

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-540840

(P2008-540840A)

(43) 公表日 平成20年11月20日(2008.11.20)

(51) Int.Cl.
C23C 16/455 (2006.01)

F I
C23C 16/455

テーマコード(参考)
4K030

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2008-511049 (P2008-511049)
 (86) (22) 出願日 平成18年5月4日(2006.5.4)
 (85) 翻訳文提出日 平成19年12月18日(2007.12.18)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2006/001703
 (87) 国際公開番号 W02006/121264
 (87) 国際公開日 平成18年11月16日(2006.11.16)
 (31) 優先権主張番号 10-2005-0038606
 (32) 優先日 平成17年5月9日(2005.5.9)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

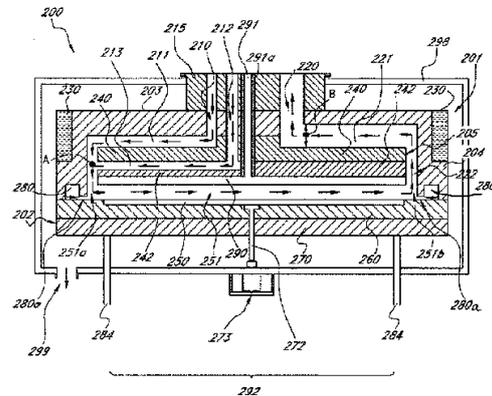
(71) 出願人 507370448
 エイエスエム・ジェニテック・コリア・リミテッド
 大韓民国・テジョン・メトロポリタン・シティ・306-230・テドクーク・シニルードン・1694-5
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の気体流入口を有する原子層堆積装置の反応器

(57) 【要約】

本発明の実施例は、気体相反応物質の表面反応を順に反復する原子層堆積方法によって基板上に薄膜を形成する原子層堆積反応器に関するものであって、本発明の実施例による原子層堆積反応器は、反応チャンバー、複数の気体流入口、そして一つの気体流出口を含む。反応チャンバーは反応空間を含む。反応器は、前記反応チャンパー内の気体流れ調節部を含む。気体流れ調節部は反応空間の上に位置し、前記複数の気体流入口と前記反応空間との間に位置する。気体流れ調節部は複数の気体流れチャンネルを持つが、各々の気体流れチャンネルは、気体流入口のうちのいずれか一つから反応空間の気体流入部に連結されている。各チャンネルは、気体流入口から反応空間へ向かうほど順に広がる。反応器は反応空間内の基板支持台をさらに含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

原子層堆積反応器であって、
反応空間、
複数の気体流入口、
気体流出口、
前記反応空間内に配置されている気体流れ調節部、及び
前記反応空間に基板を装着する基板支持台を含む反応チャンバーを含み、
前記気体流れ調節部は、前記複数の気体流入口と前記反応空間との間に配置され、複数の
の気体流入チャンネルを有し、

10

前記複数の気体流入チャンネルは、各々、前記複数の気体流入口のうちの一つの気体流入口から前記反応空間の周辺の第 1 部分に延びて、前記一つの気体流入口から前記反応空間の周辺の第 1 部分に行くほど面積が広がる原子層堆積反応器。

【請求項 2】

前記複数の気体流入口は前記反応チャンバーの上部に配置されている、請求項 1 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3】

前記複数の気体流入口は前記反応空間の中央部の上に配置され、
前記複数の流入チャンネルの各々は、前記反応空間の中央部の上から前記反応空間の周辺部の第 1 部分の上に、放射状で円周方向に拡張されている、請求項 1 に記載の原子層堆積
反応器。

20

【請求項 4】

前記気体流れ調節部の下部表面と前記基板支持台の上部表面は、互いに対向して前記反応空間を定義する、請求項 1 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 5】

前記気体流れ調節部は、互いに幾重にも積まれている複数の気体流れ調節板を含み、前記気体流れ調節板の各々は、前記複数の気体流入チャンネルの各々の下部表面と側壁を定義する、請求項 1 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 6】

前記気体流れ調節板の各々は、前記気体流れ調節板の中央部から前記気体流れ調節板の周縁の少なくとも一部分に拡張されている気体流入溝を含み、前記気体流入溝は、前記気体流れ調節板の中央部から前記気体流れ調節板の周縁に行くほど面積が広がる、請求項 5 に記載の原子層堆積反応器。

30

【請求項 7】

前記複数の気体流れ調節板は、第 1 気体流れ調節板と、前記第 1 気体流れ調節板の真上に配置されている第 2 気体流れ調節板とを含み、

前記第 1 気体流れ調節板は、その上部表面に、前記第 1 気体流れ調節板の中央部から前記第 1 気体流れ調節板の周縁の少なくとも一部分に拡張されている気体流入溝を含み、

前記気体流入溝と前記第 2 気体流れ調節板の下部表面は、前記複数の気体流入チャンネルのうちの一つを定義するように構成された、請求項 6 に記載の原子層堆積反応器。

40

【請求項 8】

前記複数の気体流れ調節板のうちの一つは垂直に貫く貫通孔を有し、
前記複数の気体流入チャンネルのうちの一つは、前記貫通孔を通して、前記複数の気体流入口のうちの一つと気体が行くように連結されている、請求項 5 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 9】

前記気体流れ調節部は接地されるように構成され、前記複数の気体流れ調節板のうちの一つの気体流れ調節板の間に配置された金属板をさらに含む、請求項 5 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 10】

50

前記複数の気体流れ調節板のうちの少なくとも一つは、前記反応空間から前記気体流出口に連結された気体流出チャンネルの下部面と側壁を定義する、請求項 5 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 1】

前記気体流出口の断面積は、前記複数の気体流入口の各々の断面積の合計と同じであったり大きいことを特徴とする、請求項 1 0 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 2】

前記気体流出チャンネルの断面積は、前記複数の気体流入チャンネルの各々の断面積の合計と同じであったり大きいことを特徴とする、請求項 1 0 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 3】

前記複数の気体流れ調節板は最上部気体流れ調節板を含み、
前記最上部気体流れ調節板は、前記気体流出チャンネルの下部面と側壁を定義し、
前記気体流出チャンネルは、前記反応空間の周辺部の第 1 部分の反対側に位置した前記反応空間の周辺部の第 2 部分の上から前記気体流出口に延びている、請求項 1 0 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 4】

前記気体流出口は前記反応空間の中央部の上に配置され、
前記気体流出チャンネルは、前記反応空間の周辺部の第 2 部分の上から前記反応空間の中央部の上に、放射状で円周方向から中心方向に形成されている、請求項 1 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 5】

前記気体流出チャンネルは、前記反応空間の周辺部の第 2 部分の上から前記反応空間の中央部の上に行くほど狭くなる、請求項 1 4 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 6】

前記最上部気体流れ調節板は、その上部表面に気体流入溝を有し、
前記気体流入溝は、前記気体流出チャンネルの下部面と側壁を定義し、
前記気体流入溝は、前記反応空間の周辺部の第 2 部分の上から前記反応空間の中央部の上に行くほど狭くなる、請求項 1 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 7】

前記気体流れ調節部は、前記反応空間の周辺部の第 2 部分に直接パージ気体を供給するように構成されたパージ気体チャンネルをさらに含む、請求項 1 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 8】

前記複数の気体流入チャンネルの少なくとも一部は水平に延びている、請求項 1 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 1 9】

前記複数の気体流入チャンネルは、前記反応空間の周辺部の同一な部分に気体が行くように構成された、請求項 1 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 2 0】

前記気体流れ調節部はその下部面に配置されており、前記反応空間にプラズマを発生するように構成された電極をさらに含む、請求項 1 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 2 1】

前記気体流出口は前記反応チャンバーの上部に配置されている、請求項 1 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 2 2】

前記複数の気体流入口の各々は非活性気体供給源に連結されるように構成された、請求項 1 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 2 3】

原子層堆積反応器であって、
複数の気体流入口と一つの気体流出口とを含む反応器蓋、

10

20

30

40

50

前記反応器蓋と共に反応空間を含む反応チャンバーを定義し、基板支持台を含む反応器
支え、及び

前記反応チャンバー内に配置されている複数の気体流れ調節板を含み、

前記反応空間は、気体流入部と前記気体流入部の反対方向に位置する気体流出部とを含
み、

前記複数の気体流れ調節板は前記反応空間の上に位置し、前記複数の気体流れ調節板は
互いに幾重にも積もっている形態であり、前記複数の気体流れ調節板の各々は、前記複数
の気体流入口のうちのいずれか一つから供給された一つの反応気体を前記反応空間の気体
流入部に誘導するように構成された気体流入チャンネルを少なくとも部分的に定義する、
原子層堆積反応器。

10

【請求項 2 4】

前記複数の気体流れ調節板は、前記反応空間の気体流出部から前記気体流出口に連結さ
れている気体流出チャンネルの下部面と側壁を定義する、請求項 2 3 に記載の原子層堆積
反応器。

【請求項 2 5】

前記気体流出チャンネルの断面積は、前記複数の気体流入チャンネルの各々の断面積の
合計と同じである、又は大きい、請求項 2 4 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 2 6】

前記反応器蓋は、前記反応チャンバーの上部部分を定義する反応器蓋上板を含み、

前記反応器蓋上板は、前記気体流入チャンネルの上に位置している気体流入部と前記気
体流出チャンネルの上に位置している気体流出部とを含み、

20

前記反応器蓋上板は、前記気体流出部でより前記気体流入部において更に厚い、請求項
2 5 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 2 7】

前記反応空間は、前記反応気体が前記基板支持台の上で、前記気体流入部から前記気体
流出部に向かうように水平方向に流れるように構成された、請求項 2 3 に記載の原子層堆
積反応器。

【請求項 2 8】

前記複数の気体流れ調節板は最下部の気体流れ調節板を含み、

前記最下部の気体流れ調節板の下部面と前記基板支持台の上部面は、前記反応空間を定
義するように構成された、請求項 2 3 に記載の原子層堆積反応器。

30

【請求項 2 9】

前記最下部の気体流れ調節板は、前記最下部の気体流れ調節板の下部面の上に形成され
た電極をさらに含む、請求項 2 8 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3 0】

前記複数の気体流れ調節板は最上部気体流れ調節板を含み、

前記最上部気体流れ調節板は、その上部面に形成されている第 1 気体流入溝を有し、

前記第 1 気体流入溝と前記反応器蓋の下部面の第 1 部分は、前記複数の気体流入口のう
ちの一つから流入した一つの反応気体を前記反応空間の気体流入部に誘導するように構成
された気体流入チャンネルを定義する、請求項 2 3 に記載の原子層堆積反応器。

40

【請求項 3 1】

前記最上部気体流れ調節板は、その上部に形成された第 2 気体流入溝を有し、

前記第 2 気体流入溝と前記反応器蓋の下部面の第 2 部分は、反応後に残っている反応気
体及び/又は反応副産物を、前記反応空間の気体流出部から前記気体流出口に誘導するよ
うに構成された気体流出チャンネルを定義する、請求項 3 0 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3 2】

前記反応器蓋と前記反応器支えを密閉するように構成された外壁をさらに含む、請求項
2 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3 3】

前記反応器蓋の上に配置されている気体集配部をさらに含む、

50

前記気体集配部は、前記複数の気体流入口と前記気体流出口との間に気体が行くように連結されている複数の開口部を含む、請求項 2 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3 4】

前記反応器支えは前記反応器蓋から分離可能である、請求項 2 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3 5】

前記反応器支えを垂直方向に移動可能であるように駆動する反応器支え駆動部をさらに含む、請求項 2 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3 6】

前記反応器蓋と前記反応器支えとの間に形成されている第 1 非活性気体供給通路をさらに含み、

前記第 1 非活性気体供給通路は、前記反応空間の気体流入部にパージ気体を供給するように構成された、請求項 2 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3 7】

前記反応器蓋と前記反応器支えとの間に形成されている第 2 非活性気体供給通路をさらに含み、

前記第 2 非活性気体供給通路は、前記反応空間の気体流出部にパージ気体を供給するように構成された、請求項 2 3 に記載の原子層堆積反応器。

【請求項 3 8】

反応空間において基板上に反応物を堆積する原子層堆積方法であって、前記反応空間は気体流入部と気体流出部とを含み、前記方法は複数の原子層堆積サイクルを含み、

前記原子層堆積サイクルは、

前記反応空間に第 1 反応気体を供給する段階であって、前記第 1 反応気体供給段階は、前記第 1 反応気体を、第 1 垂直位置で、前記反応空間の気体流入部に向かって水平に、外側へ行くほど広がる第 1 流れ経路を通して流れるようにする段階と、前記第 1 反応気体を、前記第 1 垂直位置から前記気体流入部に垂直に、前記反応空間に向かって流れるようにする段階とを順に含み、

前記第 1 反応気体が前記基板の表面と反応する段階、

前記反応空間から反応して残った第 1 反応気体を除去する段階、

前記反応空間に第 2 反応気体を供給する段階であって、前記第 2 気体供給段階は、前記第 2 反応気体を、第 2 垂直位置で、前記反応空間の気体流入部に向かって水平に行くほど広がる第 2 流れ経路を通して流れるようにする段階と、前記第 2 反応気体を、前記第 1 垂直位置から前記気体流入部に垂直に、前記反応空間に向かって流れるようにする段階を順に含み、

前記第 2 反応気体が前記基板の表面と反応する段階、

前記反応空間から反応して残った第 2 反応気体を除去する段階を含む、原子層堆積方法。

【請求項 3 9】

前記反応空間に第 1 反応気体を供給する段階は、前記第 2 気体流れ経路に非活性気体を供給する段階をさらに含む、請求項 3 8 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 0】

前記反応空間に第 2 反応気体を供給する段階は、前記第 1 気体流れ経路に非活性気体を供給する段階をさらに含む、請求項 3 8 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 1】

前記原子層堆積サイクルを順次に少なくとも 5 回反復する段階をさらに含む、請求項 3 8 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 2】

前記原子層堆積サイクルのうちの少なくとも一つのサイクルで、第 3 反応気体を供給し、反応させて、除去する段階をさらに含む、請求項 3 8 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 3】

10

20

30

40

50

前記反応気体を反応させる段階は、前記反応空間にプラズマを発生する段階を含む、請求項 3 8 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 4】

前記反応空間は前記第 1 及び第 2 垂直位置より低い、請求項 3 8 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 5】

前記反応して残った第 1 反応気体を除去する段階は、

前記第 1 及び第 2 気体流れ経路に非活性気体を供給する段階、

前記反応して残った第 1 反応気体を、前記反応空間の気体流出部から前記反応空間より遠く垂直に流れるようにする段階、

前記反応して残った第 1 反応気体を、水平に行くほど狭くなる前記残余気体の第 3 気体流れ経路を通して流れるようにする段階、及び

前記第 3 気体流れ経路から前記残った第 1 反応気体を排気する段階を含む、請求項 3 8 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 6】

前記反応して残った第 1 反応気体を除去する段階は、

前記第 1 及び第 2 気体流れ経路に非活性気体を供給する段階、

前記反応して残った第 1 反応気体を、前記反応空間の気体流出部から前記反応空間より遠く垂直に流れるようにする段階、

前記反応して残った第 1 反応気体を、水平に行くほど狭くなる前記残余気体の第 3 気体流れ経路を通して流れるようにする段階、及び

前記第 3 気体流れ経路から前記残った第 1 反応気体を排気する段階を順に含む、請求項 3 8 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 7】

前記反応して残った第 2 反応気体を除去する段階は、

前記反応して残った第 2 反応気体を、前記反応空間の気体流出部から前記反応空間より遠く垂直に流れるようにする段階、

前記反応して残った第 2 反応気体を、水平に行くほど狭くなる前記第 3 気体流れ経路を通して流れるようにする段階、及び

前記第 3 気体流れ経路から前記残った第 2 反応気体を排気する段階を順に含む、請求項 4 6 に記載の原子層堆積方法。

【請求項 4 8】

原子層堆積反応器の組立方法において、

上板と側壁を含む反応器蓋を供給する段階であって、前記上板は複数の気体流入口を含み、前記上板は反応チャンバーの上部面を定義し、前記側壁は前記反応チャンバーの側面を定義し、前記反応チャンバーは反応空間を含み、

気体流れ調節部の少なくとも一部が前記反応チャンバーの上部面と接触するように、前記反応チャンバー内に前記気体流れ調節部を位置させる段階であって、前記気体流れ調節部は複数の気体流入チャンネルを含み、前記複数の気体流入チャンネルの各々は、前記複数の気体流入口のうちの各々の一つから前記反応空間の周辺部の第 1 部分に連結されており、

前記気体流れ調節部の下部面と反応器支えの上部面が前記反応空間を定義するように、前記反応器蓋の側壁と接触して、密閉された前記反応器支えを提供する段階を含む、原子層堆積反応器の組立方法。

【請求項 4 9】

前記気体流れ調節部は、互いに幾重にも積まれている少なくとも二つの気体流れ調節板を含み、

前記少なくとも二つの気体流れ調節板は、各々、少なくとも二つの気体流入チャンネルを少なくとも部分的に定義する、請求項 4 8 に記載の原子層堆積反応器の組立方法。

【請求項 5 0】

10

20

30

40

50

前記少なくとも二つの気体流れ調節板の最上部板は、気体流出チャンネルを少なくとも部分的に定義するように構成された、請求項 4 8 に記載の原子層堆積反応器の組立方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板表面に薄膜を堆積するための装置に係り、より具体的には、原子層堆積方法によって基板表面に薄膜を堆積するための原子層堆積装置の反応器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

本出願は、韓国特許庁に 2005 年 5 月 9 日提出された、韓国特許出願番号 2005 - 0038606 を優先権とするものであって、その内容は本出願に全て含まれており、また、本出願は、米国特許庁に 2003 年 4 月 1 日公告された特許文献 1 に関連した出願であって、その内容は本出願に含まれている。

【0003】

米国における半導体素子の製造において、半導体基板上に高品質の薄膜を形成しようとする装置や工程を改善する努力が続けられている。半導体基板の表面反応を利用して薄膜を形成するにはいくつかの方法が利用されてくる。このような方法としては、真空蒸発堆積 (vacuum evaporation deposition)、分子線結晶成長 (Molecular Beam Epitaxy: MBE)、低圧化学気相堆積 (low-pressure Chemical Vapor Deposition)、有機金属化学気相堆積 (organometallic Chemical Vapor Deposition)、プラズマ強化化学気相堆積 (plasma-enhanced Chemical Vapor Deposition) を含む多様な化学気相堆積 (Chemical Vapor Deposition: CVD)、そして原子層結晶成長 (Atomic Layer Epitaxy: ALE) などがある。このうち、原子層結晶成長 (ALE) は、半導体堆積及び無機物電界発光表示素子 (electroluminescent display device) などに幅広く研究されてきており、最近は、多様な物質層を堆積するために利用されて原子層堆積 (Atomic Layer Deposition: ALD) と呼ばれている。

【0004】

原子層堆積法 (ALD) は、2 種類以上の反応原料気体を互いに順次的、不連続的に半導体基板上に供給して基板表面に薄膜を堆積する方法であって、基板表面に吸着した複数の反応気体が表面反応によって原子層単位で薄膜を成長させ、これを反復的に行って、望む厚さの薄膜を形成する。例えば、基板上に第 1 反応気体を供給して、第 1 反応気体を基板上に吸着させる。第 1 反応気体を基板上に吸着させた後には、パージ気体を供給したり反応チャンバー内の気体を強制的に除去して、吸着して残っている第 1 反応気体や副産物を除去する。その後、第 2 反応気体を基板上に供給して、第 2 反応気体が基板上に吸着している第 1 反応気体と反応して、原子層を堆積する。この時の反応は、基板上に吸着した第 1 反応気体層全てが第 2 反応気体と反応した後に終了する。その後、再びパージ気体を供給したり反応チャンバー内の気体を強制的に除去して、反応して残っている第 2 反応気体や副産物を除去する。このようなサイクルを、望む厚さの薄膜が堆積されるまで繰り返す。このようなサイクルは 2 種類の反応気体のみでなく、三つ以上の反応気体を利用されることもでき、追加的なパージ段階を含むこともできる。

【特許文献 1】米国特許第 6539891 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6645574 号明細書

【特許文献 3】米国特許出願公開第 2004 / 009307 号明細書

【特許文献 4】米国特許出願公開第 2005 / 0037154 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般的な化学気相堆積法に適した堆積装置は、反応気体を同時に供給して薄膜を形成するように設計されているため、反応気体を不連続的に供給して薄膜を形成したり、順に供

10

20

30

40

50

給される反応気体を反応器内で気相反応を起こさないように、パージを通して除去しながら反応させる方法には不適であった。また、反応気体が上から下の方向に半導体基板上に供給される堆積装置では、一般的に、基板上に均一な反応気体を供給するためのシャワーヘッド (shower head) を用いる。しかし、このような構造は工程気体の流れを複雑にし、規模の大きい反応器を要求するため、反応気体の供給を急速に転換しにくい。

【0006】

したがって、本発明が目的とする技術的課題は、半導体基板の表面全体で高品質の膜を形成しながらも、反応気体の供給を急速に転換することができる原子層堆積法に適した原子層堆積反応器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0007】

前記目的を達成するための本発明の一実施例によって、原子層堆積装置を提供する。前記原子層堆積反応器は、反応空間、複数の気体流入口、気体流出口、そして気体流れ調節部を含んだ反応チャンバーを含む。前記気体流れ調節部は前記反応空間内に配置されている。前記気体流れ調節部は、前記複数の気体流入口と前記反応空間との間に配置される。前記気体流れ調節部は複数の気体流入チャンネルを有する。前記複数の気体流入チャンネルは、各々、前記複数の気体流入口のうちの一つの気体流入口から前記反応空間の周辺の前1部分に延びている。前記複数の気体流入チャンネルの各々は、前記一つの気体流入口から前記反応空間の周辺の前1部分に行くほどその面積が広がる。前記反応器はまた、反応空間に支持された基板を露出するように配置されている基板支持台を含む。

20

【0008】

本発明の他の一実施例では、原子層堆積反応器を提供する。前記原子層堆積反応器は、複数の気体流入口と一つの気体流出口を含む反応器蓋を含む。前記反応器はまた、基板支持台を含んだ反応器支えを含む。前記反応器蓋と前記反応器支えは共に反応チャンバーを定義する。前記反応チャンバーは反応空間を含む。前記反応空間は、気体流入部と前記気体流入部の反対方向に位置する気体流出部とを含む。前記反応器はまた、前記反応チャンバー内に配置されている複数の気体流れ調節板を含む。前記複数の気体流れ調節板は前記反応空間の上に配置される。前記複数の気体流れ調節板は、互いに幾重にも積まれている形態である。前記複数の気体流れ調節板の各々は、前記複数の気体流入口のうちの一つから供給された一つの反応気体を前記反応空間の気体流入部に誘導するように構成された、気体流入チャンネルを少なくとも部分的に定義する。

30

【0009】

本発明のまた他の一実施例は、反応空間で反応物を堆積する原子層堆積方法を提供する。前記反応空間は気体流入部と気体流出部とを含む。前記方法は複数の原子層堆積サイクルを含むが、各原子層堆積サイクルは、前記反応空間に第1反応気体を供給する段階、前記第1反応気体が前記基板の表面と反応する段階、前記反応空間から反応して残った第1反応気体を除去する段階、前記反応空間に第2反応気体を供給する段階、前記第2反応気体が前記基板の表面と反応する段階、そして前記反応空間から反応して残った第2反応気体を除去する段階を含む。前記第1反応気体供給段階は、前記第1反応気体を、第1垂直位置で、前記反応空間の気体流入部に向かって水平に外側へ行くほど広がる第1流れ経路を通して流れるようにする段階と、前記第1反応気体を前記第1垂直位置から前記気体流入部に垂直に、前記反応空間に向かって流れるようにする段階を順に含む。前記第2気体供給段階は、前記第2反応気体を、第2垂直位置で、前記反応空間の気体流入部に向かって水平に行くほど広がる第2流れ経路を通して流れるようにする段階と、前記第2反応気体を前記第1垂直位置から前記気体流入部に垂直に、前記反応空間に向かって流れるようにする段階を順に含む。

40

【0010】

本発明のまた他の一実施例は、原子層堆積反応器の組立方法を提供する。前記原子層堆積反応器の組立方法において、上板と側壁を含む反応器蓋が提供される。前記上板は複数の気体流入口を含み、前記上板は反応チャンバーの上部面を定義する。前記側壁は前記反

50

応チャンバーの側面を定義する。前記反応チャンバーは反応空間を含む。その後、気体流れ調節部の少なくとも一部が前記反応チャンバーの上部面と接触するように、前記反応チャンバー内に前記気体流れ調節部を位置させる。前記気体流れ調節部は複数の気体流入チャンネルを含む。前記複数の気体流入チャンネルの各々は、前記複数の気体流入口のうちの各々の一つから前記反応空間の周辺部の第 1 部分に連結されている。次に、前記気体流れ調節部の下部面と反応器支えの上部面が前記反応空間を定義するように、前記反応器蓋の側壁と接触して密閉された前記反応器支えを提供する。

【発明の効果】

【0011】

本発明による原子層堆積反応器によれば、反応気体を不連続に又は順次に半導体基板表面に供給する原子層堆積法で、各々の反応気体を反応器内部に各々別個の通路を通して流入させることによって、通路で薄膜が堆積し剥がれる問題が少なく、したがって、これによって汚染粒子が半導体基板に接近することが減少するので、品質が向上し安定して半導体基板を生産することができ、また反応器の洗浄が容易で汚染程度が軽減するので、反応器の使用寿命を延長させることができる。また、反応器の体積が小さくて気体の流れが速いので、反応器内部の気体転換性能が向上して、単位時間当りの膜成長速度を高め、工程時間を大きく短縮することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明の利点及び特徴、そしてそれらを達成する方法は、添付される図面と共に詳細に後述されている実施例を参照すれば明確になるであろう。しかし、本発明は、以下で開示される実施例に限られるわけではなく、互いに異なる多様な形態に具現されるが、単に、本実施例は、本発明の開示が完全なものになるようにし、本発明が属する技術分野にて通常の知識を有する者に発明の範疇を完全に知らせるために提供させるものであり、本発明は特許請求の範囲によって定義される。

20

【0013】

以下、添付した図面を参照して、本発明の実施例について説明する。

【0014】

まず、従来技術のより詳細な説明のために、図 1 に、従来の原子層堆積装置の反応器及び気体流れを示す断面図を示したが、これは特許文献 1 に開始されたものと類似している。図 1 を参照すれば、従来の原子層堆積装置の反応器 100 は、反応器蓋 101、反応器支え 102、そして気体流れ調節板 140 を含む。

30

【0015】

反応器蓋 101 は反応器 100 の上部に配置されており、上部が遮断されている短いシリンダー形態の構造を有する。反応器蓋 101 は、気体流入口 110 及び気体流出口 120 を含む。反応器蓋 101 の側壁の一部は反応器蓋加熱部 130 に囲まれている。

【0016】

反応器支え 102 は反応器蓋 101 の下に配置される。反応器支え 102 は、反応器蓋 101 を基準に上下に移動可能である。反応器支え 102 が反応器蓋 101 から分離された場合、基板 150 は装着及び脱着することができる。堆積段階の間、反応器支え 102 は上に移動して、反応器蓋 101 と密着して、完全密閉される。反応器支え 102 は、反応器蓋 101 と共に反応チャンバー 103 を定義するように構成される。反応器支え 102 は、基板支持台 160 及び基板加熱部 170 を含む。基板 150 の上に薄膜が堆積される間、基板 150 は基板支持台 160 に設置されている。

40

【0017】

反応チャンバー 103 内には気体流れ調節板 140 が装着されており、そして反応器蓋 101 に付着されている。気体流れ調節板 140 の下部表面と基板支持台 160 の上部表面は、基板 150 が処理される反応空間 151 を定義する。気体流れ調節板 140 の上部表面の一部及び反応器蓋 101 の内部の下部表面の一部は気体流入チャンネル又は通路 111 を定義するが、このような気体流入チャンネル 111 は、気体流入口 110 に供給さ

50

れた気体を、反応空間 151 の気体流入部 151 a に流れるように構成される。気体流れ調節板 140 の上部表面の一部と反応器蓋 101 の内部の下部表面の他の一部は気体流出チャンネル又は通路 121 を定義するが、このような気体流出チャンネル 121 は、気体が反応空間 151 の気体流出部 151 b から気体流出口 120 に流れるように構成される。図 1 に示したように、反応空間 151 の気体流出部 151 b は気体流入部 151 a と反対側に位置する。気体流れ調節板 140 は、気体流入部 110 から流入した気体が気体流入チャンネル 111 を通して反応空間 151 に供給された後、気体流出チャンネル 121 を通過して、気体流出口 120 に流れるように構成される。

【0018】

図 1 に示した原子層堆積反応器 100 は、反応気体の速い転換のために反応空間 151 を最小化するように構成された。また、反応器は、気体流れ調節板を含むことによって、反応気体が反応空間に装着された基板に供給される前に均一に分布するようにする。このような構造を通じて、気体は基板上で水平に流れることができる。また、このような構造を通じて、反応気体は基板と表面反応しながら基板上を急速に流れることができる。したがって、反応気体とパージ気体の供給時間を最小化することができる。したがって、薄膜を形成する工程時間全体を十分に減らせることができる。

【0019】

互いに異なる反応気体を個別的なチャンネルを通して、反応空間に供給することによって、反応気体が気体状態で互いに会うことを最小化すると同時に、反応空間での反応気体の転換を容易に行うことができる。

【0020】

次に、本発明の望ましい実施例について、添付した図面を参照して具体的に説明する。図面において、類似な部分については同一図面符号を付けた。

【0021】

本発明の一実施例において、原子層堆積反応器は、反応チャンバー、複数の気体流入部、気体流出口、気体流れ調節部、基板支持台、そして外壁を含む。反応チャンバーは、基板が処理される反応空間を含む。複数の気体流入部は、外部の反応気体供給源から反応気体を反応空間に個別的に供給できるように構成される。気体流れ調節部は、複数の気体流入部と反応空間との間に配置されるのが望ましい。気体流れ調節部は複数の気体流入チャンネル又は通路を含むが、各気体流入チャンネルは、複数の気体流入部のうちのの一つから反応空間の気体流入部に連結されている。望ましくは、気体流入チャンネルの各々は、互いに異なる気体流れ調節板により部分的に定義され、気体流入部から反応空間に行くほど徐々に広がる。

【0022】

気体流入チャンネルの各々は反応気体を均一に拡散するようにして、扇形形態に平たくなるように反応空間の気体流入部に供給されるように構成される。このような構成を通じて、反応気体は基板上に均一に供給される。

【0023】

図 2 は、本発明の一実施例による原子層堆積器 200 を示す。原子層堆積器 200 は、反応器蓋 201、反応器支え 202、反応器支え駆動部 292、気体流れ調節部 205、プラズマ発生電極 290、そして外壁 298 を含む。反応器蓋 201 及び反応器支え 202 は、互いに接触して、密閉されたり分離できるように構成されるが、互いに接触して密閉され、反応チャンバーを定義する。反応チャンバーは、基板 250 が処理される反応空間 251 を含む。反応空間 251 は、反応器支え 202 の上部表面と気体流れ調節部 205 の下部表面との間の空間に定義される。反応空間 251 は、反応気体が流入される気体流入部 251 a と、反応して残った超過反応気体と反応副産物が排気される気体流出部 251 b とを含む。反応器支え 202 は、後述する基板 250 を装着したり脱着するために、反応器蓋 201 から分離されることができる。外壁 298 は、反応器蓋 201 と反応器支え 202 を低い圧力、真空状態に維持するように構成されるが、真空ポンプに連結された外部排気部 299 を通して、真空を維持することができる。

10

20

30

40

50

【0024】

反応器蓋201は、一般的に、シリンダー板形態を有する上板203と、上板203の周辺部からの下に延びている側壁204とを有する。示した実施例において、上板203及び側壁204は一体に形成されて、反応器蓋201は、一般的に上板203によって一端が密閉されている短いシリンダー形態を有する。反応器蓋201は、第1及び第2気体流入口210、212、気体流出口220、そして気体集配部215を含む。反応器蓋201は金属で形成されるのが望ましいが、セラミック物質で形成されることもできる。

【0025】

第1及び第2気体流入口210、212は上板203を通して延びており、上板203の中央部に配置されるのが望ましい。第1及び第2気体流入管210、212は反応ソース（図示せず）に連結されている。第1及び第2気体流入管210、212は、各々、第1反応気体（X）及び第2反応気体（Y）を供給するように構成されるが、望ましくは、反応気体（X、Y）は気体流入管210、212を通して、気体相で流入する。反応気体（X）の例として、トリメチルアルミニウム（TMA）、反応気体（Y）の例としてH₂O、又はその反対の場合を例に挙げられる。プラズマ強化原子層堆積法では、トリメチルアルミニウムと酸素気体（O₂）が反応気体（X、Y）として使用されることができ、プラズマ強化原子層堆積法で、酸素気体（O₂）が供給される間、高周波（RF）電圧がプラズマ生成電極290に供給されて、反応空間251にプラズマを発生させることができる。同様に、他の金属揮発性種（metal volatile species）が金属酸化膜を堆積することに用いられることができる。プラズマ強化原子層堆積法において、気体供給周期とプラズマパルス発生順序の例は、特許文献2、特許文献3及び特許文献4に開示されており、これは本明細書で参考文献として引用された。また、第1及び第2気体流入口210、212は不活性気体ソース（図示せず）に連結されて、反応空間251に不活性気体を供給するのに利用される。不活性気体の例として、ヘリウム、アルゴン、キセノン、窒素などが挙げられる。反応気体と反応条件によって、不活性気体は、N₂やO₂のように、相対的な高温やプラズマ電力下で反応性を有する気体を含むことができる。気体流入管210、212の上部にはバルブが備えられて、反応気体とパージ不活性パージ気体の流れを調節することができる。例えば、三方向（three-way）バルブが利用されて、各気体流入管210、212に不活性気体と反応気体のうちのいずれか一つを供給するように調節することもできる。また、原子層堆積反応器200は、バルブを調節するためのスイッチング機械装置を含むこともできる。例えば、プログラム化されたコンピュータがスイッチング機械装置として利用されて、原子層堆積法の気体供給周期に合わせて、反応気体と不活性パージ気体を順次に供給するのに利用されることもできる。

【0026】

反応器蓋201はまた、上板203を通して延びている気体流出口220を含む。示した実施例において、気体流出口220は、気体流入口210、212に隣接した上板203の中央部に配置されている。他の実施例では、気体流出口が上板203の周辺部に配置されたり、反応器蓋201の側壁204に配置されていることもできる。

【0027】

また、反応器蓋201は気体集配部215を含むが、示した実施例では、上板203の中央部の上に形成されている管形態のシリンダー気体集配部215を含む。気体集配部215は垂直の貫通孔を含んで、気体流入口210、212及び気体流出口220に連結される。気体集配部215は外壁298の外壁に向かって、上に延びている。

【0028】

反応器蓋201はまた、反応器蓋201の表面に装着された反応器蓋加熱部230を含む。反応器蓋加熱部230は、反応器蓋201を一定の温度まで加熱して、反応器蓋201の内部表面で反応気体が凝縮することを防止する。熱が外壁298へ失われるのを防止するために、反応器蓋201は外壁298と最小の熱伝導経路を有するのが望ましいが、例えば、反応器蓋201は、管形態のシリンダー模様の気体集配部215を通して外壁298に固定されることができ、追加的な加熱部（図示せず）が気体集配部215に付着

10

20

30

40

50

されたり気体集配部 215 の中に挿入されることができる。他の実施例では、反応器蓋加熱部が他の所に配置されていることもでき、又はチャンバーが遠隔で発生するエネルギー、例えば、誘導熱、放射熱、マイクロ波エネルギーなどのエネルギーを吸収するように構成されることもできる。

【0029】

また、反応器蓋 201 は、反応器蓋 201 が反応器支え 202 と接触する側壁 204 の下部表面の上に、丸く囲む形態に凹溝が形成されて、反応気体遮断通路 280 を定義する。反応気体遮断通路 280 は、反応器蓋 201 と反応器支え 202 との間の接触面全体に沿って形成されるのが望ましい。反応気体遮断通路 280 は不活性気体ソース（図示せず）に連結されて、不活性気体が供給されることができる。側壁 204 の内部の周縁は、反応器支え 202 と小さい隙間 280a（例えば、約 0.5 mm）を有して離隔されていることができるが、このような隙間 280a は、反応気体遮断通路 280 のような周辺を囲む環形態（リング形態）であることができる。反応気体遮断通路 280 は、反応チャンバーの工程圧力より気体圧力がより高くなるように維持することができるが、これによって、不活性気体が隙間 280a を通して、反応チャンバーに均一に流れることができる。図示した反応器蓋 201 は、不活性気体を供給するように構成された反応気体遮断通路 280 を有する。不活性気体は堆積工程の期間中、継続して隙間 280a を通して流れて、反応器蓋 201 と反応器支え 202 との間の接触位置に薄膜が形成されるのを防止するが、このような接触位置は例えば、基板 250 を連続的に装着したり脱着するために、反応器蓋 201 から反応器支え 202 が反復的に分離される側壁 204 の外部周縁であることができる。このような接触位置に堆積された薄膜は、チャンバーを開放したり密閉するために反応器支え 202 を反応器蓋 201 と接触したり脱着する過程で剥がれることもあるが、このように剥がれた薄膜は反応器チャンバーの内部に汚染粒子を発生させる恐れがある。

10

20

【0030】

示してはいないが、反応器蓋 201 は、基板 250 の周辺部を覆う突出部を含むこともできる。突出部は、基板の周辺部が反応気体と接触することを防止して、周辺部に薄膜が形成されることを防止することができる。

【0031】

反応器支え 202 は、基板支持台 260 と基板加熱部 270 を含む。基板支持台 260 は基板 250 を支持するように構成されるが、基板 250 を装着できる凹部を持つことによって、基板 250 の上部表面のみを露出するように構成されるのが望ましい。基板加熱部 270 は基板支持台 260 の下部表面に一体に付着されており、堆積工程の間、基板 250 の温度を工程に必要な温度まで加熱するように構成される。基板支持台 260 は金属からなることができ、電氣的に接地されているのが望ましい。しかし、反応器支え 202 の構成及び物質は、反応器の設計により変更可能である。

30

【0032】

反応器支え駆動部 292 は、反応器支え 202 を上下に移動するように構成される。反応器支え駆動部 292 は、中央支持ピン 272、上下移動手段 284 を含む。図 2 に示したように、中央支持ピン 272 は基板支持台 260 の中央部に位置して、基板加熱部 270 の下に延びている。望ましくは、上下移動手段 284 は、基板加熱部 270 の下部表面に連結された三個の棒の形の連結部を含む。図 2 において、三個の連結部のうちの一つは示されていない。上下移動手段 284 は、モータのような駆動装置（図示せず）を利用して、反応器支え 202 が上下に移動できるように構成される。

40

【0033】

堆積工程の前後には、反応器支え 202 が下へ移動して、反応器支え 202 が反応器蓋 201 から分離されることによって、反応チャンバーが開放される。反応チャンバーが開放されている間、中央支持ピン 272 は、支持ピン駆動手段 273 によって基板 250 を基板支持台 260 から分離したり、基板 250 を基板支持台 260 に装着できるように構成されるが、例えば、基板 250 を装着及び脱着するために、中央支持ピン 272 は基板

50

支持台 260 より高く位置していることができ、この間、外壁 298 のゲートバルブ（図示せず）を通して、ロボットを利用して、基板 250 を装着及び脱着することもできる。

【0034】

装着位置に基板を位置させた後に、中央支持ピン 272 は下へ移動して、基板 250 を基板支持台 260 の上に装着する。その後、反応器蓋 202 が、上下移動手段 284 によって、反応器蓋 201 に隣接するように上に移動することによって、反応チャンバーが閉じられるようになる。

【0035】

気体流れ調節部 205 は、上部気体流れ調節板 240 及び下部気体流れ調節板 242 を含む。上部気体流れ調節板 240 は下部気体流れ調節板 242 の上に積まれている。上部気体流れ調節板 240 の中央部は、反応器蓋 201 の内部の下部表面に付着される。他の実施例において、気体流れ調節部 205 は、反応器内部に供給される反応気体の数に応じて、追加的な気体流れ調節板をさらに含むこともできる。気体流れ調節板 240、242 は反応器蓋 201 に一体に組立てられることができ、又は反応器蓋 201 から分離されることもできる。このような構成により、補修管理や洗浄などが容易であることが可能になる。しかし、上部気体流れ調節板 240 と下部気体流れ調節板 242 は反応器蓋 201 の一つの構成要素として一つのボディを成すことができる。気体流れ調節部 205 は、第 1 流入チャンネル 211、第 2 流入チャンネル 213、そして流出チャンネル 221 を定義し、このようなチャンネルについては後述する。

【0036】

プラズマ発生電極 290 は、堆積工程の間、反応空間 251 にプラズマを発生するように構成される。プラズマ発生電極 290 は、反応チャンバーを洗浄する間にも又は反応チャンバーを洗浄する間のみプラズマを発生することもできる。示した実施例において、プラズマ発生電極 290 は基板支持台 260 と対向し、下部気体流れ調節板 242 の一部から構成される。他の実施例において、プラズマ発生電極は、下部気体流れ調節板 242 の下部表面に付着された板形態であることができる。プラズマ発生電極 290 は導電性物質、例えば、ステンレススチール、アルミニウム、銅、ニッケル、チタニウム、又はこれらの合金からなることができる。プラズマ発生電極 290 は外部の RF 電圧ソース（図示せず）に連結されることができる。示したプラズマ発生電極 290 は、反応器 200 の外部に向かって上に延びている導電性管 291 に連結されている。導電性管 291 は絶縁体 291a に囲まれていて、導電性管 291 を上部下部気体流れ調節板 240 及び 242、反応器蓋 201 から絶縁させる。プラズマ発生電極 290 はプラズマが使用されない場合、省略可能である。

【0037】

外壁 298 は、反応器蓋 201 と反応器支え 202 を低い圧力、真空状態に維持するように構成される。外壁 298 は、管形態のシリンダー気体集配部 215 を設置するために上部が開放されており、下部は上下移動手段 284 が設置されるように開放されており、2 種以上の反応物が生じる複合汚染粒子を最小化するために、このような汚染粒子をチャンバー外部に排出するための外部排気部 299 と、基板を装着及び脱着することができるゲートバルブ（図示せず）とを含むことができる。

【0038】

図 3 を参照すれば、上部気体流れ調節板 240 は、中央部に向かって、先細の（tapered）第 1 及び第 2 気体流入溝 241a、241b を有する。つまり、第 1 及び第 2 流入溝 241a、241b は、上部気体流れ調節板 240 の中央部分から周縁に行くほど広くなるが、示した第 1 及び第 2 流入溝 241a、241b は扇形形態を有する。第 1 流入溝 241a は、反応器蓋 201 の内部の下部表面の一部と共に、図 2 に示したように、第 1 気体流入管 210 を通して、供給された反応気体（X）の第 1 気体流入チャンネル又は通路 211 を定義する。第 2 流入溝 241b は、反応器蓋 201 の内部の下部表面の他の一部と共に、図 2 に示したように、反応して残った反応気体及び反応副産物の気体流出チャンネル又は通路 221 を定義する。上部気体流れ調節板 240 は、上部気体流れ調節板 24

10

20

30

40

50

0を垂直に貫く貫通孔245を有する。貫通孔245は、図2の第2気体流入管212と図4を参照しての後述する下部気体流れ調節板242の中央溝246が互いに連結されて、気体が行れるように構成される。上部気体流れ調節板240は金属又はセラミック物質で形成される。

【0039】

複数個の気体流れ調節板を含む他の実施例において、最下部の気体流れ調節板を除いた各気体流れ調節板は、全て前述のような少なくとも一つの垂直貫通孔を有することができる。また、n個の気体流れ調節板を含む他の実施例において、n個の気体流れ調節板は互いに幾重にも積まれており、最下方からn番目の気体流れ調節板はn-1個の貫通孔を有することができる。例えば、三個の気体流れ調節板を含む実施例において、三個の気体流れ調節板は幾重にも積まれており、最上部の気体流れ調節板(最下方から三番目位置)は二個の貫通孔を有し、中の気体流れ調節板(最下方から二番目位置)は一つの貫通孔及び、図4の中央溝246に類似した一つの気体流入溝を有する。また、最下部の気体流れ調節板は貫通孔を持たず、図4の中央溝246と類似した一つの気体流入溝を有する。複数個の貫通孔を有する気体流れ調節板で、貫通孔は、水平的に互いに異なる位置に配置されていて、各気体流入チャンネルが各気体流入口と個別的に連結できるようにする。また、幾重にも積まれている気体流れ調節板の貫通孔は互いに垂直に整列されていて、気体流入チャンネルと気体流入口との間に気体が行れるようにする。

10

【0040】

上部気体流れ調節板240は、また、第1及び第2流入溝241a、241bの間を囲む中央部に凸部240aを含む。凸部240aは、第1及び第2流入溝241a、241bの側壁を定義し、第1流入管210から流入した気体を上部気体流れ調節板240の外周方向に流れるようにして、反応空間に流れるようにし、反応空間を通過した気体を他の外周方向に流れるようにして、つまり、気体流出管220側に流れるようにする。

20

【0041】

図4を参照すれば、下部気体流れ調節板242は、中央部に先細の下部流入溝243を有する。下部流入溝243は扇形形態である。下部流入溝243は、図2に示したように、上部気体流れ調節板240の下部表面と共に、第2気体流入管212から供給された反応気体(Y)に対する第2流入チャンネル213を定義する。図4に示したように、下部流入溝243は、下部気体流れ調節板242の中央溝246にさらに延びていて、第2流入チャンネル213は、上部気体流れ調節板240の貫通孔245を通して第2気体流入管212に互いに連結されて、気体が行れることができる。また、下部気体流れ調節板242の下部表面と基板支持台260の上部表面は、基板250が処理される反応空間251を定義する。下部気体流れ調節板242の下部表面と基板支持台260の上部表面との間の間隔は、反応空間251に反応気体を適切に供給するための最適の空間構成により調節されることができる。本発明の実施例において、このような下部気体流れ調節板242の下部表面と基板250表面との間の間隔は、位置によって約1mm乃至約10mm程度であることができる。下部気体流れ調節板242はセラミック物質のような絶縁体からなるのが望ましい。上部気体流れ調節板240と下部気体流れ調節板242の模様及び流入溝241a、241b、243の形態は、反応器の設計により変化可能である。

30

40

【0042】

下部気体流れ調節板242もまた、下部流入溝243と中央溝246の周辺に形成されている凸部242aを有する。凸部242aは、下部流入溝243と中央溝246の側壁を形成し、第2気体流入管212から供給された気体を下部気体流れ調節板242の外周方向に流れるようにして、反応空間に流れるようにし、反応空間を通過した気体を他の外周方向に流れるようにして、上部気体流れ調節板240によって定義される気体流出管220の内部に流れるようにする。

【0043】

図2及び図3を参照すれば、上部気体流れ調節板240の第2流入溝241bによって定義される流出チャンネル221は、気体流出管220に行くほど内部が狭くなる。した

50

がって、仮に、気体流れが位置（Ｂ）で停滞すれば、反応気体は気体流出管２２０近傍のボトルネック地点（Ｂ）で互いに反応したり内部壁に堆積する恐れがある。しかし、本発明の実施例による原子層堆積器で気体流出管２２０の断面積は、第１流入管２１０と第２流入管２１２の断面積の合計より少なくとも同じであるか又は大きく形成し、流出チャンネル２２１の断面積は、第１流入チャンネル２１１と第２流入チャンネル２１３断面積の合計より少なくとも同じであるか又は大きく形成する。また、図２に示したように、反応器蓋２０１の上板２０３は、気体流入側より気体流出側でさらに薄くて、広い気体流出チャンネル２２１を形成することができる。このような構成を通じて、気体流れが位置（Ｂ）で停滞しないようにして、所望でない反応や堆積を最小化することができる。

【００４４】

図５は、反応器２００内の反応気体と排気気体の流れを示す。堆積過程では、反応気体（Ｘ）は第１流入管２１０から供給され、不活性気体は第２流入管２１２から供給される。反応気体（Ｘ）は第１流入チャンネル２１１を通過して流れながら、扇形に平たく拡散する。その後、反応気体（Ｘ）は、上部気体流れ調節板２４０の周縁から下へ向かって、反応空間の流入部２５１ａに向かつて流れる。不活性気体は、第２流入チャンネル２１３によって反応気体（Ｘ）と類似に流れる。不活性気体は、反応気体（Ｘ）が第２流入チャンネル２１３に流入することを防止する。その後、反応気体（Ｘ）は反応空間に継続して流れた後、反応空間の流出部２５１ｂに至る。図５に示したように、反応気体（Ｘ）と不活性気体に対する流入溝２４１ａ、２１３は、気体流れ誘導板の下部に設けられた反応空間と気体の流れに関わって連結されている広い部分を有しているので、反応気体（Ｘ）と不活性気体は、反応空間に流入する際に広く拡散するようになり、したがって、基板２５０の上で均一な堆積を容易にする。

【００４５】

その後、図２に示したように、反応気体（Ｘ）は、反応空間２５１を通して、基板２５０の上を流入部２５１ａから流出部２５１ｂの方へ、基板に平行な方向に流れる。堆積後残った反応気体（Ｘ）と反応副産物などのような排気気体は、流出部２５１ｂで流出チャンネル２２１を通して、気体流出管２２０に向かつて上に移動するようになる。排気気体は流出チャンネル２２１を通して流れた後、気体流出管２２０に排気される。示したように、気体流出管２２０は気体流入管２１０、２１２より広い断面積を有し、気体流入管２１０、２１２の断面積の合計よりもっと大きい断面積を有するのが望ましい。

【００４６】

再び図５を参照すれば、次の気体供給段階では、反応気体（Ｙ）が第２気体流入管２１２を通して供給され、不活性気体は第１気体流入管２１０を通し供給される。反応気体（Ｙ）は、上部気体流れ調節板２４０の貫通孔２４５と下部気体流れ調節板２４２の中央溝２４６を通して、第２流入チャンネル２１３に流れる。その後、前述の工程気体（Ｘ）と類似に、図２の反応空間２５１を通して流れる。この時、第１気体流入管２１１から供給された不活性気体は、反応気体（Ｙ）が第１流入チャンネル２１１に流入することを防止する。

【００４７】

以下では、図２及び図６を参照して、本発明の実施例による原子層堆積反応器２００を利用して薄膜を堆積する方法について説明する。本実施例による方法によれば、２種類の反応気体を利用したが、他の実施例では２種類以上の反応気体を用いることができ、追加された反応気体に対する追加的な気体供給段階を含むことができる。このような場合、原子層堆積反応器２００は、各追加反応気体に対する、下部気体流れ調節板２４２と類似した追加的な気体流れ調節板を含むのが望ましい。

【００４８】

図６の段階５１０で、反応気体（Ｘ）は第１気体流入管２１０を通して供給され、不活性気体は第２気体流入管２１２を通して供給される。反応気体（Ｘ）は第１流入チャンネル２１１に沿って反応空間２５１に流れ、不活性気体によって第２流入チャンネル２１３に流入することが防止される。これによって反応気体（Ｘ）は、反応空間２５１に装着さ

10

20

30

40

50

れている基板 250 の上に吸着する。

【0049】

このような段階 510 は、基板の表面が反応気体 (X) で飽和するまで十分な時間の間行われるのが望ましい。この時、吸着は、自己制御方式により、単に分子単一層で行われる。次に、段階 520 で、吸着して残った反応気体 (X) と反応副産物はパージ (又は除去) される。このようなパージ段階は、第 1 及び第 2 気体流入管 210、212 の全てを通して、パージ気体又は不活性気体を供給して遂行するのが望ましい。

【0050】

次に、段階 530 で、反応気体 (Y) が第 2 気体流入管 212 を通して供給され、不活性気体が第 1 気体流入管 210 を通して供給される。反応気体 (Y) は、第 2 流入チャンネル 213 を通して反応空間 251 に流れ、不活性気体によって、第 1 流入チャンネル 211 に流れることが防止される。これによって、反応気体 (Y) は、基板 250 の上に吸着した反応気体 (X) と反応する。この時、段階 540 に示されているように、選択的に反応気体 (Y) が供給される間、電極 290 を活性化して、プラズマを基板 250 の上に直接発生させることができる。段階 540 は、吸着した単一層が完全に反応するまで、十分な時間行われる。仮に、プラズマが不要であれば、段階 540 は省略されることができ、段階 530 は、吸着した単一層が完全に反応するまでに、十分な時間の間行われる。

【0051】

次に、段階 550 で反応して残った反応気体 (Y) と反応副産物はパージされる。このようなパージ段階 550 もまた、第 1 及び第 2 気体流入管 210、212 の全てを通して、パージ気体又は不活性気体を供給して行う。その後、段階 560 で、仮に、追加的な堆積が必要であれば、前述の気体供給段階 510 ~ 550 を複数回繰り返す。このような気体供給段階 510 ~ 550 は、少なくとも 5 回以上連続して繰り返すのが望ましい。仮に、追加的な堆積が必要でなければ、堆積は完了する。前述の気体供給段階の間、気体流入管 210、212 の入口に位置しているバルブは、反応気体と不活性気体の供給を調節することに使用される。

【0052】

本発明の他の一実施例による原子層堆積方法において、仮に、反応気体 (X と Y) が熱的に互いに反応しなければ、反応気体 (Y) は、継続して、連続的に供給されることもできる。例えば、第 1 気体流入口 210 を通してトリメチルアルミニウム (TMA) が供給される間、酸素気体 (O_2) や不活性気体と酸素気体の混合気体は第 2 気体流入口 212 を通して、継続して供給される。このような実施例において、段階 530 は省略されることができ、段階 510、520、540、550 が反復される。段階 510 で、第 1 気体流入口 210 を通して、トリメチルアルミニウム (TMA) が供給される。段階 520 で、第 1 気体流入口 210 を通して、不活性気体が供給される。段階 540 で、反応空間にプラズマを発生する。段階 550 で、第 1 気体流入口 210 を通して、不活性気体が供給される。この時、プラズマ発生を止めた後には、プラズマによって発生した化学的活性種が急速に無くなるので、段階 550 は非常に短く持続するか又は省略可能である。

【0053】

本発明の他の一実施例による原子層堆積方法は、非吸着性反応物質供給から始まることことができる。このような場合は、追加的な反応物質が薄膜形成に用いられることができる。例えば、反応空間に反応気体 (X) を供給するに先立ち、基板表面を初期表面処理する場合、例えば、水や他の水酸化作用剤に処理する場合である。又は、前述の工程を自己制御方式にするために、各気体供給段階で還元剤が使用されて、吸着種からリガンド (配位子) を除去することができる。また、膜形成に寄与できる追加的な反応気体が各気体供給サイクル又は気体供給サイクルのうちの一部で用いられることができる。

【0054】

前述の過程を行うために、原子層堆積反応器 200 は制御システムを含むことができる。制御システムは、反応気体と不活性気体の供給を制御して、所望の通りに反応気体と不活性気体を順に及び/又は交互に供給する。制御システムは、工程を行うように構成され

10

20

30

40

50

たプロセッサ、メモリ、そしてソフトウェアプログラムを含むことができる。また、他の形態の制御システムを含むことができる。又は凡庸コンピュータが制御システムとして用いられることができる。制御システムは、メモリに貯蔵されているプログラムにより、反応気体及び不活性気体配管のバルブを自動的に開けたり閉じることができる。

【0055】

以下では、図7を参照して、本発明の他の一実施例による原子層堆積反応器600について説明する。図7は、本発明の他の一実施例による保護接地板を有する反応器を示す断面図である。図7において、図2に示した原子層堆積反応器と類似の部分については同一図面符号を付け、類似な部分に関する説明は省略する。示した実施例において、下部気体流れ調節板242は、絶縁物、例えば、セラミックで形成され、上部気体流れ調節板240及び反応器蓋201は、金属や金属合金からなるのが望ましい。上部気体流れ調節板240及び反応器蓋201は接地するのが望ましい。

10

【0056】

反応器600は、接地された保護接地板606を含む。保護接地板606は、反応器600をプラズマ強化原子層堆積法で用いる場合、気体流入口210、212及び気体流出口220で発生し得る寄生(parasitic)プラズマを防止する役割を果たす。

【0057】

保護接地板606の第1部分606aは、気体流入口側から、下部気体流れ調節板242の気体流入溝の下部表面に位置する。保護接地板606の第2部分606bは、気体排出口側から、上部気体流れ調節板240と下部気体流れ調節板242との間に位置する。保護接地板606は、金属、例えば、銅、アルミニウム、ニッケル、チタニウム、ステンレススチール又はその合金からなるのが望ましい。保護接地板606は、上部気体流れ調節板240と下部気体流れ調節板242の上に積層された板形態であることもでき、又は上部気体流れ調節板240と下部気体流れ調節板242の上に組立てられていることもできる。他の実施例による原子層堆積器において、保護接地板606の代わりに、保護接地膜が形成されていることができる。保護接地膜は、下部気体流れ調節板242の上部表面の上に、金属物質をコーティングして形成することができる。上部気体流れ調節板240が金属からなって電氣的に接地された場合、保護接地板606は上部気体流れ調節板240と接触することによって、簡単に接地されることができる。したがって、このような場合、気体排気口側から、保護接地板又は保護接地膜を電氣的に接地するための追加的な電氣的連結は必要でない。

20

30

【0058】

以下、図8を参照して、本発明の他の一実施例による原子層堆積反応器700について説明する。図8は、本発明の他の実施例によるパージ気体流れチャンネルを含む原子層堆積装置の反応器を示す断面図である。図8において、図2に示した原子層堆積反応器と類似な部分については同一図面符号を付け、類似の部分に関する説明は省略する。

【0059】

本実施例において、パージ気体は基板250の上を通過せず、気体流出部251bに直接供給される。このパージ気体は、超過反応気体を希釈し、反応空間251から反応副産物を除去する。このようなパージ気体は、反応気体と反応副産物が互いに反応したり、気体流出口220とその近所に蓄積することを防止して、不要な堆積と汚染物の発生を防止する。

40

【0060】

反応器700はまた、電氣的に接地された保護接地板又は保護接地膜650を含むことができる。保護接地板650は、反応器700をプラズマ強化原子層堆積法で用いる場合、気体流入口210、212及び気体流出口220で発生し得る寄生プラズマを防止する役割を果たす。

【0061】

保護接地板650の第1部分650aは、気体流入口側から、下部気体流れ調節板242の気体流入溝の下部表面に位置する。保護接地板650の第2部分650bは気体排出

50

口側から、下部気体流れ調節板 2 4 2 の上部表面の一部であるパージ気体チャンネル 7 0 7 の下部面の上に位置する。保護接地板 6 5 0 の役割及び物質などは図 7 に示した保護接地板 6 0 6 と類似しているため、具体的な説明は省略する。

【 0 0 6 2 】

前述の実施例において、単に 2 種類の反応気体が原子層堆積法に使用されており、酸素プラズマパルスとトリメチルアルミニウム (T M A) をその例に挙げて説明したが、本発明の実施例による原子層堆積法では、三つ以上の反応気体を用いられることができる。この時、前述のように、バルブや板を利用して、三つ以上の反応気体は時間及び空間的に分離されて、順に周期的に反応空間に供給されることができる。任意の一つの反応気体の一つの気体流入口に供給される間、残りの気体流入口には全てパージ気体が供給されるのが望ましい。また、各反応気体の供給周期の間には、全ての気体流入口がパージされるのが望ましい。一つ以上の反応気体の供給周期の間、プラズマは選択的に供給されることができる。また、完全に分離された原子層堆積反応が行われる条件下では、反応気体のうちの一部は同時に供給されることもできる。また、前述の本発明の実施例による原子層堆積反応器は、多様な種類の堆積工程に適用されることができる。

10

【 0 0 6 3 】

本発明の範囲は前記実施例に限定されず、本発明の技術的思想内で当分野における通常の知識を有する者によって、自明な多くの変形が行われることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 4 】

本発明は高品質の薄膜を形成すると同時に、反応気体を急速に転換できる原子層堆積法に適した反応器を提供する。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 5 】

【 図 1 】 従来の一つの気体流れ調節板を含む原子層堆積装置の反応器及び気体の流れを示す断面図である。

【 図 2 】 本発明の一実施例による複数の反応気体流入口及び複数の気体流れ調節板を含む原子層堆積装置の反応器を示す断面斜視図である。

【 図 3 】 図 2 に示した原子層堆積装置の気体流れ調節板を示す斜視図である。

【 図 4 】 図 2 に示した原子層堆積装置の気体流れ調節板を示す斜視図である。

30

【 図 5 】 図 2 に示した原子層堆積装置の反応器を示す断面図である。

【 図 6 】 本発明の一実施例による原子層堆積装置を利用して薄膜を堆積する方法を示すフローチャートである。

【 図 7 】 本発明の他の一実施例による保護接地板を有する反応器を示す断面図である。

【 図 8 】 本発明の他の実施例によるパージ気体流れチャンネルを含む原子層堆積装置の反応器を示す断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 6 】

- 1 0 0 原子層堆積反応器
- 1 0 1 反応器蓋
- 1 0 2 反応器支え
- 1 0 3 反応チャンパー
- 1 1 0 気体流入口
- 1 1 1 気体流入チャンネル
- 1 2 0 気体流出口
- 1 2 1 気体流出チャンネル
- 1 3 0 反応器蓋加熱部
- 1 4 0 気体流れ調節板
- 1 5 0 基板
- 1 5 1 反応空間

40

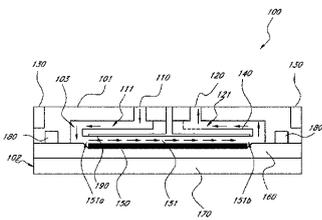
50

1 5 1 a	気体流入部	
1 5 1 b	気体流出部	
1 6 0	基板支持台	
1 7 0	基板加熱部	
2 0 0	原子層堆積器	
2 0 1	反応器蓋	
2 0 2	反応器支え	
2 0 3	上板	
2 0 4	側壁	
2 0 5	気体流れ調節部	10
2 1 0	第1気体流入口	
2 1 1	第1流入チャンネル	
2 1 2	第2気体流入口	
2 1 3	第2流入チャンネル	
2 1 5	気体集配部	
2 2 0	気体流出口	
2 2 1	流出チャンネル	
2 3 0	反応器蓋加熱部	
2 4 0	上部気体流れ調節板	
2 4 1 a	第1気体流入溝	20
2 4 1 b	第2気体流入溝	
2 4 2	下部気体流れ調節板	
2 4 2 a	凸部	
2 4 3	下部流入溝	
2 4 5	貫通孔	
2 4 6	中央溝	
2 5 0	基板	
2 5 1	反応空間	
2 5 1 a	気体流入部	
2 5 1 b	気体流出部	30
2 6 0	基板支持台	
2 7 0	基板加熱部	
2 7 2	中央支持ピン	
2 7 3	支持ピン駆動手段	
2 8 0	反応気体遮断通路	
2 8 0 a	隙間	
2 8 4	上下移動手段	
2 9 0	プラズマ発生電極	
2 9 1	導電性管	
2 9 1 a	絶縁体	40
2 9 2	反応器支え駆動部	
2 9 8	外壁	
2 9 9	外部排気部	
6 0 0	原子層堆積反応器	
6 0 6	保護接地板	
6 0 6 a	第1部分	
6 0 6 b	第2部分	
6 5 0	保護接地板	
6 5 0 a	第1部分	
6 5 0 b	第2部分	50

700 原子層堆積反応器
707 パージ気体チャンネル

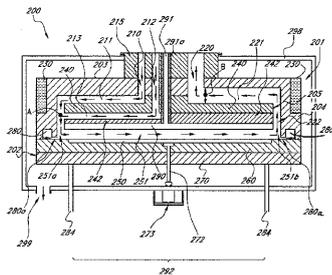
【 図 1 】

[Fig. 1]



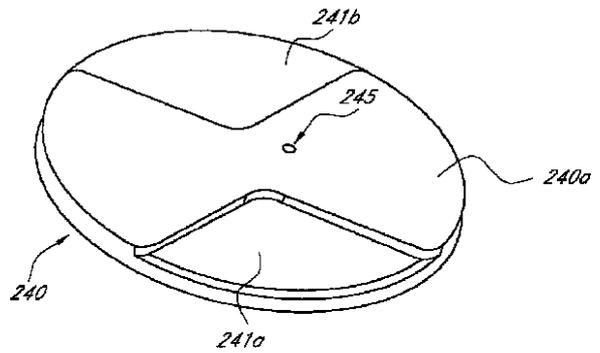
【 図 2 】

[Fig. 2]



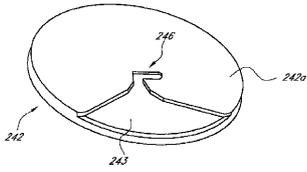
【 図 3 】

[Fig. 3]



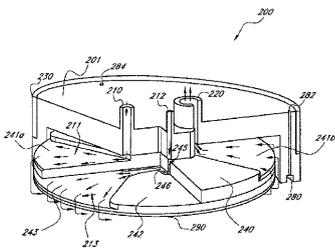
【 図 4 】

[Fig. 4]



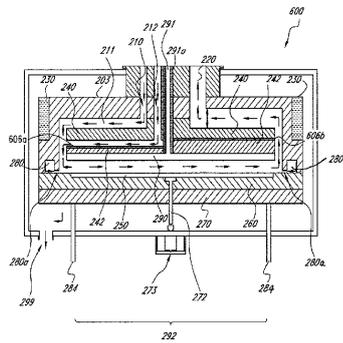
【 図 5 】

[Fig. 5]

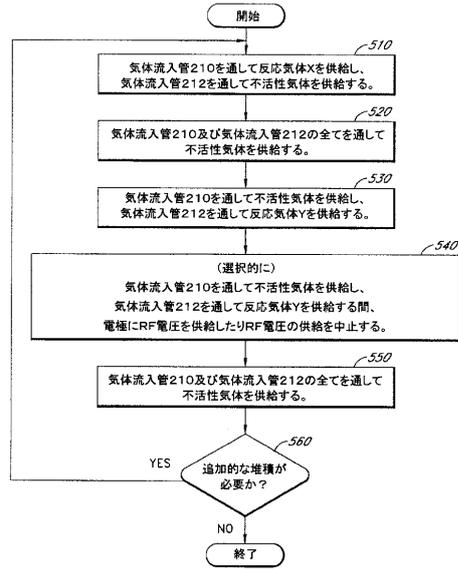


【 図 7 】

[Fig. 7]

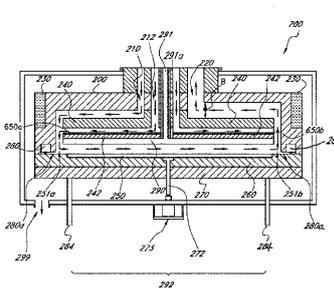


【 図 6 】



【 図 8 】

[Fig. 8]



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR 2006/001703

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC ⁸ : C23C 16/00 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC ⁸ : C23C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched ---		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) WPI, EPODOC, PAJ, STN-Patdpa		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/0108570 A1 (LINDFORS, S.) 15 August 2002 (15.08.2002) <i>claims, figure 2</i>	1-50
A	US 2002/0157611 A1 (BONDESTAM et al.) 31 October 2002 (31.10.2002) <i>claims, figure 7</i>	1-50
A	US 2004/0216671 A1 (CARPENTER et al.) 4 November 2004 (04.11.2004) <i>claims, figure 1</i>	1-50
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 4 July 2006 (04.07.2006)	Date of mailing of the international search report 14 July 2006 (14.07.2006)	
Name and mailing address of the ISA/ AT Austrian Patent Office Dresdner Straße 87, A-1200 Vienna Facsimile No. +43 / 1 / 534 24 / 535	Authorized officer STEPANOVSKY M. Telephone No. +43 / 1 / 534 24 / 135	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/KR 2006/001703

Continuation of first sheet**Continuation No. IV:****Text of the abstract****(Continuation of item 5 of the first sheet)**

A reactor (200) configured to subject a substrate to alternately repeated surface of vapophase reactants is disclosed. The reactor includes a reaction chamber, a plurality of inlets (210,212), and an exhaust outlet (220). The reaction chamber includes a reaction space (251). The reactor also includes a gas flow control guide structure (205) within the reaction chamber. The gas flow control guide structures (205) sides over the reaction space (251) and is interposed between the plurality of inlets (210,212) and the reaction space. The gas flow control guide structure (205) includes a plurality of channels (210,212), and each of the channels extends from one of the inlets to an upstream periphery of the reaction space. Each of the channels progressively widens as the channel extends from the inlet to the reaction space (251). The reactor further includes a substrate holder (260) in the reaction space (251).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR 2006/001703

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/0087134 A1 (AHN, K.Y.) 28 April 2005 (28.04.2005) <i>claims, abstract</i>	1-50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR 2006/001703

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US A 20020109570		none	
US A 20020157611		none	
US A 20040216671		none	
US A 20050087134		none	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 デ - ヨン・キム

大韓民国・テジョン・306-070・テドク - ク・ウプネ - ドン・(番地なし)・ヒュンダイ・
アパート・113-502

(72)発明者 ジョン - ホ・イ

大韓民国・ソウル・153-766・クムチョン - グ・シフン - 2ドン・(番地なし)・ビュクサ
ン・アパート・517-405

(72)発明者 ヨン - ミン・ユ

大韓民国・テジョン・305-761・ユソン - グ・ジョンミン - ドン・(番地なし)・エクスボ
・アパート・205-1406

Fターム(参考) 4K030 AA11 AA14 BA42 EA05 EA06 EA11 FA03 HA01 KA12 KA19
LA15