



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102892921 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 23

(21) 申请号 201180023319. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 05. 06

C23C 16/40(2006. 01)

C23C 16/455(2006. 01)

(30) 优先权数据

20105498 2010. 05. 10 FI

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 11. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FI2011/050417 2011. 05. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02011/141628 EN 2011. 11. 17

(71) 申请人 贝尼科公司

地址 芬兰万塔

(72) 发明人 J·史卡波

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

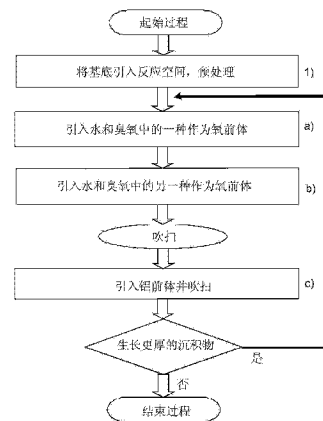
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

生成沉积物的方法和硅基底表面上的沉积物

(57) 摘要

沉积物和和在硅基底表面上生成沉积物的方法。沉积物包含氧化铝,并且方法包括任何顺序下的交替步骤:a)将作为氧前体的水和臭氧中的一种引入反应空间,b)将作为氧前体的水和臭氧中的另一种引入反应空间,c)将铝前体引入反应空间并随后吹扫反应空间;条件是,当步骤a)或步骤b)在步骤c)前时,则在步骤c)前吹扫反应空间,和当步骤a)在步骤b)前时或当步骤b)在步骤a)前时,不在步骤a)与步骤b)之间吹扫反应空间。



1. 在硅基底表面上生成沉积物的方法,所述沉积物包含氧化铝,其特征在于,所述方法包括下述任何顺序的交替步骤:

a) 将作为氧前体的水和臭氧中的一种引入反应空间,使得至少部分所述氧前体吸附到所述硅基底的沉积表面上,

b) 将作为氧前体的水和臭氧中的另一种引入反应空间,使得至少部分所述氧前体吸附到所述硅基底的沉积表面上,

c) 将铝前体引入反应空间,使得至少部分铝前体吸附到所述硅基底的沉积表面上,并随后吹扫所述反应空间,

条件是,当步骤 a) 或步骤 b) 在步骤 c) 前时,则在步骤 c) 前吹扫所述反应空间,和当步骤 a) 在步骤 b) 前时或当步骤 b) 在步骤 a) 前时,不在步骤 a) 与步骤 b) 之间吹扫所述反应空间。

2. 权利要求 1 所述的方法,其特征在于,步骤 a) 和步骤 b) 以任何顺序,顺序地进行。

3. 权利要求 1-2 任一项所述的方法,其特征在于,所述铝前体选自含铝的有机金属化学剂。

4. 权利要求 1-3 任一项所述的方法,其特征在于,所述铝前体选自三甲基铝和三乙基铝。

5. 权利要求 1-4 任一项所述的方法,其特征在于,在反应空间中所述沉积物通过 ALD 型方法在所述硅基底表面上生成。

6. 权利要求 5 所述的方法,其特征在于,在 ALD 型方法中所述沉积物的生长主要是热激活的。

7. 权利要求 1-6 任一项所述的方法,其特征在于,所述方法包括重复至少一次步骤 a)、b) 和 c) 中的至少一步。

8. 权利要求 1-7 任一项所述的方法,其特征在于,所述方法包括以任何顺序依次重复步骤 a)、b) 和 c) 至少一次。

9. 权利要求 1-8 任一项所述的方法,其特征在于,所述硅基底表面包含单晶硅。

10. 权利要求 1-8 任一项所述的方法,其特征在于,所述硅基底表面包含多晶硅。

11. 权利要求 1-8 任一项所述的方法,其特征在于,所述硅基底表面包含微晶硅。

12. 权利要求 1-11 任一项所述的方法,其特征在于,所述硅基底表面上的所述沉积物是钝化沉积物。

13. 硅基底表面上的沉积物,所述沉积物包含氧化铝,其通过权利要求 1-12 任一项所述的方法得到。

14. 权利要求 13 所述的沉积物,其特征在于,所述硅基底表面上的沉积物是钝化沉积物。

生成沉积物的方法和硅基底表面上的沉积物

发明领域

[0001] 本发明涉及在硅基底表面上生成包含氧化铝的沉积物的方法。进一步,本发明涉及硅基底表面上的沉积物。

[0002] 发明背景

[0003] 原子层沉积(ALD)是在不同形状的基底上生成材料沉积物的公知方法。在ALD法中,两种或更多种不同的化学剂(前体)以顺序、交替的方式被引入反应空间,并且在反应空间中化学剂吸附在表面上,例如,在基底表面上。

[0004] 顺序、交替引入化学剂或前体常被称为脉冲或定量给予(化学剂或前体)。每种化学剂的脉冲之间通常存在吹扫期,在此期间不与方法所用的化学剂发生反应的气流通过反应空间被引入。因此,该气体,常被称为载气或吹扫气体(purge gas),对于方法所用的化学剂是惰性的,并且吹扫反应空间,除去例如,过剩的化学剂和由表面与此前化学剂脉冲之间的反应产生的副产物。这种吹扫也可以其他方式安排,并且沉积方法可以其他名称命名,如ALE(原子层外延)、ALCVD(原子层化学蒸气沉积)、循环蒸气沉积等。这些方法的重要特征是使沉积表面顺序暴露于前体和前体主要在沉积表面上的生长反应。在本说明书中,除非另外说明,这些方法将被统称为ALD型方法。

[0005] 具有理想厚度的沉积物可由ALD法通过重复数次脉冲顺序生长,该脉冲顺序包括上述包含前体物质的脉冲和吹扫期。该顺序——被称为“ALD循环”——的重复多少次的次数取决于目标厚度。

[0006] 在ALD法的应用中,半导体表面上的表面重组可存在问题,该应用包括半导体装置,如光伏电池或发光二极管。在这些应用中,表面重组可导致例如位于或接近半导体表面的处于特定能量状态(比能量状态, specific energy state)的电荷载体被俘。这些能量状态或表面状态,如其常用名称,可源自例如位于表面的杂质。

[0007] 用于钝化——即减少硅表面的表面重组——的有希望的材料候选物是氧化铝。

[0008] 现有技术,例如US 7476420,确认了三甲基铝(TMA)和臭氧(O₃)在ALD-循环中的应用,以使氧化铝生长,用于基底表面的背面钝化(RSP),生成的沉积物具有良好的钝化性质。但是,生长速率取决于臭氧浓度和/或处理温度引发了问题。为以合理的脉冲时间实现均衡的生长速率和均衡的厚度外形,通常需要脉冲中高浓度的臭氧。

[0009] 进一步,TMA和水对于在硅表面上通过ALD法使氧化铝生长的应用是技术人员已知的。在此,氧化铝层均衡地生长,但导致硅表面上生成的沉积物具有弱钝化性质。

[0010] 发明目的

[0011] 本发明的目的是提供在硅基底表面上生成包含氧化铝的沉积物的新型方法解决现有技术中的上述技术问题。进一步,本发明的目的是提供硅基底表面上的沉积物。

[0012] 发明概述

[0013] 根据本发明的方法的特征在于权利要求1所述。

[0014] 根据本发明的硅基底表面上的沉积物的特征在于权利要求13所述。

[0015] 根据本发明在硅基底表面上生成沉积物的方法,其中沉积物包含氧化铝,其包括

任何顺序的下述交替步骤：

[0016] a) 将作为氧前体的水和臭氧中的一种引入反应空间,使得至少部分所述氧前体吸附到硅基底的沉积表面上,

[0017] b) 将作为氧前体的水和臭氧中的另一种引入反应空间,使得至少部分所述氧前体吸附到硅基底的沉积表面上,

[0018] c) 将铝前体引入反应空间,使得至少部分铝前体吸附到硅基底的沉积表面上,并随后吹扫反应空间,

[0019] 条件是,当步骤 a) 或步骤 b) 在步骤 c) 前时,则在步骤 c) 前吹扫反应空间,和当步骤 a) 在步骤 b) 前时或当步骤 b) 在步骤 a) 前时,不在步骤 a) 与步骤 b) 之间吹扫反应空间。

[0020] 根据本发明的一个实施方式,用于在硅基底表面上生成沉积物,其中沉积物包含氧化铝,其包括任何顺序的下述步骤：

[0021] a) 将作为氧前体的水和臭氧中的一种引入反应空间,使得至少部分所述氧前体吸附到硅基底的沉积表面上,

[0022] b) 将作为氧前体的水和臭氧中的另一种引入反应空间,使得至少部分所述氧前体吸附到硅基底的沉积表面上,

[0023] c) 将铝前体引入反应空间,使得至少部分铝前体吸附到硅基底的沉积表面上,并随后吹扫反应空间,

[0024] 条件是,当步骤 a) 或步骤 b) 在步骤 c) 前时,则在步骤 c) 前吹扫反应空间。

[0025] 根据本发明的一个实施方式,步骤 a)、步骤 b) 和步骤 c) 以交替方式进行,即,这些步骤的不在时间上明显重叠。因此,根据本发明的一个实施方式,步骤 a)、步骤 b) 和步骤 c) 作为顺序、不同的步骤进行。根据本发明的一个实施方式,步骤 a) 和步骤 b) 不在时间上重叠。

[0026] 根据本发明的一个实施方式,本发明的目的是在硅基底表面上生成钝化沉积物。在本说明书中,表述“钝化”、“表面钝化”或其他相应的表述应被理解为用以减少表面重组,即用以减少钝化表面——即硅基底表面——上或其紧邻的电荷载体的重组的表面钝化。

[0027] 根据本发明生成沉积物的方法基于在同一 ALD 循环中将两种不同氧前体——即水和臭氧——与铝前体应用在一起,以生成包含氧化铝的沉积物。

[0028] 根据本发明的一个实施方式,步骤 a) 和步骤 b) 可至少部分同时进行。换言之,水和臭氧可至少部分同时被引入反应器空间。根据本发明的一个实施方式,氧前体,即水和臭氧,可同时被引入反应空间。

[0029] 根据本发明的一个实施方式,步骤 a) 和步骤 b) 以任何顺序相继进行。换言之,氧前体,即水和臭氧,以任何顺序被依次引入反应空间。根据本发明的一个实施方式,包括引入作为氧前体的水的步骤 a) 在包括引入作为氧前体的臭氧的步骤 b) 前进行。在不使本发明限于任何具体机制的情况下,假设:当臭氧在引入水后被引入反应空间时,臭氧去除由水引入而留在反应空间中的可能的杂质,例如 OH 和 C。

[0030] 根据本发明,当步骤 a) 在步骤 b) 前时或当步骤 b) 在步骤 a) 前时,不在步骤 a) 与步骤 b) 之间吹扫反应空间。这意为在开始向反应空间引入另外的氧前体时,反应空间将包含至少部分先被引入反应空间的氧前体。

[0031] 根据本发明所述的方法包括条件,即当步骤 a) 或步骤 b) 在步骤 c) 前时,则在步骤 c) 前吹扫反应空间。该条件确保在将铝前体引入反应器空间前,反应空间经吹扫去除其他化学剂。

[0032] 至少部分所引入的前体吸附到硅基底的沉积表面上。在本说明书中,除非另外说明,术语“硅基底表面”、“基底表面”、“表面”或“沉积表面”用于命名基底的表面或基底上已形成的沉积物的表面。即,术语“沉积表面”应被理解为还包括基底还未暴露于任何前体的表面和已暴露于一种或多种前体的表面。因此,在基底上形成沉积物的过程中,当化学剂吸附到表面上时,“沉积表面”改变。

[0033] 根据本发明的一个实施方式,硅基底表面包含单晶硅。根据本发明另一实施方式,硅基底表面包含多晶硅(polysilicon)。根据本发明的进一步实施方式,硅基底表面包含微晶硅。

[0034] 根据本发明的一个实施方式,在反应空间中,沉积物通过 ALD 型方法在硅基底表面上生成。根据本发明另一实施方式,在 ALD 型方法中,沉积物的生长主要是热激活的。当沉积物通过 ALD 型方法在硅基底表面上形成时,沉积物实现优良的共形性和均匀性。此外,当 ALD 型方法主要被热激活——即,不采用等离子体激活时,可能的期望钝化作用得到增强。

[0035] 根据本发明的一个实施方式,铝前体选自含铝的有机金属化学剂。根据本发明的一个实施方式,铝前体选自三甲基铝和三乙基铝。在本发明的一个实施方式中,铝前体包括三甲基铝。

[0036] 进一步,根据本发明的一个实施方式,方法包括步骤 a)、步骤 b) 和步骤 c) 中至少一个重复至少一次。例如,步骤 a)、步骤 b) 和步骤 c) 可以任何顺序依次重复至少一次。在本发明一些实施方式中,包含氧化铝的沉积物的厚度可通过如下增加:重复将前体引入反应空间,以使其部分吸附到反应空间中的暴露表面上,即吸附到沉积表面上。在这种方式下,在本发明的一些实施方式中,钝化作用可增强。

[0037] 根据本发明的一个实施方式,硅基底表面上的沉积物是钝化沉积物。钝化沉积物钝化——即减少硅基底表面的表面重组。即,根据本发明的一个实施方式,方法包括在硅基底表面上生成钝化沉积物。

[0038] 进一步,本发明涉及硅基底表面上的沉积物,其中沉积物包含氧化铝,并且其中硅基底表面上的沉积物是通过根据本发明上述实施方式中任一个所述的方法获得的。

[0039] 根据本发明的一个实施方式,硅基底表面上的沉积物是钝化沉积物。钝化沉积物钝化——即减少硅基底表面的表面重组。

[0040] 观察到,在同一 ALD 循环中连同铝前体应用水和臭氧氧前体时,实现令人惊讶地良好钝化效果和组成上均衡的沉积物以及均匀的厚度外形。这种良好钝化和生成沉积物均匀性的优势组合可用于多种应用,例如薄膜硅太阳能电池。

[0041] 上述本发明实施方式可以任何相互组合应用。几个实施方式可组合在一起,形成本发明的进一步实施方式。本发明涉及的方法或产物可包括上述本发明实施方式的至少一个。

[0042] 根据本发明的方法的优势是,该方法令人惊讶地组合了良好的钝化性质和良好的生长均衡性。

[0043] 根据本发明的方法的优点是,可实现约 $1,2 \text{ \AA}/\text{c}$ (每一次 ALD-循环的埃(Ångström))的良好生长速率和生成沉积物的良好厚度均匀性。

[0044] 根据本发明所述的方法的优点是,由于臭氧比水需要更短的吹扫时间,相对于在类似的 ALD-循环中将水用作唯一的氧前体,将臭氧在水之后引入反应空间作为氧前体不增加总循环时间。

[0045] 附图简述

[0046] 附图被包括在内以提供对本发明进一步的理解,并构成本说明书的部分,其连同描述示例本发明的实施方式,有助于对本发明的原理进行说明。在附图中;

[0047] 图 1 是根据本发明一个实施方式的方法的流程图图解,

[0048] 图 2 是根据本发明一个实施方式的方法的流程图图解,

[0049] 图 3 示意性显示根据本发明一个实施方式的方法中的一个 ALD-循环,和

[0050] 图 4 显示过量载体寿命测量(QSSPC-测量)的数据。

[0051] 发明详述

[0052] 现将具体参考本发明实施方式,其实例示例在附图中。

[0053] 下文描述具体公开了本发明的一些实施方式,以使本领域技术人员能够基于公开内容应用本发明。实施方式并非所有步骤均被具体讨论,因为其中很多步骤基于本说明书将对本领域技术人员而言是显而易见的。

[0054] 图 1 示例了根据本发明的一个实施方式的用于在硅基底表面上生成包含氧化铝的沉积物的方法。

[0055] 在将硅基底引入反应空间前,硅基底表面可被条件化(调节, conditioned)。这种硅基底表面的调节可包括化学纯化硅基底表面,去除杂质。易位(ex-situ)调节可包括在 1%HF 溶液中蚀刻 1min,然后在蒸馏水中清洗。从硅膜表面去除杂质的方法细节对技术人员而言是显而易见的。在本发明的一些实施方式中,可在原位进行调节,即,在适于 ALD 型方法的装置内。

[0056] 在可能的调节后,将硅基底引入一般反应器装置——例如,适于实施 ALD 型方法的装置——的反应空间(步骤 1)。

[0057] 随后利用例如机械真空泵抽吸反应空间降至适于形成沉积物的压力,或在大气压 ALD 系统和 / 或方法的情况下,一般设定流量以使沉积区域隔离大气。基底也通过所用方法被加热至适于形成沉积物的温度。硅基底可通过例如气密性装填闭锁(加载锁定, load-lock)系统或简单通过装载口被引入反应空间。基底可被例如电阻加热元件加热,该电阻加热元件还加热整个反应空间。

[0058] 在硅基底表面和反应空间已达到目标温度及其他适于沉积的条件后,开始使沉积表面交替暴露于不同的化学剂,直接在硅基底表面上形成包含氧化铝的沉积物。

[0059] 前体以其气体形被适当引入反应空间。这可通过如下实现:首先蒸发其各自来源容器中的前体,该前体可或不可被加热,这取决于前体化学剂自身的性质。蒸发的前体可被递送入反应空间——通过例如将其通过反应器装置的管路定量给予,该反应器装置包含用于将蒸发的前体递送入反应空间的流动通道。蒸气受控定量给予至反应空间可通过安装在流动通道中的阀门或其他流动控制器实现。在适于 ALD 型沉积的系统中,这些阀门常被称为脉冲阀门。也可设计其他使基底在反应空间内接触化学剂的机制。一种选择是使基底表

面(而非蒸发的化学剂)移入反应空间,使得基底移动通过气态化学剂占据的区域。

[0060] 适于 ALD 型沉积的一般反应器包括系统,其将载气如氮气或氩气引入反应空间,使得反应空间——例如,沉积室——在将下一种化学剂引入反应空间前,如需,被吹扫去除过剩的化学剂和反应副产物。在实践中,载气流通常在沉积过程中连续通过反应空间,并且仅不同前体随载气被交替引入反应空间。显然,吹扫反应空间不一定造成过剩前体或反应副产物从反应空间完全去除,而这些或其他材料的残留物可始终存在。

[0061] 在图 1 所示的本发明实施方式中,在上述不同的制备和预处理步骤(步骤 1)后,实施步骤 a)、步骤 b) 和步骤 c)。首先实施步骤 a),即,使基底的沉积表面暴露于水 H₂O 和臭氧 O₃ 中的一种——作为第一氧前体。表面暴露于第一氧前体导致部分引入的前体吸附到硅基底表面上。

[0062] 随后实施步骤 b),即,将水和臭氧中的另一种——作为第二氧前体——引入反应空间,之前不进行任何反应空间吹扫。至少部分第二氧前体依次吸附到步骤 a)生成的表面上。

[0063] 然后,根据本发明,在将铝前体(在步骤 c)中)引入反应空间前吹扫反应空间。铝前体可以是例如,三甲基铝(TMA)。随后,吹扫反应空间。

[0064] 由于步骤 a)、b) 和 c),硅基底表面上形成包含氧化铝的沉积物。

[0065] 根据图 1 所示实施方式,步骤 a)、b) 和 c) 中沉积表面每次暴露于前体均导致沉积表面上另外的沉积物形成,这是因为相应前体与沉积表面的吸附反应。硅基底表面上的沉积物厚度可通过如图 1 流程图所示重复步骤 a)、b) 和 c) 而增加。沉积物厚度增加,直到达到目标厚度,然后停止交替暴露,并终止过程。由于沉积过程,包含氧化铝的沉积物在硅基底表面上形成。沉积物沿沉积表面具有优良的厚度均匀性和组成均匀性。

[0066] 图 2 示例根据本发明第二实施方式的用于在硅基底表面上生成包含氧化铝的沉积物的方法。

[0067] 再次,本发明此第二示例性实施方式起始于将硅基底引入适于实施 ALD 型方法的一般反应器装置的反应空间(步骤 1)。反应空间、基底和所要引入反应空间的化学剂如上述制备,以适于沉积方法。

[0068] 在图 2 所示的本发明实施方式中,在预处理步骤(步骤 1)后,实施步骤 a),即,使硅基底表面——即沉积表面——暴露于水和臭氧中的一种——作为第一氧前体。表面暴露于第一氧前体造成部分引入前体吸附到硅基底表面上。

[0069] 经过引入水和臭氧中的一种作为第一氧前体的预定时间后,同时开始引入水和臭氧中的另一种——作为第二氧前体(步骤 b))。至少部分第二氧前体与第一氧前体一起吸附到沉积表面上。换言之,至少部分水和至少部分臭氧吸附到沉积表面上。经过同时引入水和臭氧的预定时间后,停止引入第一氧前体,而继续引入第二氧前体持续预定时间。

[0070] 在本发明的另一实施方式中,在同时引入第一和第二氧前体后,可停止引入第二氧前体,而可继续引入第一氧前体持续预定时间。

[0071] 随后,在将铝前体(步骤 c))引入反应空间前吹扫反应空间。铝前体可以是例如,三甲基铝(TMA)。随后,吹扫反应空间。

[0072] 由于步骤 a)、b) 和 c),硅基底表面上形成包含氧化铝的沉积物。

[0073] 再次,根据图 2 所示的实施方式,步骤 a)、b) 和 c) 中沉积表面每次暴露于前体均

导致沉积表面上另外的沉积物形成,这是因为相应的前体与沉积表面的吸附反应。硅基底表面上的沉积物厚度可通过如图 2 流程图所示重复步骤 a)、b) 和 c) 而增加。沉积物厚度增加,直到达到目标厚度,然后停止暴露,并终止过程。由于沉积过程,包含氧化铝的沉积物在硅基底表面上形成。

[0074] 图 3 显示根据本发明一个实施方式所述的方法。在图 3 中,方法步骤显示为时间的函数。时间间隔 t_1 意为两种不同的氧前体,即水和臭氧,可被依次引入反应空间,而无需在其间或至少部分同时或同时吹扫反应空间。 t_2 和 t_3 表示在步骤 b) 与步骤 c) 之间和在步骤 c) 结束期间反应空间被吹扫预定时间。 t_1 、 t_2 和 t_3 的持续时间可独立选择。步骤 c) 可以同等方式开始过程,然后是步骤 a) 或步骤 b),如技术人员基于本说明书所清楚的。各方法步骤的持续时间可独立选择,如技术人员所清楚的。

[0075] 图 4 示例了过量载体寿命测量(QSSPC 测量)的数据。用脉冲激光照射硅表面,并在激光脉冲停止后测量电阻率的变化率。然后由测量结果计算过量载体寿命。利用不同的光强度进行测量,其被表示为形成的过量载体的值(过量载体密度)。由图 4 可理解,寿命曲线越高,重组越慢,因此钝化越好。

[0076] 实施例 1

[0077] 在本实施例中,根据图 2 所示的本发明实施方式,钝化沉积物在单晶硅基底(例如单晶晶片)的表面上形成。

[0078] 在将基底引入反应空间前,调节基底。在该步骤中,通过在 1%HF 溶液中蚀刻 30s,然后在蒸馏水中清洗,将可能的杂质从单晶硅基底的暴露表面去除。

[0079] 调节后,将基底插入 P400ALD 批式装置(得自 Beneq OY,芬兰)的反应空间。将基底定位在反应空间内,使得单晶硅基底的表面暴露于反应环境。

[0080] 将基底装载到 ALD 装置中的准备后,抽吸 ALD 装置的反应空间,降至负压,并设定连续的载气流,以实现处理压力为约 1mbar(1hPa),随后将基底加热至处理温度。通过计算机控制加热期 6 小时,使反应空间中的温度稳定于处理温度 200°C。在本实施例中,上述并且负责吹扫反应空间的载气是氮气(N_2)。处理温度足以造成热激活的 ALD 型生长,本实施例不应用等离子体激活。

[0081] 在处理温度达到并稳定后,根据图 2 的步骤 a),将水引入反应空间作为第一氧前体,以使硅基底表面暴露于第一氧前体。在引入第一氧前体即水预定时间后,将第二氧前体即臭氧同时引入反应空间(步骤 a)在时间上与步骤 b)重叠)。水和臭氧均被引入反应空间预定时间,然后停止引入水,并继续引入臭氧预定时间(步骤 b))。随后吹扫反应空间。

[0082] 在使载气吹扫反应空间,去除过剩的第一和第二氧前体和去除反应副产物后,在步骤 c) 中使所得的基底表面类似地暴露于铝前体,即,三甲基铝。此后,再次吹扫反应空间。这种由步骤 a)、步骤 b) 和步骤 c) 组成的脉冲顺序进行一次,然后在过程结束前重复 299 次,并使基底离开反应空间和 ALD 装置。300 次“ALD 循环”在硅基底表面上生成氧化铝钝化沉积物,其厚度为约 30nm。钝化沉积物经测量,在大表面积上都极其共形和均匀。

[0083] 通过开启 P400ALD 装置中控制前体化学剂流入反应空间的脉冲阀门,实施基底表面暴露于特定前体。通过关闭控制前体流入反应空间的阀门,从而仅使载气流连续流过反应空间,来吹扫反应空间。本实施例中的脉冲顺序具体如下:0.5s 暴露于水,1.0s 暴露于水和臭氧,1.0s 暴露于臭氧,1.0s 吹扫,0.4s 暴露于三甲基铝,1.0s 吹扫。此顺序中的暴露时

间和吹扫时间分别表示特定前体的特定脉冲阀门保持开启的时间和所有前体脉冲阀门均保持关闭的时间。

[0084] 实施例 2

[0085] 在本实施例中,根据图 1 所示的本发明实施方式,钝化沉积物在单晶硅基底(例如单晶晶片)的表面上形成。

[0086] 在将基底引入反应空间前,调节基底。在该步骤中,通过在 1%HF 溶液中蚀刻 30s,然后在蒸馏水中清洗,将可能的杂质从单晶硅基底的暴露表面去除。

[0087] 调节后,将基底插入 P400ALD 批式装置(得自 Beneq OY,芬兰)的反应空间。将基底定位在反应空间中,使得单晶硅基底的表面暴露于反应环境。

[0088] 将基底装载到 ALD 装置中的准备完成后,抽吸 ALD 装置的反应空间,降至负压,并设定连续的载气流,以实现处理压力为约 1mbar(1hPa),随后将基底加热至处理温度。通过计算机控制加热期 6 小时,使反应空间中的温度稳定于处理温度 200℃。在本实施例中,上述并且负责吹扫反应空间的载气是氮气(N₂)。处理温度足以造成热激活的 ALD 型生长,本实施例不应用等离子体激活。

[0089] 在处理温度达到并稳定后,根据图 1 的步骤 a) 将水引入反应空间作为第一氧前体,以使硅基底表面暴露于第一氧前体。在引入第一氧前体即水预定时间后,停止引入第一氧前体,并将第二氧前体即臭氧引入反应空间(步骤 a) 在时间上在步骤 b) 前)。持续引入臭氧预定时间(步骤 b))。随后吹扫反应空间。

[0090] 在使载气吹扫反应空间,去除过剩第一和第二氧前体和去除反应副产物后,在步骤 c) 中使所得基底表面类似地暴露于铝前体,即三甲基铝。此后,再次吹扫反应空间。

[0091] 这种由步骤 a)、步骤 b) 和步骤 c) 组成的脉冲顺序进行一次,然后在过程结束前重复 299 次,并使基底离开反应空间和 ALD 装置。300 次“ALD 循环”在硅基底表面上生成氧化铝钝化沉积物,其厚度为约 30nm。钝化沉积物经测量,在大表面积上都极其共形和均匀。

[0092] 通过开启 P400ALD 装置中控制前体化学剂流入反应空间的脉冲阀门,实施基底表面暴露于特定前体。通过关闭控制前体流入反应空间的阀门,从而仅使载气流连续流过反应空间,来吹扫反应空间。本实施例中的脉冲顺序具体如下:0.5s 暴露于水,1.0s 暴露于臭氧,1.0s 吹扫,0.4s 暴露于三甲基铝,1.0s 吹扫。此顺序中的暴露时间和吹扫时间分别表示特定前体的特定脉冲阀门保持开启的时间和所有前体脉冲阀门均保持关闭的时间。

[0093] 对于本领域技术人员显而易见的是,随着技术进步,本发明的基本思想可以多种方式实施。因此本发明及其实施方式不限于上述实施例;相反,其可在权利要求的范围内变化。

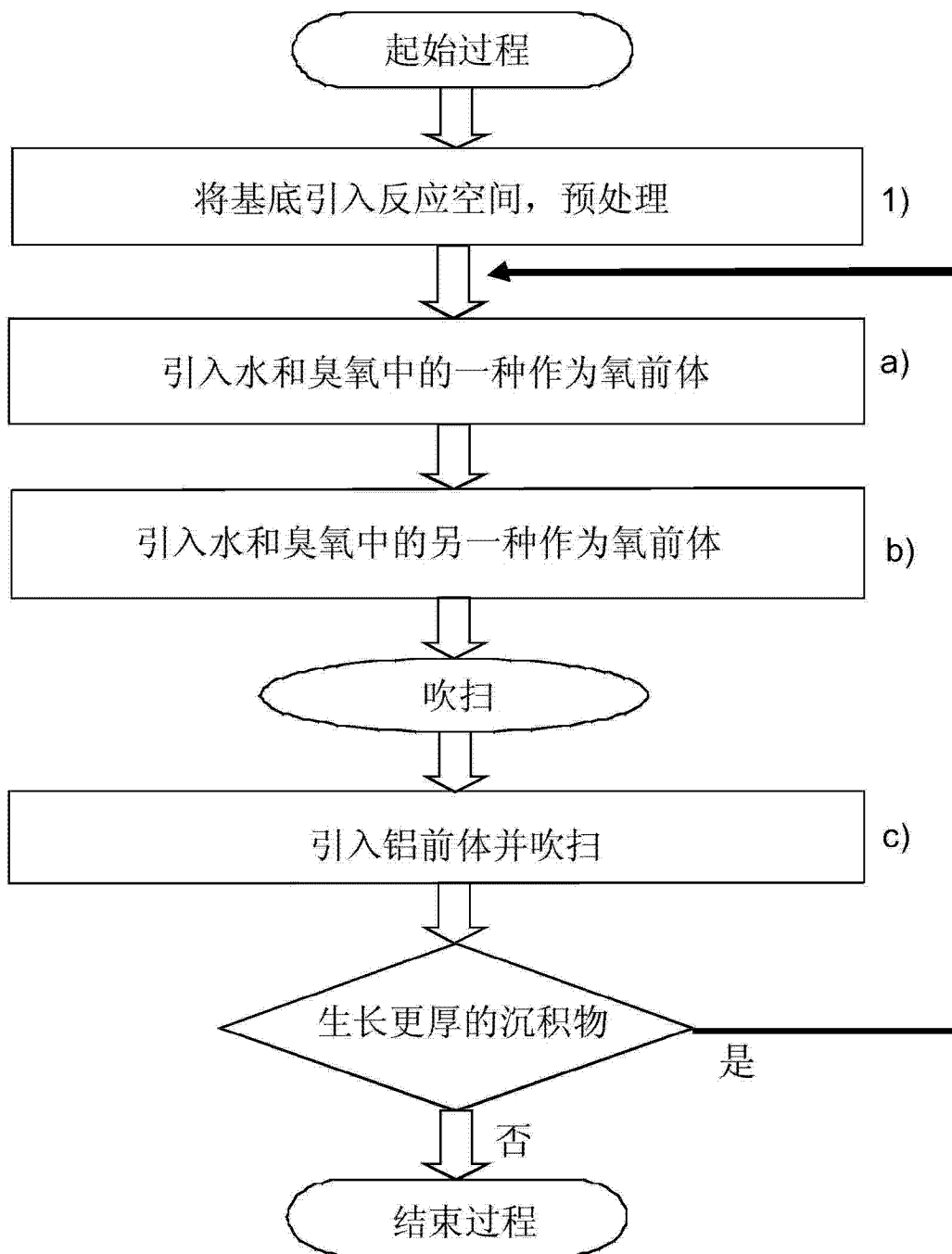


图 1

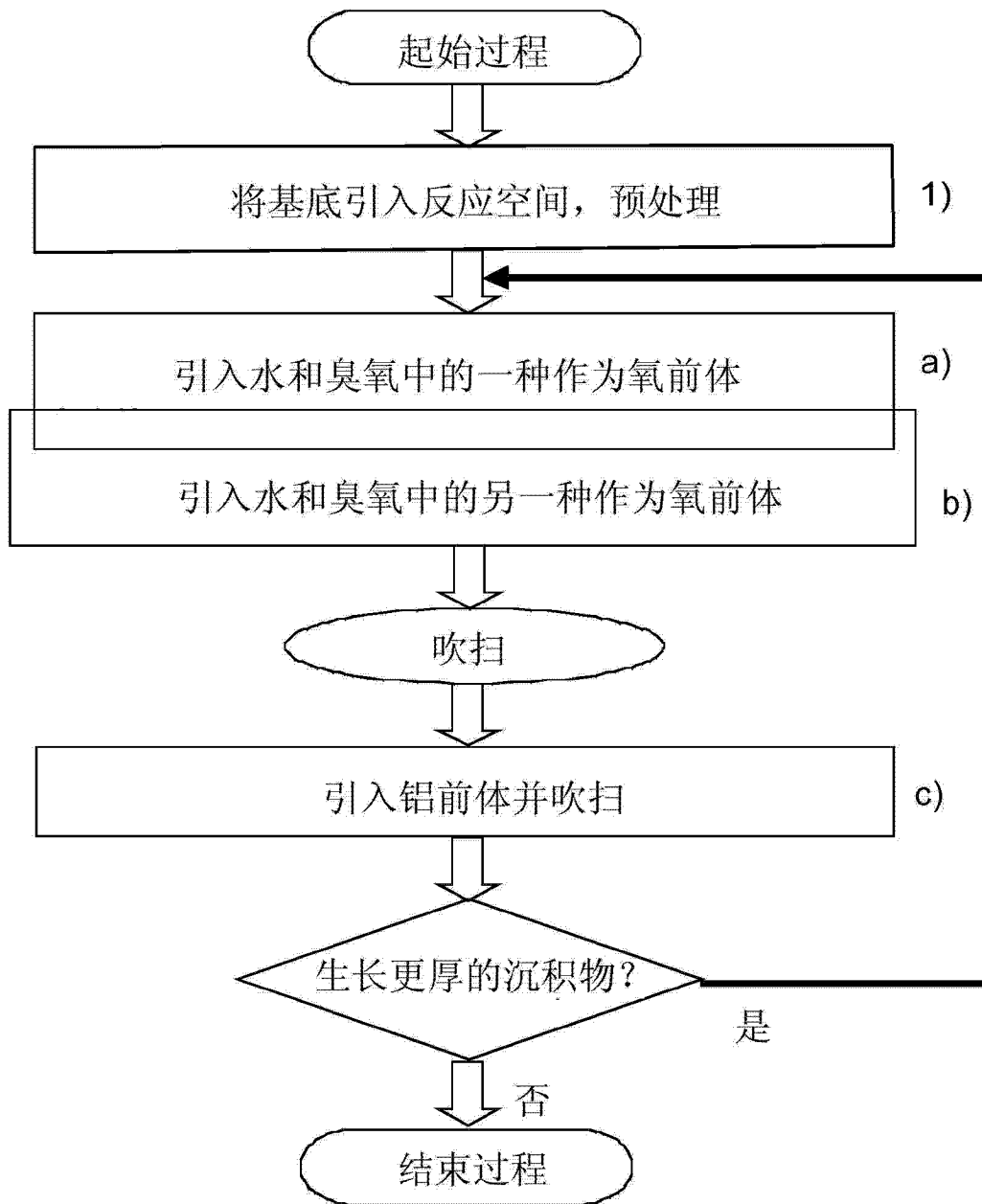


图 2

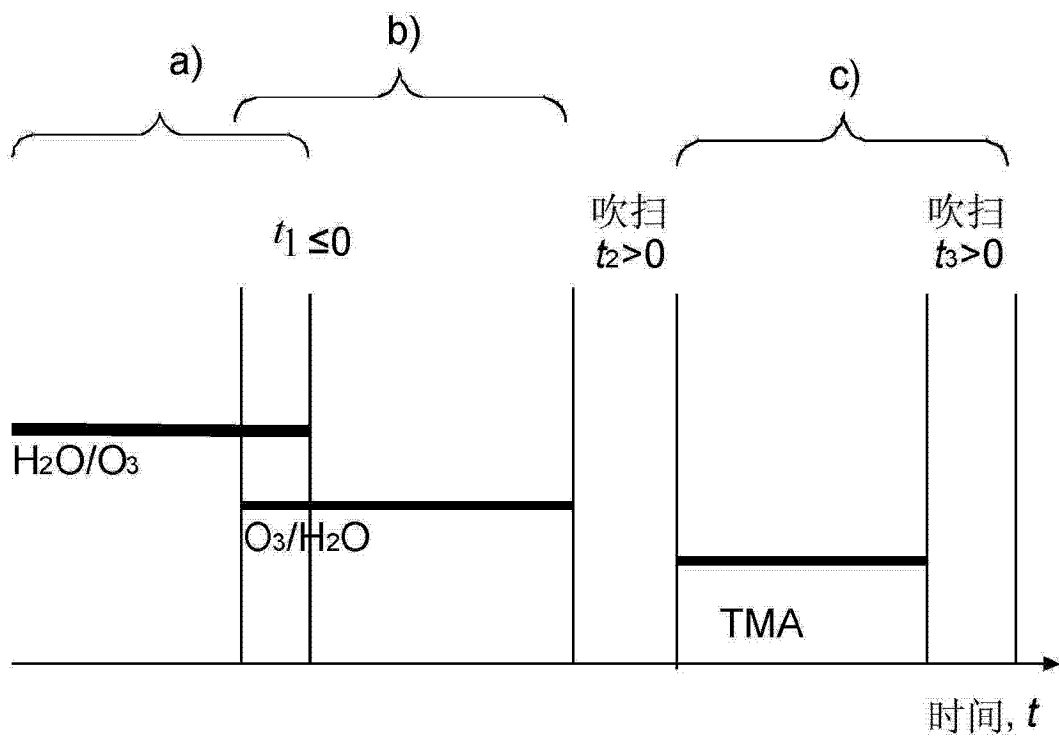


图 3

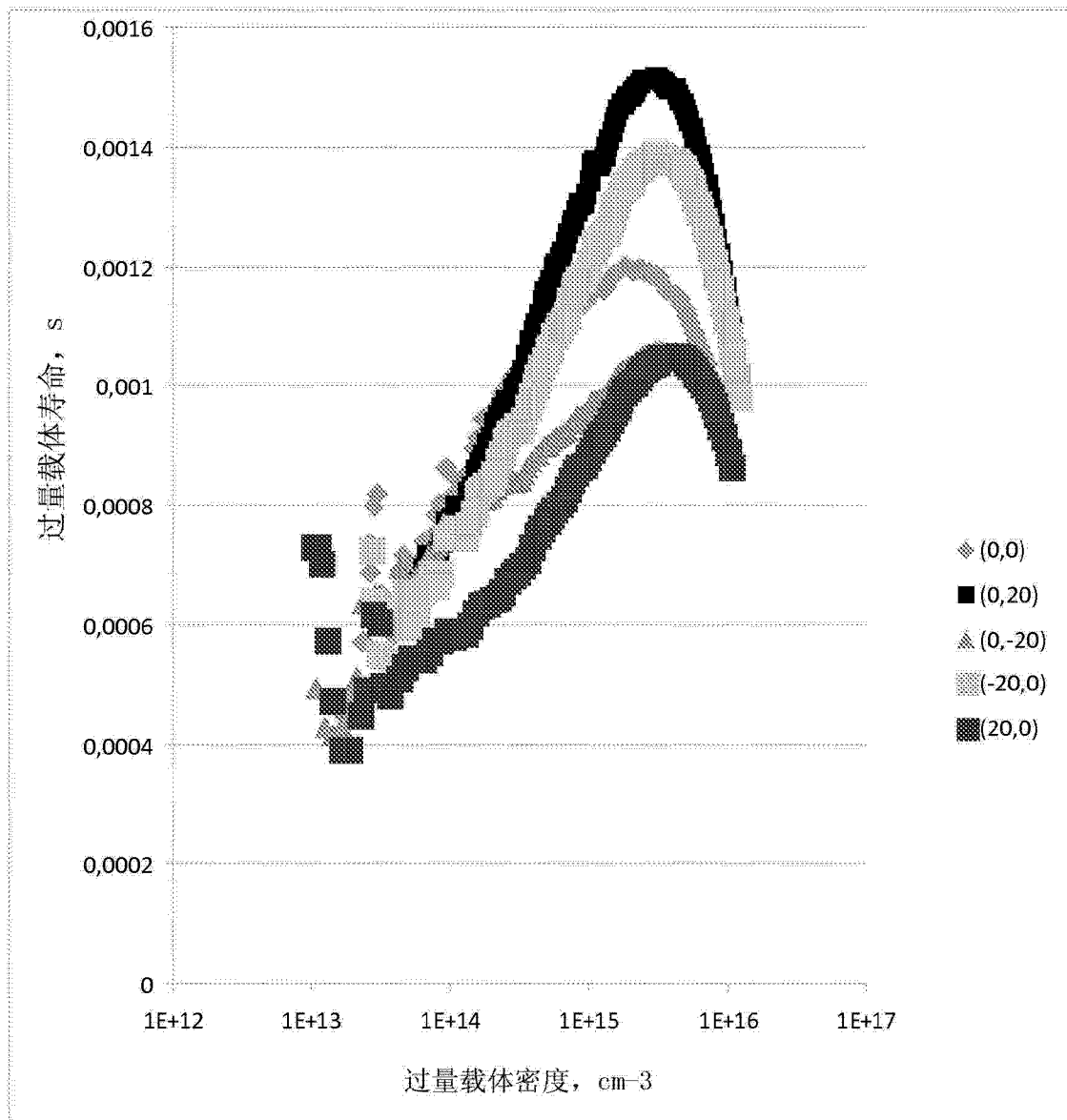


图 4