



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109423694 A

(43)申请公布日 2019.03.05

(21)申请号 201810948461.X

(22)申请日 2018.08.20

(30)优先权数据

2017-158306 2017.08.21 JP

2018-050516 2018.03.19 JP

2018-120457 2018.06.26 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 29/16(2006.01)

G30B 25/16(2006.01)

G30B 25/18(2006.01)

G30B 25/04(2006.01)

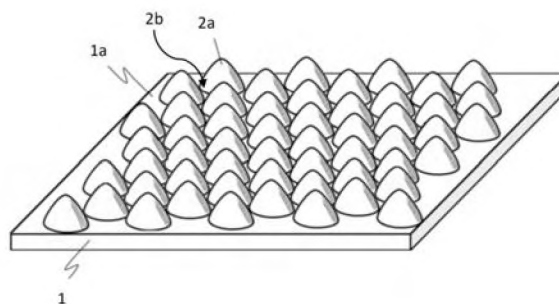
权利要求书3页 说明书23页 附图23页

(54)发明名称

结晶膜、包括结晶膜的半导体装置以及制造
结晶膜的方法

(57)摘要

根据本发明主题的方面,结晶膜包括结晶金属氧化物作为主要组分,结晶膜包括刚玉结构、 $9\mu\text{m}^2$ 或更大的表面积和小于 $5\times 10^6\text{cm}^{-2}$ 的位错密度。



1. 一种结晶膜,包括:
作为主要组分的结晶金属氧化物;
所述结晶膜包括刚玉结构、 $9\mu\text{m}^2$ 或更大的表面积和小于 $5 \times 10^6\text{cm}^{-2}$ 的位错密度。
2. 如权利要求1所述的结晶膜,其中:
所述 $9\mu\text{m}^2$ 或更大的表面积包括所述结晶金属氧化物的外延横向过生长层。
3. 如权利要求1所述的结晶膜,其中:
所述结晶膜包括在至少垂直于(1014)面的方向上生长的所述结晶金属氧化物的外延横向过生长。
4. 一种结晶膜,包括:
作为主要组分的结晶金属氧化物;以及
在至少垂直于(1014)面的方向上生长的所述结晶金属氧化物的外延横向过生长。
5. 如权利要求4所述的结晶膜,其中:
所述结晶金属氧化物包括镓、 $9\mu\text{m}^2$ 或更大的表面积和小于 $5 \times 10^6\text{cm}^{-2}$ 的位错密度。
6. 如权利要求5所述的结晶膜,其中:
所述结晶金属氧化物进一步包括选自铝、镟、铁、铬、钒、钛、铈、镍、钴和铀中的至少一种金属。
7. 如权利要求1所述的结晶膜,其中:
所述结晶膜包括掺杂剂。
8. 如权利要求5所述的结晶膜,其中:
所述结晶膜包括掺杂剂。
9. 一种半导体装置,包括:
如权利要求7所述的结晶膜;
与所述结晶膜电连接的第一电极;以及
与所述结晶膜电连接的第二电极。
10. 一种半导体装置,包括:
如权利要求4所述的结晶膜。
11. 一种用于制造结晶膜的方法,包括:
气化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基板上,在该基板上布置包括至少一个掩膜和/或至少一个开口的不平坦部分;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的所述不平坦部分的所述至少一个开口处竖直、横向和/或径向地生长至少一个结晶金属氧化物岛,使得所述至少一个结晶金属氧化物岛形成结晶金属氧化物的外延横向过生长层。
12. 如权利要求11所述的方法,其中:
所述反应气体是蚀刻气体。
13. 如权利要求11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。

14. 如权利要求11所述的方法,其中:

所述不平坦部分的所述至少一个掩膜包括具有所述至少一个开口的片状掩膜,所述片状掩膜包括布置在所述基板的表面上的两个或更多个开口,并且

所述基板上的所述片状掩膜的所述两个或更多个开口规则地布置在所述基板的所述表面上。

15. 如权利要求11所述的方法,其中:

所述基板在400°C至700°C的范围内的温度下加热。

16. 如权利要求11所述的方法,其中:

所述金属源包括镓源,并且

所述含金属的原料气体包括含镓的原料气体。

17. 如权利要求11所述的方法,其中:

所述金属源的气化通过卤化所述金属源来进行。

18. 如权利要求11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。

19. 如权利要求11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。

20. 如权利要求11所述的方法,其中:

所述基板进一步包括通过在所述基板的至少一个表面上使用雾化化学气相沉积(CVD)方法形成的缓冲层,并且

所述基板上的所述不平坦部分位于所述缓冲层上。

21. 如权利要求11所述的方法,其中:

在所述反应气体的气流下形成金属氧化物的所述结晶膜通过使用卤化物气相外延(HVPE)方法来进行。

22. 如权利要求11所述的方法,其中:

形成金属氧化物的所述结晶膜以5μm/h或更高的生长速率来进行。

23. 如权利要求11所述的方法,其中:

所述不平坦部分的所述至少一个掩膜包括与所述至少一个开口平行布置的两个或更多个细长掩膜,所述至少一个开口位于相邻布置的两个所述细长掩膜之间。

24. 如权利要求11所述的方法,其中:

所述不平坦部分的所述至少一个掩膜包括点图案的掩膜,所述点状掩膜以大于等于3μm且小于等于100μm的范围内的规则间隔布置。

25. 如权利要求11所述的方法,进一步包括:

在作为所述结晶氧化物的第一结晶膜的所述结晶膜的表面上形成不平坦部分;和

在所述结晶氧化物的所述第一结晶膜的所述表面上的所述不平坦部分上形成第二结晶膜。

26. 如权利要求25所述的方法,其中:

所述第一结晶膜被形成为待剥离的牺牲层,使得所述第二结晶膜能够与所述第一结晶膜的所述表面上的所述不平坦部分分离。

27. 如权利要求22所述的方法,其中:

在所述第一结晶膜的所述表面上形成所述不平坦部分通过在所述第一结晶膜的所述表面上布置包括两种或更多种金属、金属化合物和/或非金属化合物的至少一个掩膜来进行。

28. 如权利要求23所述的方法,其中:

所述第一结晶膜包括结晶氧化镓作为主要组分,或包括镓和一种或多种金属的混合晶体作为主要组分,并且

所述第二结晶膜包括结晶氧化镓作为主要组分,或包括镓和一种或多种金属的混合晶体作为主要组分。

29. 如权利要求24所述的方法,

其中所述第一结晶膜包括结晶氧化镓作为主要组分或者包含镓和一种或多种金属的混合晶体作为主要组分,以及

其中所述第二结晶膜包括结晶氧化镓作为主要组分或者包含镓和一种或多种金属的混合晶体作为主要组分。