



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106435528 B

(45)授权公告日 2019.02.19

(21)申请号 201611188878.8

(22)申请日 2016.12.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106435528 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(73)专利权人 江苏微导纳米装备科技有限公司
地址 214028 江苏省无锡市新区行创四路7号

(72)发明人 左敏

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 朱少华

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

(56)对比文件

CN 206256165 U,2017.06.16,权利要求1-10.

CN 106158569 A,2016.11.23,全文.

CN 106032573 A,2016.10.19,权利要求13-14,说明书第6-9、23、25段,图1.

CN 103361633 B,2015.07.01,全文.

US 2014014745 A1,2014.01.16,全文.

审查员 王振

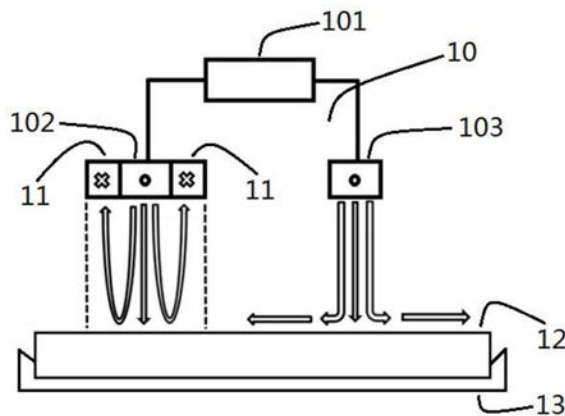
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

化学气相沉积设备

(57)摘要

本发明公开的化学气相沉积设备包括进气装置,所述进气装置包括:第一反应气体出气口,其用于向所述待处理衬底输送第一反应气体,和第二反应气体出气口用于向所述待处理衬底输送第二反应气体;隔离装置分布在第一反应气体出气口周围,隔离装置使得第一反应气体与第二反应气体的混合反应在空间上实现局域化;两种反应气体出气口与分布在第一反应气体出气口周围的隔离装置一起组成最小周期结构单元,本设备包括一个周期结构单元或一个以上周期结构单元;驱动装置,其用于驱动所述待处理衬底或者驱动进气装置。本发明通过隔离装置设计将两种反应气体的混合反应在空间上实现局域化,通过进气装置与衬底载具之间的相对运动,对衬底进行沉积处理。



1. 一种化学气相沉积设备,其包括:

进气装置,含第一反应气体出气口和第二反应气体出气口,第一反应气体出气口用于向待处理衬底输送第一反应气体;第二反应气体出气口用于向待处理衬底输送第二反应气体;

隔离装置,分布在所述第一反应气体出气口周围,隔离装置使得第一反应气体与第二反应气体的混合反应在空间上实现局域化;

第一反应气体出气口和第二反应气体出气口与分布在第一反应气体出气口周围的隔离装置一起组成最小的周期结构单元,所述化学气相沉积设备包括一个周期结构单元或一个以上周期结构单元;

所述隔离装置为分布在第一种反应气体出气口周围的抽气槽,所述抽气槽与抽气管道连接;

待处理衬底载具,用于装载待处理衬底;

驱动装置,用于驱动化学气相沉积设备的周期结构单元或者待处理衬底载具,或者驱动化学气相沉积设备的周期结构单元和待处理衬底载具。

2. 如权利要求1所述的化学气相沉积设备,其特征在于,所述隔离装置使第一反应气体与第二反应气体的混合反应在空间上实现局域化,隔离装置隔离出特定的空间,在该特定空间内,第一反应气体与第二反应气体混合参与在待处理衬底上的沉积反应,在该特定空间外,第一反应气体不参与在待处理衬底上的反应。

3. 如权利要求2所述的化学气相沉积设备,其特征在于,所述抽气槽在第一种反应气体出气口设有一组、两组或者多组;抽气槽沿待处理衬底载具与进气装置进气口的相对运动方向开口宽度为 $1 \times 10^{-3}\text{m}$ 到 $1 \times 10^{-1}\text{m}$,抽气槽开口中心与第一反应气体出气口的间距为 $2 \times 10^{-3}\text{m}$ 到 $2 \times 10^{-1}\text{m}$;抽气槽控制抽速将第一反应气体与第二反应气体的混合反应限制在抽气槽所在的局域空间内。

4. 如权利要求1所述的化学气相沉积设备,其特征在于,所述驱动装置实现化学气相沉积设备的周期结构单元与待处理衬底载具之间的相对运动;驱动装置驱动化学气相沉积设备的周期结构单元运动,待处理衬底载具不动;或者驱动装置驱动衬底载具运动,化学气相沉积设备的周期结构单元不动;或者驱动装置驱动化学气相沉积设备的周期结构单元和待处理衬底载具,化学气相沉积设备的周期结构单元运动,待处理衬底载具也运动。

5. 如权利要求1-4任一项所述的化学气相沉积设备,其特征在于,所述隔离装置实现反应气体局域化反应空间具有三维特性,在进气装置与待处理衬底载具相对静止的状态下,局域化反应空间沉积到待处理衬底上包括如下形状:圆形、圆环形、扇形、空心四边形或实心四边形。

6. 如权利要求1-4任一项所述的化学气相沉积设备,其特征在于,第一反应气体出气口与隔离装置之间的间距为 $1 \times 10^{-4}\text{m}$ 到 $1 \times 10^{-1}\text{m}$ 。

7. 如权利要求1-4任一项所述的化学气相沉积设备,其特征在于,第一反应气体出气口和第二反应气体出气口与待处理衬底之间的间距为 $1 \times 10^{-4}\text{m}$ 到 $2 \times 10^{-1}\text{m}$ 。

8. 如权利要求1-4任一项所述的化学气相沉积设备,其特征在于,第一反应气体出气口和第二反应气体出气口之间的间距为 $1 \times 10^{-3}\text{m}$ 到 1m 。

9. 如权利要求1-4任一项所述的化学气相沉积设备,其特征在于,进气装置第一反应气

体出气口和第二反应气体出气口与待处理衬底相对运动速率为 1×10^{-3} m/s到10m/s。

化学气相沉积设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种化学气相沉积设备,特别是一种具有空间局域化反应沉积的化学气相沉积设备。

背景技术

[0002] 薄膜生长设备,如何能够精确到单原子层膜厚控制,并实现大面积均匀快速生长,成本低适合大规模应用,即量产型精确控制膜厚的设备是目前业界研究的热点。

[0003] 目前来看,普通的化学气相沉积(CVD)设备如常压化学气相沉积(APCVD)、低压化学气相沉积(LPCVD)、等离子增强化学气相沉积(PECVD)等设备的薄膜沉积速率较快,精确控制膜厚比较困难,也很难保证大面积的均匀性,而能够精确控制膜厚的分子束外延(MBE)和金属有机物化学气相沉积(MOCVD)设备则成本极高。

[0004] 原子层沉积(ALD)设备作为成本较低,并能精确控制膜厚的代表,大致分为传统时间型与空间反应型。传统时间型以时间脉冲式往复通入两种反应气体,实现单原子层生长,这种方式生长速率极低,主要用于研发领域,较难做到工业量产。空间反应型的生长速率与衬底相对喷气口的运动速度相关,可以做成In-Line板式形态实现工业量产。不过在进气方式上稍显复杂,两种反应气体需要在空间上隔离,并且需要第三种非反应气体作为隔离气体做进一步的隔离。例如专利号为CN201510101018.5,名称为半导体处理设备;专利号为CN20151013771.7,名称为半导体处理设备;专利号为20151013771.9,名称为半导体处理设备的三篇专利技术方案公开的空间反应型半导体处理设备包含第一气体出口、第二气体出口,第一出气口输出第一种反应气体,第二出气口输出第二种反应气体,设备还包括不与第一气体出口和第二气体出口的气体反应的第三气体出口,第三出气口在第一出气口和第二出气口之间形成气墙或者气帘(相当于交底书中的隔离装置),防止两种反应气体串扰。上述技术方案中,三种气体需要在较大面积上实现均匀喷气,需要比较复杂的设计。

[0005] 因此,为了克服上述问题,不同于空间反应型原子层沉积设备,本发明专利仅对一种反应气体进行空间隔离设计,第二种反应气体无需隔离,可任由其扩散,在第一种反应气体隔离空间内与第一种反应气体混合反应,且并不需要作为隔离气体的第三种非反应气体,实现具有空间局域化反应沉积的化学气相沉积设备。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种能够精确控制膜厚,具有空间局域化反应沉积的化学气相沉积设备。

[0007] 本发明基于的原理:

[0008] 主要利用不同反应气体在一定温度与压强下反应活性与扩散系数的差别进行设备设计,隔离装置在扩散较慢的第一反应气体周围,扩散较快且过量的第二反应气体部分通过隔离装置后,在第一反应气体的隔离空间内,与第一反应气体混合反应,生成物沉积到待处理衬底上;在第一反应气体的隔离空间外,第二种反应气体的量远远多于第一反应气

体,只能生成气态中间产物,并不沉积到待处理衬底上,进而在第一反应气体周围实现空间局域化反应沉积。

[0009] 本发明的化学气相沉积设备包括:

[0010] 进气装置,含第一反应气体出气口和第二反应气体出气口,第一反应气体出气口用于向待处理衬底输送第一反应气体;第二反应气体出气口,用于向待处理衬底输送第二反应气体;第一反应气体、第二反应气体根据待沉积薄膜选择合适的气体源,在选取上,通常扩散速度快、成本低的做为第二反应气体,第一反应气体和第二反应气体发生反应并沉积在待处理衬底上形成所需要的薄膜。

[0011] 隔离装置,分布在第一反应气体出气口周围,隔离装置使得第一反应气体与第二反应气体的混合反应在空间上实现局域化;

[0012] 反应沉积局域化是指第一反应气体与第二反应气体的沉积反应被限制隔离装置所隔离出来的特定空间,在这个特定空间内,第一反应气体与第二反应气体混合参与在待处理衬底上的沉积反应,在该特定空间外,第一反应气体不参与在待处理衬底上的反应。

[0013] 第一反应气体出气口和第二反应气体出气口与分布在第一反应气体出气口周围的隔离装置一起组成最小的周期结构单元,所述化学气相沉积设备包括一个周期结构单元或一个以上周期结构单元;待处理衬底载具,用于装载待处理衬底。

[0014] 驱动装置,用于驱动所述进气装置进气口与待处理衬底实现相对运动,进而实现空间局域化反应沉积在相对运动方向上的均匀沉积。用于驱动化学气相沉积设备的周期结构单元(即进气装置及分布在第一反应气体出气口周围的隔离装置)与待处理衬底载具;驱动装置的作用是使进气装置与衬底之间形成相对运动,其中包含三种相对运动的形式,即一、驱动装置驱动待处理衬底载具,化学气相沉积设备的周期结构单元保持静止;二、驱动装置驱动化学气相沉积设备的周期结构单元,待处理衬底载具保持静止;三、驱动装置驱动化学气相沉积设备的周期结构单元和待处理衬底载具,化学气相沉积设备的周期结构单元和待处理衬底载具均运动。隔离装置包括但不限于分布在一种反应气体出气口周围的抽气槽,抽气槽与抽气管道相通,抽气槽包括但不限于一组、两组或者多组抽气槽组合,抽气槽抽取第一反应气体和第二反应气体,抽气槽通过抽取上述反应气体,形成反应的特定空间,抽取的反应气体沿抽气管排出化学气相沉积设备。抽气槽沿待处理衬底载具与进气装置进气口的相对运动方向开口宽度为 $1 \times 10^{-3}\text{m}$ 到 $1 \times 10^{-1}\text{m}$,抽气槽开口中心与第一反应气体出气口的间距为 $2 \times 10^{-3}\text{m}$ 到 $2 \times 10^{-1}\text{m}$,控制抽速将第一反应气体与第二反应气体的混合反应限制在抽气槽所在的局域空间内。

[0015] 在本发明的实施方式中,反应气体相应的载气包括但不限于 H_2 、 N_2 、 Ar 等气体或上述气体的混合气。

[0016] 在本发明的实施方式中,反应气体出气口与待处理衬底之间的间距为 $1 \times 10^{-4}\text{m}$ 到 $2 \times 10^{-1}\text{m}$,根据反应需要适当优选间距。

[0017] 在本发明的实施方式中,两种反应气体出气口之间的间距为 $1 \times 10^{-3}\text{m}$ 到 1m ,根据反应需要适当优选间距。

[0018] 在本发明的实施方式中,进气装置进气口与待处理衬底相对运动速率为 $1 \times 10^{-3}\text{m/s}$ 到 10m/s ,根据反应需要适当优选相对运动速率。

[0019] 在本发明的实施方式中,反应沉积温度为 0°C 到 2000°C ,根据反应需要适当优选温

度。

[0020] 在本发明的实施方式中,反应处理压强为 1×10^{-8} Pa到 1×10^6 Pa,根据反应需要适当优选压强。

[0021] 在本发明的实施方式中,反应沉积速率为 1×10^{-11} m/s到 5×10^{-8} m/s,根据反应需要适当优选沉积速率。

[0022] 本发明的有益效果:

[0023] 本发明只需要通过一种反应气体隔离装置的设计,实现空间反应沉积的局域化,通过进气装置进气口与待处理衬底之间相对运动,进而实现空间局域化反应沉积在相对运动方向上的均匀沉积,从而得到了能够精确控制膜厚,具有空间局域化反应沉积的化学气相沉积设备。

[0024] 第一反应气体与第二反应气体混合反应的隔离空间内是有反应沉积的“印刷头”,通过进气装置进气口与待处理衬底实现相对运动,实现局域化反应沉积在相对运动方向上的“印刷式”均匀沉积。本发明可以称之为印刷式化学气相沉积(Printing CVD)设备,具有极佳大面积均匀性,精确控制生长速率(向下兼容空间式原子层沉积),高低温沉积均适合,成本较低,适合工业量产等特点,可用于太阳能电池、大面积与便携式平板显示、柔性显示、半导体、气敏传感器等领域。

附图说明

[0025] 图1是本发明化学气相沉积设备的结构示意图。

[0026] 参考数字的说明:

[0027] 10 进气装置

[0028] 101 总气源

[0029] 102 第一反应气体出气口

[0030] 103 第二反应气体出气口

[0031] 11 隔离装置

[0032] 12 待处理衬底载具

[0033] 13 驱动装置

具体实施方式

[0034] 具体实施方式例1

[0035] 下面结合附图及实施例对本发明进行详细地说明,但本发明并不限于此。

[0036] 图1为根据本发明的具有空间局域化反应沉积,能够精确控制膜厚化学气相沉积设备的实施例1的示意图。如图1所示,该实施例中进气装置10,包括总气源101,第一反应气体出气口102,第二反应气体出气口103。

[0037] 102是第一反应气体出气口,该反应气体包括但不限于单独通入金属化合物,烷基如三甲基铝、三甲基镓、三乙基镓、二乙基锌、三甲基铟,乙酰丙酮基如乙酰丙酮铜、乙酰丙酮镁、乙酰丙酮镍、乙酰丙酮镉、乙酰丙酮钕,叔丁醇基如叔丁醇铝、叔丁醇钛、叔丁醇镁、叔丁醇钪、叔丁醇锆,卤族如氯化镓、氯化锌、三溴化硼、三氯化钪、四氯化钛、四氯化锆、四氯化钪、五氯化钽、四碘化锡、六氟化钨,其它如四(乙基甲基胺基)钪、二醋酸二丁基锡、四异

丙醇钛等等,或者通入上述两种或两种以上气体的混合气,用于掺杂或者生成多元化合物。

[0038] 103是第二反应气体出气口,该反应气体包括但不限于单独通入甲烷、硅烷、水气、一氧化二氮、氧气、臭氧、硫化氢、硒化氢、氨气、磷化氢、砷化氢等等,或者通入上述两种或两种以上气体的混合气,用于掺杂或者生成多元化合物。两种反应气体相应的载气包括但不限于 H_2 、 N_2 、Ar等气体或上述气体的混合气。两个反应气体出气口之间的间距为 $1 \times 10^{-3}m$ 到 $1m$,优选间距为 $1 \times 10^{-2}m$ 到 $5 \times 10^{-1}m$ 。

[0039] 隔离装置11在一种反应气体出气口102周围,隔离装置11实现空间反应沉积局域化,反应沉积局域化是指第一反应气体与第二反应气体的沉积反应被限制在这个空间。隔离装置包括但不限于分布在一种反应气体出气口102周围的抽气槽,抽气槽包括但不限于一组、两组或者多组抽气槽组合,优选抽气槽沿待处理衬底载具与进气装置进气口的相对运动方向开口宽度为 $1 \times 10^{-3}m$ 到 $2 \times 10^{-2}m$,优选抽气槽开口中心与第一反应气体三甲基铝的出气口的间距为 $2 \times 10^{-3}m$ 到 $1 \times 10^{-1}m$,控制抽速将第一反应气体与第二反应气体的混合反应限制在抽气槽所在的局域空间内。

[0040] 第一反应气体出气口102和第二反应气体出气口103与分布在第一反应气体出气口102周围的隔离装置11一起组成最小的周期结构单元,所述化学气相沉积设备包括一个周期结构单元或一个以上周期结构单元;在相对运动方向上有一个周期结构单元或一个以上所述周期结构单元。

[0041] 待处理衬底载具12,用于装载待处理衬底,该载具材质包括但不限于石英、石墨、金属铝、不锈钢等等。待处理衬底载具12与出气口102和103之间的间距 $1 \times 10^{-4}m$ 到 $2 \times 10^{-1}m$,优选间距 $2 \times 10^{-4}m$ 到 $5 \times 10^{-2}m$ 。

[0042] 驱动装置13,在本实例中用于驱动所述待处理衬底载具12,实现与进气装置进气口的相对运动,进而实现空间局域化反应沉积在相对运动方向上的均匀沉积。驱动装置使待处理衬底载具12的运动速率为 $1 \times 10^{-3}m/s$ 到 $10m/s$,优选运动速率为 $1 \times 10^{-3}m/s$ 到 $10m/s$ 。

[0043] 在本发明实施例1中,化学气相沉积设备在一定生长温度下,包括 $0^\circ C$ 到 $2000^\circ C$,根据沉积薄膜需求优选温度,一定反应处理压强下,包括 $1 \times 10^{-8}Pa$ 到 1×10^6Pa ,根据沉积薄膜需求优选反应处理压强。在以上参数经过优选后,再优选反应气体进气量,就得到所需薄膜反应沉积速率为 $1 \times 10^{-11}m/s$ 到 $5 \times 10^{-8}m/s$,优选反应沉积速率为 $1 \times 10^{-10}m/s$ 到 $1 \times 10^{-8}m/s$ 。

[0044] 上述实施例仅用于具体说明本发明,不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行的各种修改和变动,均应在本发明的保护范围内。

[0045] 具体实施方式例2

[0046] 针对硅基太阳能电池背钝化领域应用,本发明用于在单晶硅或者多晶硅衬底表面沉积 Al_2O_3 钝化薄膜。此时图1的102是第一反应气体出气口,该反应气体包括但不限于三甲基铝、三乙基铝、叔丁醇铝等等,本实施例以三甲基铝为例。103是第二反应气体出气口,该反应气体包括但不限于水气、一氧化二氮、氧气、臭氧等等,本实施例以水气为例。优选两个反应气体出气口之间的间距为 $1 \times 10^{-2}m$ 到 $5 \times 10^{-1}m$ 。

[0047] 在本实施例中,三甲基铝与水气在室温($25^\circ C$)及以上温度就能发生反应,考虑到硅基太阳能电池 Al_2O_3 薄膜的背钝化效果,优选薄膜沉积温度为 $100^\circ C$ 到 $300^\circ C$ 。优选反应处理压强为 $1Pa$ 到 2×10^4Pa 。

[0048] 在上述优选的温度与反应处理压强下,两种反应气体从出气口出来后,气体沿着

出气口喷射(出气口内外压力差相关),并向其他方向扩散(浓度差相关),其扩散是动态过程,符合Fick定律,与气体流量、气体流速、管道气体浓度、出气口管道压强、反应处理压强等因素均有关系。从定性上看,气体浓度差越大,气体分子越小,扩散越快。从节约成本角度出发,第一反应气体金属化合物一般较贵,因而第二反应气体通常过量使用,其浓度较高。再考虑到第一反应气体金属化合物的分子量通常数倍于第二反应气体。因而在其它条件基本一致情况下,第二反应气体的扩散快于第一反应气体。具体到本发明实施例2,水气的扩散远远快于三甲基铝,二者扩散系数有数倍甚至有量级上的差别。因此,在两种反应气体在从出气口出来后,水气扩散快,而三甲基铝扩散慢,水气与三甲基铝的混合反应主要集中在三甲基铝出气口的周边。

[0049] 通过在第一反应气体三甲基铝的出气口周围加上抽气槽的隔离装置设计,优化抽气槽沿待处理衬底与进气装置进气口的相对运动方向开口宽度为 $1 \times 10^{-3} \text{m}$ 到 $2 \times 10^{-2} \text{m}$,优选抽气槽开口中心与第一反应气体的出气口的间距为 $2 \times 10^{-3} \text{m}$ 到 $1 \times 10^{-1} \text{m}$,进而优化抽气槽抽速。过量的水气扩散过来后被部分抽走排出,优选待处理衬底载具12与出气口102和103之间的间距 $1 \times 10^{-3} \text{m}$ 到 $2 \times 10^{-2} \text{m}$,使得在抽气槽布成的隔离空间内,在待处理衬底表面上三甲基铝与水气的摩尔浓度比符合化学反应摩尔比,实现待处理衬底表面上三甲基铝的完全反应。少量未反应完全的三甲基铝沿着抽气槽抽气方向与水气反应,生成物被抽走排出。极少量的三甲基铝穿过抽气槽布成的隔离空间,与过量水气生成气态中间产物同样被抽走排出。这样在待处理衬底表面上,只有抽气槽布成的隔离空间在处理衬底表面上的投射面有反应沉积生成,通过待处理衬底与进气装置进气口的相对运动实现均匀沉积。

[0050] 驱动装置13,可选步进式滚轮用于驱动所述待处理衬底载具12,载具可选石墨载板。驱动装置使待处理衬底载具12的优选运动速率为 $1 \times 10^{-2} \text{m/s}$ 到 1m/s 。

[0051] 根据实际 Al_2O_3 薄膜钝化效果需求,优选的 Al_2O_3 薄膜厚度为 $2 \times 10^{-9} \text{m}$ 到 $3 \times 10^{-8} \text{m}$ 。

[0052] 在以上参数优选后,根据设备的设计量产能力,优选 Al_2O_3 薄膜的沉积速率为 $1 \times 10^{-10} \text{m/s}$ 到 $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$,进而优选水气与三甲基铝的源用量。

[0053] 上述实施例仅用于具体说明本发明,不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行的各种修改和变动,均应在本发明的保护范围内。

[0054] 具体实施方式例3

[0055] 针对显示领域和薄膜太阳能领域的透明导电氧化物薄膜(transparent conductive oxide简称TCO)应用,本发明用于低温(不高于 250°C)沉积透明导电层薄膜,透明导电薄膜材料包括但不限于二元氧化物如 ZnO 、 In_2O_3 、 SnO_2 ,掺杂三元氧化物如氧化铝锌(AZO)、氧化镓锌(IZO)、氧化镓锡(ITO)、氧化铝锡(ATO)等等。

[0056] 本实施例以 ZnO 为例,此时图1的102是第一反应气体出气口,该反应气体包括但不限于二乙基锌和氯化锌,本实施例以二乙基锌为例。103是第二反应气体出气口,该反应气体包括但不限于水气、一氧化二氮、氧气、臭氧等等,本实施例以水气为例。优选两个反应气体出气口之间的间距为 $1 \times 10^{-2} \text{m}$ 到 $5 \times 10^{-1} \text{m}$ 。

[0057] 在本实施例中,二乙基锌与水气在室温(25°C)及以上温度就能发生反应,考虑到 ZnO 薄膜的导电特性,优选薄膜沉积温度为 50°C 到 250°C ,优选反应处理压强为 1Pa 到 $5 \times 10^4 \text{Pa}$ 。

[0058] 在上述优选的温度与优选反应处理压强下,水气的扩散远远快于二乙基锌,二者

扩散系数有数倍甚至有量级上的差别。因此,在两种反应气体在从出气口出来后,水气扩散快,而二乙基锌扩散慢,水气与二乙基锌的混合反应主要集中在二乙基锌出气口的周边。

[0059] 通过在第一反应气体二乙基锌的出气口周围加上抽气槽的隔离装置设计,优化抽气槽沿待处理衬底与进气装置进气口的相对运动方向开口宽度为 1×10^{-3} m到 2×10^{-2} m,优选抽气槽开口中心与第一反应气体二乙基锌的出气口的间距为 2×10^{-3} m到 1×10^{-1} m,进而优化抽气槽抽速。过量的水气扩散过来后被部分抽走排出,优选待处理衬底载具12与出气口102和103之间的间距 1×10^{-3} m到 2×10^{-2} m,使得在抽气槽布成的隔离空间内,在待处理衬底表面上二乙基锌与水气的摩尔浓度比符合化学反应摩尔比,实现待处理衬底表面上二乙基锌的完全反应。

[0060] 驱动装置13,可选步进式滚轮用于驱动所述待处理衬底载具12,载具可选石墨载板。驱动装置使待处理衬底载具12的优选运动速率为 5×10^{-2} m/s到1m/s。

[0061] 根据实际ZnO薄膜导电效果需求,优选的ZnO薄膜厚度为 1×10^{-8} m到 1×10^{-6} m。在以上参数优选后,根据设备的设计量产能力,优选ZnO薄膜的沉积速率为 2×10^{-9} m/s到 1×10^{-8} m/s,进而优选水气与二乙基锌的源用量。

[0062] 为降低电阻率,可以选用掺杂多元氧化物导电薄膜。以AZO为例,仅需将第一反应气体换为二乙基锌与三甲基铝的混合气,通过控制二乙基锌与三甲基铝的源用量比,调整AZO薄膜中铝的掺杂量,优选铝的掺杂摩尔百分比为1%到10%。

[0063] 上述实施例仅用于具体说明本发明,不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行的各种修改和变动,均应在本发明的保护范围内。

[0064] 具体实施方式例4

[0065] 针对柔性显示领域或者大面积与便携式平板显示领域的薄膜晶体管(Thin-film transistor,简称TFT)应用,本发明用于沉积薄膜绝缘栅介质层,栅介质薄膜材料包括但不限于 Al_2O_3 、 HfO_2 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 等等。

[0066] 本实施例以 Al_2O_3 为例,此时图1的102是第一反应气体出气口,该反应气体包括但不限于三甲基铝、三乙基铝、叔丁醇铝等等,本实施例以三甲基铝为例。103是第二反应气体出气口,该反应气体包括但不限于水气、一氧化二氮、氧气、臭氧等等,本实施例以水气为例。优选两个反应气体出气口之间的间距为 1×10^{-2} m到 5×10^{-1} m。

[0067] 本实施例 Al_2O_3 作为TFT绝缘栅介质层厚度优选在 1×10^{-8} m到 5×10^{-7} m,与作为钝化层的实施例2相比厚度增加。从工业量产角度出发,设备设计上需要更高的单位时间产出量,针对此目的,优选反应沉积速率为 2×10^{-9} m/s到 1×10^{-8} m/s,优选驱动装置使待处理衬底载具12的运动速率为 5×10^{-2} m/s到1m/s,进而优选水气与三甲基铝的源用量。

[0068] 上述实施例仅用体说明本发明,不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行于具的各种修改和变动,均应在本发明的保护范围内。

[0069] 具体实施方式例5

[0070] 针对柔性显示领域或者大面积与便携式平板显示领域的薄膜晶体管(TFT)应用,本发明用于在薄膜介质层上沉积半导体薄膜沟道层(channel layer),沟道层薄膜材料包括但不限于二元化合物如ZnO、 In_2O_3 、 SnO_2 ,掺杂多元化合物如氧化铝锌(AZO)、氧化镓锌(IZO)、氧化镓锡(ITO)、氧化铝锡(ATO)、掺钛氧化锌(ZnO:Ti)、掺氧氮化锌(ZnN:O)、非晶氧化镓锌(a-IGZO)、非晶氧化铝镓锌(a-AGZO)、非晶氧化镓锡锌(a-ATZO),两层复合结构如

IZO/IGZO、ITO/IGZO、AZO/IGZO, 多层周期复合结构如ZnO/AZO超晶格、ZnO/Al₂O₃超晶格等等。

[0071] 本实施例以ZnO为例, 此时图1的102是第一反应气体出气口, 该反应气体包括但不限于二乙基锌和氯化锌, 本实施例以二乙基锌举例。103是第二反应气体出气口, 该反应气体包括但不限于水气、一氧化二氮、氧气、臭氧等等, 本实施例以水气为例。优选两个反应气体出气口之间的间距为 1×10^{-2} m到 5×10^{-1} m。

[0072] 本实施例ZnO作为TFT沟道层厚度优选在 1×10^{-8} m到 1×10^{-7} m, 与作为TCO的实施例3相比厚度减少。设备设计上需要匹配合适的单位时间产出量, 针对此目的, 优选反应沉积速率为 5×10^{-10} m/s到 2×10^{-9} m/s, 优选驱动装置使待处理衬底载具12的运动速率为 1×10^{-2} m/s到1m/s, 进而优选水气与二乙基锌的源用量。

[0073] 综合本发明实施例3、例4和例5, 可以实现自下而上绝缘栅介质层、沟道层、透明导电层全部In-line式的量产设备线(bottom to up all in-line), 这有助于增加产能、降低成本、提高良率等, 对显示行业具有重要意义。

[0074] 上述实施例仅用于具体说明本发明, 不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行的各种修改和变动, 均应在本发明的保护范围内。

[0075] 具体实施方式例6

[0076] 针对半导体领域MOSFET的high-k绝缘栅介质应用, 本发明用于沉积high-k薄膜介质层, 栅介质薄膜材料包括但不限于Al₂O₃、HfO₂、ZrO₂、Ta₂O₅等等。

[0077] 本实施例以Al₂O₃为例, 此时图1的102是第一反应气体出气口, 该反应气体包括但不限于三甲基铝、三乙基铝、叔丁醇铝等等, 本实施例以三甲基铝为例。103是第二反应气体出气口, 该反应气体包括但不限于水气、一氧化二氮、臭氧等等, 本实施例以水气为例。优选两个反应气体出气口之间的间距为 1×10^{-2} m到 5×10^{-1} m。

[0078] 本实施例Al₂O₃作为high-k绝缘栅介质, 优选厚度为 2×10^{-9} m到 3×10^{-8} m。与实施例2相近。但是不同的是, 所需反应沉积温度高于实施例2, 优选反应沉积温度为200℃到400℃, 优选反应处理压强为1Pa到 2×10^4 Pa。设备设计上需要匹配合适的单位时间产出量, 针对此目的, 优选反应沉积速率为 5×10^{-10} m/s到 2×10^{-9} m/s, 优选驱动装置使待处理衬底载具12的运动速率为 1×10^{-2} m/s到1m/s, 进而优选水气与三甲基铝的源用量。

[0079] 上述实施例仅用于具体说明本发明, 不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行的各种修改和变动, 均应在本发明的保护范围内。

[0080] 具体实施方式例7

[0081] 针对半导体非挥发式存储器领域中阻变式随机存储器(resistive random access memory, 简称RRAM)应用, 本发明用于沉积金属氧化物可变电阻薄膜层, 包括但不限于金属/金属氧化物/金属(M/MO/M)夹层结构中间的ZnO、NiO、HfO₂、ZnMgO、ZnO:Cu、ZnO:Ti、ZTO, 复合结构如ZnMgO/ZnO、ZrO₂/ZnO、Al₂O₃/HfO₂、Al₂O₃/HfO₂/Al₂O₃等等; 或者将金属电极换为TCO材料, 沉积透明可变电阻存储器TCO/MO/TCO结构中的TCO薄膜及中间金属氧化物薄膜, 如ITO/ZnO/ITO、AZO/ZnO/ITO、ITO/HfO₂/ITO、ITO/IGZO/ITO等等。

[0082] 本实施例以夹层结构中间的金属氧化物HfO₂为例, 此时图1的102是第一反应气体出气口, 该反应气体包括但不限于叔丁醇钪、四氯化钪、四(乙基甲基氨基)钪等等, 本实施例以四(乙基甲基氨基)钪为例。103是第二反应气体出气口, 该反应气体包括但不限于水

气、一氧化二氮、氧气、臭氧等等,本实施例以水气为例。优选两个反应气体出气口之间的间距为 1×10^{-2} m到 5×10^{-1} m。

[0083] 本实施例HfO₂作为阻变式随机存储器中间氧化物夹层厚度优选在 1×10^{-9} m到 1×10^{-8} m,所需厚度极薄。设备设计上需要匹配合适的单位时间产出量,针对此目的,优选反应沉积速率为 2×10^{-10} m/s到 1×10^{-9} m/s,优选驱动装置使待处理衬底载具12的运动速率为 1×10^{-2} m/s到 1×10^{-1} m/s,进而优选水气与四(乙基甲基胺基)铪的源用量。

[0084] 相应的,沉积Al₂O₃/HfO₂、Al₂O₃/HfO₂/Al₂O₃等复合结构氧化层时,只需按优选厚度确定沉积时间先后通入三甲基铝与四(乙基甲基胺基)铪即可。

[0085] 上述实施例仅用于具体说明本发明,不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行的各种修改和变动,均应在本发明的保护范围内。

[0086] 具体实施方式例8

[0087] 针对金属相导电电极领域应用,本发明用于在衬底沉积金属相导电电极薄膜,包括但不限于TiN、TaN、HfN、RuO₂等等。本实施例以TiN薄膜电极为例,此时图1的102是第一反应气体出气口,该反应气体包括但不限于四氯化钛、叔丁醇钛、四异丙醇钛等等,本实施例以四氯化钛举例。103是第二反应气体出气口,本实施例以氨气为例。优选两个反应气体出气口之间的间距为 1×10^{-2} m到 5×10^{-1} m。

[0088] 在本实施例中,四氯化钛与氨气需要较高温度才能发生反应,考虑电极电阻率,优选薄膜沉积温度为300℃到600℃,优选反应处理压强为1Pa到 2×10^4 Pa。

[0089] 本实施例TiN作为导电电极厚度优选在 1×10^{-9} m到 5×10^{-8} m,设备设计上需要匹配合适的单位时间产出量,针对此目的,优选反应沉积速率为 1×10^{-10} m/s到 1×10^{-9} m/s,优选驱动装置使待处理衬底载具12的运动速率为 1×10^{-2} m/s到 2×10^{-1} m/s,进而优选氨气与四氯化钛的源用量。

[0090] 上述实施例仅用于具体说明本发明,不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行的各种修改和变动,均应在本发明的保护范围内。

[0091] 具体实施方式例9

[0092] 针对气敏传感器领域应用,本发明用于沉积气敏薄膜层,如ZnO、WO₃、SnO₂、TiO₂、In₂O₃、V₂O₅等等,用于有毒气体和可燃气体的探测。

[0093] 本实施例SnO₂为例,此时图1的102是第一反应气体出气口,该反应气体包括但不限于四氯化锡、四碘化锡、二醋酸二丁基锡等等,本实施例以四碘化锡举例。103是第二反应气体出气口,该反应气体包括但不限于水气、一氧化二氮、氧气、臭氧等等,本实施例以氧气为例。优选两个反应气体出气口之间的间距为 1×10^{-2} m到 5×10^{-1} m。

[0094] 在本实施例中,四碘化锡与氧气需要较高温度才能发生反应,考虑气敏效果,优选薄膜沉积温度为300℃到600℃,优选反应处理压强为1Pa到 2×10^4 Pa。

[0095] 本实施例SnO₂作为气敏传感薄膜厚度优选在 2×10^{-9} m到 1×10^{-7} m,设备设计上需要匹配合适的单位时间产出量,针对此目的,优选反应沉积速率为 2×10^{-10} m/s到 1×10^{-9} m/s,优选驱动装置使待处理衬底载具12的运动速率为 1×10^{-2} m/s到 2×10^{-1} m/s,进而优选氧气与四碘化锡的源用量。

[0096] 上述实施例仅用于具体说明本发明,不应看作为对本发明的限制。任何不脱离本发明宗旨所进行的各种修改和变动,均应在本发明的保护范围内。

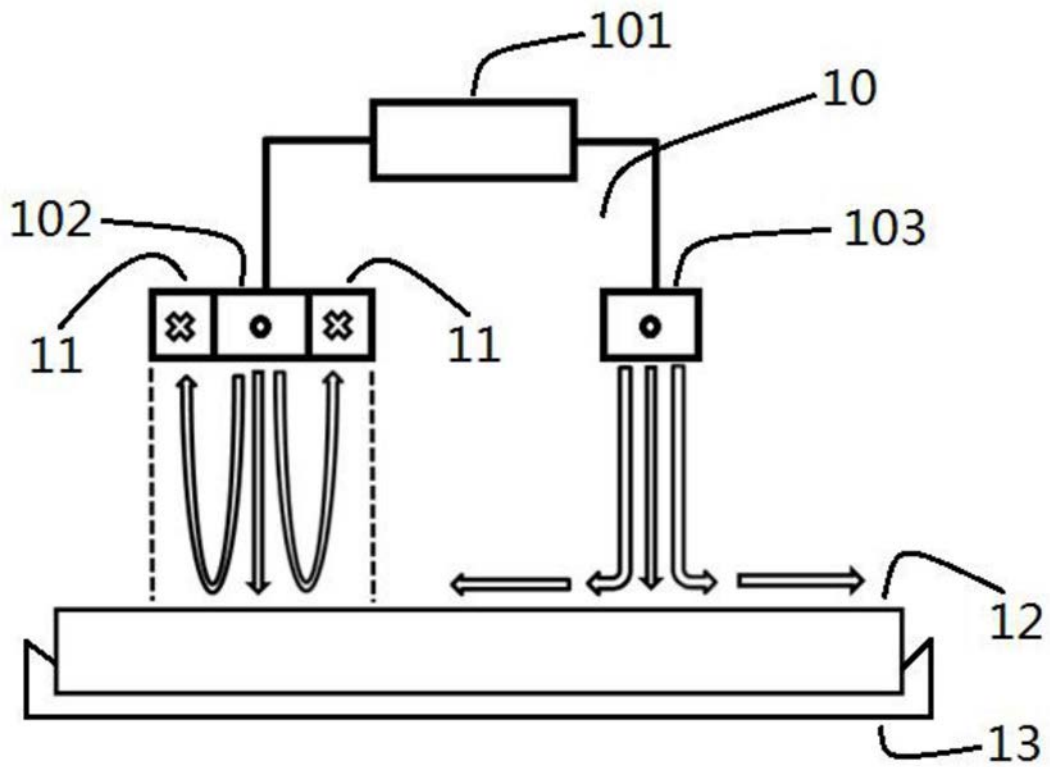


图1