



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103072939 B

(45)授权公告日 2016.08.03

(21)申请号 201310009037.6

CN 102431960 A,2012.05.02,

(22)申请日 2013.01.10

CN 101572231 A,2009.11.04,

(73)专利权人 北京金盛微纳科技有限公司

JP 特开2012-191217 A,2012.10.04,

地址 100088 北京市西城区德外大街11号
30栋411室(德胜园)

US 6063233 A,2000.05.16,

审查员 薛蕾

(72)发明人 林红

(74)专利代理机构 北京金智普华知识产权代理
有限公司 11401

代理人 杨采良

(51)Int.Cl.

B81C 1/00(2006.01)

H01J 37/32(2006.01)

(56)对比文件

US 5501893 A,1996.03.26,

CN 1551302 A,2004.12.01,

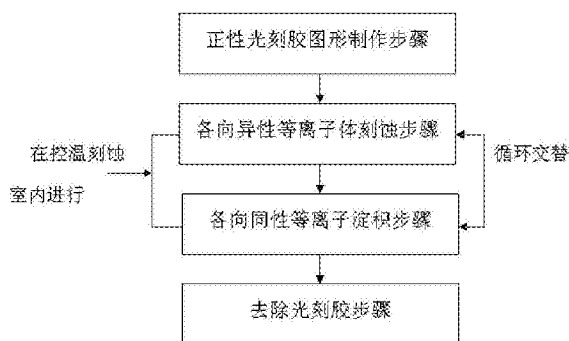
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种控温深硅刻蚀方法

(57)摘要

本发明提供一种控温深硅刻蚀方法,用于感应耦合等离子体刻蚀机,该方法包括:正性光刻胶图形制作步骤,各向异性刻蚀步骤,各向同性淀积步骤,去除光刻胶步骤;其特征在于,该方法采用在所述刻蚀机的多处冷却并采用低温冷却液作为循环冷却液,从而获得低温,并且所述各向异性刻蚀步骤和各向同性淀积步骤交替循环刻蚀是在刻蚀机的等离子体刻蚀室的低温条件下完成的。本发明的有益效果是控温深硅刻蚀方法使交替刻蚀中的各向异性刻蚀步骤延长,各向同性淀积步骤缩短,从而提高刻蚀速率,垂直刻蚀易控制,并且使光刻胶的选择比大大提高。



1. 一种控温深硅刻蚀方法,用于感应耦合等离子体刻蚀机,该方法包括:正性光刻胶图形制作步骤,各向异性刻蚀步骤,各向同性淀积步骤,去除光刻胶步骤;其特征在于,该方法采用在所述刻蚀机的多处冷却并采用低温冷却液作为循环冷却液,从而获得低温,并且所述各向异性刻蚀步骤和各向同性淀积步骤交替循环刻蚀是在刻蚀机的等离子体刻蚀室的低温条件下完成的;

所述刻蚀机包括:主机、射频电源柜、电控柜、气柜、循环冷却机、计算机及操作台;其中主机的核心部件是等离子体源,它是由平面变距螺旋型电感线圈与高频陶瓷介质组成一体,所述陶瓷介质下面是等离子体刻蚀室;在感应耦合等离子体电极与射频电极之间安装环形气体流量分配器,所述感应耦合等离子体电极为上电极,所述射频电极为下电极;

所述刻蚀机的多处冷却是在射频电极、刻蚀室侧壁、刻蚀气路管道设置冷却管路;

所述冷却管路中循环的是低温冷却液;

所述低温冷却液采用的是乙二醇。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述刻蚀室的低温是0-7℃。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在硅片和射频电极之间还放一层石墨毡利于导热。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法的具体步骤是:

(1) 正性光刻胶图形制作步骤:

在厚度为400um 2英寸硅片上,涂上2—10um的光刻胶,曝光、显影后在光刻胶上做出所需的图形;

(2) 各向异性刻蚀步骤:

把做好图形的硅片放入所述感应耦合等离子体刻蚀机上的所述刻蚀室内进行交替刻蚀,其中控温刻蚀室工艺条件是温度:1—3℃,压力:5—6Pa;刻蚀气体SF₆流量130—150sccm,上电极功率800—900W,下电极功率40—50W,刻蚀时间10—14秒;

(3) 各向同性淀积步骤:

淀积气体C₄F₈和CHF₃,C₄F₈流量:80—90sccm,CHF₃流量:5—15sccm;上电极功率500—700W,下电极功率0—10W,淀积时间8—10秒;所述刻蚀步骤和淀积步骤交替循环进行,时间为18—24秒,交替循环30—150次;

(4) 去除光刻胶步骤:

将刻蚀好的硅片,放在丙酮溶液中超声波清洗,将硅片清洗干净,烘干。

一种控温深硅刻蚀方法

技术领域

[0001] 本发明属于微纳加工领域,特别是一种制作微机电系统(MEMS)的深硅刻蚀方法。

背景技术

[0002] 微纳图形加工技术,是制作所有芯片的重要手段,所以世界各国都很重视它的应用与发展。近年来,随着各类电子产品的升级换代,对微纳图形加工技术提出了更高要求,特别是对干法刻蚀的线宽和深度提出了更新的要求(毫米级)。目前深硅刻蚀方法有两种:1)刻蚀和侧壁保护循环交替进行,经多次循环交替刻蚀实现深硅刻蚀的目的。这种深硅刻蚀方法应用比较广泛。缺点:侧壁和刻蚀表面有花纹不光滑,刻蚀和保护垂直性难以控制,保护过头了,刻蚀速率变慢,保护不够侧向刻蚀垂直度不好。2)冷冻刻蚀法,使用刻蚀的气体是SF₆,硅片背面用液氮冷却,只有刻蚀一步就实现了垂直深硅刻蚀。这种方法的优点是:垂直刻蚀易控制,刻蚀速率也比较快。缺点是:冷却比较繁琐,成本比较高,所以至今这种方法没有用起来。

发明内容

[0003] 本发明为了提高刻蚀速率和效果,并减少成本,提供一种控温深硅刻蚀方法。

[0004] 本发明采用的技术方案是提供一种控温深硅刻蚀方法,用于感应耦合等离子体刻蚀机,该方法包括:正性光刻胶图形制作步骤,各向异性刻蚀步骤,各向同性淀积步骤,去除光刻胶步骤;其特征在于,该方法采用在所述刻蚀机的多处冷却并采用低温冷却液作为循环冷却液,从而获得低温,并且所述各向异性刻蚀步骤和各向同性淀积步骤交替循环刻蚀是在刻蚀机的等离子体刻蚀室的低温条件下完成的。

[0005] 进一步地,所述刻蚀室的低温是0-7℃。

[0006] 进一步地,所述刻蚀机包括:主机、射频电源柜、电控柜、气柜、循环冷却机、计算机及操作台;其中主机的核心部件是等离子体源,它是由平面变距螺旋型电感线圈与高频陶瓷介质组成一体,所述陶瓷介质下面是等离子体刻蚀室;在感应耦合等离子体电极(上电极)与射频电极(下电极)之间安装环形气体流量分配器。

[0007] 进一步地,所述刻蚀机的多处冷却是在射频电极、刻蚀室侧壁、刻蚀气路管道设置冷却管路。

[0008] 进一步地,所述冷却管路中循环的是低温冷却液;所述低温冷却液采用的是乙二醇。

[0009] 进一步地,在硅片和射频电极之间还放一层石墨毡利于导热。

[0010] 进一步地,所述方法的具体步骤是:

[0011] (1) 正性光刻胶图形制作步骤:

[0012] 在厚度为400u 2英寸硅片上,涂上2—10u的光刻胶,曝光、显影后在光刻胶上做出所需的图形。

[0013] (2)各向异性刻蚀步骤:

[0014] 把做好图形的硅片放入所述感应耦合等离子体刻蚀机上的所述刻蚀室内进行交替刻蚀,其中控温刻蚀室工艺条件是温度:1—3℃,压力:5—6Pa;刻蚀气体SF₆流量130—150sccm,上电极功率800—900W,下电极功率40—50W,刻蚀时间10—14秒;

[0015] (3)各向同性淀积步骤:

[0016] 淀积气体C₄F₈和CHF₃,C₄F₈流量:80—90sccm,CHF₃流量:5—15sccm;上电极功率500—700W,下电极功率0—10W,淀积时间8—10秒;

[0017] 所述刻蚀步骤和淀积步骤交替循环进行,时间为18—24秒,交替循环30—150次。

[0018] (4)去除光刻胶步骤:

[0019] 将刻蚀好的硅片,放在丙酮溶液中超声波清洗,将硅片清洗干净,烘干。

[0020] 本发明的有益效果是控温深硅刻蚀方法使交替刻蚀中的各向异性刻蚀步骤延长,各向同性淀积步骤缩短,从而提高刻蚀速率,垂直刻蚀易控制,并且使光刻胶的选择比大大提高。

附图说明

[0021] 图1是本发明的工艺流程图;

[0022] 图2是本发明的控温刻蚀室示意图;

[0023] 图3是本发明的深硅刻蚀后的形貌图;

[0024] 图4是本发明中刻蚀后的侧壁垂直度及光滑度示意图。

具体实施方式

[0025] 本发明的方法是使用感应耦合等离子体刻蚀机完成的,该刻蚀机是国产ICP设备最早进入生产线运行的。该刻蚀机结构包括:主机、射频电源柜、电控柜、气柜、循环冷却机、计算机及操作台。其中主机的核心部件是等离子体源,它是由平面变距螺旋型电感线圈与高频陶瓷介质组成一体,陶瓷介质下面是等离子体刻蚀室。所述刻蚀室的圆桶形侧壁埋入了密集的冷却管路。刻蚀室下部是埋入了冷却管路的射频电极,在射频电极上面覆盖一层导热良好的石墨毡,构成了样品台。

[0026] 在感应耦合等离子体电极(上电极)与射频电极(下电极)之间安装环形气体流量分配器。该机结构简单性能优良。

[0027] 本发明的工艺流程包括:正性光刻胶图形制作步骤,各向异性刻蚀步骤,各向同性淀积步骤,去除光刻胶步骤。

[0028] 其中各向异性刻蚀步骤和各向同性淀积步骤交替循环刻蚀是在控温刻蚀室的低温条件下完成的工艺。控温刻蚀室侧壁和下电极内部埋入了冷却管路,刻蚀室外的刻蚀气路外壁,也缠绕着冷却管路。

[0029] 在以上冷却管路中循环的不是水,而是低温冷却液(乙二醇),它的特点是在0℃以下不结冰,这样可获得低温(0—7℃)。它的参与使交替刻蚀中的各向异性刻蚀步骤延长,各向同性淀积步骤缩短,从而提高刻蚀速率,垂直刻蚀易控制,并且使光刻胶的选择比大大提高。

[0030] 另外,为了解决长时间刻蚀在硅片上产生的热积累,在硅片和射频电极(下电极)之间放一层石墨毡(导热材料)。本发明工艺简单易控制。刻蚀表面和侧壁平整光滑。

[0031] **【实施例1】**

[0032] 该实施例包括以下步骤:

[0033] (1) 光刻胶图形制作步骤:

[0034] 在厚度为400u²英寸硅片上,涂上光刻胶,厚度:2u,用光刻机曝光,显影,在光刻胶上做出所需图形;

[0035] (2)各向异性刻蚀步骤:

[0036] 把做好图形的硅片放入所述感应耦合等离子体刻蚀机上的控温刻蚀室内进行交替刻蚀,刻蚀室温度为2℃,压力为5Pa。工艺条件:上电极功率850W,下电极功率40W,刻蚀气体SF₆流量140sccm,刻蚀时间10秒。

[0037] (3) 各向同性等离子体淀积步骤:

[0038] 该步骤用于制作侧壁保护膜,其工艺条件:淀积气体C₄F₈的流量是85sccm和CHF₃的流量是5sccm,上电极功率600W,下电极功率0W,淀积时间8秒。

[0039] 步骤(2)和(3)交替循环刻蚀,交替循环34次,刻蚀深度22u;

[0040] 此实施例刻蚀未经去胶,目的是观察胶的形貌。如图3所示;

[0041] **【实施例2】**,该实施例包括以下步骤:

[0042] (1) 光刻胶图形制作步骤:

[0043] 在厚度为400u²英寸硅片上,涂上光刻胶,厚度:3.5 u,用光刻机曝光,在胶上做出所需图形;

[0044] (2)各向异性刻蚀步骤:

[0045] 把做好图形的硅片放入感应耦合等离子体刻蚀机上的控温刻蚀室内进行交替刻蚀,刻蚀室内温度2℃,压力5.5Pa。工艺条件:上电极功率900W,下电极功率45W,刻蚀气体SF₆,流量150sccm,刻蚀时间14秒。

[0046] (3) 各项同性等离子体淀积步骤:

[0047] 该步骤用于制作侧壁保护膜,其工艺条件淀积气体C₄F₈和CHF₃的流量分别为80sccm和10sccm,上电极功率700W,下电极功率0W,淀积时间10秒。

[0048] 步骤(2)和(3)交替循环刻蚀,交替循环125次。

[0049] (4) 去除光刻胶步骤:

[0050] 把交替刻蚀好的硅片,放进丙酮溶液中,超声波去胶,将硅片清洗干净,烘干。

[0051] 用台阶仪测量刻蚀深度为105u,用SEM观察剖面形貌。如图4所示。

[0052] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点: 1)深硅刻蚀垂直度好;2)深硅垂直刻蚀控制精度高;3)深硅垂直刻蚀选择比高;4)深硅垂直刻蚀深宽比高;5)应用于国产设备,性价比较高。

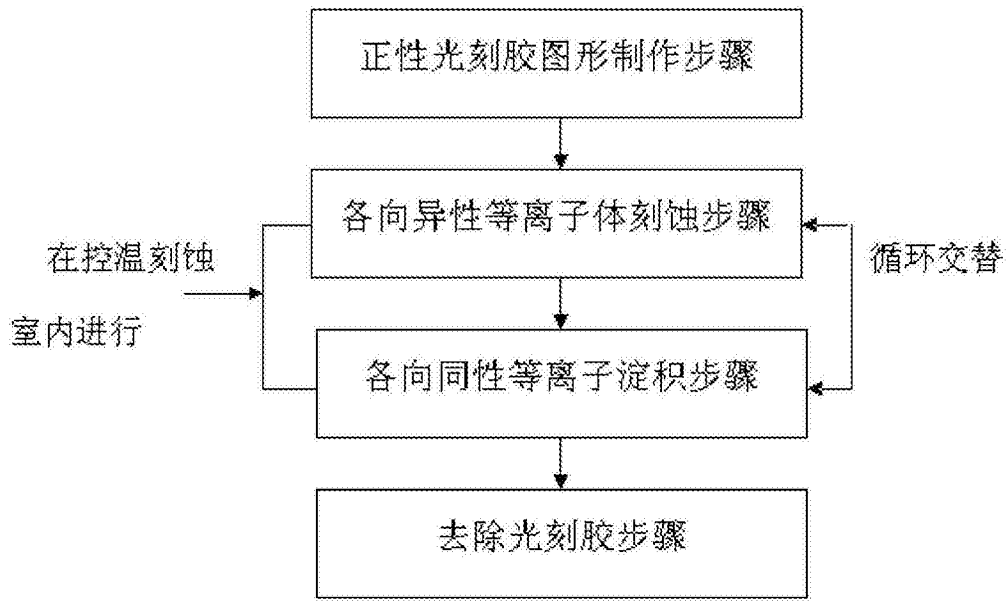


图1

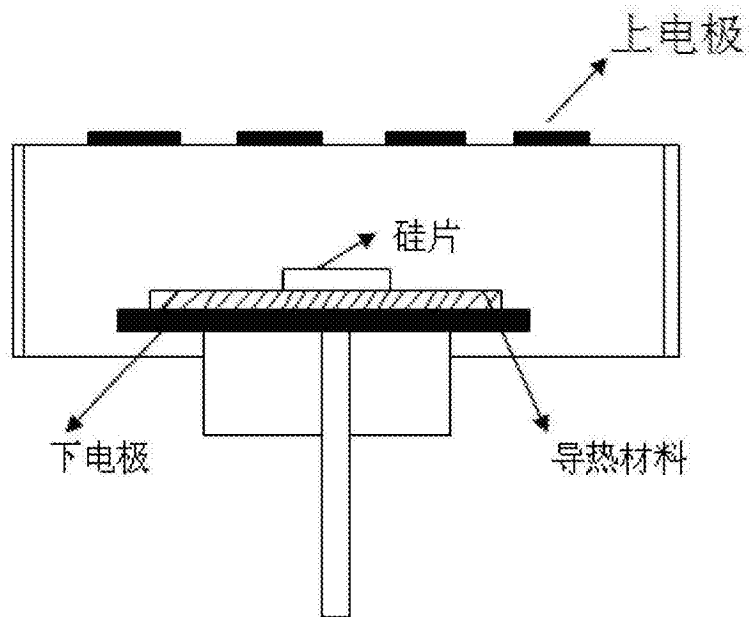


图2

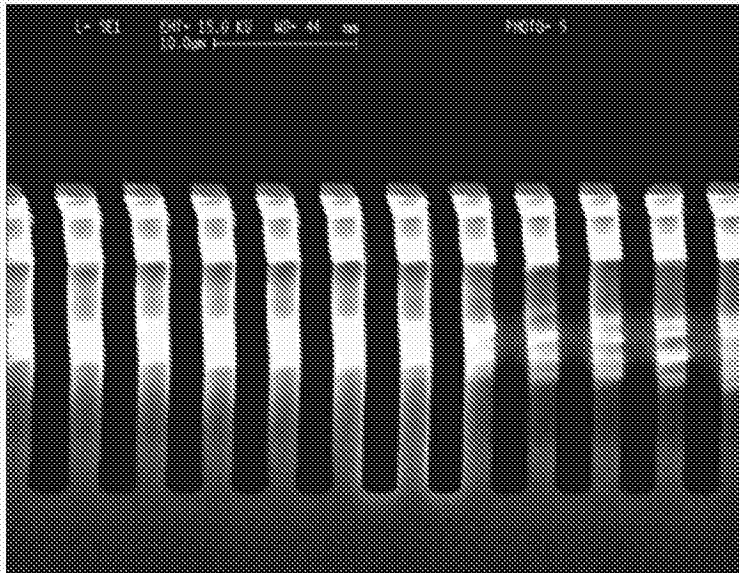


图3

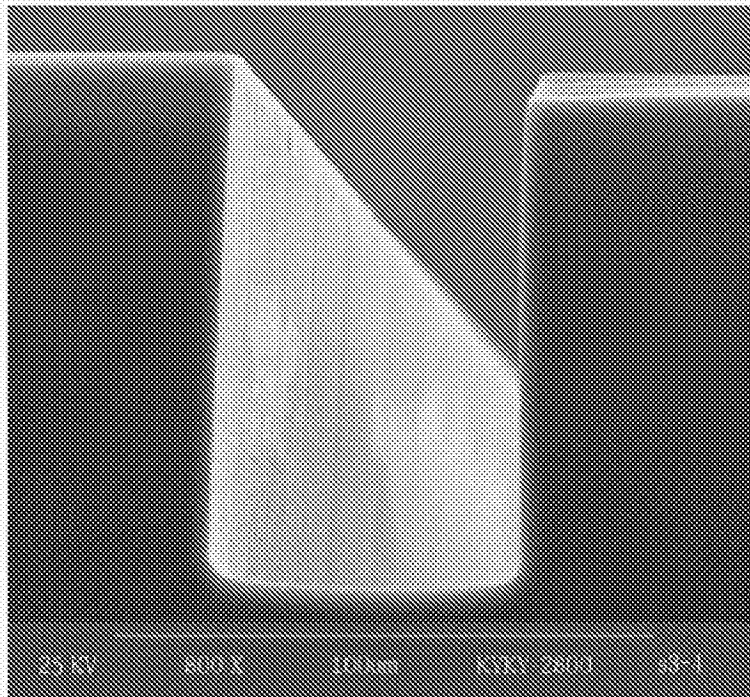


图4