



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109423690 A

(43)申请公布日 2019.03.05

(21)申请号 201810948079.9

(22)申请日 2018.08.20

(30)优先权数据

2017-158307 2017.08.21 JP

(71)申请人 流慧株式会社

地址 日本京都

申请人 国立研究开发法人物质・材料研究
机构

国立大学法人京都大学

国立大学法人佐贺大学

(72)发明人 大岛佑一 藤田静雄 金子健太郎

嘉数诚 河原克明 四户孝

松田时宜 人罗俊实

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 王东贤 王珍仙

(51)Int.Cl.

G30B 25/04(2006.01)

G30B 25/14(2006.01)

G30B 25/18(2006.01)

G30B 29/16(2006.01)

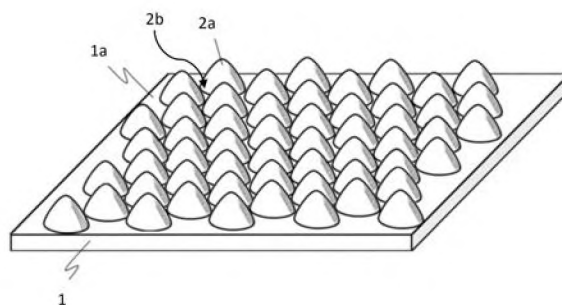
权利要求书2页 说明书15页 附图7页

(54)发明名称

用于制造结晶膜的方法

(57)摘要

根据本发明主题的方面,用于制造结晶膜的方法包括:气化含金属的金属源以将金属源转化为含金属的原料气体;将含金属的原料气体和含氧的原料气体供应到反应室中到包括缓冲层的基板上;以及将反应气体供应到反应室中到基板上,以在反应气体的气流下在基板上形成结晶膜。



1. 一种用于制造结晶膜的方法,包括:
气化包括金属的金属源以将所述金属源转化为含金属的原料气体;
将所述含金属的原料气体和含氧的原料气体供应到反应室中到包括缓冲层的基板上;
以及
将反应气体供应到所述反应室中到所述基板上,以在所述反应气体的气流下在所述基板上形成结晶膜。
2. 如权利要求1所述的方法,其中,
通过使用雾化化学气相沉积方法形成包括在所述基板中的所述缓冲层。
3. 如权利要求1所述的方法,其中,
通过使用卤化物气相外延方法形成所述结晶膜。
4. 如权利要求1所述的方法,其中,
所述结晶膜是包括所述基板的层状膜。
5. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:
通过至少去除所述基板来分离所述结晶膜。
6. 一种用于制造结晶膜的方法,包括:
在基板上形成缓冲层;
气化包括金属的金属源以将所述金属源转化为含金属的原料气体;
将所述含金属的原料气体和含氧的原料气体供应到反应室中到所述基板上的所述缓冲层上;以及
将反应气体供应到所述反应室中到所述基板上的所述缓冲层上,以在所述反应气体的气流下在所述基板的所述缓冲层上形成结晶膜。
7. 如权利要求6所述的方法,其中,
在所述基板上形成所述缓冲层通过使用雾化化学气相沉积方法进行。
8. 如权利要求6所述的方法,其中,
所述缓冲层包括所述金属源中所包含的金属的一部分。
9. 如权利要求6所述的方法,其中,
所述缓冲层的晶格常数与所述结晶膜的晶格常数之差在20%以内。
10. 如权利要求6所述的方法,其中,
所述反应气体是蚀刻气体。
11. 如权利要求6所述的方法,其中,
所述反应气体包括选自卤化氢和包括卤素和氢的基团中的至少一种。
12. 如权利要求6所述的方法,其中,
所述反应气体包括卤化氢。
13. 如权利要求6所述的方法,其中,
所述基板包括图案化的蓝宝石基板。
14. 如权利要求6所述的方法,其中,
将所述基板加热直至400°C至700°C的范围内的温度,以在所述反应气体的所述气流下形成所述结晶膜。
15. 如权利要求6所述的方法,

其中所述金属源包括镓源,并且

其中所述含金属的原料气体包括含镓的原料气体。

16. 如权利要求6所述的方法,其中,

所述气化所述金属源通过卤化所述金属源来进行。

17. 如权利要求6所述的方法,其中,

所述含氧的原料气体包括选自氧(O₂)、水(H₂O)和氧化亚氮(N₂O)中的至少一种。

18. 如权利要求6所述的方法,其中,

所述基板包括刚玉结构,并且所述结晶膜包括刚玉结构。

19. 如权利要求6所述的方法,其中,

所述结晶膜是包括所述基板的层状膜。

20. 如权利要求6所述的方法,进一步包括:

通过至少去除所述基板来分离所述结晶膜。

21. 如权利要求6所述的方法,进一步包括:

将所述结晶膜与所述基板上的所述缓冲层分离。

用于制造结晶膜的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2017年8月21日提交的日本专利申请第2017-158307号的优先权权益，其公开内容通过引用以其整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及用于制造结晶膜的方法。

背景技术

[0004] 作为背景，已知氧化镓 (Ga_2O_3) 具有五种不同的多晶型物，包括 α 相、 β 相、 γ 相、 δ 相和 ϵ 相(参见NPL1:Rustum Roy等，“Polymorphism of Ga_2O_3 and the System $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ ”)。

[0005] 在这五种多晶型物中， β - Ga_2O_3 被认为是热力学上最稳定的，并且 α - Ga_2O_3 被认为是亚稳定的。氧化镓 (Ga_2O_3) 表现出宽带隙并且作为半导体装置的潜在半导体材料吸引较多的关注。

[0006] 根据NPL 2, 建议氧化镓 (Ga_2O_3) 的带隙能够通过和/或铝形成混合晶体来控制(参见NPL 2:Kentarō KANEKO, “Fabrication and physical properties of corundum-structured alloys based on gallium oxide”, 论文, 京都大学, 2013年3月, 概述和内容于2014年1月31日对公众开放)。其中, 由 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_z\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 2, 0 \leq y \leq 2, 0 \leq z \leq 2, x+y+z = 1.5$ 至 2.5) 表示的 InAlGaO 类半导体是极具吸引力的材料(参见PCT国际公开号W02014/050793A1)。

[0007] 然而, 由于 β 相是氧化镓的最稳定的相, 因此难以在不使用合适的成膜方法的情况下形成亚稳定刚玉结构的氧化镓的结晶膜。而且, 由熔融生长获得的块状基板不能用于为刚玉结构且亚稳定的 α - Ga_2O_3 。因此, 具有与刚玉结构 α - Ga_2O_3 相同结构的蓝宝石基板用于在蓝宝石基板上形成 α - Ga_2O_3 , 但是, 蓝宝石和 α - Ga_2O_3 的晶格失配不小($\Delta a/a \sim 4.5\%$, $\Delta c/c \sim 3.3\%$), 因此, 在蓝宝石基板上异质外延生长的 α - Ga_2O_3 结晶膜倾向于包括高密度的位错。此外, 还存在对加速成膜速度、提高 α -相氧化镓的结晶膜和/或 α -相氧化镓的混合晶体的结晶膜的质量、抑制晶体缺陷(包括发生裂缝、异常生长、晶体孪晶和/或结晶膜的弯曲)的进一步挑战。在这样的情况下, 不间断地进行对刚玉结构的结晶半导体膜的研究。

[0008] 公开了一种使用镓和/或铝的溴化物或碘化物并通过使用雾化化学气相沉积(CVD)方法来制造的氧化物结晶膜(参见日本专利公开号5397794)。而且, 公开了多层结构包括刚玉结构的基板上的刚玉结构的半导体层和刚玉结构的绝缘层(参见日本专利公开号5343224和公开号5397795以及未审查的日本专利公开号JP2014-72533)。此外, 公开了使用ELO基板通过雾化CVD法成膜和形成空隙(参见未审查的日本专利公开号2016-100592、公开号2016-98166、公开号2016-100593和公开号2016-155714)。而且, 公开了通过卤化物气相外延(HVPE)方法形成刚玉结构的氧化镓膜。然而, 在成膜速率或速度方面存在改进的空间, 并且需要一种以足够的速度制造结晶膜的方法。

[0009] 而且, 考虑到 α - Ga_2O_3 是亚稳定的, 与稳定的 β - Ga_2O_3 的情况相比, 在抑制晶体缺陷

的情况下更加难以形成 α -Ga₂O₃膜和含有镓和一种或多种金属的结晶金属氧化物的结晶膜。因此,为了获得 α -Ga₂O₃膜和含有镓和一种或多种金属的结晶金属氧化物的结晶膜,仍然存在各种应对挑战。

发明内容

[0010] 根据本发明主题的第一方面,用于制造结晶膜的方法包括:气化含金属的金属源以将金属源转化为含金属的原料气体;将含金属的原料气体和含氧的原料气体供应到反应室中到包括缓冲层的基板上;以及将反应气体供应到反应室中到基板上,以在反应气体的气流下在基板上形成结晶膜。

[0011] 建议可通过使用雾化化学气相沉积(CVD)方法形成包括在基板中的缓冲层。

[0012] 而且,建议可通过使用卤化物气相外延(HVPE)方法形成结晶膜。

[0013] 根据本发明主题的方法的第二方面,结晶膜可以是包括基板的层状膜。

[0014] 根据本发明主题的方法的实施方式,该方法包括:气化含金属的金属源以将金属源转化为含金属的原料气体;将含金属的原料气体和含氧的原料气体供应到反应室中到包括缓冲层的基板上;将反应气体供应到反应室中到基板上,以在反应气体的气流下在基板上形成结晶膜;以及通过至少去除基板来分离结晶膜。

[0015] 根据本发明主题的第三方面,用于制造结晶膜的方法包括:在基板上形成缓冲层;气化含金属的金属源以将金属源转化为含金属的原料气体;将含金属的原料气体和含氧的原料气体供应到反应室中到基板上的缓冲层上;以及将反应气体供应到反应室中到基板上的缓冲层上,以在反应气体的气流下在基板的缓冲层上形成结晶膜。

[0016] 建议在基板上形成缓冲层可通过使用雾化化学气相沉积(CVD)方法来进行。

[0017] 建议气化金属源可通过卤化金属源来进行。

[0018] 而且,建议缓冲层含有与金属源中含有的金属相同的金属。

[0019] 此外,建议缓冲层的晶格常数与结晶膜的晶格常数之间的差在20%以内。

[0020] 根据本发明主题的方法的实施方式,建议反应气体可以是蚀刻气体。

[0021] 而且,建议反应气体可以是选自卤化氢和包括卤素和氢的基团中的至少一种。

[0022] 根据本发明主题的方法的实施方式,基板可以是图案化的蓝宝石基板。

[0023] 而且,根据本发明主题的方法的实施方式,可以将基板加热直至400°C至700°C的范围内的温度,以在反应气体的气流下形成结晶膜。

[0024] 根据本发明主题的方法的实施方式,金属源可以是镓源,并且含金属的原料气体可以含有含镓的原料气体。

[0025] 建议含氧的原料气体可含有选自氧(O₂)、水(H₂O)和氧化亚氮(N₂O)中的至少一种。

[0026] 根据本发明主题的方法的实施方式,基板包括刚玉结构,并且结晶膜包括刚玉结构。

[0027] 根据本发明主题的实施方式,建议结晶膜可以是包括基板的层状膜。

[0028] 根据本发明主题的第四方面,用于制造结晶膜的方法包括:在基板上形成缓冲层;气化含金属的金属源以将金属源转化为含金属的原料气体;将含金属的原料气体和含氧的原料气体供应到反应室中到基板上的缓冲层上;将反应气体供应到反应室中到基板上的缓冲层上,以在反应气体的气流下在基板的缓冲层上形成结晶膜;以及通过至少去除基板来