

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310114364.4

H01L 21/314 (2006.01)
H01L 21/285 (2006.01)
C23C 16/30 (2006.01)
C23C 16/513 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1312743C

[22] 申请日 2003.11.11

[21] 申请号 200310114364.4

[30] 优先权

[32] 2002.12.3 [33] JP [31] 2002-351167

[32] 2003.4.25 [33] JP [31] 2003-121773

[32] 2003.9.1 [33] JP [31] 2003-309332

[73] 专利权人 株式会社液晶先端技术开发中心

地址 日本国神奈川県

[72] 发明人 后藤真志 中田行彦 东和文

冈本哲也

[56] 参考文献

US6218314B1 2001.4.17

JP2001110802A 2001.4.20

JP11279773A 1999.10.12

审查员 熊 洁

[74] 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

代理人 徐申民

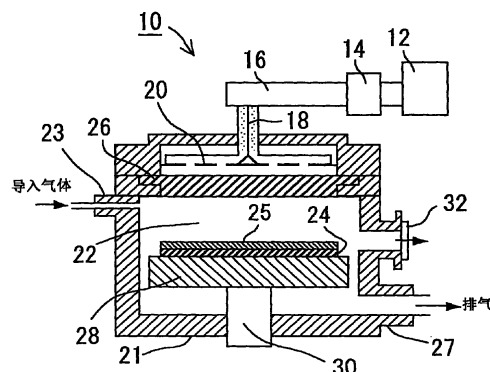
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 9 页

[54] 发明名称

电介质膜及其形成方法，使用其的半导体装置及制造方法

[57] 摘要

本发明提供一种即便在低温环境下也可形成改善了品质的电介质膜及其形成方法、以及使用电介质膜的半导体装置及其制造方法。利用稀有气体稀释或提高电源频率等方法，而产生高电子密度等离子体(plasma)，借由产生高密度氧原子或氮原子而形成高品质电介质膜。电介质膜形成在基板的至少其中一部份上，且含有：硅与氧组成比为(1:1.94)至(1:2)的氧化硅、硅与氮组成比为(3:3.84)至(3:4)的氮化硅、或者含有硅与氧组成比为(1:1.94)至(1:2)的氧化硅或硅与氮组成比为(3:3.84)至(3:4)的氮化硅的氮氧化硅。



1. 一种电介质膜，其特征在于，在玻璃基板或塑料基板上的至少一部分，直接或间接形成的电介质膜，此电介质膜至少在膜厚方向的表层，含有硅与氧组成比为 1: 1.91 至 1: 1.98 的氧化硅。

2. 如权利要求 1 所述的电介质膜，其特征在于，在上述玻璃基板或塑料基板上至少其中一部分，直接或间接的形成硅层或硅化合物层，而上述电介质膜是形成在上述硅层或硅化合物层的至少一部分上。

3. 如权利要求 1-2 中任一项所述的电介质膜，其特征在于，其中，上述塑料基板是由：聚酰亚胺树脂、聚醚醚酮树脂、聚醚砜树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二酯树脂、或聚酯树脂中的任何一种所构成。

4. 一种电介质膜，其特征在于，在玻璃基板或塑料基板上的至少一部分，直接或间接形成的电介质膜，此电介质膜至少在膜厚方向的表层，含有硅与氮的组成比为 3: 3.84 的氮化硅。

5. 如权利要求 4 所述的电介质膜，其特征在于，在上述玻璃基板或塑料基板上至少一部分，直接或间接的形成硅层或硅化合物层，而上述电介质膜是形成在上述硅层或硅化合物层的至少一部分上。

6. 如权利要求 4-5 中任一项所述的电介质膜，其特征在于，其中，上述塑料基板是由：聚酰亚胺树脂、聚醚醚酮树脂、聚醚砜树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二酯树脂、或聚酯树脂中的任何一种所构成。

7. 一种电介质膜，其特征在于，在玻璃基板或塑料基板上的至少一部分，直接或间接形成的电介质膜，此电介质膜至少在膜厚方向的表层具有，含硅与氧组成比为 1: 1.91 至 1: 1.98 的氧化硅、或硅与氮的组成比为 3: 3.84 的氮化硅的氮氧化硅。

8. 如权利要求 7 所述的电介质膜，其特征在于，在上述玻璃基板或塑料基板上至少一部分，直接或间接的形成硅层或硅化合物层，而上述电介质膜是形成在上述硅层或硅化合物层的至少一部分上。

9. 如权利要求 7 至 8 中任一项所述的电介质膜，其特征在于，其中，上述塑料基板是由：聚酰亚胺树脂、聚醚醚酮树脂、聚醚砜树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二酯树脂、或聚酯树脂中的任何一种所构成。

10. 一种电介体膜的形成方法，其特征在于，供形成权利要求 1 至 9 中任一项的电介体膜，所述方法包含有：准备表面上具有直接或间接形成在玻璃基板或塑料基板至少一部分上的硅层的基板；以及把上述硅层表面，放在由构成上述电介体膜的除硅以外的至少一种元素所构成的气体进行激发，而形成具 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体 (plasma) 中施行处理。

11. 如权利要求 10 所述的电介体膜的形成方法，其特征在于，其中，上述气体是由氧分子、氮分子或氩分子中的任何一种所构成。

12. 如权利要求 10 所述的电介体膜的形成方法，其特征在于，其中，上述气体还含有由稀有气体元素所构成的气体，而上述由稀有气体元素所构成气体的分压是总压力的 90% 以上。

13. 如权利要求 12 所述的电介体膜的形成方法，其特征在于，其中，上述稀有气体元素是氦、氖或氩中的任何一种。

14. 如权利要求 12 的电介体膜的形成方法，其特征在于，其中，上述气体是氧分子，上述稀有气体元素是氦，由上述等离子体 (plasma) 所产生光的能量是在 8.8eV 以下。

15. 如权利要求 10 所述的电介体膜的形成方法，其特征在于，其中，供产生上述等离子体 (plasma) 用的电源频率是在 2.45GHz 以上。

16. 如权利要求 10 所述的电介体膜的形成方法，其特征在于，其中，上述玻璃基板或塑料基板是加热至 90℃ 以上、400℃ 以下。

17. 一种半导体装置，其特征在于，具有在玻璃基板或塑料基板上的至少一部分直接或间接形成的硅层上的至少一部分上形成的电介体膜，且硅与氧的组成比为 1: 1.91 至 1: 1.98 的含氧化硅的电介体膜。

18. 如权利要求 17 所述的半导体装置，其特征在于，其中，上述电介体膜是在栅绝缘层厚度方向并构成所述栅绝缘层的一部分。

19. 如权利要求 17 至 18 中任一项所述的半导体装置，其特征在于，其中，上述塑料基板是由：聚酰亚胺树脂、聚醚醚酮树脂、聚醚砜树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二酯树脂、或聚酯树脂中的任何一种所构成。

20. 一种半导体装置，其特征在于，具有在玻璃基板或塑料基板上的至少一部分直接或间接形成的硅层上的至少一部分上形成的电介体膜，且硅与氮组成比为 3: 3.84 的含氮化硅的电介体膜。

21. 如权利要求 20 所述的半导体装置, 其特征在于, 其中, 上述电介质膜是在绝缘层厚度方向并构成所述栅绝缘层的一部分。

22. 如权利要求 20 至 21 中任一项所述的半导体装置, 其特征在于, 其中, 上述塑料基板是由: 聚酰亚胺树脂、聚醚醚酮树脂、聚醚砜树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二酯树脂、或聚酯树脂中的任何一种所构成。

23. 一种半导体装置, 其特征在于, 具有在玻璃基板或塑料基板上的至少一部分直接或间接形成的硅层上的至少一部分上形成的电介质膜, 且所述电介质膜具有含硅与氧组成比为 1: 1.91 至 1: 1.98 的氧化硅、或硅与氮的组成比为 3: 3.84 的氮化硅的氮氧化硅。

24. 如权利要求 23 所述的半导体装置, 其特征在于, 其中, 上述电介质膜是在栅绝缘层厚度方向并构成所述栅绝缘层的其中一部分。

25. 如权利要求 23 至 24 中任一项所述的半导体装置, 其特征在于, 其中, 上述塑料基板是由: 聚酰亚胺树脂、聚醚醚酮树脂、聚醚砜树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二酯树脂、或聚酯树脂中的任何一种所构成。

26. 一种半导体装置的制造方法, 其特征在于, 制造权利要求 17 至 25 中任一项半导体装置的方法, 其中包含有: 准备表面具有直接或间接形成在玻璃基板或塑料基板上的至少一部分的硅层的基板; 以及将上述硅层表面, 放在由构成上述电介质膜的除硅以外的至少一种元素所构成的气体经过激发, 而形成具 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体 (plasma) 中施行处理。

27. 如权利要求 26 所述的半导体装置的制造方法, 其特征在于, 其中, 上述气体是由氧分子、氮分子或氩分子中的任何一种所构成。

28. 如权利要求 26 或 27 所述的半导体装置的制造方法, 其特征在于, 其中, 上述气体还含有由稀有气体元素所构成的气体, 而上述由稀有气体元素所构成气体的分压是总压力的 90% 以上。

29. 如权利要求 28 所述的半导体装置的制造方法, 其特征在于, 其中, 上述稀有气体元素是氩、氙或氪中的任何一种。

30. 如权利要求 28 所述的半导体装置的制造方法, 其特征在于, 其中, 上述气体是氧分子, 上述稀有气体元素是氩, 由上述等离子体 (plasma) 所产生光的能量是在 8.8eV 以下。

31. 如权利要求 26 所述的半导体装置的制造方法, 其特征在于, 其中, 供产生上述等离子体 (plasma) 用的电源频率是在 2.45GHz 以上。

32. 如权利要求 26 所述的半导体装置的制造方法, 其特征在于, 其中, 上述玻璃基板或塑料基板是加热至 90°C 以上、400°C 以下。

33. 如权利要求 26 所述的半导体装置的制造方法, 其特征在于, 其中, 上述电介质膜是薄膜晶体管的栅绝缘层。

电介质膜及其形成方法，使用其的半导体装置及制造方法

技术领域

本发明涉及电介质膜及其形成方法、以及使用电介质膜的半导体装置及其制造方法。

背景技术

电介质膜是由氧化硅(SiO_2)或氮化硅(Si_2N_3)所构成的膜，这些电介质膜是使用在如半导体装置的栅极绝缘层、或透镜被覆层方面。此外，电介质膜是利用如等离子体(plasma)氧化法而形成(例如参照专利文献1与2)。

(专利文献1)日本专利特开平 11-279773 号公报(第4至7页、第1图)

(专利文献2)日本专利特开 2001-102581 号公报(第3至5页、第1图)

发明内容

在上述专利文献1与2中，公开有相关电介质膜的高速化形成与该膜低损伤化的等离子体(plasma)高密度化及低温化。但是，上述专利文献1所记载的方法，虽可将低温环境下的电介质膜予以高速化形成，但是并无法形成优质的电介质膜。此外，上述专利文献2所记载的方法，因为在电介质膜中含有与构成该电介质膜的元素不同的其它元素，因此将产生结晶构造上的缺陷，而无法形成优质的电介质膜。

还有，当将不具有高品质的电介质膜，使用在如半导体装置的栅极绝缘层、或透镜被覆层的情况时，将产生半导体装置的电气特性劣化(譬如动作速度或信赖性降低)、或透镜的光学特性降低(譬如折射率降低)等现象。所以，电介质膜的品质对半导体装置的电气特性、或透镜光学特性具有很大的影响。

有鉴于此，本发明的目的在于提供改善了品质的电介质膜及其形成方法，及采用电介质膜的半导体装置及其制造方法。

本发明的电介质膜直接或间接的形成在玻璃基板或塑料基板上的至少其中一部份上，并含有：硅与氧组成比为(1: 1.94)至(1: 2)的氧化硅、硅与氮组成比为(3: 3.84)至(3: 4)的氮化硅、或者含有硅与氧的组成比为(1: 1.94)至(1: 2)的氧化硅或硅与氮的组成比为(3: 3.84)

至(3: 4)的氮化硅的氮氧化硅。

直接或间接的在上述玻璃基板或塑料基板上的至少其中一部份上形成硅层或硅化合物层，上述电介体膜便可形成在上述硅层或硅化合物层的至少其中一部份上。由此方式，便可对耐热性低的玻璃基板或塑料基板形成电介体膜。

上述塑料基板可采用由：聚酰亚胺树脂、聚醚醚酮树脂、聚醚砜树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二酯树脂、或聚酯树脂所构成。

本发明的电介体膜的形成方法是形成上述电介体膜的方法，包含有：准备表面上具有直接或间接在上述玻璃基板或塑料基板上其中一部份形成有硅层的基板；以及将上述硅层表面在由构成上述电介体膜的至少其中一种元素所构成气体经激发而形成的具 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体 (plasma) 中施行处理。

上述气体最好是由氧分子、氮分子或氩分子所构成。

上述气体最好还含有由稀有气体元素所构成的气体，而上述由稀有气体元素所构成气体的分压是总压力的 90% 以上。

还有，上述稀有气体元素最好是氩、氙或氪。

还有，最好上述气体是氧分子，上述稀有气体元素是氙，由上述等离子体 (plasma) 所产生光的能量是在 8.8eV 以下。

供产生上述等离子体 (plasma) 用的电源频率最好是在 2.45GHz 以上。

上述玻璃基板或塑料基板最好是加热至 90°C 以上、400°C 以下。

本发明的半导体装置具有含上述氧化硅的电介体膜，而上述电介体膜是形成在直接或间接形成在玻璃基板或塑料基板上的至少其中一部份上的硅层上的至少其中一部份上。另外，本发明的另一半导体装置具有含上述氮化硅的电介体膜，而上述电介体膜是形成在直接或间接形成在玻璃基板或塑料基板上的至少其中一部份的硅层的至少其中一部份上。此外，本发明的另一半导体装置具有含上述氮氧化硅的电介体膜，而上述电介体膜是形成在直接或间接形成在玻璃基板或塑料基板上的至少其中一部份的硅层上的至少其中一部份上。

上述电介体膜最好是在栅绝缘层厚度方向并构成该栅绝缘层的其中一部份。

上述电介体膜是形成在直接或间接形成在玻璃基板或塑料基板上的至少其中一部份上的硅层的至少其中一部份上。

上述半导体装置的塑料基板可采用上述树脂。

本发明制造上述半导体装置的方法，包含有：准备具有直接或间接形成在上述玻璃基板

或塑料基板上其中至少一部份上的硅层的基板；以及将上述硅层表面在由构成上述电介体膜的至少其中一种元素所构成气体经激发而形成具 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体 (plasma) 中施行处理。

上述气体最好是由氧分子、氮分子或氦分子所构成。

上述气体最好是还含有由稀有气体元素所构成的气体，而由上述稀有气体元素所构成气体的分压是总压力的 90% 以上。此外，上述稀有气体元素最好是氩、氙或氪。另外，最好上述气体是氧分子，上述稀有气体元素是氙，由上述等离子体 (plasma) 所产生光的能量在 8.8eV 以下。

供产生上述等离子体 (plasma) 用的电源频率最好是 2.45GHz 以上。

上述玻璃基板或塑料基板最好是加热至 90°C 以上、 400°C 以下。

上述电介体膜最好是在栅绝缘层厚度方向并构成该栅绝缘层的其中一部份。

发明的效果

根据本发明，电介体膜是含硅与氧的组成比为(1: 1.94)至(1: 2)的氧化硅，此组成比大致等于氧化硅(SiO_2)的硅与氧的理想组成比(即，化学计量学组成比 1: 2)。另一电介体膜是含硅与氮的组成比为(3: 3.84)至(3: 4)的氮化硅，此组成比大致等于氮化硅(Si_3N_4)的硅与氮的理想组成比的 3: 4。再另一电介体膜是具有含硅与氧的组成比为(1: 1.94)至(1: 2)的氧化硅或硅与氮的组成比为(3: 3.84)至(3: 4)的氮化硅的氮氧化物，氧化硅(SiO_2)或氮化硅(Si_3N_4)的组成比，大致等于理想组成比。

所以，本发明的电介体膜在结晶构造上的缺陷极少，具有高品质，具有提高采用电介体膜的半导体装置的电气特性或透镜光学特性的作用。

上述塑料基板因为可设定为由上述树脂所构成者，因此可对具可挠性的基板形成电介体膜。

根据本发明的电介体膜的形成方法，上述硅层表面将曝露在由构成上述电介体膜的至少其中一种元素所构成的气体存在的环境下，而具有 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体 (plasma) 中。在等离子体 (plasma) 中，将产生具 2×10^{13} 个 cm^{-3} 以上原子密度的上述气体元素的原子状气体(如离子之类的电离状态气体)，促进硅与上述气体元素间的键结，便可形成具有大致等于硅、与构成电介体膜的至少其中一种元素间的理想组成比(即，化学计量学组成比)的组成比，且含硅的如氧化膜或氮化膜的电介体膜。

根据此方式所获得电介体膜，在结晶构造上的缺陷极少，具有较高品质。所以，可生产

电气特性好的半导体装置、或光学特性好的透镜。

还有，等离子体(plasma)具有等离子体(plasma)内的温度将随等离子体(plasma)电子密度的增加而降低的性质，且在上述具有 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体(plasma)内，其温度将在 400°C 以下。随电子密度的增加将更可降低至 200°C 以下。所以，便可对耐热性低的玻璃基板或塑料基板形成电介体膜。

借由将上述气体设定为由氧分子、氮分子、或氩分子所构成，便可形成具有大致等于理想组成比的组成比的氧化硅或氮化硅、或者含有具有这种组成比的氧化硅或氮化硅的氮氧化硅的电介体膜。

借由将上述气体设定为还含稀有气体元素所构成的气体，且上述由稀有气体元素所构成气体的分压是总压力的 90% 以上，便可进一步促进硅与构成电介体膜的至少其中一种元素间的键结，而可形成具有更趋近理想组成比的组成比的氧化硅或氮化硅、或者含有具有这种组成比的氧化硅或氮化硅的氮氧化硅的电介体膜。

借由将上述稀有气体元素设定为氩、氙或氪，便可进一步促进硅、与构成电介体膜的至少其中一种元素间的键结。

若将上述气体设定为氧分子，将上述稀有气体元素设定为氩，并将由上述等离子体(plasma)所产生光的能量设定在 8.8eV 以下的话，便可防止在随上述键结而产生的 SiO_2 内，随上述能量的电子激发而产生电洞的现象发生。因为 SiO_2 的满带(filled band)与导带(conduction band)之间的能带间隙能量为 8.8eV ，因此若具有 8.8eV 以上能量的光射入于 SiO_2 中的话，满带内的电子将被激发至导带，而在满带中产生电洞。此种电洞在当电介体膜使用作为如半导体装置的栅绝缘层的情况时，便将被捕捉(trap)在结晶构造上的缺陷中，而使半导体装置的电气特性产生变化。

借由将供产生上述等离子体(plasma)的电源频率设定在 2.45GHz 以上，便可更有效率的产生具 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体(plasma)。

借由将上述玻璃基板或塑料基板加热至 90°C 以上、 400°C 以下，便可采用耐热性较小的玻璃基板或塑料基板。

根据本发明的半导体装置，半导体装置便具有形成在硅层上，且含大致等于理想组成比的氧化硅(SiO_2)的电介体膜。另外，另一半导体装置具有形成在硅层上，且含大致等于理想组成比的氮化硅(Si_3N_4)的电介体膜。再另一半导体装置具有形成在硅层上，且含大致等于理想组成比的氧化硅(SiO_2)或氮化硅(Si_3N_4)的氮氧化硅的电介体膜。

借由上述，便可形成含有结晶构造上缺陷极少的氧化硅、氮化硅、或氮氧化硅的电介体膜的半导体装置，可提升半导体装置的信赖性与电气特性。

借由将上述电介体膜形成为在栅绝缘层厚度方向并构成该栅绝缘层的其中一部份，便可提高上述栅绝缘层与上述硅层之间的界面特性，并可提升作为栅绝缘层的功能。

若根据将上述电介体膜形成在直接或间接形成在玻璃基板或塑料基板上的至少其中一部份上的硅层的至少其中一部份上，便可对耐热性低的玻璃基板或塑料基板形成电介体膜。

借由上述半导体装置的塑料基板采用上述树脂，便可对具可挠性的基板形成电介体膜。

根据本发明制造半导体装置的方法，上述硅层的表面将如同上述，被曝露在上述等离子体（plasma）中，可形成具有大致等于理想组成比的组成的含硅的如氧化物、氮化物、或氮氧化物的电介体膜的半导体装置。

根据此方法因为可形成含有结晶构造上缺陷极少，极接近(或等于)理想组成比的组成比的含硅的如氧化物或氮化物的电介体膜，因此可提高电介体膜的品质。所以，可提高半导体装置的信赖性与电气特性。

借由将上述气体设定为由氧分子、氮分子、或氩分子所构成，便可形成含有如同上述的氧化硅或氮化硅、或者具有氧化硅或氮化硅的氮氧化硅的电介体膜的半导体装置。

将上述气体设定为还含稀有气体元素所构成的气体，且上述由稀有气体元素所构成气体的分压是总压力的90%以上。或者，将上述稀有气体元素设定为氩、氙或氪。或者，将上述气体设定为氧分子，将上述稀有气体元素设定为氙，由上述等离子体（plasma）所产生光的能量在8.8eV以下。借此，便可形成具有不致发生随电子或电洞的捕捉，而改变特性的电介体膜的半导体装置。

借由将供产生上述等离子体（plasma）的电源频率设定在2.45GHz以上，便可廉价且更有效率的产生上述等离子体（plasma）。

借由将上述玻璃基板或塑料基板加热至90℃以上、400℃以下，便可如同上述，采用耐热性较小的基板。

借由将上述电介体膜形成为在栅绝缘层厚度方向并构成该栅绝缘层的其中一部份，便可如同上述，提高作为栅绝缘层的功能。

附图说明

图1是实施本发明的电介体膜的形成方法，可采用的等离子体（plasma）产生装置的

例子的概略侧视图;

- 图 2 是本发明的电介体膜极及其形成方法的说明图;
图 3 是本发明的电介体膜极及其形成方法的说明图;
图 4 是本发明的电介体膜极及其形成方法的说明图;
图 5 是本发明的电介体膜极及其形成方法的说明图;
图 6 是本发明的电介体膜极及其形成方法的说明图;
图 7 是本发明的电介体膜极及其形成方法的说明图;
图 8 是本发明的电介体膜极及其形成方法的说明图;
图 9 是本发明的电介体膜极及其形成方法的说明图;
图 10 (a)至(f) 是本发明的半导体装置及其制造方法的说明图;
图 11 是本发明的电介体膜及其制造方法的说明图;
图 12 是本发明的电介体膜及其制造方法的说明图;
图 13 是本发明的电介体膜及其制造方法的说明图。

具体实施方式

在详细说明本发明实施例之前,叙述其要。

本发明在硅层上形成电介体膜的方法,是将由氧或氮所构成气体予以激发,而产生具 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体(plasma)。借此便将产生氧或氮的原子密度为 2×10^{13} 个 cm^{-3} 以上原子状气体(如离子之类的电离状态气体)。在这种等离子体(plasma)环境下,将形成由氧化硅或氮化硅所构成电介体(如:电介体膜)。借此即便在 400°C 以下(甚至 200°C 以下),仍可高速的形成具高品质的电介体膜。

借由取代上述气体,而改为将含稀有气体元素的气体予以激发,而产生具 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体(plasma),并将由氧或氮所构成气体导入此等离子体(plasma)中,也可产生氧或氮的原子密度为 2×10^{13} 个 cm^{-3} 以上原子状气体(如离子之类的电离状态气体)。此情况下,即便在 400°C 以下(甚至 200°C 以下),仍可高速的形成具高品质的电介体膜。

据此,供产生等离子体(plasma)用的气体采用由稀有气体元素所构成气体,并在其中混合氧或氮,借此便将增加等离子体(plasma)的电子密度,增加构成气体的分子的分解效率。特别是若将稀有气体混合比设定在 90% 以上的话,上述电子密度将急剧增加而效

果更好。

若增加供产生等离子体(plasma)用的电源频率的话,即便电源电力相同,仍可增加等离子体(plasma)的电子密度,并增加构成气体的分子的分解效率。

在电介质膜的形成中,若利用X光光电子光谱分析法(X-ray Photoelectron Spectroscopy,以下称“XPS”),求取对基板在90℃以上温度施行加热的状态下,所形成电介质膜内的构成元素组成比,则可获得氧化硅中的硅与氧的组成比为较1:1.94更优越的分析结果,且氮化硅中的硅与氮的组成比为较3:3.84更优越的分析结果。采用这些电子装置(如:薄膜晶体管之类的半导体装置),相比于已知半导体装置,可提高接口位准(interface level)或漏电流等电气特性,而且因为电气特性长期间不致产生变化,因此也将提高信赖性。

实施例1

可采用供形成电介质(如:电介质膜)用的等离子体(plasma)处理装置(如:图1所示等离子体(plasma)处理装置10)。图示的装置10具备有:供产生等离子体(plasma)用的微波产生电源装置12,以及调整微波频率与功率的谐调器(tuner)14。即,在电源装置12输出端连接于导波管16的一端,在此导波管16中间处连接着谐调器14。导波管16的另一端连接于同轴缆线18一端,在此同轴缆线18的另一端连接着用将微波功率均匀的输出到反应室22内的环形狭缝天线(radial slot antenna)20。环形狭缝天线20是以同轴缆线18连接部为中心轴并具有多数的槽,且具有大致等于被处理基板24大小、或大于被处理基板24的大小。

此外,在环形狭缝天线20的相对面上,设置着穿透上述微波的材料(如:石英窗26)。此石英窗26是气密的安装在供形成反应室22用的如气密容器21的上盖之上。在气密容器21侧壁面,在比被处理基板24更上方位置处,设置着供导入反应气体用的气体导入管23,并在比被处理基板24更下方位置处,设置着供将经处理完毕的排放气体予以排放用的排气管27。

气体导入管23是利用配管而连接于反应气体气瓶(未图示)。

排气管27是利用配管而连接于排气泵(未图示)。构成借由控制着此排气泵的排气量,而可将反应室22内压力调整为所需压力值的构造。在气密容器21侧壁面,设置着开口(port)32,可气密插入对反应室22内所产生的等离子体(plasma)的电子密度或发光进行分析用的探针。

还有,在气密容器21侧壁面上,设置着在将被处理基板24施行搬入、搬出之时进行

开闭的闸阀(未图示)。在反应室 22 底部设置着供载置经搬入的被处理基板 24 用的支撑板 28。此支撑板 28 在相当于中心轴的背面处设置着支撑轴，此支撑轴连接于驱动装置 30。

驱动装置 30 具有使支撑板 28 进行上下移动的功能。上下移动是在被处理基板 24 出入时、及在等离子体(plasma)氧化处理之时，设定在石英窗 26 与被处理基板 24 间的距离进行上下移动。依此便构成表面波等离子体(plasma)式等离子体(plasma)产生装置 10。

被处理基板 24 是在表面形成硅层 25 的被处理体。被处理基板 24 如玻璃基板、塑料基板。

经谐振器 14 调整频率与功率后的微波，经由导波管 16 内的同轴缆线 18，供应给具有大小如 264mm 外径的环形波导狭缝天线(以下称“RLSA(radial line slot antenna)”)20。供应给环形波导狭缝天线 20 的微波将经由石英窗 26 而传播至反应室 22 内，将从气体导入管 23 所供应的处理气体予以激发。结果，在呈既定真空度状态的反应室 22 内将发生等离子体(plasma)。此等离子体(plasma)确认到呈现所谓表面波等离子体(plasma)的高电子密度状态。至少其中一部份形成硅层的基板 24，在距装置 10 的石英窗 26 为比如 54mm 的距离处，使上述硅层与石英窗 26 呈相对向状态的配置在反应室 22 内的支撑板 28 上。

窗状分析用开口 32 是根据等于基板 24 与石英窗 26 间的间隔距离，设置呈仅距石英窗 26 为 54mm 的距离。开口 32 使用朗缪尔探针(Langmuir Probe)进行电子密度测量与发光分析。借此便可获得相当于基板 24 上的电子密度测量与发光分析结果。

由上述氧化硅所构成膜的氧化硅膜膜厚，是将基板在不破坏真空的情况下，移动至测量容器中，并利用原位椭圆测厚仪(insitu ellipsometer)进行测量。

在实施例 1 中，基板 24 是采用 P 型(100)硅单晶晶圆基板。首先，在反应室 22 内施行真空排气处理之后，将氧与氪(以下称“Kr”)的气体分子导入到反应室 22 内，直到反应室 22 内的气体压力到达 100Pa 为止，在基板 24 在 300℃温度下施行加热的状态下，将具 2.45GHz 频率且 1000W 功率的微波供应给反应室 22 内，对基板 24 上所形成的硅层 25 施行氧化处理。此氧化处理是利用在反应室 22 内所产生电子密度较高的如 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上的表面波等离子体(plasma)对硅层 25 施行氧化。对上述硅层 25 施行氧化处理的时间为 4 分钟。测量经此硅层 25 的氧化处理而在硅层 25 表面上所形成氧化硅膜的厚度。

还有，在由 Kr 与氧(O_2)混合气体所构成的电子密度如 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上的表面波等离子体(plasma)中，施行硅层 25 的氧化处理，并测量在硅层 25 表面上所形成的氧化硅膜厚度。当改变 Kr 与氧的各种气体混合比时，在硅层 25 表面上所形成氧化硅膜的厚度，图

示于图 2。如图 2 所示，得知在 Kr 与氧混合气体中，Kr 气体分压约 90% 以上的表面波等离子体 (plasma) 中所形成的氧化硅膜最厚。

其次，将相关微波的频率与功率设定为如同上述的条件，在氧气体压力 100% 的环境(即仅存在氧的环境)、及在气体分压 Kr/O₂ 为 97%/3% 的环境所构成二个不同环境下，分别产生的等离子体 (plasma) 内，在将上述基板 24 表面上所形成硅层 25，在 90℃ 至 350℃ 范围内的各种温度进行加热的状态下，使硅层 25 产生氧化而形成具有 4nm 厚度的氧化硅膜，测量硅与氧的组成比。

硅与氧组成比测量中所采用的分析方法，为 X 光光电子光谱分析法(X-ray Photoelectron Spectroscopy, 以下称“XPS”)。分析结果如图 3 所示。

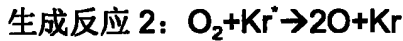
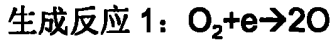
关于在上述 Kr/O₂ 为 97%/3% 的表面波等离子体 (plasma) 中氧化，并在硅层 25 表面上所形成的氧化硅，二氧化硅(SiO₂)的硅与氧的化学计量学组成比为 1: 2，而实际所形成氧化硅 SiO_x 的 X 值，在基板 24 加热温度约 350℃ 时便为约 1.98，此数值极逼近化学计量学组成比。换句话说，此数值是显示获得 SiO₂ 的结晶构造缺陷非常少的氧化硅膜。此外，即便在基板 24 加热温度约 90℃ 之时，X 值仍约 1.94，此数值也接近化学计量学组成比，显示此时的氧化硅膜组成属于良好状态。

在上述仅存在氧的表面波等离子体 (plasma) 中施行氧化，而在硅层 25 表面上所形成氧化硅，在基板 24 加热温度约 90℃ 至约 350℃ 的范围内，上述 X 值为约 1.91 至约 1.94。如图 3 所示，当在 Kr/O₂ 为 97%/3% 的表面波等离子体 (plasma) 中施行氧化处理的情况时，比 O₂ 为 100% 的表面波等离子体 (plasma) 中施行氧化处理的情况下，形成 X 值较接近 2.00 的 SiO₂ 的膜组成较好的氧化硅膜。

为分析此原因，便利用已知的感光测定法(Actinometry)，测量氧的原子密度(单位为任意单位 a.u.(arbitrary unit))。将 Ar 气体为分压的仅 1% 的量添加于上述气体中，从氧原子的 926nm 发光与 Ar 的 750nm 发光的二个光强度比，求取氧原子的相对密度。结果如图 4 所示。由图 4 中得知，Kr 与 O₂ 混合气体中的 Kr 分压在 90% 以上，氧原子将急剧增加，并与氧化硅膜的膜厚变化倾向(参照图 2)一致。此外，相关 Kr/O₂ 为 90%/10% 的情况，利用表观质量分析法(appearance mass analyzing method)测量氧原子密度。依照此方法，在测量上虽需要时间，但是相关原子并非上述相对原子密度，而是可测量绝对原子密度。上述氧原子的绝对原子密度的测量结果，获得 2×10^{13} 个 cm⁻³ 值。

关于此种倾向的一致，针对氧原子密度的数值分析结果，如图 5 所示。随氧气体分子

与电子间的冲撞而产生的氧原子(生成反应 1, 以空白方块 (□) 表示), 将随 O_2 分压的减少而成直线减少。而, 随氧气体分子与 Kr 气体分子间的冲撞而产生的氧原子(生成反应 2, 以黑方块 (■) 表示), 在 Kr/ O_2 为 50%/50% 时最多, 且将随 Kr 的增加而减少。生成反应 1 与 2 如下式所示。



为进行相关这些生成反应的分析, 采用朗缪尔探针测量等离子体 (plasma) 的电子密度。结果如图 6 所示。由图 6 中得知, 若 Kr 与 O_2 混合气体中的 Kr 分压达 90% 以上的话, 等离子体 (plasma) 的电子密度将急剧增加。当测量等离子体 (plasma) 的电子密度为 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上时的氧原子密度的结果, 氧原子密度为 2×10^{13} 个 cm^{-3} 以上。此外, 发现在仅有 Kr 的气体环境下的等离子体 (plasma) 电子密度较高, 且随氧气体逐次少量导入于此等离子体 (plasma) 内, 将产生氧原子, 并降低等离子体 (plasma) 的电子密度。

由图 6 所示等离子体 (plasma) 电子密度的测量结果值、与图 5 所示利用数值分析所得计算值, 便可获得图 7 所示图形。判断为等离子体 (plasma) 电子密度的增加对氧原子密度的增加极具影响力。依照氧化反应理论, 氧原子将扩散在随氧化而产生的氧化硅膜中, 在所谓扩散速率(diffusion limited)状态下的氧化硅膜厚度, 则如图 8 所示, 为氧原子数的平方根。如图 8 所示, 可判断数值分析的值与氧化硅膜的厚度测量值非常一致。

如上述, 发现在具有 3×10^{11} 个 cm^{-3} 电子密度的等离子体 (plasma) 内, 氧原子密度将达 2×10^{13} 个 cm^{-3} 以上。

为分析有关硅的等离子体 (plasma) 氧化膜特性, 便测量等离子体 (plasma) 氧化膜的红外线吸收光谱。图 11 所示为相关氙相对于氩·氧混合气体的比 γ (即, $\gamma = Kr/(Kr+O_2)$), 在各种基板温度下测量 $\gamma = 0(\%)$ 的等离子体 (plasma) 氧化膜的红外线吸收光谱的结果。同样的, 图 12 所示为 $\gamma = 97(\%)$ 的情况时, 依各种基板温度所制成等离子体 (plasma) 氧化膜的红外线吸收光谱的结果。测量中所采用试料的等离子体 (plasma) 氧化膜厚度为 5 至 8nm。如图 11 所示, 当采用 $\gamma = 0(\%)$ 的 O_2 等离子体 (plasma) 时, 所获得氧化硅膜的横光学声子模(TO phonon mode)的峰值波数, 若使基板温度降低为 $350^\circ C$ 、 $300^\circ C$ 、 $200^\circ C$, 便将分别降低为 $1069cm^{-1}$ 、 $1066cm^{-1}$ 、 $1064cm^{-1}$ 。如图 12 所示, 当采用 $\gamma = 97(\%)$ 的 Kr/ O_2 等离子体 (plasma) 时, 所获得氧化硅膜的横光学声子模的峰值波数, 几乎成定值(在图示例中为 $1070cm^{-1}$), 且至少在图示温度范围内并未随基板温度变化。横光学声子模的峰值波数, 则

如图 12 所示, 大致等于 950℃下的热氧化硅膜的峰值波数。此显示若采用 Kr/O₂ 等离子体 (plasma), 即便低温仍可获得好的氧化膜。

实施例 2

采用图 1 所示等离子体 (plasma) 处理装置 10 并利用等离子体 (plasma) 氧化法, 在气体分压 Kr/O₂ 为 97%/3%的表面波等离子体 (plasma) 中, 对基板 24 表面上所设置的硅层 25 施行氧化, 而在硅层 25 表面上形成 4nm 厚度的氧化硅膜 41 之后, 再在此氧化硅膜 41 上, 利用硅酸四乙酯(Tetra Ethyl Ortho Silicate; 以下称“TEOS”)与 O₂混合气体, 采用频率带为 VHF 带域的化学气相沉积装置(VHF-CVD 装置), 利用等离子体 (plasma) 辅助化学气相沉积(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition ; PECVD)法而形成 50nm 的氧化硅膜(SiO₂)42。在此氧化硅膜 42 上形成铝电极而制作电容器, 利用电容电压特性(C-V 特性)测量接口位准密度。

其测量结果如图 9 所示。接口位准密度是 $4 \times 10^{10} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$ 。此值小于利用 CVD 法直接形成氧化膜 42 时的值 $1.4 \times 10^{11} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$ 接口特性获改善。其次, 在 150℃的环境温度下, 对电容器施加正与负的 3MV/cm 直流电压 30 分钟, 以施行信赖性测试。特别是当施加负电位时, 平带电压(flat-band voltage)将产生变化。当利用上述具有 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体 (plasma) 而所形成的 4nm 氧化硅膜 41 的情况时, 平带电压的变化将从 -1.8V 至 -1.4V, 此变化量在相比于未具有利用上述等离子体 (plasma) 所形成氧化硅膜 41 时的平带电压的 -2.5V 至 -1.4V 的变化量, 前者显示变化量较小, 信赖性获得改善。

实施例 3

未采用上述稀有气体, 仅在氧的等离子体 (plasma) 中使硅产生氧化, 而形成氧化硅膜。

如同实施例 1, 使用图 1 所示等离子体 (plasma) 处理装置 10, 对反应室 22 内施行真空排气处理之后, 将氧气体分子导入到反应室 22 内, 直到反应室 22 内的气体压力到达 40Pa 为止, 在基板 24 在 300℃温度下施行加热的状态下, 将具 2.45GHz 频率且 3000W 功率的微波供应给反应室 22 内, 而产生具有 3×10^{11} 个 cm^{-3} 电子密度的等离子体 (plasma), 对基板 24 表面上所形成的硅层 25 施行氧化处理。上述硅的氧化处理时间为 4 分钟。

测量经氧化处理而在硅上所形成氧化硅膜的组成。硅与氧的组成比为 1: 1.94。此氧化硅膜属于膜组成佳的电介质。

实施例 4

在未采用稀有气体且使电源频率上升，而增加等离子体（plasma）的电子密度。如同实施例 1，使用图 1 所示等离子体（plasma）处理装置 10，对反应室 22 内施行真空排气处理之后，将氧气体分子导入到反应室 22 内，直到反应室 22 内的气体压力到达 40Pa 为止，在基板 24 在 300℃温度下施行加热的状态下，将电源频率从 2.45GHz 上升至 10GHz 的频率且 1000W 功率的微波供应给反应室 22 内，而产生具有 3×10^{11} 个 cm^{-3} 电子密度的等离子体（plasma），对基板 24 表面上所形成的硅层 25 施行氧化处理。上述硅的氧化处理时间为 4 分钟。

经氧化处理而所形成氧化硅膜的硅与氧的组成比为 1: 1.94。

实施例 5

形成氮化硅膜的情况时的实施例。采用 2.45GHz 电源频率，并将混合气体设定为 Ar 混合比率为 $\text{Ar}/(\text{Ar}+\text{N}_2)=95\%$ 、气体压力为 80Pa，并将微波供应功率为 1000W 的功率供应给反应室 22，而产生表面波等离子体（plasma）并施行等离子体（plasma）处理，使在硅层 25 表面上形成氮化硅膜。经氮化处理而所形成氮化硅膜的硅与氮的组成比为 3: 3.84。

实施例 6

针对氧化硅膜，调查氧化温度与漏电流密度间的关系。图 13 所示是相关利用纯氧等离子体（plasma）所形成的氧化硅膜、与利用 Kr 混合氧(Kr=97%)等离子体（plasma）所产生的氧化硅膜，其氧化温度与漏电流密度(施加 2MV/cm 时的电流密度)间的关系图。氧化硅膜厚度为 4nm。利用 Kr 混合氧等离子体（plasma）所产生的氧化硅膜，当氧化温度从 350℃降低 200℃时，漏电流密度将减小至 $1.5 \times 10^{-9} \text{A}/\text{cm}^2$ 以下，且几乎无变化。反之，利用纯氧等离子体（plasma）所形成的氧化硅膜，漏电流密度将随温度降低而增加。在上述实施例中，虽针对表面波等离子体（plasma）状态进行叙述，但并不仅限于此。

所层积的膜可为各种组合。当实施例 2 的情况，在利用氧等离子体（plasma）对硅表面施行氧化之后，再利用 PECVD 法形成氧化硅膜。此外，也可利用氮(N_2)等离子体(plasma)对硅表面施行氮化之后，再利用 PECVD 法形成氮化硅膜。

即便取代上述电介质膜，含有具备硅的氧化物与氮化物的氮氧化硅膜的电介质膜，仍可形成含有具理想组成比的氧化硅或氮化硅的氧氮硅化膜的电介质膜。即，利用实施例 1 的方法，施行等离子体（plasma）氧化而形成 SiO_2 层，再对此 SiO_2 层利用实施例 5 的方法施行等离子体（plasma）氮化处理，便可获得形成 Si_3N_4 的电介质。此形成顺序也可相反为之。

上述基板是玻璃基板或塑料基板。或者，也可对上述玻璃基板或塑料基板上的至少其中

一部份，直接或间接的形成硅层或硅化合物层，上述电介质膜也可形成在上述硅层或硅化合物层上的至少其中一部份上。

上述塑料基板可采用由：聚酰亚胺(Polyimide)树脂(最高温度 275℃)、聚醚醚酮(Polyetheretherketone)树脂(以下称“PEEK”。最高温度 250℃)、聚醚砜(Polyethersulphone)树脂(以下称“PES”。最高温度 230℃)、聚醚酰亚胺(Polyetherimide)树脂(以下称“PEI”。最高温度 200℃)、聚对萘二甲酸乙二酯(Polyethylenenaphthalate)树脂(以下称“PEN”。最高温度 150℃)、或聚对苯二甲酸乙二酯(Polyethyleneterephthalate)树脂(以下称“PET”)之类的聚酯(Polyester)树脂(最高温度 120℃)等所构成。

当采用上述玻璃基板的情况时，在制造步骤中的环境温度、及施加于上述玻璃基板的温度，一般可采用约 600℃的最高温度。此外，当采用上述塑料基板的情况时，在制造步骤中的环境温度、及施加在上述塑料基板的温度，可就上述各树脂分别采用各自的上述最高温度。

在上述实施例中，借由如将上述硅的全部，改变为具透明性膜的氧化硅膜，便可作为透镜的被覆层。上述氧化硅膜，如上述，因为硅与氧的组成比具有理想组成比，因此便形成较好的透镜被覆层的光学特性(如：折射率)。

实施例 7

在 Kr/O₂ 为 97%/3% 的等离子体(plasma)中，对基板 24 表面上所设置的硅层 25 施行等离子体(plasma)氧化而所形成的氧化硅膜，施行等离子体(plasma)氮化处理，形成氮氧化硅膜，即，将上述电介质膜当作半导体组件绝缘层[如薄膜晶体管(以下称“TFT”)]的栅绝缘层，借此而改善半导体装置的漏电流及接口位准，并提高半导体装置的电气特性。此外，借由形成至少含组成比为 Si: O₂=1: 1.94 的氧化硅、或 Si: N=3: 3.84 的氮化硅的氮氧化硅膜的栅绝缘层，利用提高介电率，便可维持 TFT 的初期电气特性及长期维持着此电气特性，并改善信赖性。

实施例 8

相关基板采用由聚酰亚胺树脂所构成的基板而制成薄膜晶体管(以下称“TFT”)的例子，参照图 10 进行说明。在图 10 所示例子中，由聚酰亚胺树脂所构成基板 101 是在其双面上，为提高硅的激光结晶化时的耐热性及防止从上述树脂释放出气体，而分别利用蒸镀法或溅镀法形成具 200nm 厚度的氧化硅层(未图示)。

在制造半导体装置之际，首先，如图 10(a)所示，在基板 101 上依序形成基底绝缘层 102 与非晶质硅层 103 之后，再对非晶质硅层 103 施行脱氢处理。如图 10(b)所示，一边对玻璃

基板 101 朝箭头 105 所示方向进行扫描，一边对非晶质硅层 103 表面广范围进行激光照射。经激光照射范围的非晶质硅层 103，便如图 10(c)所示，结晶化成多晶硅层 106。

将多晶硅层 106 的预定区域予以部分去除之后，再如图 10(d)与(e)所示，在多晶硅层 106 上形成栅绝缘层 107 与栅极 110 之后，以栅极 110 为罩幕，对多晶硅层 106 的其中一部份，通过栅绝缘层 107 值入 n 型或 p 型杂质，而在多晶硅层 106 的其中一部份处形成源极区域 108 与漏极区域 109。栅绝缘层 107 则如同实施例 2 中所说明的，在 Kr/O₂ 为 97%/3% 的等离子体 (plasma) 中，将基板 24 的表面上所设置的硅层 25 施行氧化，而在硅层 25 上形成 4nm 厚度的氧化硅膜 41 之后，再在此氧化硅膜 41 上，在 TEOS 与 O₂ 混合气体的等离子体 (plasma) 环境中，采用 VHF-CVD 装置形成 50nm 的氧化硅膜(SiO₂)42。

其次，参照图 10(f)，利用激光照射，将源极区域 108 与漏极区域 109 内的杂质予以活性化之后，形成层间绝缘层 111。在位于源极区域 108 与漏极区域 109 各区域上方的栅绝缘层 107 与层间绝缘层 111 的部分，形成接触洞，并形成供将源极区域 108 与漏极区域 109 予以电气耦接用的源极 112 与漏极 113，再形成供传输电气讯号用的金属配线 114。

借此，便可获得流通在源极区域 108 与漏极区域 109 之间的信道区域 115 的电流，由对栅极 110 的施加电压(即，栅极电压)而控制的多晶硅薄膜晶体管。

相关电子移动度，在不具有利用上述 3×10^{11} 个 cm^{-3} 以上电子密度的等离子体(plasma)所形成氧化硅膜的情况时为 $50\text{cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ ，相对于此，当具有上述氧化硅膜的情况时则为 $80\text{cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ ，已提高电子移动度。此外，针对信赖性测试，分别将源极电位、漏极电位、与栅极电位设定为 0V、5V 及 5V，并施行 2 小时。TFT 特性的临限电压变化量，当不具有利用等离子体 (plasma) 所形成氧化硅膜的情况时为 2.0V，相对于此，当具有利用等离子体 (plasma) 所形成氧化硅膜的情况时便为 1.0V，确认到已减少。这因为借由本发明，在低温环境下可获得具有接近化学计量理想组成比的硅的氧化膜、氮化膜、或氧氮化膜的缘故。在上述例子中，塑料基板虽采用由聚酰亚胺树脂所构成的基板，但是也可改采用由如：聚醚醚酮树脂、聚醚砜树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚对苯二甲酸乙二酯树脂、或聚对苯二甲酸乙二酯树脂之类的聚酯树脂所构成的基板取代。

符号说明

10	等离子体 (plasma) 处理装置	12	电源装置
14	谐振器	16	导波管

18	同轴缆线	20	环形波导狭缝天线
21	气密容器	22	反应室
23	气体导入管	24	基板
25	硅层	26	石英窗
27	排气管	28	支撑板
30	旋转驱动装置	32	分析用开口
41	氧化硅膜	42	氧化硅膜
101	基板	102	基底绝缘层
103	非晶质硅层	106	多晶硅层
107	栅绝缘层	108	源极区域
109	漏极区域	110	栅极
111	层间绝缘层	112	源极
113	漏极	114	金属配线
115	信道区域		

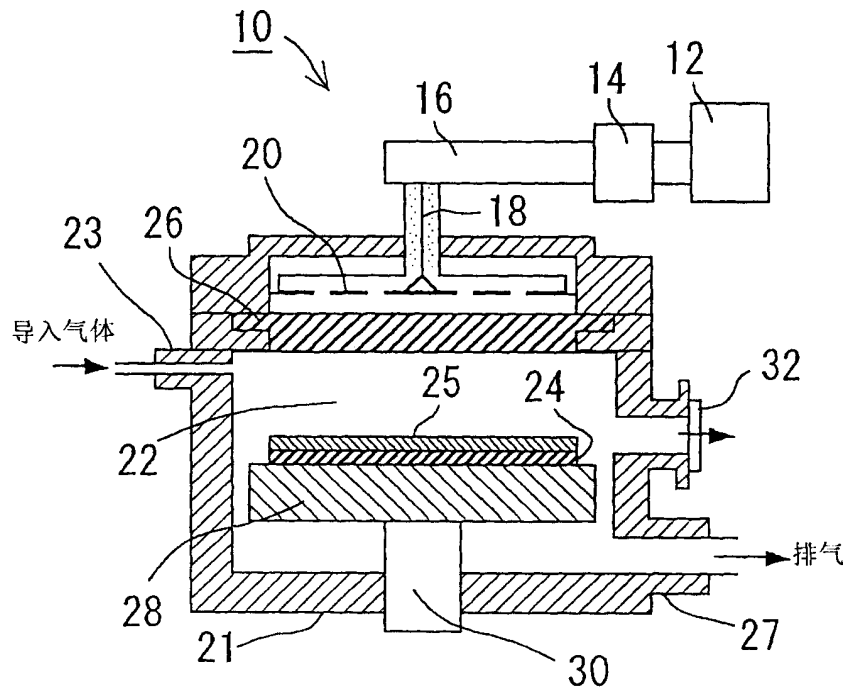


图 1

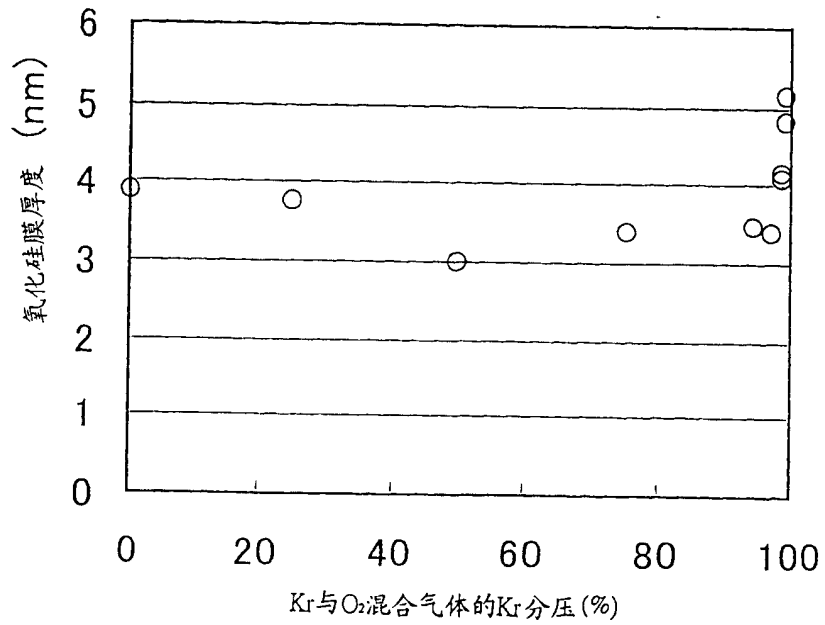


图 2

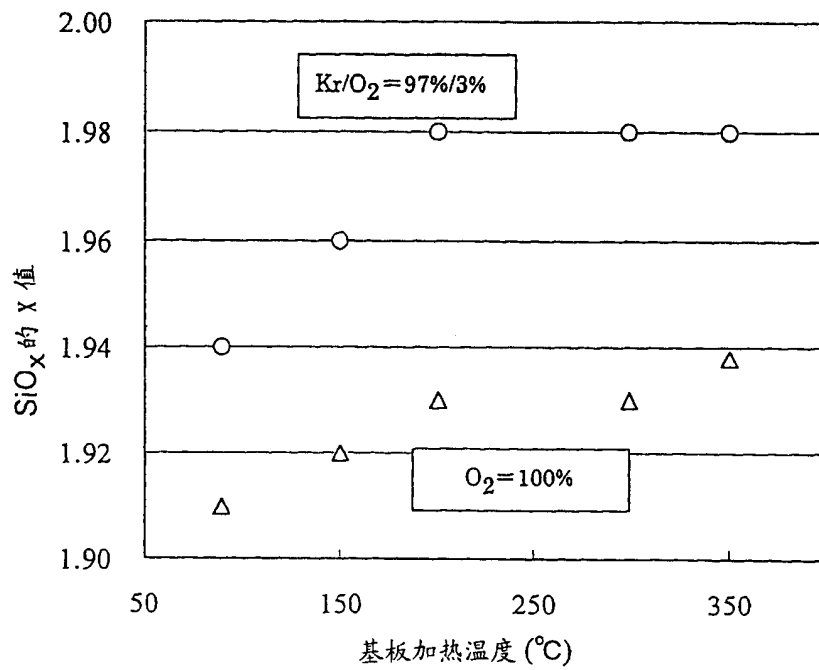


图 3

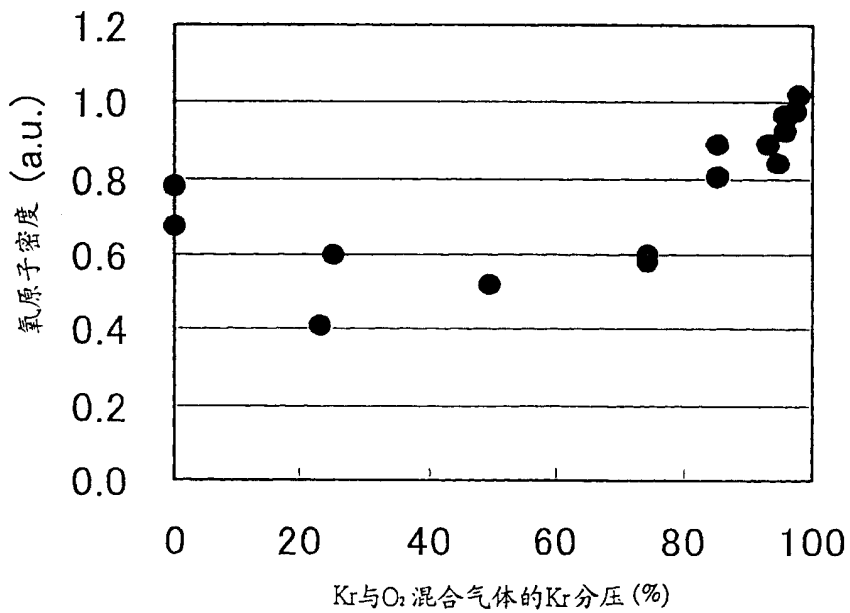


图 4

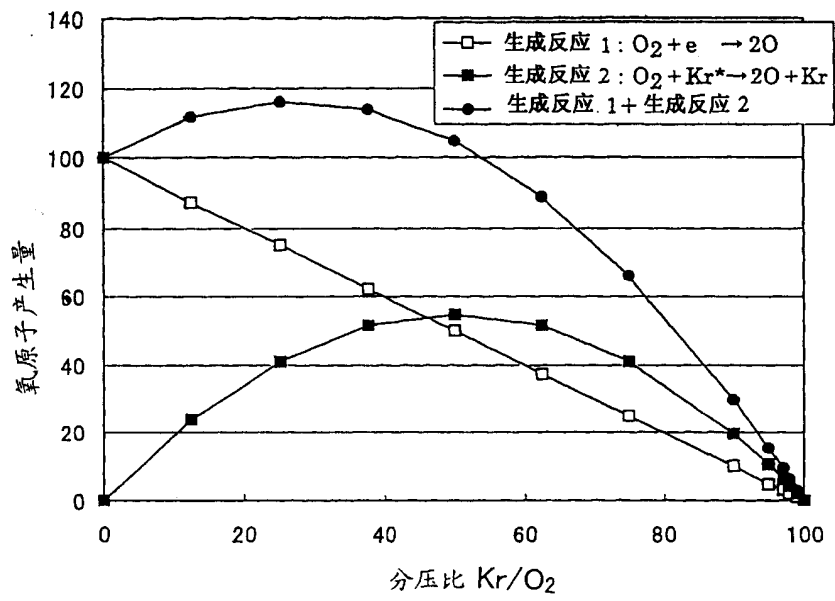


图 5

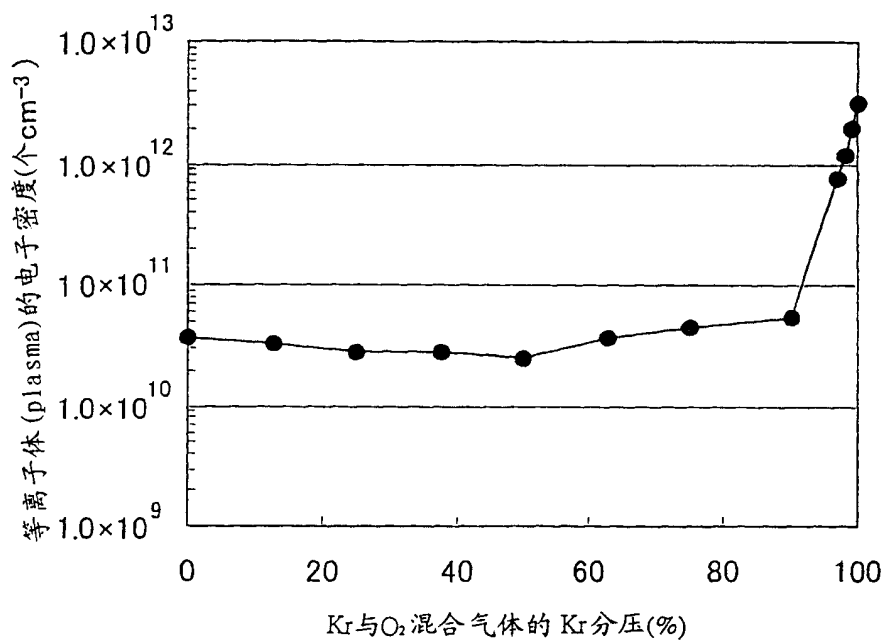


图 6

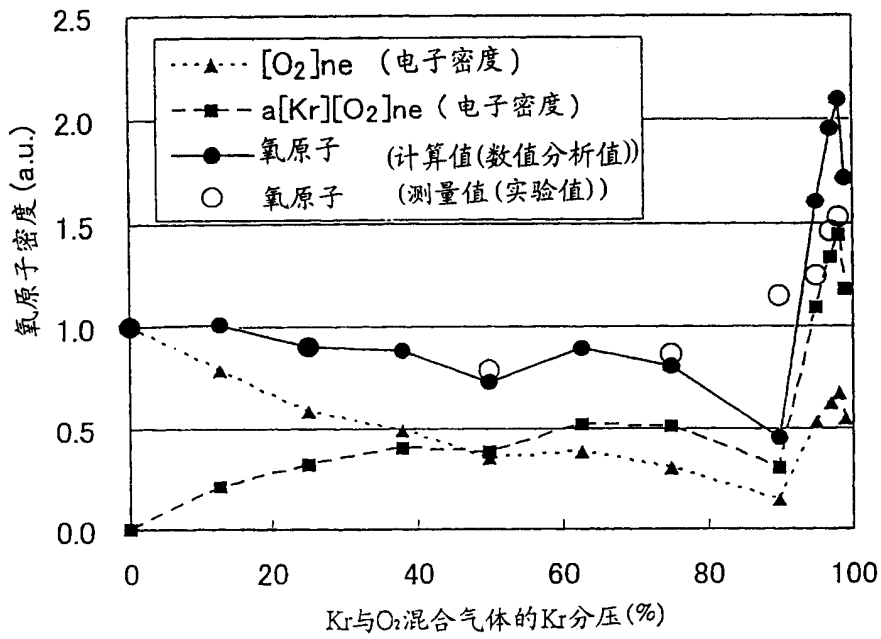


图 7

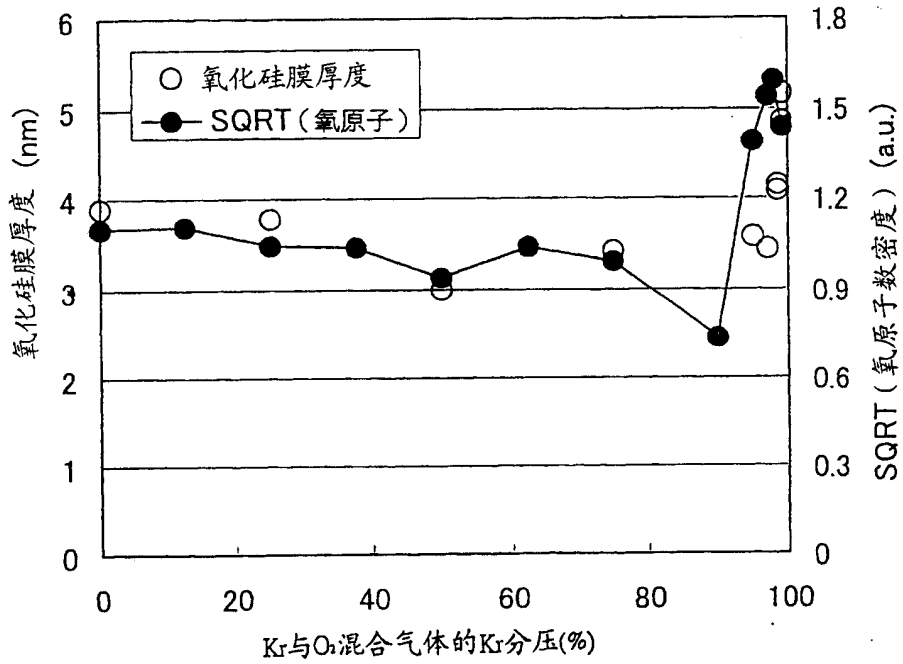


图 8

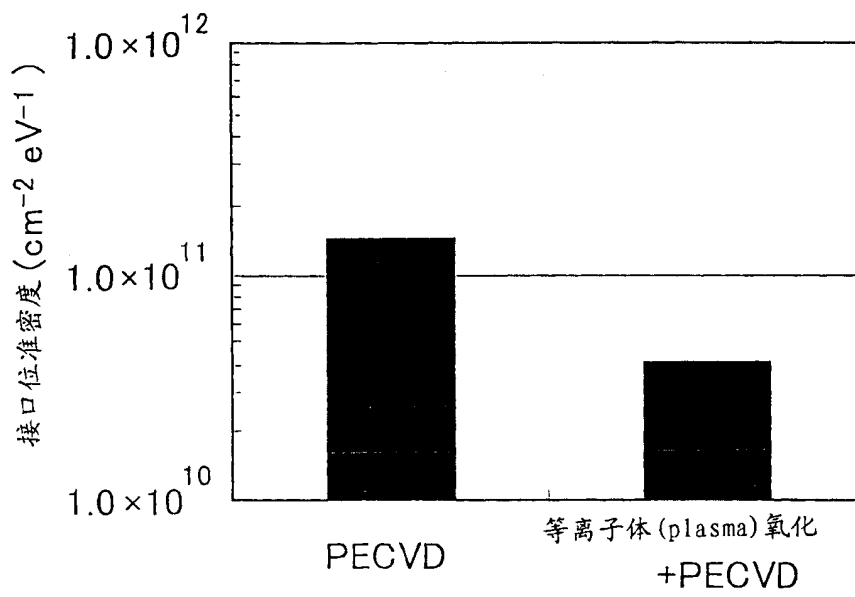


图 9

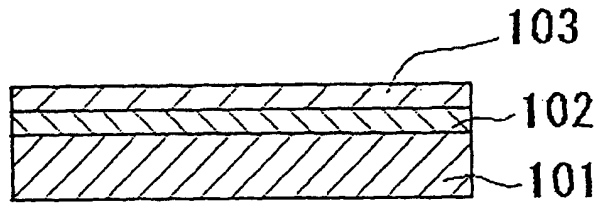


图 10 (a)

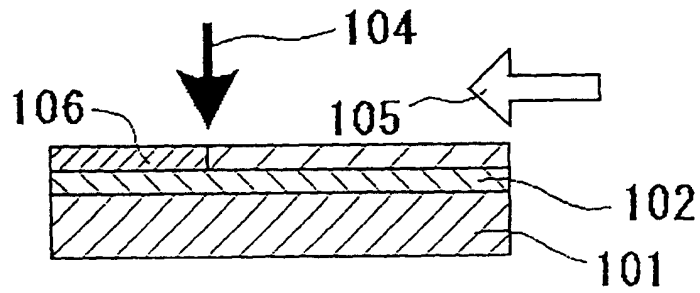


图 10 (b)

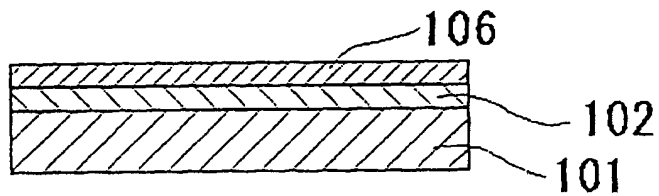


图 10 (c)

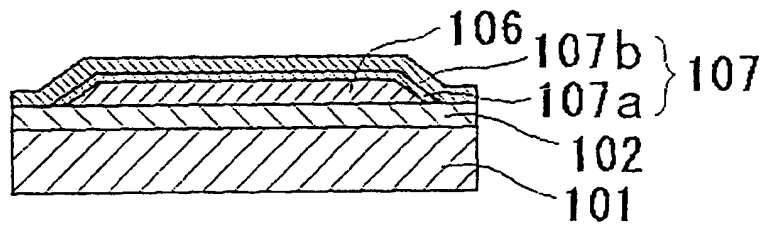


图 10 (d)

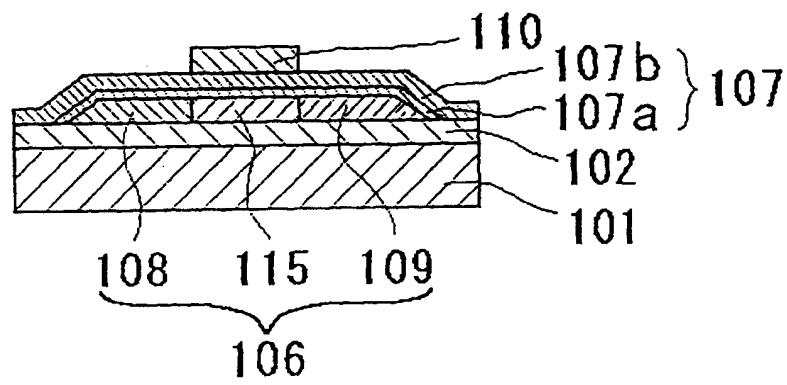


图 10 (e)

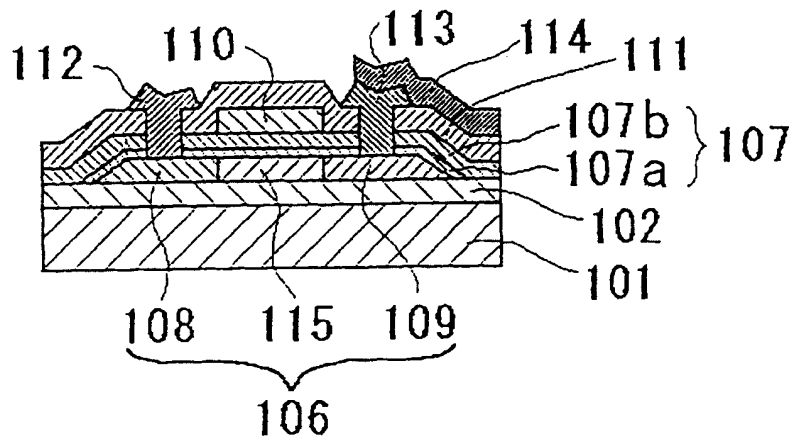


图 10 (f)

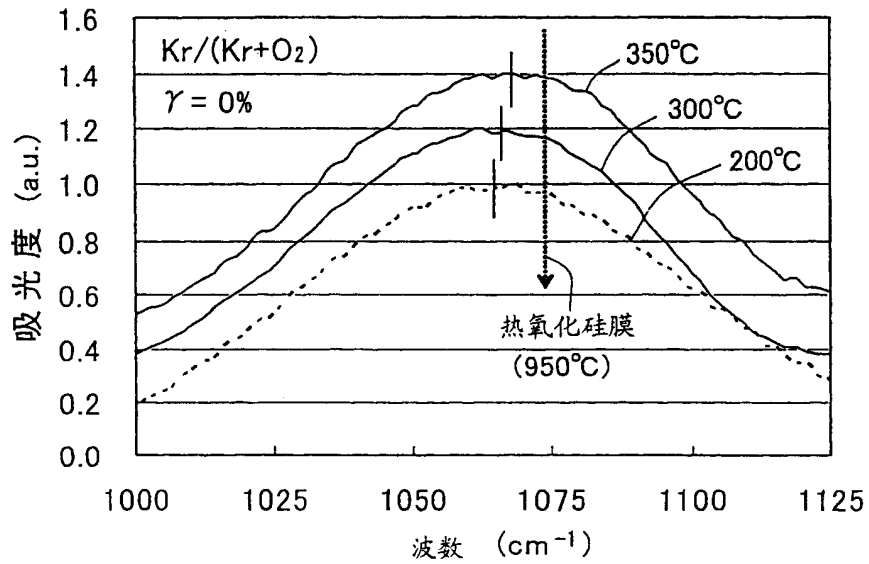


图 11

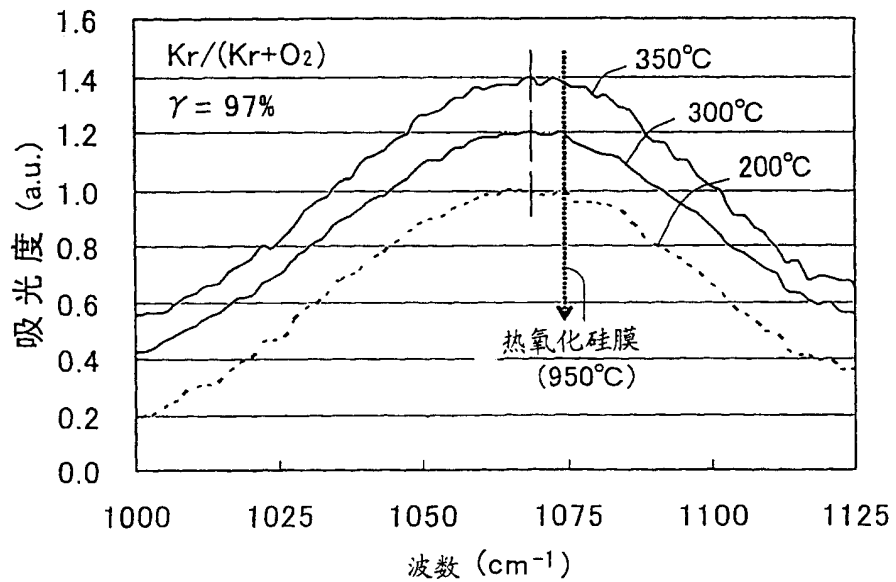


图 12

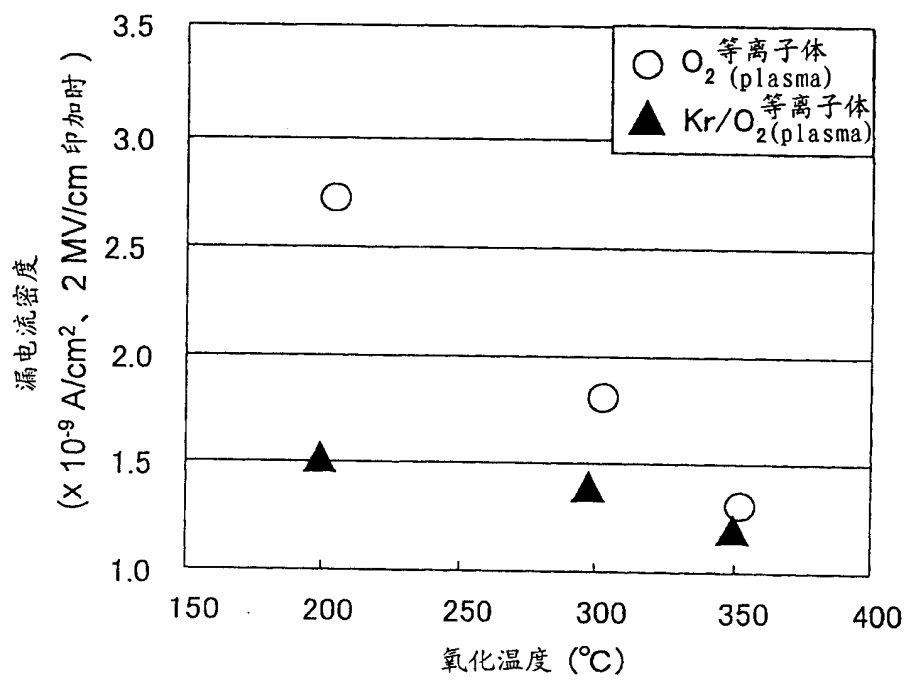


图 13