

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98124176. X

[43]公开日 1999年7月7日

[11]公开号 CN 1221809A

[22]申请日 98.11.13 [21]申请号 98124176. X

[30]优先权

[32]97.11.14 [33]US[31]971,166

[71]申请人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

共同申请人 国际商业机器公司

株式会社东芝

[72]发明人 布鲁诺·斯普勒 威林德尔·格雷沃

成田雅喜

杨智华(音译)

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事

务所

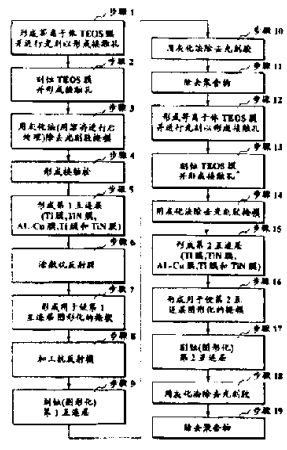
代理人 王永刚

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 Al 基金属层的刻蚀方法

[57]摘要

在半导体衬底上边形成以 Al 为基体材料的金属层,在上述金属层上边涂敷光刻胶,进行光刻形成光刻胶图形,把上述半导体衬底放入 ICP(感应耦合等离子体)装置的反应室内,向上述反应室导入含有 HCl 和 BCl₃ 的混合气体,以上述光刻胶为掩模刻蚀上述金属层。刻蚀用从 HCl 或 BCl₃ 中的任何一方中分离出来的 Cl 离子或 Cl 活化物进行。在进行该刻蚀时,Cl 离子或 Cl 活化物与光刻胶进行反应,在布线层的侧壁上形成由 Al₂O₃ 构成的侧壁保护膜。



ISSN 1008-4274



权利要求书

- 1、一种半导体装置的制造方法,具备下述工序:
在半导体衬底上边形成以 Al 为基体材料的金属层的工序;
在上述金属层上边涂敷光刻胶,进行光刻形成光刻胶图形的工序;和
把上述半导体衬底放入 ICP(感应耦合等离子体)装置的反应室内,向上述反应室导入含有 HCl 和 BCl_3 的混合气体,以上述光刻胶图形为掩模刻蚀上述金属层的工序。
- 2、权利要求 1 所述的半导体装置的制造方法,其特征是: 上述金属层含有 Al 或 Al 合金膜和金属势垒层。
- 3、权利要求 1 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:形成上述金属层的工序是用溅射法在上述半导体衬底上顺次蒸镀 Ti 膜、TiN 膜、Al 合金膜、Ti 膜和 TiN 膜以形成叠层膜。
- 4、权利要求 3 所述的半导体装置的制造方法,其特征是: 刻蚀上述金属层的工序具备下述工序:以上述光刻胶图形为掩模,刻蚀上述 Al 合金膜上的 Ti 膜和 TiN 膜的第 1 工序; 以上述光刻胶图形为掩模,用上述含有 HCl 和 BCl_3 的混合气体刻蚀上述 Al 合金膜的第 2 工序; 以上述光刻胶图形为掩模,一直到达上述半导体衬底为止刻蚀上述 Ti 膜和 TiN 膜的第 3 工序。
- 5、权利要求 2 所述的半导体装置的制造方法,其特征是: 上述 Al 合金是 Al-Cu。
- 6、权利要求 1 所述的半导体装置的制造方法,其特征是: 刻蚀上述金属层的工序在 ICP 装置的反应室内从 HCl 气体和 BCl_3 气体的至少一方中分离出 Cl 离子,并使上述 Cl 离子或 Cl 活化物与上述金属层进行反应。
- 7、权利要求 6 所述的半导体装置的制造方法,其特征是: 在刻蚀上述金属层的工序中,采用使上述 Cl 离子或 Cl 活化物与上述光刻胶进行反应的办法,在上述金属层的侧壁上生成以聚合物为主要成分的侧壁保护膜。
- 8、权利要求 7 所述的半导体装置的制造方法,其特征是: 在上述金属层的侧壁上生成的以聚合物为主要成分的侧壁保护膜,在刻蚀上述金属层的工序中,保护上述金属层的侧壁免受各向同性的刻蚀并且使之稳定化。
- 9、权利要求 7 所述的半导体装置的制造方法,其特征是: 以上述聚合



物为主要成分的侧壁保护膜是 Al_2O_3 。

10、权利要求 1 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:上述 ICP 装置具有等离子体发生用的第 1 高频电源和离子牵引用第 2 高频电源。

11、权利要求 1 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:在形成上述金属层的工序之前,还具备在上述半导体衬底上形成绝缘膜的工序。

12、权利要求 11 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:上述绝缘膜是等离子体 TEOS(四乙氧基硅烷)膜。

13、权利要求 11 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:为了使设于上述半导体衬底中的导电层与上述金属层电连,还具备在上述绝缘膜上形成接触孔的工序。

14、权利要求 13 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:在形成上述金属层的工序之前,还具备用接触栓填充上述接触孔的工序。

15、权利要求 14 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:用接触栓填充上述接触孔的工序,包括用 CVD 法在上述绝缘膜上边和上述接触孔内形成接触栓材料膜的工序,和用 CMP 法除去上述绝缘膜上边的上述接触栓材料膜的工序。

16、权利要求 1 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:在形成上述金属层的工序之后,还具备在上述金属层上边形成由有机材料构成的抗反射膜的工序,在上述抗反射膜上边涂敷用于形成上述光刻胶图形的光刻胶。

17、权利要求 1 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:在刻蚀上述金属层的工序之后,还具备在预定的时间内灰化除去上述光刻胶图形的工序。

18、权利要求 17 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:在灰化除去上述光刻胶图形的工序之后,还具备进行溶液处理,用以使上述 Cl 离子与上述光刻胶进行反应,以除去在上述 Al 合金膜的侧壁上生成的聚合物的工序。

19、一种半导体装置的制造方法,包括下述工序:

在半导体衬底的主表面上形成第 1 绝缘膜的工序;

在上述第 1 绝缘膜上形成包含以 Al 为基体材料的第 1 金属层的工序;

在上述第 1 金属层上边涂敷光刻胶,进行光刻形成第 1 光刻胶图形的工



序;

把上述半导体衬底放入 ICP(感应耦合等离子体)装置的反应室内,向上述反应室导入含有 HCl 和 BCl_3 的混合气体,以上述第 1 光刻胶图形为掩模刻蚀上述第 1 金属层的工序;

在上述第 1 金属层上边形成第 2 绝缘膜的工序;

在上述第 2 绝缘膜的上述第 1 金属层的一部分上形成接触孔的工序;

在上述第 2 绝缘膜上形成通过上述接触孔与上述第 1 金属层电连的第 2 金属层的工序;

在上述第 2 金属层上边涂敷光刻胶,进行光刻形成第 2 光刻胶图形的工序;和

以上述第 2 光刻胶图形为掩模刻蚀上述第 2 金属层的工序。

20、权利要求 19 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:上述第 2 绝缘膜是等离子体 TEOS 膜。

21、权利要求 19 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:形成上述第 2 金属层的工序在上述第 2 绝缘膜上边,用溅射法顺次蒸镀 Ti 膜、TiN 膜、Al 合金膜和 TiN 膜形成叠层膜。

22、权利要求 19 所述的半导体装置的制造方法,其特征是:在刻蚀上述第 2 金属层的工序之后,还具备在预定的时间内灰化除去上述第 2 光刻胶图形的工序。

Al基金属层的刻蚀方法

本发明涉及半导体装置的制造方法,更详细地说,涉及包含以Al或Al合金等的铝为基体材料的布线层的干法刻蚀技术。

近些年来,为了得到低电阻值且具有良好的接触性以及抗电迁徙能力,使用对Al或Al合金膜与金属势垒层进行叠层后的、图1所示构造的布线层。布线层10形成于半导体衬底11上,该布线层10用Ti膜12,TiN膜13,Al或Al合金膜14,Ti膜15及TiN膜16的叠层膜构成。在上述布线构造中,由作为布线基体材料所使用的是Al或Al合金膜14,故可以得到低电阻值。此外,由于TiN膜13、16起着防止上述膜14中的Al迁徙到半导体衬底11中去的势垒层的作用,所以提高了抗电迁徙的能力,而且,上述Ti膜12减小了与上述半导体衬底11中的杂质扩散层、布线层和电极等之间的接触电阻。

关于这种布线构造及其刻蚀(图形化)工序,例如已在美国专利5207868中公开。

图2示出了在上述布线层的刻蚀工序中所用的等离子刻蚀装置的概略构成。该装置是平行平板式电极构造,在反应室17内相向地设有一对平板式电极18、19。为了进行等离子体的发生和离子的牵引,一方的电极18连接到高频电源20上,另一方的电极19则接地。在上述电极19上载置将成为刻蚀对象的晶片21。从吸气口22向上述反应室17内,边导入与刻蚀对象的材质相应的反应气体,例如在刻蚀Al或Al合金等的布线层的情况下导入 Cl_2 和 BCl_3 的混合气体,边进行刻蚀,并从排气口23排出反应后的混合气体。

然而,一般 Cl_2 用作金属刻蚀工序的主要成分气体。在上述刻蚀工序中,要求具有高的刻蚀速率,在金属层、光刻胶和氧化膜之间要求具有高的选择性。在该工序中所使用的高浓度的 Cl_2 气体是起着Al或Al合金的刻蚀所要求的作用的气体,满足高刻蚀速率的要求。但是,在Al或Al合金的干法刻蚀工序中,若在使用上述那样的高密度等离子体源的装置,用 Cl_2 气体进行刻蚀,则存在着产生过剩的中性的活化物(active species)、引起将成为布线层的金属膜的侧壁的刻蚀或图形形状的不合格的问题。



为了避免因 Al 或 Al 合金的各向同性刻蚀所产生的上述那样的金属膜侧壁的刻蚀或图形形状不合格,在例如美国专利 5221430 中,公开了在 Al-Si 图形的侧壁上形成侧壁保护膜的技术。作为上述侧壁保护膜用的是 C-Clx 或 C-Clx-Iy 等。但是,如果 C-Clx 等的侧壁聚合物不充分,则存在着下述问题:在图形侧壁上,归因于因作为刻蚀气体用的 Cl_2 或等离子体而离解了的活化物形成了空隙 1 或基蚀(undercut)2(参看图 1)。除此之外,上述侧壁聚合物对 Al 或 Al 合金膜(例如 Al-Cu 膜)是有害的,为了避免布线层的腐蚀,虽然在刻蚀结束后必须将其完全除去,但是由于 C-Clx 或 C-Clx-Iy 等是有机材质,故难于从 Al 或 Al 合金的布线层上剥离。为此,产生了新的问题:上述侧壁聚合物的除去工序将招致造价的上升,招致后处理的复杂化。

象上述那样应用 Cl_2 气体的现有的以 Al 为基体材料的刻蚀布线层(图形化)的工序,尽管具有高的刻蚀速率和高的刻蚀选择比,但是却存在着因过剩的中性活化物的产生会引起布线层的侧壁的刻蚀或图形形状不合格的问题。在为了避免由各向同性刻蚀所产生的这样的问题,在形成了侧壁聚合物的情况下,存在着如果侧壁聚合物不充分则会形成空隙或基蚀的问题。此外,在已经形成了侧壁聚合物时,将产生必须在刻蚀结束后完全除去,因而使后处理复杂化,使造价提高这样的新问题。

因此,本发明的目的是提供一种可以在保持高的刻蚀速率和高的刻蚀选择比的同时可以抑制布线层的侧壁刻蚀或图形形状不合格的半导体装置的制造方法。

本发明的另一目的是提供可以抑制在布线层的侧壁上发生的空隙或基蚀的半导体装置的制造方法。

本发明的再一个目的是提供一种可以简化制造工序和降低造价,高吞吐率的半导体装置的制造方法。

本发明的上述目的可以用具备下述工序的半导体装置的制造方法实现。上述工序是:在半导体衬底上边形成以 Al 为基体材料的金属层的工序;在上述金属层上边涂敷光刻胶,进行光刻形成光刻胶图形的工序;把上述半导体衬底放入 ICP 装置的反应室内,向上述反应室导入含有 HCl 和 BCl_3 的混合气体,以上述光刻胶图形为掩模刻蚀上述金属层的工序。

倘采用这样的制造方法,借助于在 ICP 装置中用含有 HCl 和 BCl_3 的混



合气体进行金属层的刻蚀,由于可以抑制过剩的中性活化物的产生,而且,来源于HCl和BCl₃的不论哪一方的Cl离子的分离进行金属层的刻蚀而无须用Cl₂气体,所以可以抑制归因于使用Cl₂气体而产生的各向同性刻蚀所产生的侧壁的刻蚀或图形形状不合格。上述Cl离子进行的刻蚀是高速率的刻蚀,可以确保对金属层和光刻胶及氧化膜的高刻蚀选择比。在刻蚀上述金属层时,由于把借助于用Cl离子和用做刻蚀掩模的光刻胶之间的反应在金属层的侧壁上形成侧壁保护膜,故可以抑制空隙的发生和基蚀。

此外,本发明的上述目的,还可以用具备下述工序的半导体装置的制造方法实现。这些工序是:在半导体衬底上边形成以Al为基体材料的第1金属层的工序;在上述第1金属层上边涂敷光刻胶,进行光刻形成第1光刻胶图形的工序;把上述半导体衬底放入ICP装置的反应室内,向上述反应室导入含有HCl和BCl₃的混合气体,以上述第1光刻胶图形为掩模刻蚀上述第1金属层的工序;在上述第1金属层上边形成绝缘膜的工序;在上述绝缘膜的上述第1金属层的一部分上形成接触孔的工序;在上述绝缘膜上形成通过上述接触孔与上述第1金属层电连的第2金属层的工序;在上述第2金属层上边涂敷光刻胶,进行光刻形成第2光刻胶图形的工序;以上述第2光刻胶图形为掩模刻蚀上述第2金属层的工序。

倘采用这样的制造方法,借助于在ICP装置中用含有HCl和BCl₃的混合气体进行第1金属层的刻蚀,由于可以抑制中性活化物的产生,而且,来源于HCl和BCl₃的不论哪一方的Cl离子的分离进行第1金属层的刻蚀而无须用Cl₂气体,所以可以抑制归因于使用Cl₂气体而产生的各向同性刻蚀所产生的侧壁的刻蚀或图形形状不合格。上述Cl离子及Cl活化物进行的刻蚀是高速率的刻蚀,可以确保对第1金属层和光刻胶及氧化膜的高刻蚀选择比。在刻蚀上述第1金属层时,由于把借助于用Cl离子和用做刻蚀的掩模的光刻胶之间的反应在第1金属层的侧壁上形成保护膜,故可以抑制空隙的发生和基蚀。第2金属层的刻蚀,由于线条宽度和间隔宽度可以大,故也可以应用用Cl₂气体进行的现有的刻蚀技术。

图1是对现有的半导体装置的制造方法进行说明的说明图,是Al或Al合金膜和金属势垒层叠层后的布线构造的剖面图。

图2是在布线层的刻蚀工序中使用的现有的等离子体刻蚀装置的概略



构成的剖面图。

图 3 是对遵从本发明的实施例的半导体装置的制造方法进行说明的说明图,该图示出了布线层的刻蚀(图形化)工序的流程。

图 4 的剖面图概略性地示出了图 3 中的第 1 布线层的刻蚀工序中所用的刻蚀装置(ICP 装置)的构成。

图 5 是用图 3 所示的第 1 布线层的刻蚀工序形成的布线层的剖面图。

图 6 的刻蚀条件表,一揽子示出了第 1 布线层的刻蚀工序中的各个工艺参数。

图 7A 是用图 6 所示的工艺加工后的布线层的照片,是晶片的中央部分的图形。

图 7B 是用图 6 所示的工艺加工后的布线层的照片,是晶片的周边部分的图形。

图 8A 是用来对用刻蚀装置进行的布线层的侧壁聚合物的俄歇谱进行说明的说明图,示出的是现有的刻蚀工序中的 u-俄歇谱。

图 8B 是用来对用刻蚀装置进行的布线层的侧壁聚合物的俄歇谱进行说明的说明图,示出的是本发明的刻蚀工序中的 u-俄歇谱。

图 3 是对遵从本发明的实施例的半导体装置的制造方法进行说明的说明图,该图示出了布线层的刻蚀(图形化)工序的流程。图 4 的剖面图概略性地示出了图 3 中的第 1 布线层的刻蚀工序中所用的刻蚀装置(ICP: 感应耦合等离子体装置)的构成。图 5 是用图 3 所示的第 1 布线层的刻蚀工序形成的布线层的剖面图。图 6 一揽子示出了第 1 布线层的刻蚀工序中的各个工艺参数。

在这里,着眼于半导体装置的制造方法中的金属布线的图形化工序进行图示,示出的是不使用氯气(Cl_2)对含有 Al-Cu 膜的叠层膜进行刻蚀形成布线层的工序。特别是为需要用 0.25 微米设计规则或者 0.35 微米的设计规则进行金属布线刻蚀(图形化)的 256MB 或 64MB 的微细化 DRAM 而开发出来的工序。但是,本发明并不是仅仅应用于 DRAM,一般也可以应用到半导体装置中的金属膜的刻蚀或图形化。

其次,对布线层的刻蚀工序,特别是着眼于 256MB 的 DRAM 中的第 1 布线层和第 2 布线层的图形化工序对本发明的半导体装置的制造工序进行



说明。

在形成了位线(W 布线)后,如图 3 的流程所示,在半导体衬底上边淀积形成厚度约 4000 埃的等离子体 TEOS(SiO_2)膜,进行光刻,以在其上形成用于使形成的第 1 布线层和上述位线之间进行接触的接触孔(步骤 1)。

在该光刻后,进行上述 TEOS 膜的刻蚀,形成接触孔(步骤 2)。

在形成了接触孔后,灰化除去光刻胶掩模。这时,为了充分地除去光刻胶,还可以用溶液进行后处理(步骤 3)。

其次,在上述 TEOS 膜上边用 CVD 法形成 W 薄膜,采用用 CMP 法除去接触孔内以外的 W 的办法形成接触栓(步骤 4)

然后,进行第 1 布线层的形成。在该布线层的形成中,首先,在半导体衬底上边,用溅射法顺次蒸镀厚 200 埃的 Ti 膜,厚 100 埃的 TiN 膜,厚 2000 ~ 3000 埃的 Al-Cu 膜(0.5%Cu),厚 50 埃的 Ti 膜,和厚 400 埃的 TiN 膜以形成叠层膜(步骤 5)。

在形成了上述布线层后,在进行用来加工布线层的光刻时,为了充分地抑制由位于最上层的 TiN 膜对暴露的光进行反射的反射光所产生的影响,涂敷由有机材料构成的抗反射膜(步骤 6)。该抗反射膜的膜厚约为 900 埃左右。

接着,进行光刻,以在上述抗反射膜上边形成用于使第 1 布线层图形化的掩模(步骤 7)。这时所用的光刻胶的厚度约为 8500 埃,在刻蚀结束时厚度将减少到约 6500 埃。

在上述第 1 布线层的图形化之前,首先进行上述抗反射膜的加工(步骤 8)。一般地说,用氧化膜的刻蚀装置加工上述抗反射膜,但是也可以用 Al 的刻蚀装置进行抗反射膜的加工。

在加工抗反射膜之后,进行第 1 布线层的刻蚀(步骤 9)。该布线层的刻蚀用以下 3 个工序执行。最初的工序从开始刻蚀到 Al-Cu 膜上边的 TiN 膜和 Ti 膜的刻蚀结束为止。但是,也可以不必进行到 TiN 膜和 Ti 膜的刻蚀完全结束为止。第 2 个工序从 TiN 膜和 Ti 膜的刻蚀后开始到 Al-Cu 膜的刻蚀结束为止,第 3 个工序,从 Al-Cu 膜的刻蚀结束后到已形成于半导体衬底的表面上的基底氧化膜露出来、布线层的刻蚀完全结束为止。

在上述 Al-Cu 膜的刻蚀中,应用了图 4 所示的那种 ICP 装置(Research



公司制造)ICP LAM 9600。该 ICP 装置在反应室 17 内具备 2 个高频电源 20-1、20-2,用高频电源 20-1 进行等离子体的发生,用高频电源 20-2 进行离子的牵引。在这里,在反应室 17 内的压力为 2mTorr,上部高频电源 20-1 的功率为 440W,下部高频电源 20-2 的功率为 180W,HCl 气体的流量为 100sccm,BCl₃ 气体的流量为 25sccm,N₂ 气体的流量为 20sccm,晶片 21 表面 He 的压力为 8Torr,反应温度为 40℃的条件下进行刻蚀。

在上述步骤 9 的第 2 个工序中,不用 Cl₂ 而用含有 Cl 离子的混合气体进行刻蚀,刻蚀剂由含 Cl 的气体,就是说由 HCl 和 BCl₃ 供给,进行 Al-Cu 膜的刻蚀。换句话说,用由来自 HCl 和 BCl₃ 不论哪一方的 Cl 离子的分离进行刻蚀。这种刻蚀对光刻胶具有高的选择比,侧壁的刻蚀少。而且,在进行刻蚀时,过剩的 Cl 活化物被在等离子体中产生的 H 离子俘获变成成为 HCl,活性下降,不会产生 Al 的侧壁腐蚀。此外,在 Al-Cu 膜的侧壁上还形成由 Al₂O₃ 构成的侧壁保护膜,变成为图 5 所示的那种构造。如图 5 所示,在半导体衬底 11 的表面上,形成了 TEOS 膜 11a,在该 TEOS 膜 11a 的上边,形成了第 1 布线层 10。上述布线层 10 由 Ti 膜 12,TiN 膜 13,Al-Cu 膜 14',Ti 膜 15 和 TiN 膜 16 叠层构成,在上述 TiN 膜 16 的上边,形成有抗反射膜 24 和光刻胶 25。此外,在上述布线层 10 的侧壁上,形成有由聚合物构成的侧壁保护膜 26。该保护膜 26 具有高的抗腐蚀性,保护 Al-Cu 膜 14' 不受各向同性的刻蚀,抑制空隙或侧壁腐蚀的发生。这样,就可以在确保高刻蚀速率和对光刻胶的高选择比的同时,可以抑制空隙和侧壁腐蚀。结果使高精度的加工成为可能。

在上述第 1 布线层 10 的图形化结束后,在一定的时间内灰化除去光刻胶 25(步骤 10)。这一工序是为了防止因残余氯元素产生的腐蚀。

在灰化除去上述光刻胶 25 之后,为了除去由反应物构成的聚合物 26,进行溶液处理(步骤 11)。由于在现有的制造工艺中形成的 C-Cl_x 或 C-Cl_x-I_y 等是有机性的材质,故难于从 Al-Cu 膜 14 上剥离,但是,因为 Al₂O₃ 是金属性的材料,故易于从 Al-Cu 膜 14' 上剥离,可以容易地用极性溶液处理除掉。

图 7A 和图 7B 分别是在上边说过的第 1 布线层的刻蚀工序中形成的布线层的照片。图 7A 是晶片的中央部分的图形,图 7B 是晶片的周边部分的图形,布线层的膜厚为 1.0 微米,间距为 0.25 微米。由这些照片可知已可以充分地抑制侧壁刻蚀或图形形状不合格。此外,也没有观察到空隙或基蚀。

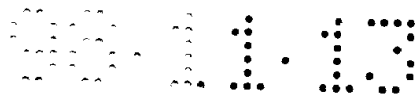


图8A和图8B 分别是用于对由刻蚀装置进行的布线层的侧壁聚合物的俄歇谱进行说明的说明图,图8A示出的是现有的刻蚀工序中的u-俄歇谱。图8B示出的是本发明的刻蚀工序中的u-俄歇谱。如图所示,C的峰值已下降,在现有的侧壁聚合物中成为问题的含多量的C、C-Cl的聚合物少,可以减轻布线层的腐蚀或剥离难度等等。

在除去了聚合物26,形成了Al-Cu第1布线层之后,淀积形成厚度为6000埃的等离子体TEOS(SiO₂)膜,并进行光刻,用于形成目的为使布线层与该TEOS膜上形成的第2布线层之间接触的接触孔(步骤12)。

在上述光刻之后,进行等离子体TEOS膜的刻蚀,形成接触孔(步骤13)。这时,把第1布线层10的最上层的TiN膜16用做刻蚀的停止层,使刻蚀结束,不刻蚀第1布线层10。因此,在该刻蚀工序中,希望对TiN的选择比高。

在形成了接触孔之后,灰化除去为了形成接触孔所使用的光刻胶掩模(步骤14)。

在灰化除去了光刻胶之后,进行第2布线层的形成。布线层的形成,用溅射法,蒸镀厚度为200埃Ti膜,厚度为200埃的TiN膜,厚度为1微米的Al-Cu膜(0.5%Cu),和厚度为400埃的TiN膜,淀积形成叠层膜(步骤15)。

之后,进行光刻,以形成用来使第2布线层图形化的掩模,(步骤16)。

用上述掩模对第2布线层选择性地刻蚀,形成布线图形(步骤17)。由于该第2布线层的图形与第1布线层比,线条宽度和间隔宽度都可以作得大,故可以用现有的布线层的刻蚀技术。

在第2布线层的加工结束之后,在一定时间内灰化除去光刻胶(步骤18)。这样做是为了防止残余氯元素产生腐蚀。

接着,在灰化除去了光刻胶之后,进行溶液处理,以除去由反应生成物构成的聚合物(步骤19)。

用上述那样的制造工序,完成2层布线的图形化。

本发明人等虽然在对上边说过的0.25微米设计规则和0.35微米的设计规则的Al-Cu膜进行图形化并对侧壁进行了研究,但是无论在哪一种情况下都没有观察到空隙或基蚀。而且,已经确认厚度为1微米的Al-Cu膜的图形化也是完全可能的,可以得到高纵横比的刻蚀。

另外,本发明并不限于上述实施例,在不脱离发明的要旨的范围内可以

进行种种的变形来实施。例如,在上述实施例中,作为以 Al 为基体材料的金属举出了 Al-Cu 的例子进行说明,但是,也可以用 Al-Si 等其他的 Al 合金,即便是用 Al 本身也可以得到同样的效果。此外,为了实现刻蚀停止层或防止电迁徙,用的是 Ti 和 TiN,但是,也可以采用 W 等其他的金属层和 Al 或 Al 合金膜的叠层构造。虽然说明的是 5 层构造的布线层图形化的情况,但是例如对用 2 层 TiN 膜把 Al 合金膜夹在中间的 3 层构造的布线层,当然也可以应用,只要是把 Al 用做基体材料的布线层不论多少层都可以应用。

如上所述,在本发明中,为了对布线层中的 Al 或 Al 合金进行刻蚀,使用了 ICP 装置,而且作为刻蚀气体使用了含有 HCl 和 BCl₃ 的混合气体。ICP 装置不是象平行平板式电极构造的等离子体刻蚀装置(ECR: 电子回旋共振)那样,用一个高频电源进行等离子体的发生和离子牵引,而是具备等离子体发生用和离子牵引用这么 2 个高频电源,使用了用现有的装置所不能使用的 HCl 与 BCl₃ 气体的混合气体使 Al 或 Al 合金膜的刻蚀变成为可能。用该 ICP 装置进行的刻蚀工序,不使用 Cl₂ 气体,而是使不论来自 HCl 与 BCl₃ 中的任何一方的 Cl 离子、Cl 活化物分离,用该 Cl 离子、Cl 活化物来执行。这时, Cl 离子和正在作为掩模使用的光刻胶进行反应,在 Al 或 Al 合金膜的侧壁上生成 Al₂O₃。上述 Al₂O₃ 使 Al 或 Al 合金膜的侧壁稳定化并有效的地进行保护。这样一来,就可以在确保高刻蚀速率,确保对光刻胶和氧化膜的高刻蚀选择比的同时,抑制侧壁刻蚀和图形形状不合格。此外,由于在刻蚀工序中用上述 Al₂O₃ 保护 Al 或 Al 合金膜的侧壁,故可以抑制在布线层的侧壁上产生空隙或基蚀,得到可以使制造工序简化,降低造价和高吞吐率的半导体装置的制造方法。

如上所述,倘采用本发明,则可以得到在保持高刻蚀速率和高刻蚀选择比的同时可以抑制侧壁刻蚀或图形形状的不合格的半导体装置的制造方法。

此外,还可以得到可以抑制在布线层的侧壁上产生的空隙或基蚀的半导体装置的制造方法。

再有,还可以得到可以使制造工序简化,造价降低,高精度的半导体装置的制造方法。

说明书附图

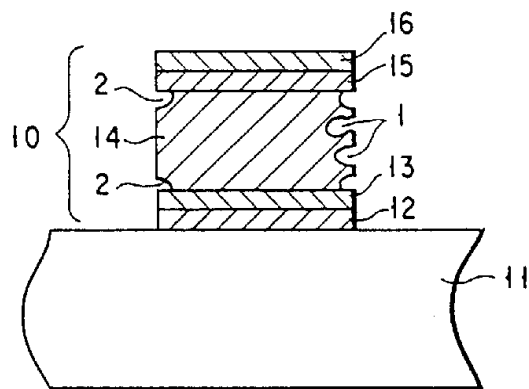


图 1

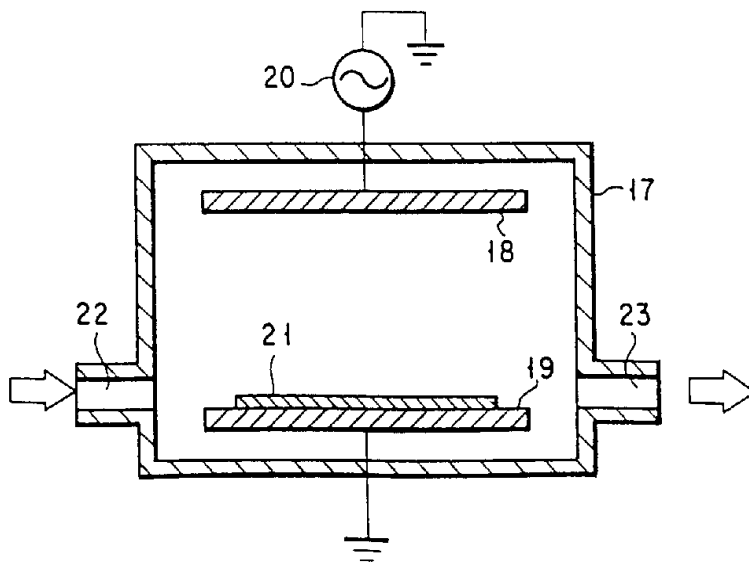


图 2



图 3

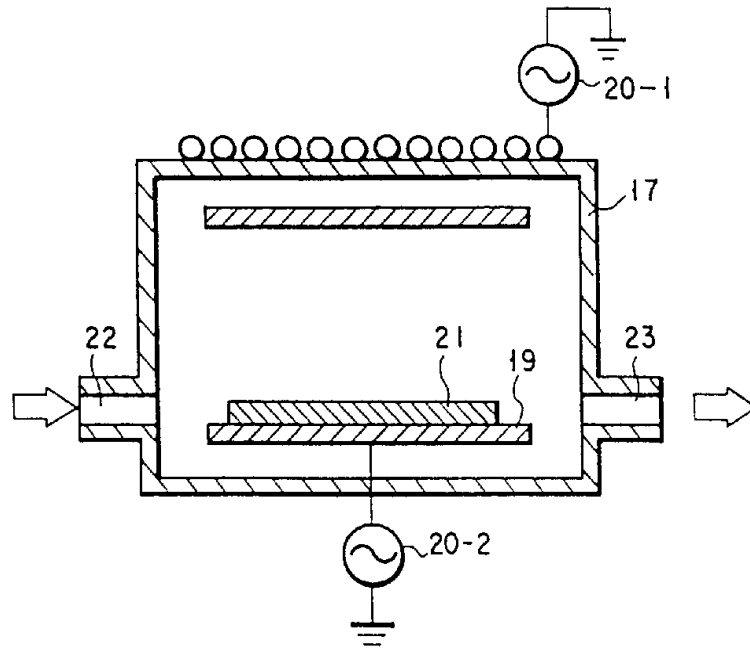


图 4

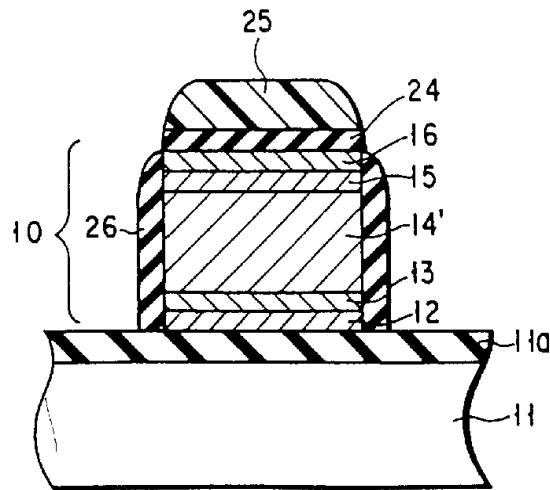


图 5

步骤	临界点	金属刻蚀	输出	单位
9	12	12	12	mT
9	440	440	440	WATT tcp
9	180	180	180	WATT BIAS
9	50	100	50	HCl/sccm
9	50	25	50	BCl ₃ /sccm
9	20	20	20	N ₂ /sscm
9	8	8	8	T
9	40	40	40	C
9	TiN	AlCu		完成
9	10sec	结束点	50%	时间

图 6



图 7A

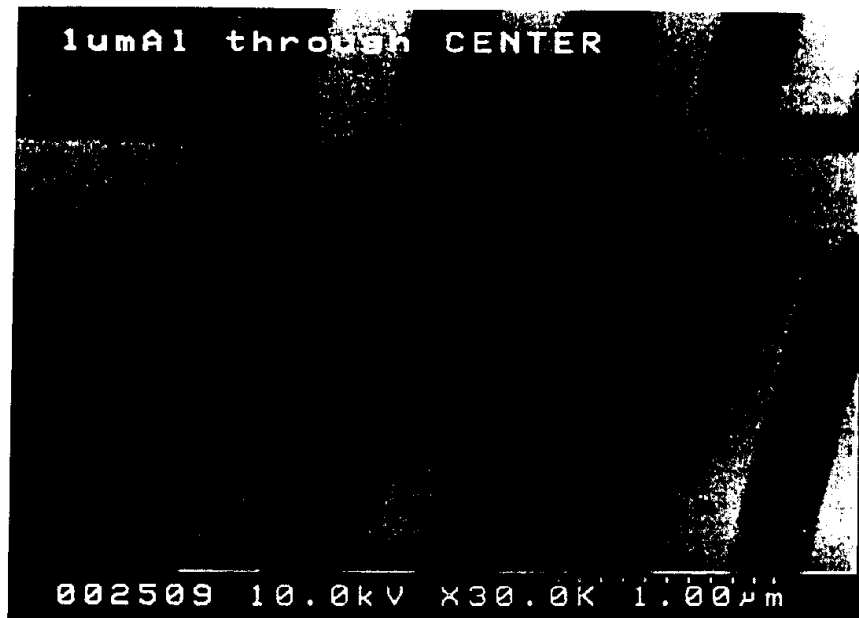


图 7B

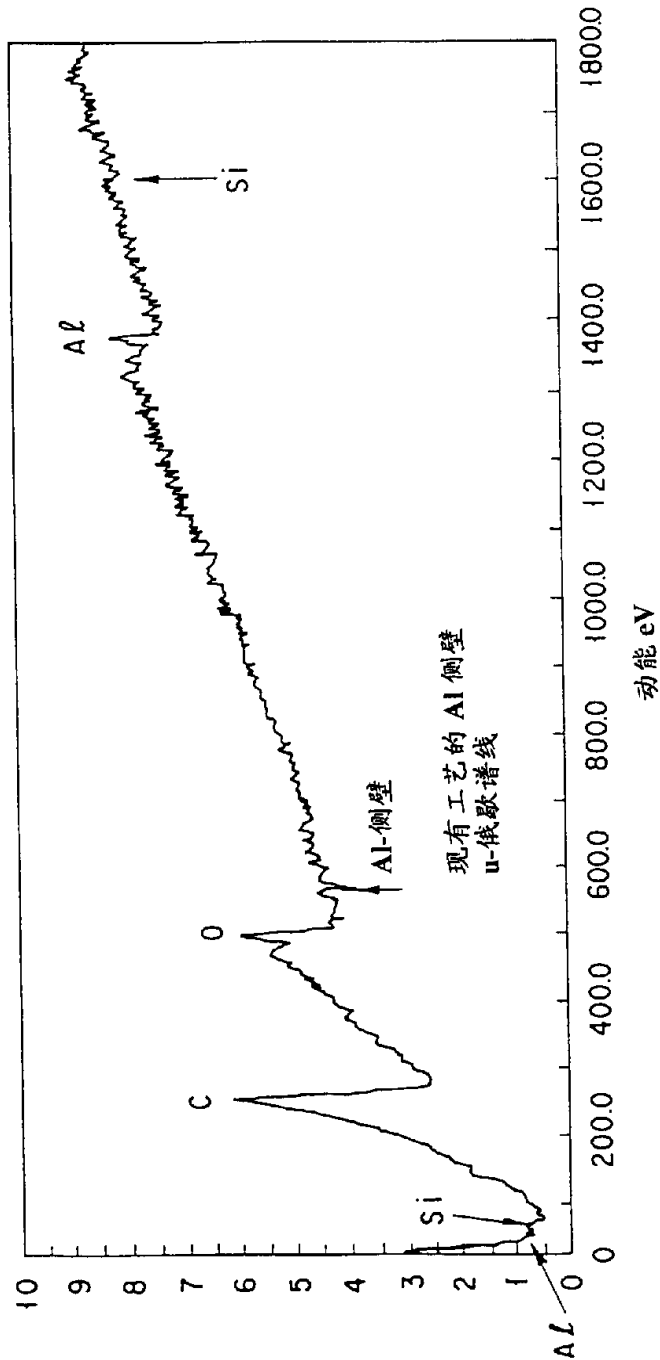


图 8A

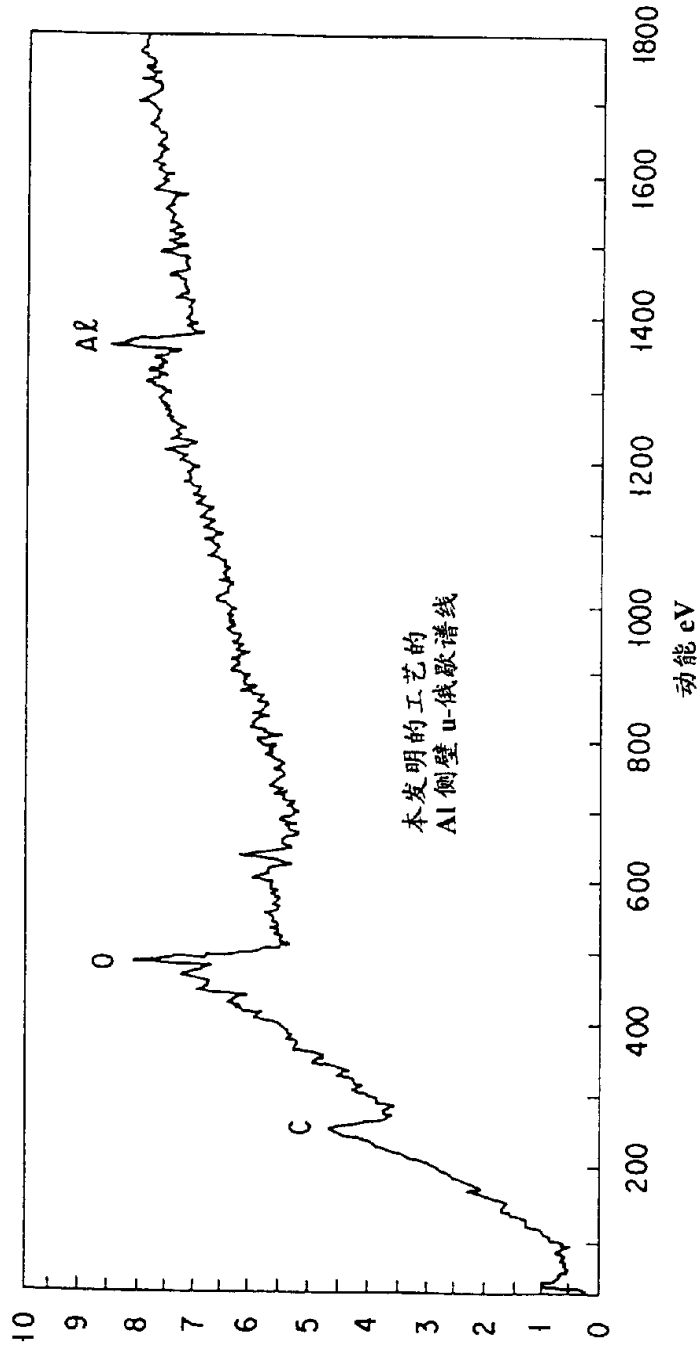


图 8B