



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102376552 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201010261589. 2

(22) 申请日 2010. 08. 24

(73) 专利权人 中芯国际集成电路制造(北京)有限公司

地址 100176 北京经济技术开发区文昌大道18号

专利权人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

(72) 发明人 张轲 潘贤俊 车永强

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所(普通合伙) 31237

代理人 屈蘅 李时云

(51) Int. Cl.

H01L 21/265(2006. 01)

G03F 7/42(2006. 01)

G03F 7/38(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101281379 A, 2008. 10. 08,

US 2005/0119142 A1, 2005. 06. 02,

CN 101192525 A, 2008. 06. 04,

审查员 马泽宇

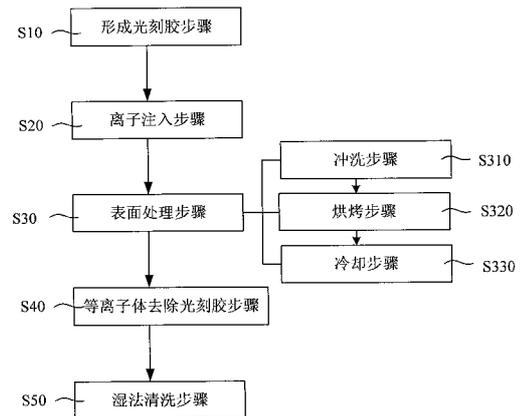
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法

(57) 摘要

本发明提供一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,所述离子注入工艺包括形成光刻胶步骤、离子注入步骤、等离子体去除光刻胶步骤,在所述离子注入步骤和等离子体去除光刻胶步骤之间还包括表面处理步骤,所述表面处理步骤包括:冲洗步骤;烘烤步骤;冷却步骤。本发明中所述离子注入工艺中防止栅极损坏的方法在所述离子注入步骤和等离子体去除光刻胶步骤之间增加表面处理步骤,去除所述离子注入步骤中光刻胶表面形成的硬质表层和光刻胶内部形成的所述聚合物,进而避免了在等等离子体去除光刻胶步骤中,发生等离子体与所述聚合物相互作用产生爆炸,进而避免损伤栅极的情况发生,提高了器件的质量。



1. 一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,所述离子注入工艺包括形成光刻胶步骤、离子注入步骤、等离子体去除光刻胶步骤,其特征在于,在所述离子注入步骤和等离子体去除光刻胶步骤之间还包括表面处理步骤,所述表面处理步骤包括:冲洗步骤,利用溶剂冲洗光刻胶表面,所述溶剂的流量为 $1.0 \times 10^{-3} \sim 1.4 \times 10^{-3} \text{ mL/s}$,冲洗的时间为 $1.2 \sim 1.7 \text{ s}$;烘烤步骤,烘烤所述光刻胶,烘烤的温度为 $215 \sim 235 \text{ }^\circ\text{C}$,烘烤的时间为 $50 \text{ s} \sim 60 \text{ s}$;冷却步骤,冷却所述光刻胶,冷却方法为离子水冷却,冷却的环境温度为 $20 \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

2. 如权利要求1所述的离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,其特征在于,在所述冲洗步骤中,将所述溶剂滴在所述光刻胶表面的同时,水平旋转所述光刻胶,以使所述溶剂均匀地分布在所述光刻胶表面。

3. 如权利要求1或2中所述的离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,其特征在于,在所述冲洗步骤中,所述溶剂为丙二醇单甲基醚与丙二醇甲醚醋酸酯的混合物,其中所述丙二醇单甲基醚的含量为 $65\% \sim 75\%$ 。

4. 如权利要求1所述的离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,其特征在于,在等离子体去除光刻胶步骤中,所述等离子体为氧气等离子体或含有氟的无氧等离子体。

5. 如权利要求4所述的离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,其特征在于,在所述等离子体去除光刻胶步骤后还包括湿法清洗步骤,所述湿法清洗步骤的清洗液为硫酸和臭氧的混合物。

一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法

技术领域

[0001] 发明涉及半导体制造技术领域,尤其涉及一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法。

背景技术

[0002] 随着半导体制造技术的飞速发展,半导体器件为了达到更快的运算速度、更大的数据存储量以及更多的功能,半导体晶片朝向更高的元件密度、高集成度方向发展,CMOS 器件的特征尺寸已经深入深亚微米阶段甚至更小,栅极长度变得越来越细且长度变得较以往更短。现有技术中对于如 43nm 工艺的微亚纳米的 CMOS 器件,晶体管的密度在大幅度提高,在源区和漏区中进行大剂量离子注入成为一种趋势。

[0003] 在半导体衬底上形成栅氧化层和栅极后通常利用光刻胶将 NMOS 器件区域覆盖,而露出 PMOS 器件区域,或先将 PMOS 器件区域覆盖,而露出 NMOS 器件区域。然后利用离子注入工艺注入掺杂离子对露出的器件衬底进行掺杂。这个过程中,由于一定的轰击能量的掺杂离子同时注入到光刻胶中,会与光刻胶的表面反应而在光刻胶的表面形成一层硬质表层。

[0004] 随后,离子注入工艺需要将光刻胶去除,以露出未掺杂的器件并利用光刻胶覆盖已掺杂的器件,然后对露出的器件进行掺杂。申请号为 200610147868. x 的中国专利申请中公开了一种去除光刻胶的方法:采用等离子体除胶工艺结合湿法清洗光刻胶,能够完全去除光刻胶并且能够有效防止衬底表面的硅大量流失,避免严重凹陷出现,从而保证了 CMOS 器件的性能。利用在 O₂ 气体等离子体产生的氧自由基 (O Radical) 等活性种,灰化去除光刻胶。等离子体除胶工艺为一种等离子体作为媒介的剥离方法,通过该方法是利用等离子体将光刻胶、有机罩面或聚合物残留物从衬底剥离或取出。

[0005] 图 1 为现有技术中离子注入工艺的流程,图 1 所示,所述离子注入工艺首先进行形成光刻胶步骤 S10', 然后进行离子注入步骤 S20', 在离子注入步骤 S20' 后进行用于去除光刻胶的等离子体去除光刻胶步骤 S40' 和湿法清洗步骤 S50', 图 2 为现有离子注入工艺中离子注入步骤 S20' 后器件剖面图。如图 2 所示,所述器件包括衬底 10 和位于衬底上的氧化层 11, 以及位于所述氧化层 11 表面的栅极 12。在离子注入步骤 S20' 后,具有一定的轰击能量的掺杂离子注入到光刻胶 14 中不仅在表面形成硬质表层 13, 部分能量不稳定的杂质离子还会深入到硬质表层 13 下方的光刻胶 14 内部, 与光刻胶 14 反应后形成聚合物 15。图 3 为现有离子注入工艺中等等离子体去除光刻胶步骤 S40' 的器件剖面图, 采用等离子体 200 去除所述硬质表层 13 或去除所述硬质表层 13 和部分光刻胶 14 时, 具有高能量、高热量的等离子体 200 还与位于硬质表层 13 下方光刻胶 14 内部的聚合物 15 相撞, 撞击产生的能量被所述硬质表层 13 所束缚因而无法释放, 则不稳定的聚合物 15 就会发生爆炸 300, 极有可能会损伤栅极 12。图 4 为现有离子注入工艺去除光刻胶后栅极的局部放大图。从图 4 中可以看出, 在离子注入步骤 S20' 后直接进行等等等离子体去除光刻胶步骤 S40', 会在栅极 12 的表面出现大量凹坑 400, 对栅极 12 造成很大的损伤, 影响器件的质量。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是,提供一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,避免在光刻胶去除过程中,在所述光刻胶内部形成的聚合物在等离子体去除光刻胶步骤中与等离子体强烈撞击、相互作用、产生的大量能量因为硬质表层阻隔不能释放而发生爆炸,从而损伤栅极的问题。

[0007] 为解决上述问题,本发明提供一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,所述离子注入工艺包括形成光刻胶步骤、离子注入步骤、等离子体去除光刻胶步骤,其特征在于,在所述离子注入步骤和等离子体去除光刻胶步骤之间还包括表面处理步骤,所述表面处理步骤包括:冲洗步骤,利用溶剂冲洗光刻胶表面;烘烤步骤,烘烤所述光刻胶;冷却步骤,冷却所述光刻胶。

[0008] 进一步的,在所述冲洗步骤中,将所述溶剂滴在所述光刻胶表面的同时,水平旋转所述光刻胶,以使所述溶剂均匀地分布在所述光刻胶表面。

[0009] 进一步的,在所述冲洗步骤中,所述溶剂为丙二醇单甲基醚(Propylene Glycol Monomethyl Ether)与丙二醇甲醚醋酸酯(Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate)的混合物,其中所述丙二醇单甲基醚的含量为65%~75%。

[0010] 进一步的,在所述冲洗步骤中,所述溶剂的流量为 $1.0 \times 10^{-3} \sim 1.4 \times 10^{-3}$ mL/s。

[0011] 较佳的,在所述冲洗步骤中,所述冲洗的时间为1.2~1.7s。

[0012] 进一步的,在所述烘烤步骤中,烘烤的温度为215~235℃。

[0013] 较佳的,在所述烘烤步骤中,烘烤的时间为50s~60s。

[0014] 进一步的,在所述冷却步骤中,冷却方法为离子水冷却。

[0015] 较佳的,在所述冷却步骤中,冷却的环境温度为20~30℃。

[0016] 进一步的,在等离子体去除光刻胶步骤中,所述等离子体为氧气等离子体或含有氟的无氧等离子体。。

[0017] 进一步的,在所述等离子体去除光刻胶步骤后还包括湿法清洗步骤,所述湿法清洗步骤的清洗液为硫酸和臭氧的混合物。

[0018] 综上所述,本发明中所述离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,在现有技术所述离子注入步骤之后、所述等离子体去除光刻胶步骤和湿法清洗步骤之前增加表面处理步骤,所述表面处理步骤包括用以去除硬质表层的冲洗步骤、用以排出在光刻胶内部形成的聚合物的烘烤步骤和冷却步骤,从而在所述等离子体去除光刻胶步骤之前去除所述硬质表层和所述聚合物,进而避免了在等离子体去除光刻胶步骤中,发生等离子体与所述聚合物相互作用产生爆炸,进而避免损伤栅极的情况发生,提高了器件的质量。

附图说明

[0019] 图1为现有技术中离子注入工艺的流程图。

[0020] 图2为现有离子注入工艺中离子注入步骤后器件剖面图。

[0021] 图3为现有离子注入工艺中等离子体去除光刻胶步骤的器件剖面图。

[0022] 图4为现有离子注入工艺去除光刻胶后栅极的局部放大图。

[0023] 图5为根据本发明一实施例离子注入工艺中防止栅极损坏的方法的流程图。

[0024] 图 6 为本发明一实施例离子注入步骤后器件剖面图。

[0025] 图 7 为本发明一实施例冲洗步骤后器件剖面图。

[0026] 图 8 为本发明一实施例烘烤步骤的器件剖面图。

[0027] 图 9 为本发明一实施例离子注入工艺去除光刻胶后栅极的局部放大图。

具体实施方式

[0028] 为使发明的内容更加清楚易懂,以下结合说明书附图,对发明的内容作进一步说明。当然发明并不局限于该具体实施例,本领域内的技术人员所熟知的一般替换也涵盖在发明的保护范围内。

[0029] 其次,发明利用示意图进行了详细的表述,在详述发明实例时,为了便于说明,示意图不依照一般比例局部放大,不应以此作为对发明的限定。

[0030] 发明的核心思想是:通过提供一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,在现有技术所述离子注入步骤之后、所述等离子体去除光刻胶步骤之前增加表面处理步骤,包括用以去除光刻胶表面硬质表层的冲洗步骤、用以排出光刻胶内部形成的聚合物的烘烤步骤和冷却步骤,从而在所述等离子体去除光刻胶步骤之前去除所述硬质表层和所述聚合物,从而避免了在等离子体去除光刻胶步骤中,发生等离子体与所述聚合物相互作用产生爆炸,进而损伤栅极的情况发生,保证器件的质量。

[0031] 图 5 为根据本发明一实施例离子注入工艺中防止栅极损坏的方法的流程图,请结合图 5 和上述核心思想,本发明提供一种离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,所述离子注入工艺包括形成光刻胶步骤 S10、离子注入步骤 S20、等离子体去除光刻胶步骤 S40,在所述离子注入步骤 S20 和等离子体去除光刻胶步骤 S40 之间还包括表面处理步骤 S30,所述表面处理步骤 S30 包括:冲洗步骤 S310,利用溶剂冲洗光刻胶表面,以去除硬质表层;烘烤步骤 S320,烘烤所述光刻胶;冷却步骤 S330,冷却所述光刻胶。

[0032] 图 6 为本发明一实施例离子注入步骤后器件剖面图,请结合图 5 和图 6,所述器件包括位于所述衬底 20 上的氧化层 21,以及位于所述氧化层上的栅极 22。所述氧化层 21 和所述栅极 22 通过光刻涂胶步骤 S10 形成光刻胶 24,在所述离子注入步骤 S20 后,所述掺杂离子与所述光刻胶 24 相互作用,在所述光刻胶 24 的表面形成一层坚硬的硬质表层 23 以及在所述光刻胶 24 内部形成聚合物 25。进一步的,在所述冲洗步骤 S310 中,将所述溶剂滴在所述光刻胶表面的同时,水平旋转所述光刻胶 24,以使所述溶剂均匀地分布在所述光刻胶 24 表面;所述溶剂为丙二醇单甲基醚与丙二醇甲醚醋酸酯的混合物,其中所述丙二醇单甲基醚的含量为 65%~75%;所述溶剂的流量为 $1.0 \times 10^{-3} \sim 1.4 \times 10^{-3} \text{ mL/s}$;所述冲洗的时间为 1.2~1.7s。图 7 为本发明一实施例冲洗步骤 S310 后器件剖面图,如图 7 所示,在所述冲洗步骤 S310 中,所述溶剂将所述光刻胶 24 表面的硬质表层 23 溶解。所述溶剂是光刻工艺中常用的去光阻溶剂,使用广泛且方便,流量经实验证实能够是硬质表层 23 得到充分溶解。

[0033] 进一步的,在所述烘烤步骤中,烘烤的温度为 215~235℃。在所述烘烤步骤中,烘烤的时间为 50s~60s。图 8 为本发明一实施例烘烤步骤的器件剖面图,如图 8 所示,在所述烘烤步骤 S320 中,所述聚合物 25 接收能量变得活跃,则从所述光刻胶 24 中分离出去。光刻胶 24 的主要成分是水,在烘烤过程中会挥发变薄,聚合物 25 会随之挥发出来。

[0034] 进一步的,在所述冷却 S330 步骤中,冷却方法为离子水冷却;冷却的环境温度为 20 ~ 30℃。采用离子水冷却的降温速度快,当器件要回到常温状态才能进行后续工艺,否则会有应力产生导致破损。

[0035] 进一步的,在所述等离子体去除光刻胶步骤 S40 中,所述等离子体为氧气等离子体或含有氟的无氧等离子体。本领域技术人员可以根据离子注入计量、能量、离子注入时间等的不同,通过调整灰化的时间和产生的氧气等离子体射频功率以保证完全去除不同离子注入计量和能量下形成的不同厚度的光刻胶 24。

[0036] 进一步的,在所述湿法清洗步骤 S50 中,湿法清洗所述光刻胶的清洗液为硫酸和臭氧的混合物。采用硫酸 (H_2SO_4) 和臭氧 (O_3) 的混合物作为清洗液酸氧化性强,可以有效溶解光刻胶,并且与器件的衬底 20 和栅极 22 不发生反应,清洗的工艺温度可以为 140 ~ 160℃,优选的在 150℃ 下清洗光刻胶 24。

[0037] 图 9 为本发明一实施例离子注入工艺中除胶步骤后栅极的局部放大图,从图 9 中可以看到,采用本发明一实施例中光刻胶的除胶方法,所述栅极 22 表面没有出现凹坑等损伤,提高了器件的质量。

[0038] 综上所述,本发明中所述离子注入工艺中防止栅极损坏的方法,在现有技术所述离子注入步骤之后、所述等离子体去除光刻胶步骤和湿法清洗步骤之前增加表面处理步骤,所述表面处理步骤包括用以去除硬质表层的冲洗步骤、用以排出光刻胶内部聚合物的烘烤步骤和冷却步骤,从而在所述等离子体去除光刻胶步骤之前去除所述硬质表层和所述聚合物,进而避免了在等离子体去除光刻胶步骤中,发生等离子体与所述聚合物相互作用产生爆炸,进而避免损伤栅极的情况发生,提高了器件的质量。

[0039] 虽然发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定发明,任何所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离发明的精神和范围内,当可作些许的更动与润饰,因此发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

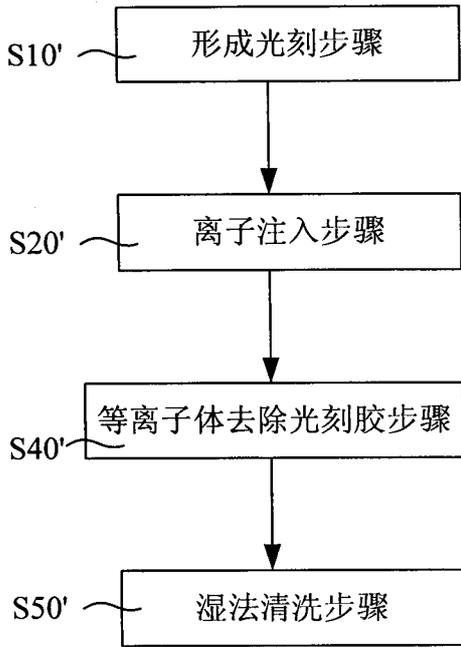


图 1

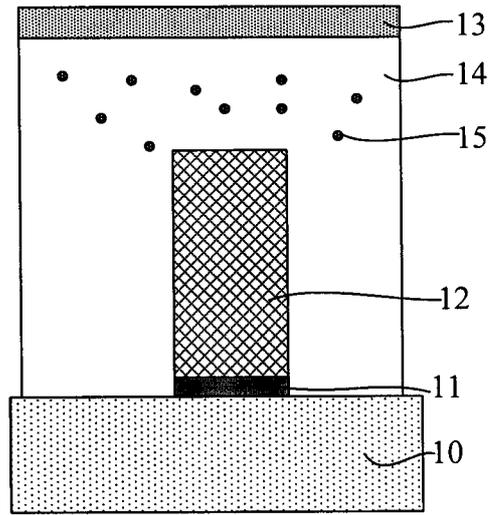


图 2

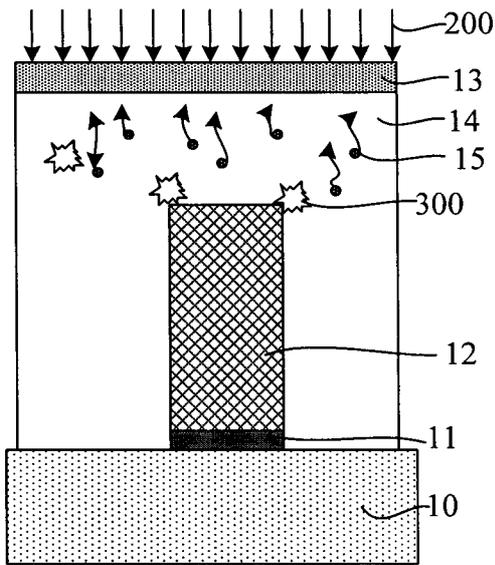


图 3

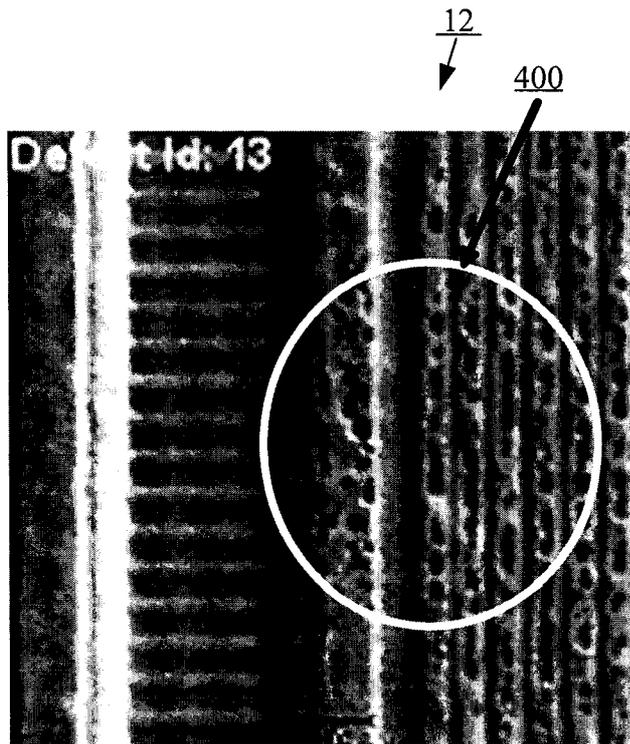


图 4

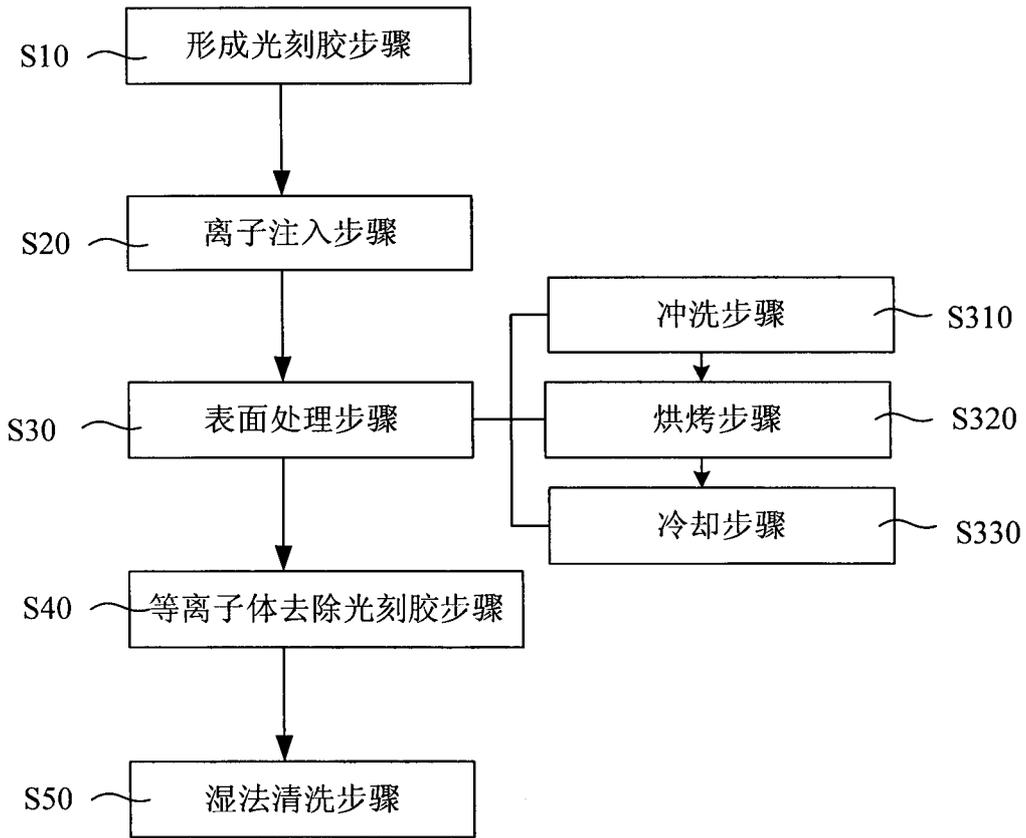


图 5

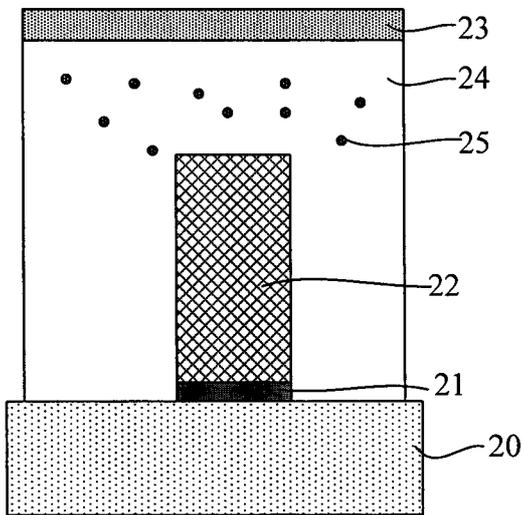


图 6

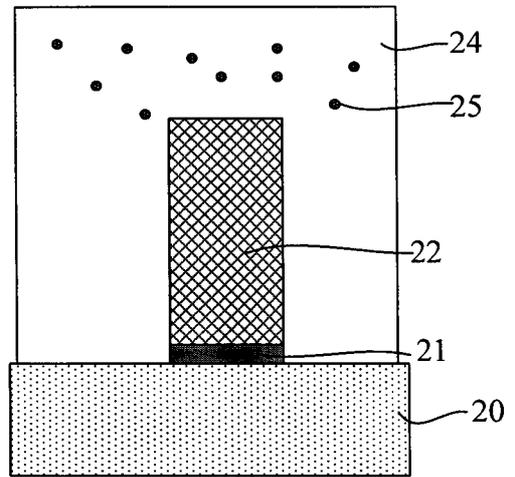


图 7

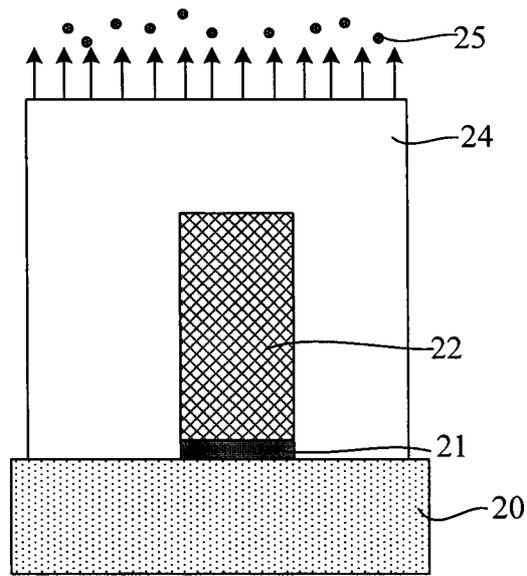


图 8

22
↓

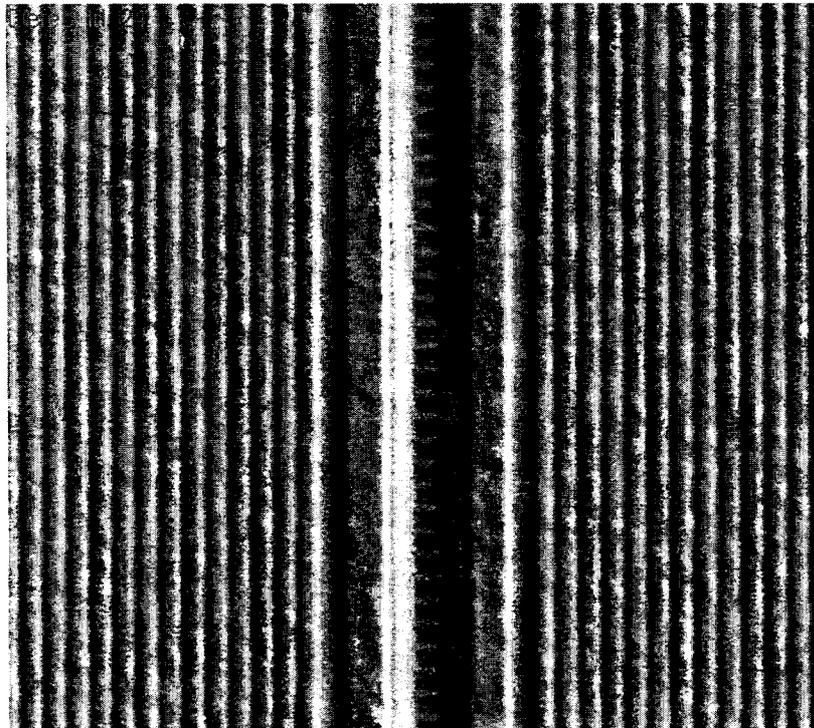


图 9