



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103367156 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201210093499. 6

CN 102346368 A, 2012. 02. 08,

(22) 申请日 2012. 03. 31

CN 102117737 A, 2011. 07. 06,

CN 102064096 A, 2011. 05. 18,

(73) 专利权人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

审查员 张雄娥

地址 201203 上海市浦东新区张江路 18 号

(72) 发明人 三重野文健

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 骆苏华

(51) Int. Cl.

H01L 21/336(2006. 01)

H01L 29/78(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102064096 A, 2011. 05. 18,

CN 101542685 A, 2009. 09. 23,

JP H05198817 A, 1993. 08. 06,

US 2008305443 A1, 2008. 12. 11,

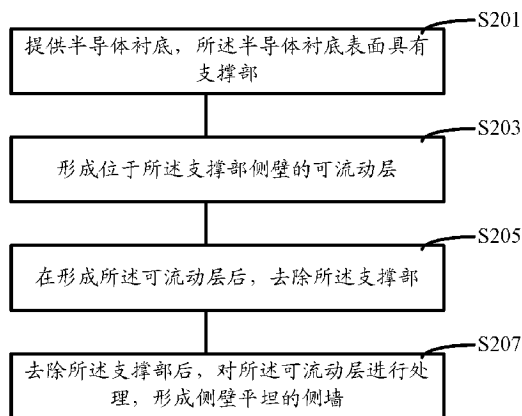
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

半导体器件的形成方法、鳍式场效应管的形成方法

(57) 摘要

一种半导体器件的形成方法,包括:提供半导体衬底,所述半导体衬底表面具有支撑部;形成位于所述支撑部侧壁的可流动层;在形成所述可流动层后,去除所述支撑部;去除所述支撑部后,对所述可流动层进行处理,形成侧壁平坦的侧墙。后续以所述侧壁平坦的侧墙为掩膜,刻蚀所述半导体衬底,形成鳍式场效应管时,形成的鳍部的尺寸沿半导体衬底表面方向的精准度高,质量好,鳍式场效应管的性能稳定。



1. 一种半导体器件的形成方法,其特征在于,包括:
提供半导体衬底,所述半导体衬底表面具有支撑部;
形成位于所述支撑部侧壁的可流动层,所述可流动层的材料为正硅酸乙酯和臭氧,或者所述可流动层的材料为硼磷硅玻璃、硼硅玻璃、磷硅玻璃、聚乙烯氧化硅或聚乙烯氮化硅;
在形成所述可流动层后,去除所述支撑部;
去除所述支撑部后,对所述可流动层进行处理,形成侧壁平坦的侧墙。
2. 如权利要求 1 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,所述可流动层的形成步骤包括:形成覆盖所述半导体衬底、支撑部的顶部和侧壁的可流动薄膜;刻蚀所述可流动薄膜直至暴露出支撑部的顶部和半导体衬底。
3. 如权利要求 2 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,刻蚀所述可流动薄膜的工艺为各向异性的干法刻蚀工艺。
4. 如权利要求 1 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,所述对所述可流动层进行处理的方法为:退火处理、紫外光处理或者等离子处理。
5. 如权利要求 4 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,所述对所述可流动层进行处理时采用的气体包括氧气。
6. 如权利要求 5 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,当对所述可流动层进行退火处理时,采用的气体还包括氮气、氩气或氦气。
7. 如权利要求 4 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,当对所述可流动层进行退火处理时,其工艺参数包括:退火温度 400-600℃,退火时间 3-5 分钟。
8. 如权利要求 1 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,还包括:形成覆盖所述半导体衬底的硬掩膜薄膜,所述支撑部形成于所述硬掩膜薄膜表面。
9. 如权利要求 8 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,所述硬掩膜薄膜采用可流动薄膜形成。
10. 如权利要求 9 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,所述可流动薄膜的材料为:硼磷硅玻璃、硼硅玻璃、磷硅玻璃、聚乙烯氧化硅或聚乙烯氮化硅。
11. 如权利要求 9 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,所述可流动薄膜的材料为正硅酸乙酯和臭氧。
12. 如权利要求 8 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,还包括:以所述侧墙为掩膜刻蚀所述硬掩膜薄膜,形成硬掩膜层;对所述硬掩膜层进行处理,使其侧壁平坦。
13. 如权利要求 12 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,对所述硬掩膜层进行处理,使其侧壁平坦的方法为:退火处理、紫外光处理或者等离子处理。
14. 如权利要求 12 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,对所述可流动层进行处理,形成侧壁平坦的侧墙,以及对所述硬掩膜层进行处理,使其侧壁平坦的工艺在同一步骤进行。
15. 如权利要求 1 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,所述侧墙的材料为氧化硅,所述支撑部的材料为氮化硅。
16. 如权利要求 1 所述的半导体器件的形成方法,其特征在于,所述半导体衬底的材料为单晶硅或绝缘体上硅。

17. 一种鳍式场效应管的形成方法,其特征在于,包括:
提供半导体衬底,所述半导体衬底表面具有支撑部;
形成位于所述支撑部侧壁的可流动层,所述可流动层的材料为正硅酸乙酯和臭氧,或者所述可流动层的材料为硼磷硅玻璃、硼硅玻璃、磷硅玻璃、聚乙烯氧化硅或聚乙烯氮化硅;
在形成所述可流动层后,去除所述支撑部;
去除所述支撑部后,对所述可流动层进行处理,形成侧壁平坦的侧墙;
以所述半导体器件的侧墙为掩膜,刻蚀所述半导体衬底形成鳍部;
去除所述侧墙,暴露出鳍部的顶部;
形成位于刻蚀后的半导体衬底表面、且横跨所述鳍部的顶部和侧壁的栅极结构;
以所述栅极结构为掩膜,向鳍部掺杂形成源 / 漏区。
18. 如权利要求 17 所述的鳍式场效应管的形成方法,其特征在于,所述栅极结构包括:位于所述半导体衬底表面、且横跨所述鳍部的顶部和侧壁的栅介质层;覆盖所述栅介质层的栅电极层。
19. 如权利要求 18 所述的鳍式场效应管的形成方法,其特征在于,所述栅介质层的材料为氧化硅或高 K 介质;所述栅电极层的材料为多晶硅或金属。

半导体器件的形成方法、鳍式场效应管的形成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造技术领域,尤其涉及半导体器件的形成方法、鳍式场效应管的形成方法。

背景技术

[0002] 随着半导体工艺技术的不断发展,工艺节点逐渐减小,后栅 (gate-last) 工艺得到了广泛应用,以获得理想的阈值电压,改善器件性能。但是当器件的特征尺寸 (CD, Critical Dimension) 进一步下降时,即使采用后栅工艺,常规的 MOS 场效应管的结构也已经无法满足对器件性能的需求,多栅器件作为常规器件的替代得到了广泛的关注。

[0003] 鳍式场效应晶体管 (Fin FET) 是一种常见的多栅器件,图 1 示出了现有技术的一种鳍式场效应晶体管的立体结构示意图。如图 1 所示,包括:半导体衬底 10,所述半导体衬底 10 上形成有凸出的鳍部 14,鳍部 14 一般是通过对半导体衬底 10 刻蚀后得到的;介质层 11,覆盖所述半导体衬底 10 的表面以及鳍部 14 的侧壁的一部分;栅极结构 12,横跨在所述鳍部 14 上,覆盖所述鳍部 14 的顶部和侧壁,栅极结构 12 包括栅介质层 (图中未示出) 和位于栅介质层上的栅电极 (图中未示出)。对于 Fin FET,鳍部 14 的顶部以及两侧的侧壁与栅极结构 12 相接触的部分都成为沟道区,即具有多个栅,有利于增大驱动电流,改善器件性能。

[0004] 然而随着工艺节点的进一步减小,现有技术的鳍式场效应晶体管的器件性能存在问题。

[0005] 更多关于鳍式场效应晶体管的结构及形成方法请参考专利号为“US7868380B2”的美国专利。

发明内容

[0006] 本发明解决的问题是提供一种性能好的半导体器件的形成方法、一种鳍式场效应管的形成方法。

[0007] 为解决上述问题,本发明的实施例提供了一种半导体器件的形成方法,包括:

[0008] 提供半导体衬底,所述半导体衬底表面具有支撑部;

[0009] 形成位于所述支撑部侧壁的可流动层;

[0010] 在形成所述可流动层后,去除所述支撑部;

[0011] 去除所述支撑部后,对所述可流动层进行处理,形成侧壁平坦的侧墙。

[0012] 可选地,所述可流动层的材料为:硼磷硅玻璃、硼硅玻璃、磷硅玻璃、聚乙烯氧化硅或聚乙烯氮化硅。

[0013] 可选地,所述可流动层的材料为正硅酸乙酯和臭氧。

[0014] 可选地,所述可流动层的形成步骤包括:形成覆盖所述半导体衬底、支撑部的顶部和侧壁的可流动薄膜;刻蚀所述可流动薄膜直至暴露出支撑部的顶部和半导体衬底。

[0015] 可选地,刻蚀所述可流动薄膜的工艺为各向异性的干法刻蚀工艺。

[0016] 可选地,所述对所述可流动层进行处理的方法为:退火处理、紫外光处理或者等离子处理。

[0017] 可选地,所述对所述可流动层进行处理时采用的气体包括氧气。

[0018] 可选地,当对所述可流动层进行退火处理时,采用的气体还包括氮气、氩气或氦气。

[0019] 可选地,当对所述可流动层进行退火处理时,其工艺参数包括:退火温度 400-600°C,退火时间 3-5 分钟。

[0020] 可选地,还包括:形成覆盖所述半导体衬底的硬掩膜薄膜,所述支撑部形成于所述硬掩膜薄膜表面。

[0021] 可选地,所述硬掩膜薄膜采用可流动薄膜形成。

[0022] 可选地,所述可流动薄膜的材料为:硼磷硅玻璃、硼硅玻璃、磷硅玻璃、聚乙烯氧化硅或聚乙烯氮化硅。

[0023] 可选地,所述可流动薄膜的材料为正硅酸乙酯和臭氧。

[0024] 可选地,还包括:以所述侧墙为掩膜刻蚀所述硬掩膜薄膜,形成硬掩膜层;对所述硬掩膜层进行处理,使其侧壁平坦。

[0025] 可选地,对所述硬掩膜层进行处理,使其侧壁平坦的方法为:退火处理、紫外光处理或者等离子处理。

[0026] 可选地,对所述可流动层进行处理,形成侧壁平坦的侧墙,以及对所述硬掩膜层进行处理,使其侧壁平坦的工艺在同一步骤进行。

[0027] 可选地,所述侧墙的材料为氧化硅,所述支撑部的材料为氮化硅或氮氧化硅。

[0028] 可选地,所述半导体衬底的材料为单晶硅或绝缘体上硅。相应的,发明人还提供了一种鳍式场效应管的形成方法,包括:

[0029] 提供半导体衬底,所述半导体衬底表面具有支撑部;

[0030] 形成位于所述支撑部侧壁的可流动层;

[0031] 在形成所述可流动层后,去除所述支撑部;

[0032] 去除所述支撑部后,对所述可流动层进行处理,形成侧壁平坦的侧墙;

[0033] 以所述半导体器件的侧墙为掩膜,刻蚀所述半导体衬底形成鳍部;

[0034] 去除所述侧墙,暴露出鳍部的顶部;

[0035] 形成位于刻蚀后的半导体衬底表面、且横跨所述鳍部的顶部和侧壁的栅极结构;

[0036] 以所述栅极结构为掩膜,向鳍部掺杂形成源/漏区。

[0037] 可选地,所述栅极结构包括:位于所述半导体衬底表面、且横跨所述鳍部的顶部和侧壁的栅介质层;覆盖所述栅介质层的栅电极层。

[0038] 可选地,所述栅介质层的材料为氧化硅或高 K 介质;所述栅电极层的材料为多晶硅或金属。

[0039] 与现有技术相比,本发明的实施例具有以下优点:

[0040] 首先在所述支撑部侧壁形成覆盖平坦度好的可流动层,后续对所述可流动层进行处理,即可形成侧壁平坦的侧墙,所述侧壁平坦的侧墙后续用以作为掩膜形成半导体器件的各个组成部分时,可以得到精准度更高的所述组成部分,形成的半导体器件的性能稳定。

[0041] 进一步的,还包括:由可流动材料形成的硬掩膜薄膜,以侧壁平坦的侧墙为掩膜刻

蚀所述硬掩膜薄膜,并进行相应处理后,可形成侧壁平坦的硬掩膜层,再以所述侧壁平坦的硬掩膜层为掩膜刻蚀形成半导体器件的各个组成部分时,可以得到精准度更高的所述组成部分,并且,所述组成部分的质量好,形成的半导体器件的性能稳定。

[0042] 采用上述方法形成的鳍式场效应管,由于形成的侧墙的侧壁较为平坦,后续形成的鳍部沿半导体衬底表面方向的尺寸的精准度高,实际形成的尺寸与理想尺寸之间差距较小,形成工艺简单。并且,以侧壁平坦的侧墙为掩膜,先形成侧壁平坦的硬掩膜层,再以所述侧壁平坦的硬掩膜层为掩膜形成鳍部时,所述鳍部不仅沿半导体衬底表面方向的尺寸的精准度高,且形成的鳍部的质量好,形成的鳍式场效应管的性能稳定。

附图说明

[0043] 图 1 是现有技术的鳍式场效应管的立体结构示意图;

[0044] 图 2 是本发明实施例的半导体器件的形成方法的流程示意图;

[0045] 图 3- 图 9 是本发明实施例的半导体器件的形成过程的剖面结构示意图;

[0046] 图 10-12 是本发明实施例的半导体器件的形成过程中 A 处放大后的俯视示意图;

[0047] 图 13 是本发明实施例的鳍式场效应管的形成方法的流程示意图。

具体实施方式

[0048] 正如背景技术所述,现有技术的鳍式场效应管的器件性能存在问题。

[0049] 经过研究,发明人发现,现有技术的鳍式场效应管的器件性能存在问题的其中一个原因是:采用刻蚀工艺形成支撑部,在支撑部的侧壁形成侧墙,然后以所述侧墙为掩膜刻蚀硬掩膜层、半导体衬底,形成鳍部时,由于刻蚀气体将支撑部的侧壁进行了腐蚀,形成的支撑部的侧壁凹凸不平,以侧壁凹凸不平的支撑部作为支撑形成侧墙时,形成的侧墙靠近支撑部的侧壁也存在凹凸不平,并且在后续去除支撑部时,所述侧墙靠近支撑部的侧壁仍然凹凸不平,甚至由于刻蚀气体在凹处和凸处的浓度存在差异,可能进一步加剧了所述侧墙靠近支撑部的侧壁的凹凸不平现象,形成的侧墙的表面粗糙度大,影响后续形成的鳍部的精准度和质量,使鳍式场效应管的器件性能差。

[0050] 进一步的,经过研究,发明人发现,虽然支撑部的侧壁凹凸不平,会影响到侧墙的表面粗糙度,但是若采用具有良好平坦化特性的材料形成位于支撑部侧壁的可流动层,在去除支撑部后,再辅助以退火工艺,对所述可流动层进行处理,会使由可流动层形成的侧墙侧壁的凹凸不平现象大大改善,侧墙的表面粗糙度减小,后续也可以得到精准度和质量更高的鳍部,形成的鳍式场效应管的器件性能好。

[0051] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0052] 请参考图 2,本发明实施例的半导体器件的形成方法,包括:

[0053] 步骤 S201,提供半导体衬底,所述半导体衬底表面具有支撑部;

[0054] 步骤 S203,形成位于所述支撑部侧壁的可流动层;

[0055] 步骤 S205,在形成所述可流动层后,去除所述支撑部;

[0056] 步骤 S207,去除所述支撑部后,对所述可流动层进行处理,形成侧壁平坦的侧墙。

[0057] 具体的,请参考图 3- 图 12,图 3- 图 9 示出了本发明实施例的半导体器件的形成过

程的剖面结构示意图,图 10-12 示出了本发明实施例的半导体器件的形成过程中 A 处放大后的俯视示意图。

[0058] 请参考图 3,提供半导体衬底 300,所述半导体衬底 300 表面覆盖有硬掩膜薄膜 301,所述硬掩膜薄膜 301 表面具有支撑部 303。

[0059] 所述半导体衬底 300 用于为后续工艺提供工作平台,所述半导体衬底 300 的材料为硅衬底或绝缘体上硅(SOI)。本发明的实施例中,所述半导体衬底 300 为单晶硅。

[0060] 所述硬掩膜薄膜 301 用于后续形成硬掩膜层,后续以所述硬掩膜层为掩膜刻蚀所述半导体衬底形成鳍部。所述硬掩膜薄膜 301 的形成工艺为沉积工艺,例如物理气相沉积工艺或化学气相沉积工艺。所述硬掩膜薄膜 301 采用可流动薄膜(flowable film)形成,例如采用硼磷硅玻璃、硼硅玻璃、磷硅玻璃、聚乙烯氧化硅或聚乙烯氮化硅,或正硅酸乙酯和臭氧形成。

[0061] 在本发明的实施例中,所述硬掩膜薄膜 301 为采用低压化学气相沉积工艺(LPCVD)形成,所述低压化学气相沉积工艺采用的反应物为正硅酸乙酯和臭氧。由于所述正硅酸乙酯和臭氧为可流动材料,具有良好的平坦化特性,形成的硬掩膜薄膜 301 表面平坦。

[0062] 需要说明的是,在本发明的其他实施例中,所述硬掩膜薄膜 301 的形成方法还可以为旋涂介电法(SOD),在半导体衬底 300 表面旋涂液体源形成。

[0063] 所述支撑部 303 位于所述硬掩膜薄膜 301 表面,用于后续作为形成侧墙时的支撑。所述支撑部 303 的形成步骤为:形成覆盖所述硬掩膜薄膜 301 的支撑薄膜(未示出);形成位于所述支撑薄膜表面的光刻胶层(未示出),所述光刻胶层覆盖部分支撑薄膜;以所述光刻胶层为掩膜刻蚀所述支撑薄膜,形成支撑部 303。

[0064] 所述支撑部 303 的材料为氮化硅、氮氧化硅、氧化硅或磷硅玻璃,为便于后续的刻蚀工艺,所述支撑部 303 的材料不同于硬掩膜薄膜 301 的材料。在本发明的实施例中,所述支撑部 303 的材料为氮化硅。

[0065] 需要说明的是,以所述光刻胶层为掩膜刻蚀所述支撑薄膜时,由于刻蚀气体将支撑部 303 的侧壁进行了腐蚀,形成的支撑部 303 的侧壁凹凸不平。

[0066] 请结合参考图 4 和 10,图 10 为图 4 中 A 处放大后的俯视示意图。形成位于所述支撑部 303 侧壁的可流动层 305。

[0067] 考虑到支撑部 303 的侧壁凹凸不平,如果直接采用氧化硅、氮氧化硅等材料形成侧墙,那么侧墙靠近支撑部 303 的侧壁也会凹凸不平,后续以所述凹凸不平的侧墙为掩膜刻蚀硬掩膜薄膜 301、半导体衬底 300 时,则会出现较大偏差,使实际形成的鳍部尺寸与理想尺寸相差较大,影响了形成鳍部的精准度和鳍部的质量,导致最终形成的鳍式场效应管的器件性能差。

[0068] 经过研究,发明人发现,虽然支撑部 303 的侧壁凹凸不平,会影响到侧墙的表面粗糙度,但是若采用具有良好平坦化特性的材料形成位于支撑部 303 侧壁的可流动层 305,在去除支撑部 303 后,再辅助以退火工艺,对所述可流动层 305 进行处理,会使由可流动层 305 形成的侧墙侧壁的凹凸不平现象大大改善,侧墙的表面粗糙度减小,后续也可以得到精准度和质量更高的鳍部,形成的鳍式场效应管的器件性能好。

[0069] 所述可流动层 305 用于后续形成侧壁平坦的侧墙。由于可流动层 305 具有良好的平坦化特性,虽然支撑部 303 的侧壁凹凸不平,形成的可流动层 305 的侧壁仍然较为平坦。

所述可流动层 305 的形成步骤包括：形成覆盖所述半导体衬底 300、支撑部 303 的顶部和侧壁的可流动薄膜（未图示）；刻蚀所述可流动薄膜直至暴露出支撑部 303 的顶部和半导体衬底 300。

[0070] 其中，刻蚀所述可流动薄膜的工艺为各向异性的干法刻蚀工艺，在此不再赘述。

[0071] 请结合参考图 5 和图 11，图 11 为图 5 中 A 处放大后的俯视示意图。在形成所述可流动层 305 后，去除所述支撑部 303（图 4 所示）。

[0072] 去除所述支撑部 303，暴露出可流动层 305 的侧壁和硬掩膜薄膜 301 表面，以利于后续对可流动层 305 进行处理。

[0073] 去除所述支撑部 303 的工艺为刻蚀工艺，例如各向异性的干法刻蚀工艺。由于去除所述支撑部 303 的工艺已为本领域技术人员所熟知，在此不再赘述。

[0074] 请结合参考图 6 和图 12，图 12 为图 6 中 A 处放大后的俯视示意图。去除所述支撑部 303（图 4 所示）后，对所述可流动层 305（图 5 所示）进行处理，形成侧壁平坦的侧墙 305a。

[0075] 所述对所述可流动层 305 进行处理，形成侧壁平坦的侧墙 305a，用于后续以侧墙 305a 为掩膜，形成精准度高且质量好的鳍部。

[0076] 对所述可流动层 305 进行处理的方法为：退火处理 (annealing)、紫外光 (UV light) 处理或者等离子处理 (plasma treatment)。对所述可流动层 305 进行处理时采用的气体包括氧气，主要用于将可流动层氧化，形成不可流动的氧化硅。并且，由于可流动层 305 具有良好的平坦化特性，对所述可流动层 305 进行上述处理后，形成的侧墙 305a 侧壁更为平坦。

[0077] 在本发明的实施例中，对所述可流动层 305 进行处理的方法为退火处理。所述退火处理采用的气体除包括氧气外，还包括氮气、氩气或氦气，其工艺参数包括：退火温度 400-600℃，退火时间 3-5 分钟。此工艺参数范围内形成的侧墙 305a 的侧壁更平坦。

[0078] 请参考图 7，以所述侧墙 305a 为掩膜，刻蚀所述硬掩膜薄膜 301（图 3 所示），形成硬掩膜层 301a。

[0079] 所述硬掩膜层 301a 用于后续作为掩膜，刻蚀半导体衬底 300 形成鳍部。所述硬掩膜层 301a 的材料与所述硬掩膜薄膜的 301 材料相同。在本发明的实施例中，所述硬掩膜层 301a 由可流动材料形成，例如硼磷硅玻璃、硼硅玻璃、磷硅玻璃、聚乙烯氧化硅或聚乙烯氮化硅，或正硅酸乙酯和臭氧。由于采形成硬掩膜层 301a 的刻蚀工艺已为本领域技术人员所熟知，在此不再赘述。

[0080] 请参考图 8，去除所述侧墙 305a，并对所述硬掩膜层 301a 进行处理，使所述硬掩膜层 301a 的侧壁平坦。

[0081] 对所述硬掩膜层 301a 进行处理，使其侧壁平坦的方法为：退火处理、紫外光处理或者等离子处理。在本发明的实施例中，通入氧气，以及氮气、氩气或氦气对所述硬掩膜层 301a 进行退火处理，具体请参考有关对可流动层进行处理形成侧墙的方法，在此不再赘述。

[0082] 需要说明的是，在本发明的其他实施例中，也可以在去除支撑部后，以可流动层为掩膜，刻蚀所述硬掩膜薄膜，形成硬掩膜层；然后在同一工艺步骤中对可流动层和硬掩膜层进行处理，形成侧壁平坦的侧墙和侧壁平坦的硬掩膜层；之后，以所述硬掩膜层为掩膜刻蚀所述半导体衬底形成鳍部。

[0083] 请继续参考图 8, 以处理后的硬掩膜层 301a 为掩膜, 刻蚀所述半导体衬底 300 (图 3 所示), 形成鳍部 307, 所述鳍部 307 位于刻蚀后的半导体衬底 300a 表面。

[0084] 所述鳍部 307 由半导体衬底刻蚀后形成。由于本发明的实施例中, 形成的侧墙的侧壁平坦, 而且以所述侧墙为掩膜形成的硬掩膜层 301a 的侧壁也较为平坦, 所以形成的鳍部 307 的沿半导体衬底 300 表面方向的尺寸与侧墙的宽度、硬掩膜层 301a 的宽度相差不大, 有利于形成尺寸精准度高的鳍部 307, 并且由硬掩膜层 301a 的保护, 形成的鳍部 307 的质量好。

[0085] 需要说明的是, 所述刻蚀所述半导体衬底的工艺已为本领域技术人员所熟知, 在此不再赘述。

[0086] 请参考图 9, 去除所述硬掩膜层, 暴露出鳍部 307 的顶部。

[0087] 去除所述硬掩膜层, 以利于后续形成鳍式场效应管。所述去除所述硬掩膜层的工艺已为本领域技术人员所熟知, 在此不再赘述。

[0088] 上述步骤完成之后, 本发明的实施例的半导体器件制作完成。

[0089] 相应的, 请参考图 13, 发明人还提供了一种鳍式场效应管的形成方法, 包括:

[0090] 步骤 S401, 提供半导体衬底, 所述半导体衬底表面具有支撑部;

[0091] 步骤 S403, 形成位于所述支撑部侧壁的可流动层;

[0092] 步骤 S405, 在形成所述可流动层后, 去除所述支撑部;

[0093] 步骤 S407, 去除所述支撑部后, 对所述可流动层进行处理, 形成侧壁平坦的侧墙;

[0094] 步骤 S409, 以所述半导体器件的侧墙为掩膜, 刻蚀所述半导体衬底形成鳍部;

[0095] 步骤 S411, 去除所述侧墙, 暴露出鳍部的顶部;

[0096] 步骤 S413, 形成位于刻蚀后的半导体衬底表面、且横跨所述鳍部的顶部和侧壁的栅极结构;

[0097] 步骤 S415, 以所述栅极结构为掩膜, 向鳍部掺杂形成源 / 漏区。

[0098] 其中, 步骤 S401- 步骤 S411 请参考半导体器件的形成方法中的详细描述, 在此不再赘述。

[0099] 所述栅极结构用于形成鳍式场效应管的栅极, 所述栅极结构包括: 位于所述半导体衬底表面、且横跨所述鳍部的顶部和侧壁的栅介质层; 覆盖所述栅介质层的栅电极层。所述栅介质层的材料为氧化硅或高 K 介质; 所述栅电极层的材料为多晶硅或金属。

[0100] 所述源 / 漏区用于后续形成源 / 漏极。所述源 / 漏区的形成方法为: 以所述栅极结构为掩膜, 向其两侧的鳍部掺杂离子后形成。由于所述掺杂离子的工艺已为本领域技术人员所熟知, 在此不再赘述。

[0101] 上述步骤完成之后, 本发明实施例的鳍式场效应管的制作完成。由于采用本发明实施例的形成方法形成的侧墙的侧壁较为平坦, 后续形成的鳍部沿半导体衬底表面方向的尺寸的精准度高, 实际形成的尺寸与理想尺寸之间差距较小, 形成工艺简单。并且, 以侧壁平坦的侧墙为掩膜, 先形成侧壁平坦的硬掩膜层, 再以所述侧壁平坦的硬掩膜层为掩膜形成鳍部时, 所述鳍部不仅沿半导体衬底表面方向的尺寸的精准度高, 且形成的鳍部的质量好, 形成的鳍式场效应管的性能稳定。

[0102] 综上, 首先在所述支撑部侧壁形成覆盖平坦度好的可流动层, 后续对所述可流动层进行处理, 即可形成侧壁平坦的侧墙, 所述侧壁平坦的侧墙后续用以作为掩膜形成半导

体器件的各个组成部分时,可以得到精准度更高的所述组成部分,形成的半导体器件的性能稳定。

[0103] 进一步的,还包括:由可流动材料形成的硬掩膜薄膜,以侧壁平坦的侧墙为掩膜刻蚀所述硬掩膜薄膜,并进行相应处理后,可形成侧壁平坦的硬掩膜层,再以所述侧壁平坦的硬掩膜层为掩膜刻蚀形成半导体器件的各个组成部分时,可以得到精准度更高的所述组成部分,并且,所述组成部分的质量好,形成的半导体器件的性能稳定。

[0104] 采用上述方法形成的鳍式场效应管,由于形成的侧墙的侧壁较为平坦,后续形成的鳍部沿半导体衬底表面方向的尺寸的精准度高,实际形成的尺寸与理想尺寸之间差距较小,形成工艺简单。并且,以侧壁平坦的侧墙为掩膜,先形成侧壁平坦的硬掩膜层,再以所述侧壁平坦的硬掩膜层为掩膜形成鳍部时,所述鳍部不仅沿半导体衬底表面方向的尺寸的精准度高,且形成的鳍部的质量好,形成的鳍式场效应管的性能稳定。

[0105] 本发明虽然已以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改,因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。

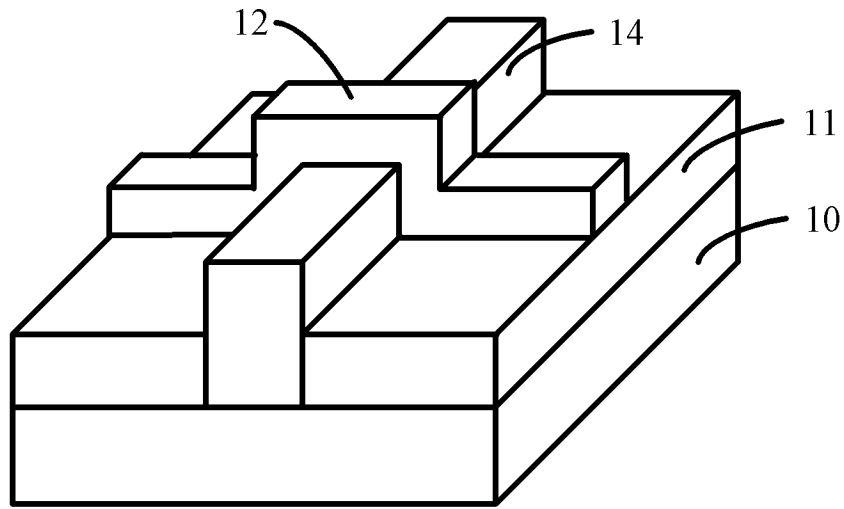


图 1

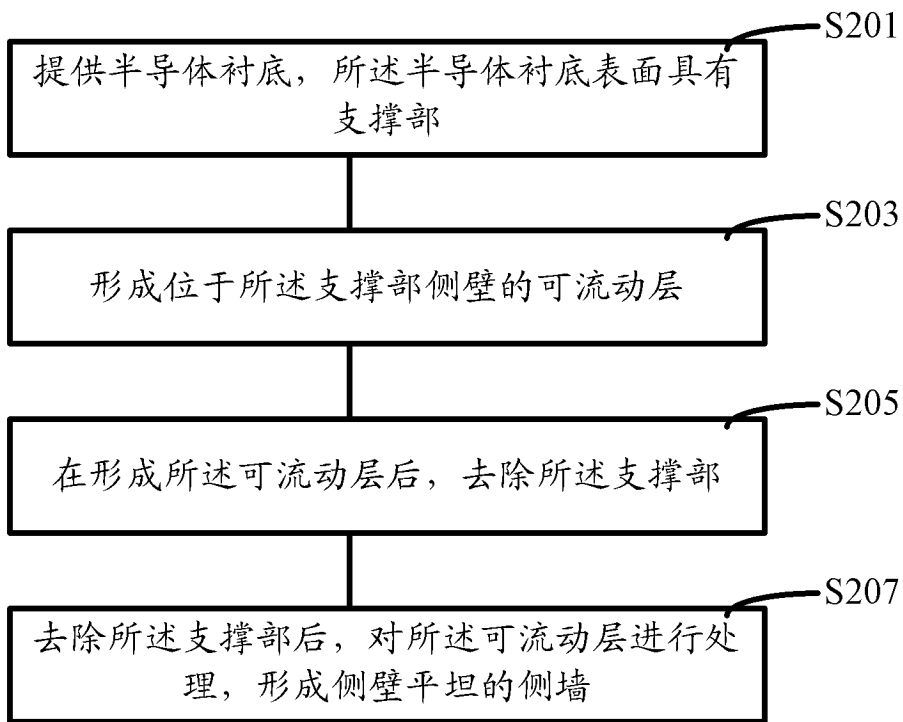


图 2

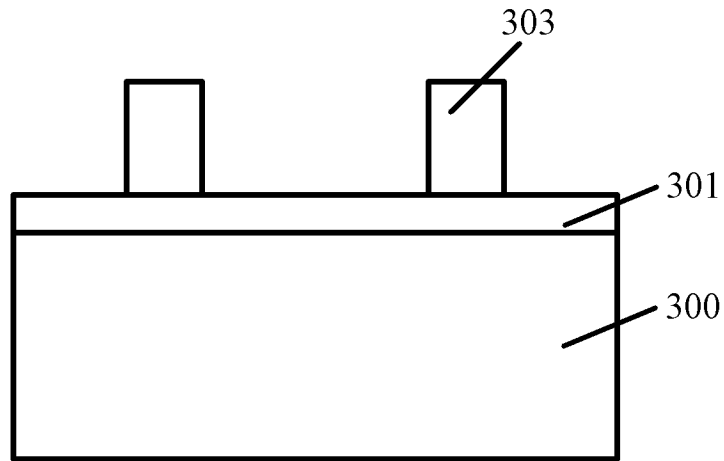


图 3

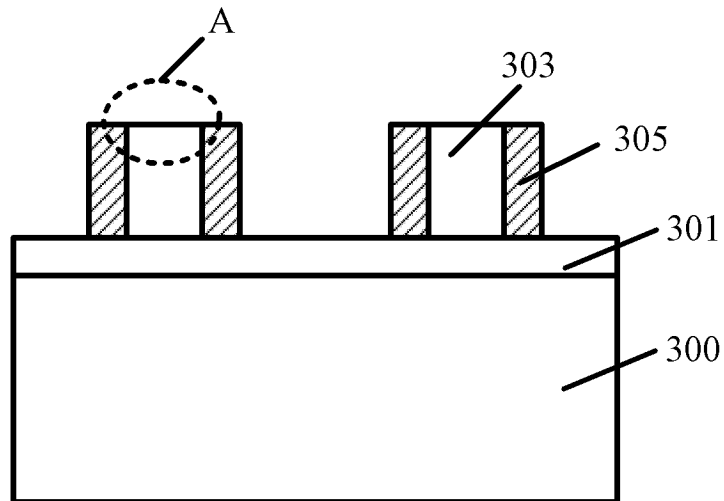


图 4

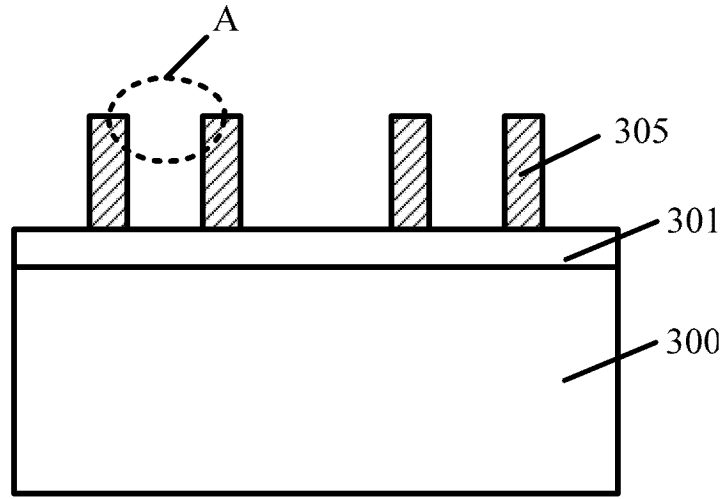


图 5

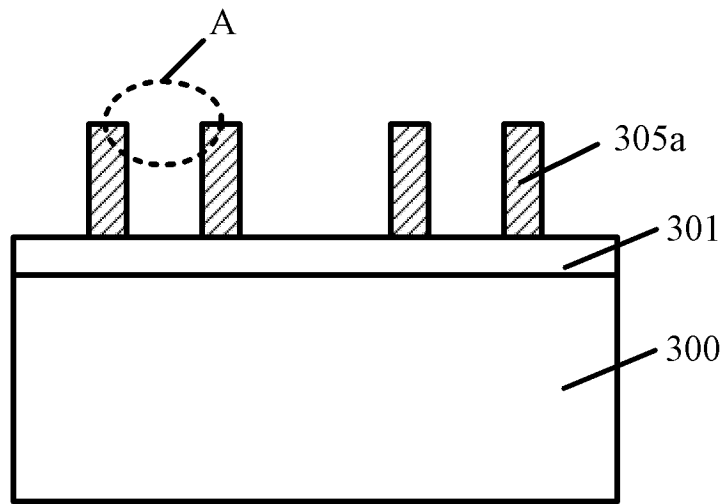


图 6

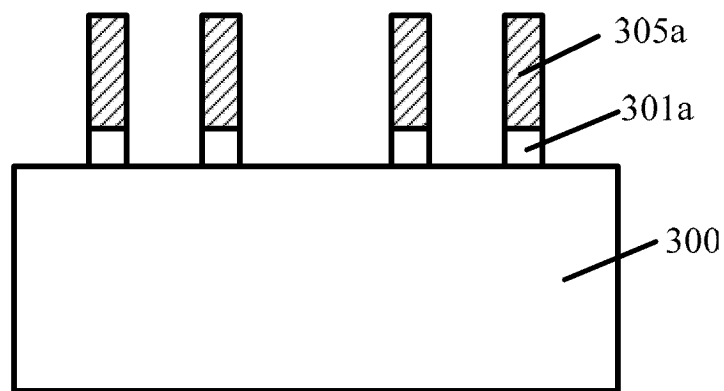


图 7

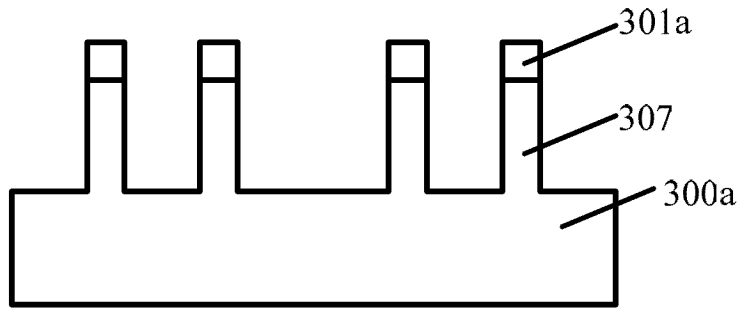


图 8

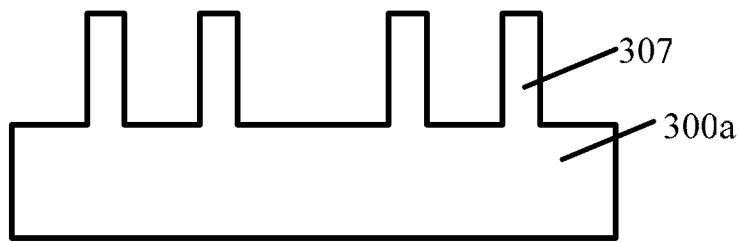


图 9

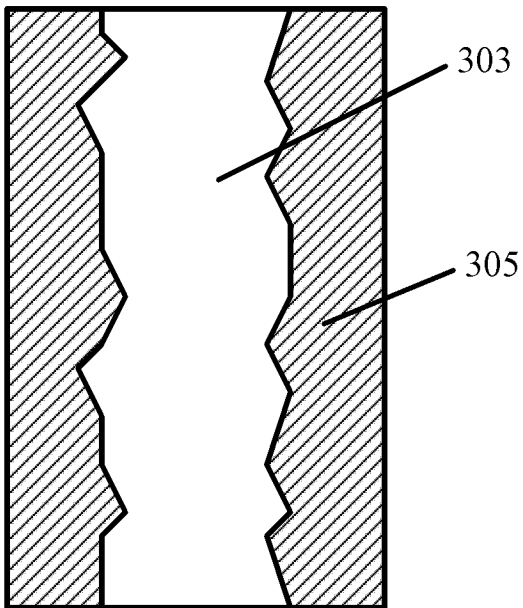


图 10

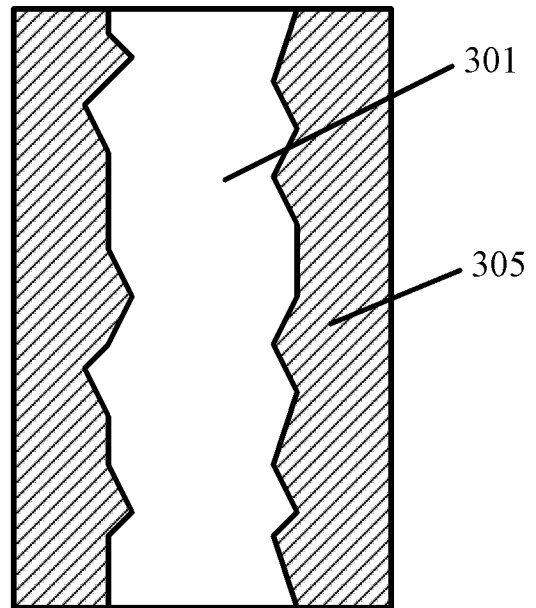


图 11

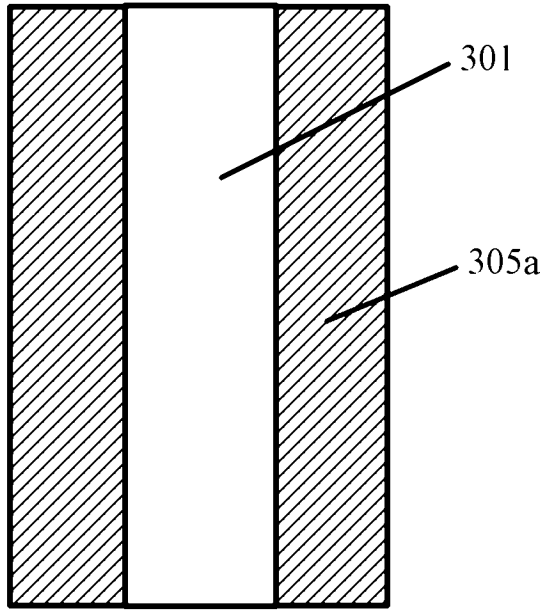


图 12

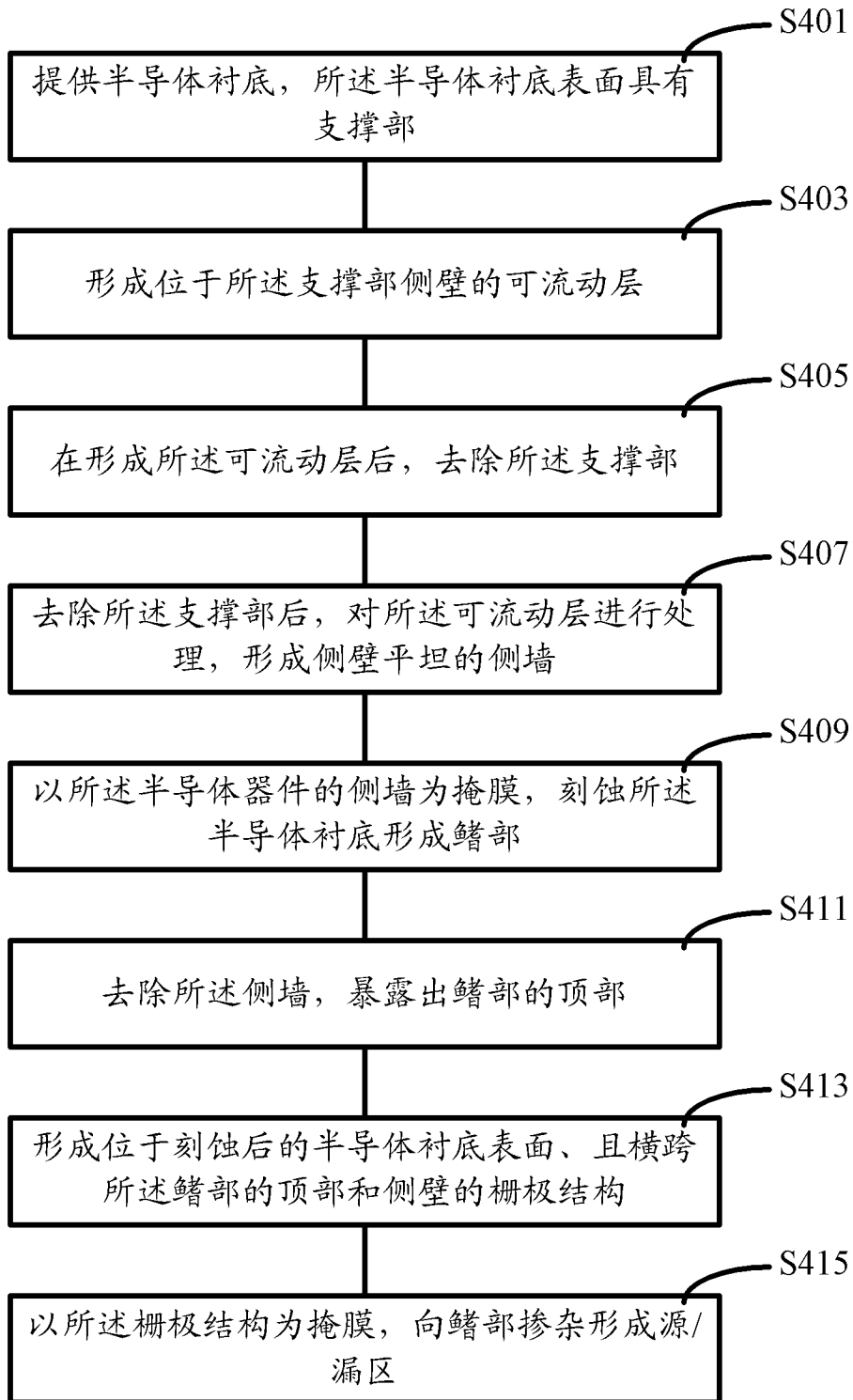


图 13