 4 низкого давления также предусмотрена реакционная камера, содержащая переднюю панель 6 и опорную конструкцию 8 по фиг. 1А. Однако следует отметить, что в соответствии с некоторыми вариантами осуществления камера низкого давления может отсутствовать или может быть заменена какой-либо другой соответствующей технологической камерой, например камерой высокого давления или камерой нормального атмосферного давления (нормальные температура и давление: 1 бар, 0°C). В соответствии с описанным здесь вариантом осуществления технологическая камера выполнена в виде камеры низкого давления, но ее также можно заменить другой технологической камерой. Узел в реакционной камере, состоящий из передней панели 6 и опорной конструкции 8 выполнены с возможностью открывания, так что передняя панель 6 и опорная конструкция 8 выполнены с возможностью взаимного перемещения для размещения на расстоянии друг от друга и друг на друга. Передняя панель 6 и опорная конструкция 8 выполнены с возможностью перемещения по существу перпендикулярно их плоским поверхностям. В соответствии с решением по фиг. 1А и 1В передняя панель 6 и опорная конструкция 8 выполнены с возможностью перемещения по существу в вертикальном направлении относительно друг друга для открывания и закрытия реакционной камеры. В соответствии с фиг. 1А и 1В реакционную камеру закрывают путем взаимного перемещения передней панели 6 и опорной конструкции 8 по направлению друг к другу, так что подложка 2 оказывается между передней панелью 6 и опорной конструкцией 8. При закрытом положении реакционной камеры переднюю панель 6 и опорную конструкцию 8 можно поместить друг на друга или, альтернативно, они могут быть помещены на подложку 2 и/или опору подложки с противоположных сторон, так что подложка 2 или опора подложки составляют часть реакционной камеры, когда реакционная камера закрыта. Соответственно, реакционную камеру открывают путем взаимного перемещения передней панели 6 и опорной конструкции 8 по направлению друг от друга. В соответствии с настоящим изобретением следует также отметить, что под помещением подложки между передней панелью и опорной конструкцией также подразумевается альтернативный вариант, при котором опорная конструкция является опорой подложки и всегда следует за подложкой. В этом случае помещение подложки между передней панелью и опорной конструкцией осуществляют путем перемещения опорной конструкции и находящейся на ней подложки до выравнивания (расположения на одном уровне) с передней панелью, таким образом, что подложка оказывается между передней панелью и опорной конструкцией. Иными словами, подложку не помещают в пространство между передней панелью и опорной конструкцией, а оставляют между передней панелью и опорной конструкцией, когда опорная конструкция, т.е. опора подложки по существу оказывается выровненной с передней панелью, например под передней панелью.

Реакционная камера в соответствии с настоящим изобретением более подробно будет описана в связи с фиг. 2. В этой связи под передней панелью 6 реакционной камеры подразумевается та часть реакционной камеры, которая содержит газовые соединительные средства (трубопроводы) 10, 12 для подачи исходных материалов, продувочных и тому подобных газов в реакционную камеру и, необязательно, для удаления их из реакционной камеры. Иными словами, газообмен в реакционной камере осуществляют через газовые соединительные средства 10, 12 в передней панели в соответствии с принципами ALD-метода. По фиг. 2 подачу газов можно осуществлять через впускное соединение 10 и удаление газов можно осуществлять через выпускное соединение 12 соответственно. Передняя панель 6 также содержит впускные отверстия (не показаны) для подачи газов в реакционную камеру и выпускные отверстия для удаления газов из реакционной камеры. В соответствии с одним из предпочтительных вариантов осуществления изобретения каждая из боковых стенок передней панели 6 содержит по меньшей мере одно впускное отверстие и/или одно выпускное отверстие. В этом случае при закрытой реакционной камере все ее боковые стенки принимают участие в газообмене, причем каждая из боковых стенок снабжена одним или более впускных и/или выпускных отверстий. Предпочтительное осуществление этого решения состоит в разделении периметра, состоящего из боковых стенок реакционной камеры, на один или более участков подачи, из которых газы подают в реакционную камеру, и на один или более выпускных

участков, из которых газы удаляют из реакционной камеры. Передняя панель 6 по фиг. 2 выполнена вогнутой, образуя реакционное пространство 24 внутри реакционной камеры. При вогнутой передней панели 6 передняя панель и расположенная на ней подложка 2 или подложка 2 вместе с опорой подложки определяют реакционное пространство 24, вследствие чего между передней панелью 6 и подложкой 2 образовано реакционное пространство 24 по фиг. 2. В этом случае подложка 2 или подложка 2 вместе с опорой составляют часть реакционной камеры при закрытом положении реакционной камеры. Реакционной камере также могут быть приданы соответствующие размеры, или она может быть выполнена с возможностью приема двух или более подложек 2 одновременно. В этом случае, когда реакционная камера находится в открытом положении, две или более подложки 2 помещают между передней панелью 6 и опорной конструкцией 8, после чего реакционную камеру закрывают, так что эти две или более подложки 2 или, по меньшей мере, их части, подлежащие обработке, остаются внутри реакционной камеры, как описано выше. В соответствии с предпочтительным решением реакционная камера выполнена с возможностью приема двух или более подложек 2, находящихся рядом друг с другом. В этом случае подача и удаление газов могут быть выполнены в реакционной камере таким образом, что выпускные отверстия расположены в передней панели 6 между подложками 2, а выпускные отверстия в боковых стенках передней панели 6, окружающих подложки 2 вблизи краевых областей подложек 2. Так, например, в соответствии с решением, в котором две подложки расположены в реакционной камере рядом (бок о бок), подача газа осуществляется между этими смежными подложками 2, а удаление газа осуществляется из боковых стенок реакционной камеры, окружающих подложки. Таким образом, газодинамика реакционной камеры может быть оптимизирована. Также на панели может находиться несколько подложек.

Выпускные и выпускные трубопроводы в ALD-реакторе в соответствии с настоящим изобретением должны быть выполнены таким образом, чтобы, несмотря на перемещение передней панели 6, обеспечивались чистота и герметичность этих трубопроводов. Обеспечить герметичность трубопроводов позволяет установка полностью герметичной гофрированной или сильфонной металлической трубы между внутренней стенкой камеры 4 низкого давления и способными к перемещению верхней или нижней панелями. Гофрированную трубу такого типа приваривают к фланцам или другим соответствующим соединительным частям, которые также прикрепляют путем уплотнения металлом или эластомером, или путем приваривания непосредственно на место к стенке камеры 4 низкого давления или к передней панели 6. Таким образом, соединение устойчиво герметизировано на всем протяжении и может быть полностью снабжено, если этого требует применение или зона низкого давления, металлическими уплотнениями. Альтернативно, гофрированная труба может быть приварена или герметично соединена каким-либо другим способом, непосредственно к стенке камеры низкого давления и/или к передней панели 6, и в этом случае отдельное уплотнение не требуется. При возвратно-поступательном перемещении передней панели 6 внутри камеры 4 низкого давления гофрированная труба эластично вытягивается, или распрямляется и сжимается, или складывается. В этом случае внутри камеры 4 низкого давления не возникает скольжения, трения, контактирования или других относительных перемещений из-за вводов, которые могли бы привести к пропуску или образованию примесей в емкости низкого давления.

Таким образом, ввод или соединительное средство в емкости низкого давления, выполненные в виде гофрированной или сильфонной трубы обеспечивает простое и эффективное решение, в соответствии с которым передняя панель 6 реакционной камеры может перемещаться относительно камеры 4 низкого давления. Гофрированная труба сохраняет герметичность при перемещении подвижной передней панели 6 и/или опорной конструкции 8 и несмотря на это перемещение. При помощи гофрированной трубы можно вводить газы в емкость низкого давления и удалять их оттуда, и, кроме того, электрические приборы, датчики температуры и давления могут быть подведены через эти гофрированные трубопроводы и подсоединены непосредственно к частям, перемещающимся внутри камеры 4 низкого давления. В гофрированной трубе может преобладать нормальное атмосферное давление, вследствие чего установленные в ней провода и трубы, а также другие элементы, применяемые в камере 4 низкого давления, могут находиться при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающей среды, и, следовательно, от них не требуется устойчивость к низкому давлению или высоким температурам, преобладающим в емкости низкого давления. Одновременно гофрированный трубопровод также позволяет объединить и интегрировать обогрев газовых соединительных средств и вводов, если такой обогрев предусматривает использование гофрированной трубы. В данном контексте под обогревом подразумевается, что температуру каждого из соединительных средств, проходящих через холодную стенку вакуумной емкости, обеспечивает, например, отдельный нагреватель, что позволяет избежать возможной конденсации.

Гофрированная труба также позволяет установить в камере 4 низкого давления подъемный механизм, при помощи которого можно поднимать и опускать переднюю панель 6 и/или опорную конструкцию 8 реакционной камеры. В соответствии с решениями по фиг. 1А, 1В и 2 в углах передней панели 6 или рядом с ними могут быть предусмотрены подъемные соединения при помощи гофрированных труб таким образом, что подъемные элементы подъемного механизма, который перемещает переднюю панель 6 в емкости низкого давления, вводят через гофрированные трубы в камеру 4 низкого давления и соединяют с передней панелью 6. Эти подъемные элементы подъемного механизма могут находиться в гофрированной трубе при нормальном атмосферном давлении, вследствие чего низкое давление камеры 4 низ-

кого давления в действительности тянет переднюю панель 6 вверх по направлению к опорной конструкции 8, и подъемный механизм необходимо применять для перемещения передней панели 6 вниз. В соответствии с таким вариантом осуществления изобретения подъемный механизм может приводить в действие, например, электродвигатель шпинделя и/или шаровой винт.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения по фиг. 1А, 1В и 2 опорная конструкция 8 образует опорную конструкцию, на которую опираются передняя панель 6 и/или подложка 2, когда реакционная камера закрыта. Иными словами, опорная конструкция 8 не содержит никаких газовых соединительных средств. Таким образом, в соответствии с описанным здесь вариантом осуществления настоящего изобретения модификация ALD-методом подвергается только поверхность подложки, обращенная к передней панели 6, поскольку только эта поверхность подложки подвергается воздействию газов. В соответствии с альтернативным решением газовые соединительные средства могут быть предусмотрены как на передней панели 6, так и на опорной конструкции 8, так что обе поверхности подложки 2 или, альтернативно, подлежащие обработке поверхности двух подложек, расположенных последовательно, могут быть обработаны одновременно и одинаково, или при помощи одних и тех же исходных материалов, или по-разному и разными исходными материалами, вследствие чего опорная конструкция 8 должна работать как вторая передняя панель. В этом случае опорная конструкция 8 может быть аналогична передней панели 6. Альтернативно, газовые соединительные средства 10, 12 передней панели 6 могут быть присоединены, по меньшей мере, частично на стороне опорной конструкции 8 или соединены с опорной конструкцией 8, таким образом, что газ можно подавать и отводить также со стороны опорной конструкции 8 подложки 2, даже если опорная конструкция 8 не содержит газовых соединительных средств. Опорная конструкция 8 может являться, например, пластинообразной или плоской, или может содержать подпорки или другие подобные опорные элементы. Иными словами, опорная конструкция может являться любой опорой, способной поддерживать подложку или опору подложки.

Передняя панель 6 и/или опорная конструкция 8 могут содержать уплотнения, при помощи которых реакционная камера может быть герметизирована в закрытом положении. Уплотнения могут являться, например, уплотнительными кольцами. Уплотнения могут быть расположены в передней панели 6 и/или в опорной конструкции 8 таким образом, что они находятся между передней панелью 6 и опорной конструкцией 8, герметизируя их относительно друг друга. В этом случае уплотнения могут быть предусмотрены или только в передней панели 6, или только в опорной конструкции 8. Альтернативно, уплотнения могут быть расположены в передней панели 6 и/или в опорной конструкции 8, таким образом, что они опираются на подложку 2 или опору подложки. При применении высоких температур герметизация реакционной камеры может быть осуществлена без отдельных уплотнений. В этом случае гладкие поверхности передней панели 6 и/или опорной конструкции 8 реакционной камеры опираются друг на друга, так что они входят в контакт друг с другом, обеспечивая герметичность. Кроме того, в этом случае можно герметизировать реакционную камеру путем помещения, по меньшей мере, краевых участков передней панели 6 и/или опорной конструкции 8 на подложку 2 или опору подложки, так чтобы обеспечить герметичность.

Кроме того, хотя, как изложено выше, ALD-реактор 1 или его камера 4 низкого давления содержат только одну реакционную камеру, можно также снабдить камеру 4 низкого давления ALD-реактора 1 двумя или более реакционными камерами. В соответствии с одним из предпочтительных решений эти реакционные камеры расположены последовательно в камере 4 низкого давления, так что подложки 2 могут быть введены в каждую из реакционных камер одновременно, что может повысить производительность ALD-реактора. Альтернативно, каждую из подложек можно вводить в эти реакционные камеры последовательно, и, таким образом, подложка 2 в каждой из реакционных камер подвергается обработке заданным образом и при помощи заданных исходных материалов. В этом случае в одном ALD-реакторе подложка 2 может последовательно подвергаться разным процессам выращивания или модификации поверхности.

Кроме того, может быть предусмотрена реакционная камера с плазменным электродом, и/или распылительной головкой, или соплом.

На фиг. 1А, 1В и 2 представлен один из вариантов осуществления настоящего изобретения, в соответствии с которым ALD-реактор 1 может быть расположен таким образом, чтобы составлять часть технологической линии, содержащей две или более последовательных технологических камер для модификации и/или выращивания поверхности подложки 2, и подложку 2 перемещают горизонтально через последовательные технологические камеры. Таким образом, ALD-реактор 1 содержит первое задвижное устройство 14, через которое подложку 2 вводят в камеру 4 низкого давления, и второе задвижное устройство 16, через которое подложку 2 удаляют из камеры 4 низкого давления. В камере низкого давления и предпочтительно на протяжении всей технологической линии подложку 2 перемещают в горизонтальном направлении. Внутри камеры 4 низкого давления подложку 2 перемещают при помощи транспортировочных средств 18, на которых подложка 2 перемещается и на которые она опирается краевыми участками, и, в частности, краевыми участками, параллельными направлению движения подложки 2, как показано на фиг. 2. Иными словами, при помощи транспортировочных средств 18 подложку 2 можно горизонтально перемещать через камеру 4 низкого давления.

В соответствии с фиг. 1А и 1В внутри камеры 4 низкого давления имеется реакционная камера, состоящая из передней панели 6, содержащей газовые соединительные средства 10, 12, и опорной конструкции 8. В соответствии с этим вариантом осуществления изобретения передняя панель 6 расположена под подложкой 2, а опорная конструкция 8 расположена над подложкой 2, и между передней панелью 6 и опорной конструкцией 8 может быть расположена подложка 2. Кроме того, в соответствии с фиг. 1А, 1В и 2 передняя панель 6 выполнена с возможностью вертикального перемещения, а опорная конструкция 8 является неподвижной, так что реакционную камеру можно открывать и закрывать путем перемещения передней панели 6 в направлении стрелки 20. Таким образом, реакционную камеру открывают путем перемещения передней панели 6 от опорной конструкции 8 в положение по фиг. 2, на которой передняя панель 6 и опорная конструкция 8 расположены на расстоянии друг от друга по вертикали. При этом открытом положении реакционной камеры по фиг. 2 передняя панель 6 находится под подложкой 2, расположенной на транспортировочных средствах 18, или под верхним уровнем, определенным транспортировочными средствами 18, и между траками или роликами транспортировочных средств 18, находящимися в контакте с противоположными краями подложки 2. В свою очередь, будучи неподвижной конструкцией, опорная конструкция 8 расположена на заданной высоте над транспортировочными средствами 18 и/или подложкой 2, расположенной на транспортировочных средствах 18.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения по фиг. 1А, 1В и 2 подложка 2 может перемещаться в горизонтальном направлении через первое задвижное устройство 14 и далее в пространство между передней панелью 6 открытой реакционной камеры и опорной конструкцией 8 при помощи транспортировочных средств 18. Затем подложку 2 останавливают в положении между передней панелью 6 и опорной конструкцией 8, так что передняя панель 6 может быть перемещена вертикально вверх по направлению к опорной конструкции 8 таким образом, что при перемещении передней панели 6 она поднимает подложку вверх с транспортировочных средств 18, вследствие чего подложка 2 размещается на передней панели 6. Передняя панель 6 непрерывно перемещается вверх, до тех пор пока передняя панель 6 или подложка 2 не опираются на опорную конструкцию 8, вследствие чего реакционная камера закрывается. Иными словами, одно линейное перемещение передней панели 6 позволяет поднять подложку 2 с транспортировочных средств и закрыть реакционную камеру таким образом, что подложка 2 или, по меньшей мере, ее часть, подлежащая обработке, оказывается внутри реакционной камеры, как схематически показано на фиг. 1А и 1В. Когда реакционная камера закрыта, подложку 2 можно модифицировать ALD-методом. После необходимой обработки подложки 2 ALD-методом реакционную камеру открывают путем перемещения передней панели 6 вертикально вниз, до тех пор пока передняя панель не окажется в положении по фиг. 2 под верхней поверхностью транспортировочных средств 18, и подложка 2 в то же время не займет свое место на транспортировочных средствах 18. Затем подложку 2 можно перемещать дальше при помощи транспортировочных средств 18 и из камеры 4 низкого давления через второе задвижное устройство 16. Таким образом, загрузка подложки 2 в реакционную камеру и закрывание реакционной камеры и, соответственно, открывание реакционной камеры и удаление из нее подложки можно осуществить при помощи одного линейного перемещения, которое в соответствии с этим вариантом осуществления изобретения осуществляют перпендикулярно направлению движения подложки 2.

Реакционная камера также может быть выполнена таким образом, что опорная конструкция 8 расположена под подложкой 2, а передняя панель 6 расположена над подложкой 2, и подложка 2 может быть расположена между опорной конструкцией 8 и передней панелью 6. Кроме того, опорная конструкция 8 и передняя панель 6 могут быть обе выполнены с возможностью вертикального перемещения, так что передняя панель 6 или опорная конструкция 8, расположенная над подложкой может быть опущена вниз для закрывания реакционной камеры и поднята вверх для открывания реакционной камеры. В этом случае, если перемещается только передняя панель 6 или опорная конструкция 8, расположенная над подложкой 2, а передняя панель 6 или опорная конструкция 8, расположенная под подложкой остается неподвижной, передняя панель 6 или опорная конструкция 8 должна быть расположена под подложкой 2 точно на одном уровне с верхней поверхностью транспортировочных средств 18. В соответствии с альтернативным решением как передняя панель 6, так и опорная конструкция 8 выполнены с возможностью вертикального перемещения, так что реакционную камеру можно закрыть путем перемещения передней панели 6 и опорной конструкции 8 по направлению друг к другу и открыть путем их перемещения по направлению друг от друга. Это можно осуществить двумя способами: либо, как показано на фиг. 1А и 1В, подложка может быть поднята вверх с транспортировочных средств 18 при помощи опорной конструкции 8 или передней панели 6, расположенной под подложкой 2, и опорную конструкцию 8 или переднюю панель 6, расположенную над подложкой 2, можно одновременно переместить вниз, либо сначала перемещают только опорную конструкцию 8 или переднюю панель 6, расположенную над подложкой 2, или опорную конструкцию 8 или переднюю панель 6, расположенную под подложкой 2 перемещают вверх, так чтобы она оказалась на нижней поверхности подложки 2, но не поднимала подложку 2 вверх, и опорную конструкцию 8 или переднюю панель 6, расположенную над подложкой 2, опускают вниз на подложку 2, чтобы закрыть реакционную камеру.

В соответствии с более простым вариантом осуществления настоящего изобретения реакционная камера содержит только одну переднюю панель 6, расположенную так, что подложку можно перемещать

над или под нею. Переднюю панель 6, расположенную над подложкой 2, можно опустить на верхнюю поверхность подложки 2 для закрывания реакционной камеры и поднять вверх на расстояние от верхней поверхности подложки 2 для открывания реакционной камеры. Альтернативно, передняя панель 6 расположена под подложкой 2, и ее можно поднимать вверх на нижнюю поверхность подложки 2 для закрывания реакционной камеры и опускать вниз на расстояние от нижней поверхности подложки для открывания реакционной камеры.

В соответствии с другим вариантом осуществления изобретения две плоские подложки 2, первую и вторую, накладывают друг на друга, так что их поверхности расположены друг напротив друга. Таким образом, две подложки можно перемещать и обрабатывать совместно. В соответствии с этим вариантом осуществления ALD-реактор содержит две передние панели 6, первую и вторую, расположенные на стороне первой и второй подложек 2, соответственно, на расстоянии друг от друга. Наложённые друг на друга первую и вторую подложки 2 помещают между передними панелями 6, и передние панели 6 перемещают на подложки, образуя реакционные камеры. В этом случае первая подложка 2 образует первую реакционную камеру с первой передней панелью 6 для обработки поверхности первой подложки 2, обращенной к первой передней панели 6, и вторая подложка 2 образует вторую реакционную камеру со второй передней панелью 6 для обработки поверхности второй подложки 2, обращенной ко второй передней панели 6. В соответствии с этим вариантом осуществления также можно перемещать первую и вторую подложки вместе по направлению к первой или второй передним панелям, вследствие чего требуется перемещение только второй передней панели. Это можно осуществить, например, таким образом, что при помощи второй передней панели первую и вторую подложки перемещают так, что первая неподвижная передняя панель оказывается на первой подложке.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения две подложки, первую и вторую, можно перемещать в положении одна над другой или рядом (бок о бок) на расстоянии друг от друга. ALD-реактор может также содержать одну переднюю панель, имеющую первую и вторую стороны. Первую и вторую подложки помещают одновременно перед первой стороной и второй стороной передней панели, соответственно, например, первую подложку перед или над первой стороной передней панели, и вторую подложку перед или под второй стороной передней панели. Для закрывания реакционной камеры первую и вторую подложки перемещают таким образом, что первая и вторая стороны передней панели размещаются на первой и второй подложках соответственно. Альтернативно, для закрывания реакционной камеры можно перемещать переднюю панель и только одну из подложек. Передняя панель может быть выполнена в виде двух отдельных реакционных камер, одна из которых содержит первую подложку, а вторая - вторую подложку. Передняя панель может быть также выполнена таким образом, что она образует только одну реакционную камеру, вследствие чего первая и вторая подложки вместе составляют часть реакционной камеры совместно с передней панелью.

Из вышесказанного ясно, что реакционная камера может быть выполнена в соответствии с описанными конструктивными альтернативами, так что каждое из решений позволяет получить соответствующую реакционную камеру. Кроме того, следует отметить, что направления перемещения передней панели 6 и опорной конструкции 8 необязательно должны быть вертикальными, и их можно также перемещать в любом другом направлении, например в горизонтальном. Таким же образом, направление перемещения подложки в технологической камере может отличаться от горизонтального. Например, подложку можно перемещать вертикально, а переднюю панель и/или опорную конструкцию можно перемещать горизонтально. В этом случае подложка не имеет верхней и нижней поверхностей, а имеет первую и вторую поверхности, соответствующие верхней и нижней поверхностям в соответствии с описанными вариантами осуществления изобретения. В этом случае подложку помещают перед передней панелью или рядом с ней при открытом положении реакционной камеры, при котором передняя панель находится на расстоянии от подложки, и переднюю панель и подложку перемещают относительно друг друга для открывания и закрывания реакционной камеры. Однако в предпочтительном случае пластинообразную подложку перемещают в технологической камере в направлении, параллельном ее поверхности, и переднюю панель и/или опорную конструкцию перемещают в направлении, перпендикулярном этой поверхности подложки, вследствие чего подложка также поднимается и опускается или перемещается иным образом при загрузке в реакционную камеру при помощи передней панели или опорной конструкции перпендикулярно поверхности подложки.

Специалисту в данной области техники ясно, что по мере развития технологии могут появляться многочисленные способы осуществления основной идеи настоящего изобретения. Таким образом, изобретение и варианты его осуществления не ограничены приведенными примерами и могут меняться без отклонения от сущности изобретения, ограниченной прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Реактор (1) послойного атомного осаждения для обработки одной или более подложек (2), содержащий по меньшей мере одну реакционную камеру, имеющую переднюю панель (6), содержащую газовые соединительные средства (10) для подачи исходных материалов, продувочных и тому подобных газов в реакционную камеру, и технологическую камеру (4), в которой расположена указанная реакционная камера, отличающийся тем, что реактор также содержит

первое затворное устройство (14), через которое указанные одна или более подложек (2) поступают в технологическую камеру (4);

второе затворное устройство (16), через которое указанные одна или более подложек (2) выходят из технологической камеры (4);

транспортировочные средства (18) для помещения подложки (2) под переднюю панель (6) или над ней;

опору для подложки, обеспечивающую опору для подложки в процессе обработки указанной одной или более подложек;

при этом передняя панель (6) реакционной камеры выполнена с возможностью перемещения по направлению к опоре для подложки, когда подложка расположена под, или над, или перед передней панелью, для обеспечения закрытого положения реакционной камеры, причем в закрытом положении реакционной камеры ее рабочий объем ограничен передней панелью (6) и опорой, на которой расположена указанная подложка (2), а в открытом положении реакционной камеры опора подложки (2) расположена на расстоянии от передней панели (6), причем опора поддерживает часть указанной подложки (2) или всю ее целиком.

2. Реактор (1) послойного атомного осаждения для обработки одной или более подложек (2), содержащий по меньшей мере одну реакционную камеру, имеющую переднюю панель (6), содержащую газовые соединительные средства (10) для подачи исходных материалов, продувочных и тому подобных газов в реакционную камеру, и технологическую камеру (4), в которой расположена указанная реакционная камера, отличающийся тем, что реактор также содержит

первое затворное устройство (14), через которое указанные одна или более подложек (2) поступают в технологическую камеру (4);

второе затворное устройство (16), через которое указанные одна или более подложек (2) выходят из технологической камеры (4);

транспортировочные средства (18) для помещения подложки (2) под переднюю панель (6) или над ней;

опорную конструкцию, на которую опираются передняя панель (6) и/или подложка (2), когда реакционная камера закрыта;

при этом опорная конструкция (8) для подложки (2) выполнена с возможностью перемещения по направлению к передней панели, когда подложка или опорная конструкция (8) расположены под, или над, или перед передней панелью, для обеспечения закрытого положения реакционной камеры, причем в закрытом положении реакционной камеры ее рабочий объем ограничен передней панелью (6) и опорной конструкцией (8), на которой расположена указанная подложка (2), а в открытом положении реакционной камеры опорная конструкция (8) расположена на расстоянии от передней панели (6), причем опорная конструкция (8) поддерживает часть указанной подложки (2) или всю ее целиком.

3. Реактор по п.1 или 2, отличающийся тем, что передняя панель (6) выполнена с возможностью перемещения, по существу, в вертикальном направлении.

4. Реактор по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что передняя панель (6) выполнена с возможностью опускания из положения над опорой для подложки (2) или опорной конструкцией (8) для закрывания реакционной камеры или передняя панель (6) выполнена с возможностью поднимания из положения под опорой для подложки (2) или опорной конструкцией (8) для закрывания реакционной камеры.

5. Реактор по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что передняя панель (6) также содержит газовые соединительные средства (12) для удаления исходных материалов, продувочных и тому подобных газов из реакционной камеры.

6. Реактор по п.1, отличающийся тем, что содержит также опорную конструкцию (8), расположенную на противоположной стороне относительно передней панели (6).

7. Реактор по п.6, отличающийся тем, что опорная конструкция (8) выполнена с возможностью помещения напротив опоры подложки (2) или передней панели (6), когда реакционная камера находится в закрытом положении.

8. Реактор по любому из пп.2-7, отличающийся тем, что опорная конструкция (8) выполнена с возможностью перемещения, по существу, вертикально для открывания и закрывания реакционной камеры.

9. Реактор по п.2 или 8, отличающийся тем, что передняя панель (6) или опорная конструкция (8) закреплена и выполнена неподвижной.

10. Реактор по любому из пп.7-9, отличающийся тем, что опорная конструкция (8) образует вторую

переднюю панель для обработки противоположных поверхностей подложки (2), когда реакционная камера находится в закрытом положении.

11. Реактор по любому из пп.1-10, отличающийся тем, что опора для подложки (2) или опорная конструкция (8), на которую опирается подложка (2), составляет часть реакционной камеры, когда реакционная камера находится в закрытом положении.

12. Реактор по п.11, отличающийся тем, что передняя панель (6) является вогнутой, так что при закрытом положении реакционной камеры передняя панель (6) и опора для подложки (2) или опорная конструкция (8) составляют реакционное пространство (24).

13. Реактор по любому из пп.1-12, отличающийся тем, что реакционная камера выполнена с возможностью приема двух или более подложек (2) одновременно.

14. Реактор по любому из пп.2-13, отличающийся тем, что реакционная камера содержит первую переднюю панель (6) и вторую переднюю панель (6), образованную опорной конструкцией (8), которые при открытом положении реакционной камеры находятся на расстоянии друг от друга, при этом при закрытом положении реакционной камеры ее закрытый объем ограничен первой и второй передними панелями.

15. Реактор по любому из пп.1-13, отличающийся тем, что реакционная камера содержит одну переднюю панель (6), имеющую первую и вторую стороны, причем первая сторона передней панели (6) выполнена с возможностью помещения поверх первой подложки (2), а вторая сторона - поверх второй подложки (2), когда реакционная камера находится в закрытом положении.

16. Реактор по любому из пп.2-15, отличающийся тем, что передняя панель (6) и/или опорная конструкция (8) содержит уплотнение для герметизации реакционной камеры в закрытом положении.

17. Реактор по любому из пп.1-16, отличающийся тем, что содержит транспортировочные средства (18) для помещения подложки (2) под переднюю панель (6) или над ней.

18. Реактор по п.17, отличающийся тем, что передняя панель (6) или опорная конструкция (8), выполнена с возможностью подъема подложки (2) вверх с транспортировочных средств (18) при закрывании реакционной камеры и опускания подложки (2) на транспортировочные средства (18) при открывании реакционной камеры.

19. Реактор по любому из пп.16-18, отличающийся тем, что содержит одну или более гофрированных и/или сильфонных труб, герметично установленных между стенкой технологической камеры (4) и передней панелью (6) и/или опорной конструкцией (8), выполненных с возможностью перемещения в этой камере, таким образом, чтобы обеспечить ввод в технологическую камеру (4).

20. Реактор по п.19, отличающийся тем, что гофрированная и/или сильфонная труба герметично прикреплена непосредственно или при помощи фланцев к стенке технологической камеры (4) и внутри камеры (4) низкого давления к передней панели (6) и/или опорной конструкции (8), выполненными с возможностью перемещения относительно технологической камеры (4).

21. Технологическая линия, содержащая две или более последовательные технологические камеры для модификации и/или выращивания поверхности подложки (2), в которой подложку (2) перемещают через последовательные технологические камеры, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна из технологических камер технологической линии содержит реактор (1) послойного атомного осаждения по любому из пп.1-20.

22. Способ загрузки одной или более подложек (2) в реакционную камеру реактора (1) послойного атомного осаждения по п.1 или 2 и для их удаления из указанной реакционной камеры, отличающийся тем, что подложку (2) загружают в реакционную камеру для обработки путем

перемещения подложки (2) для ее помещения над, под или перед передней панелью (6) реакционной камеры, причем передняя панель (6) содержит газовые соединительные средства (10) для подачи исходных материалов, продувочных и аналогичных газов в реакционную камеру, и

перемещения передней панели (6) реакционной камеры и подложки (2), по существу, в вертикальном и/или горизонтальном направлении относительно друг друга для размещения передней панели поверх подложки (2) для приведения реакционной камеры в закрытое положение, при этом опора подложки (2), которая поддерживает подложку (2), образует часть реакционной камеры, когда реакционная камера находится в закрытом положении;

и подложку (2) удаляют из реакционной камеры путем

перемещения передней панели (6) реакционной камеры и подложки (2), по существу, в вертикальном и/или горизонтальном направлении относительно друг друга для размещения передней панели (6) и подложки (2) на расстоянии друг от друга для приведения реакционной камеры в открытое положение и

перемещения подложки (2) из положения над, под или перед передней панелью (6) открытой реакционной камеры.

23. Способ по п.22, отличающийся тем, что переднюю панель (6) или подложку (2) перемещают, по существу, в вертикальном направлении относительно друг друга для открывания и закрывания реакционной камеры.

24. Способ по любому из пп.22 или 23, отличающийся тем, что переднюю панель (6) перемещают вниз на верхнюю поверхность подложки (2) для приведения реакционной камеры в закрытое положение.

25. Способ по любому из пп.22 или 23, отличающийся тем, что переднюю панель (6) перемещают вверх на нижнюю поверхность подложки (2) для приведения реакционной камеры в закрытое положение.

26. Способ по любому из пп.22-24, отличающийся тем, что подложку (2) поднимают вверх для помещения передней панели (6) на верхнюю поверхность подложки (2) для приведения реакционной камеры в закрытое положение.

27. Способ по любому из пп.22-24, отличающийся тем, что подложку (2) при закрытом положении реакционной камеры поддерживают опорной конструкцией (8), расположенной на стороне подложки (2), противоположной передней панели (6).

28. Способ по п.27, отличающийся тем, что подложку (2) поднимают вверх при помощи опорной конструкции (8) для помещения передней панели (6) на верхнюю поверхность подложки (2) для приведения реакционной камеры в закрытое положение.

29. Способ по п.27, отличающийся тем, что подложку (2) поднимают вверх при помощи передней панели (6) путем помещения передней панели (6) на нижнюю поверхность подложки (2) для помещения верхней поверхности подложки (2), опоры подложки (2) или передней панели (6), в свою очередь, на опорную конструкцию (8).

30. Способ по п.27 или 29, отличающийся тем, что опорную конструкцию (8) опускают вниз на верхнюю поверхность подложки (2), опору подложки (2) или переднюю панель (6) для приведения реакционной камеры в закрытое положение.

31. Способ по любому из пп.22-30, отличающийся тем, что исходные материалы, продувочные и аналогичные газы вводят в реакционное пространство реакционной камеры и удаляют из него через переднюю панель (6).

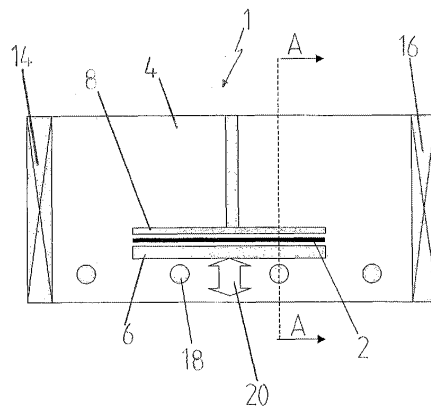
32. Способ по любому из пп.22-31, отличающийся тем, что исходные материалы, продувочные и аналогичные газы вводят в реакционное пространство реакционной камеры и удаляют из него через опорную конструкцию (8), причем опорная конструкция образует вторую переднюю панель.

33. Способ по любому из пп.22-31, отличающийся тем, что загрузку двух или более подложек (2) в реакционную камеру осуществляют одновременно.

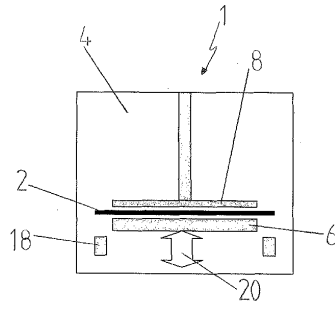
34. Способ по любому из пп.22-33, отличающийся тем, что перемещение подложки (2) для ее помещения под или над передней панелью (6) осуществляют при помощи транспортировочных средств (18).

35. Способ по любому из пп.22-34, отличающийся тем, что подложку (2) поднимают вверх с транспортировочных средств (18) при помощи расположенной под ней передней панели (6) или опорной конструкции (8) при закрывании реакционной камеры и опускают подложку (2) на транспортировочные средства (18) при открывании реакционной камеры.

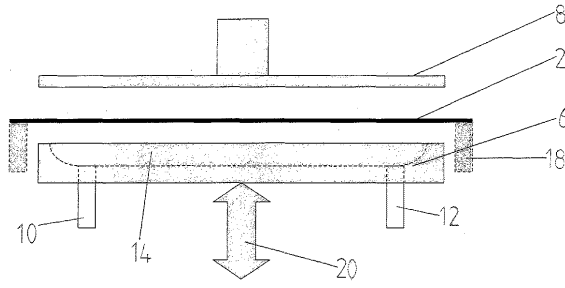
36. Способ по любому из пп.22-35, отличающийся тем, что его используют в технологической линии, содержащей две или более последовательные технологические камеры для модификации и/или выращивания поверхности подложки (2), в которой подложку (2) перемещают в горизонтальном направлении через последовательные технологические камеры.



Фиг. 1А



Фиг. 1В



Фиг. 2

