



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102522425 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201110440342. 1

(22) 申请日 2011. 12. 23

(73) 专利权人 上海华虹宏力半导体制造有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园区祖冲之路 1399 号

(72) 发明人 董金珠 胡君 韩峰 刘冬华 石晶 段文婷 钱文生

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 刘昌荣

(51) Int. Cl.

H01L 29/737(2006. 01)

H01L 29/08(2006. 01)

H01L 21/331(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1646084 A1, 2006. 04. 12,
US 2002160562 A1, 2002. 10. 31,
CN 101819994 A, 2010. 09. 01,
EP 2315238 A1, 2011. 04. 27,
CN 102104062 A, 2011. 06. 22,
CN 102103997 A, 2011. 06. 22,

审查员 高莺然

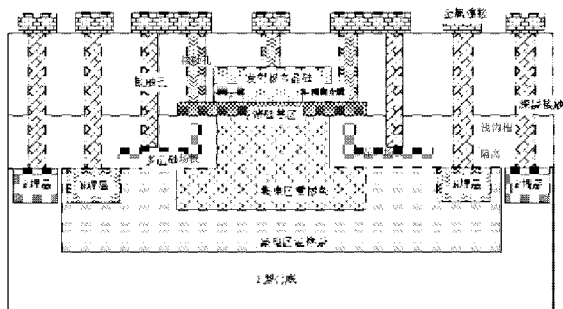
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构及制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构,包括衬底、两个 P 埋层、两个 N 埋层、浅沟槽隔离结构、集电区、锗硅基区、发射区、接触孔和深阱接触孔, N 埋层分别连接在集电区两侧,并与深阱接触孔连接,以引出集电区;浅沟槽隔离结构中制作有与锗硅基区连接的多晶硅场板。本发明还公开了上述结构的锗硅 HBT 的制备方法。本发明通过在有源区两侧制作 N 型重掺杂埋层,在场氧区引入基区场板,并将集电区划分为轻掺杂和重掺杂区,通过深接触孔引出,不仅大大缩减了器件的尺寸,而且改善了集电区的电场分布,提高了 BC 结击穿电压,进而提高了锗硅 HBT 器件的击穿电压。



1. 超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构,包括衬底、两个 P 埋层、集电区、锗硅基区和发射区,锗硅基区和发射区的电极通过接触孔引出;其特征在于,所述集电区两侧分别连接有一个 N 埋层,该 N 埋层位于 P 埋层旁,且该 N 埋层上连接有一个深阱接触孔;N 埋层和 P 埋层上方有浅沟槽隔离结构,该浅沟槽隔离结构中包含有多晶硅场板,该多晶硅场板通过金属引线与锗硅基区连接。

2. 根据权利要求 1 所述的超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构,其特征在于,在锗硅基区下方、两 N 埋层之间的倒 T 型集电区为 N 型轻掺杂区,其余集电区为 N 型重掺杂。

3. 根据权利要求 2 所述的超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构,其特征在于,轻掺杂集电区的杂质离子浓度为 $1.0E11 \sim 1.0E13atoms/cm^2$,重掺杂集电区的杂质离子浓度为 $1.0E13 \sim 1.0E15atoms/cm^2$ 。

4. 权利要求 1 所述结构的 HBT 晶体管器件的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

- 1) 通过光刻和离子注入工艺,在衬底上形成 N 埋层和 P 埋层;
- 2) 光刻浅槽隔离结构,并依次淀积底部隔离介质和掺杂多晶硅;
- 3) 刻蚀多晶硅,形成多晶硅场板;
- 4) 淀积隔离介质层,将多晶硅场板埋于隔离介质层内部;
- 5) 通过离子注入工艺形成 N 型掺杂集电区;
- 6) 依次淀积锗硅外延基区和 N 型掺杂的发射极多晶硅;
- 7) 刻蚀接触孔,引出集电区、基区和发射区的电极。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,步骤 1),所述 N 埋层中注入的是磷或砷,注入剂量为 $1E14 \sim 1E16cm^{-2}$,注入能量为 $2 \sim 50KeV$;所述 P 埋层中注入的是硼或氟化硼,注入剂量为 $1E14 \sim 1E16cm^{-2}$,注入能量为 $2 \sim 30KeV$ 。

6. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,步骤 2),所述多晶硅中掺杂的杂质的体浓度为 $1E18 \sim 1E21atoms/cm^3$ 。

7. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,步骤 5),在锗硅外延基区下方、两 N 埋层之间的倒 T 型集电区进行轻掺杂,其余集电区进行重掺杂。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其特征在于,轻掺杂集电区的杂质离子注入剂量为 $1.0E11 \sim 1.0E13atoms/cm^2$,重掺杂集电区的杂质离子注入剂量为 $1.0E13 \sim 1.0E15atoms/cm^2$ 。

9. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,步骤 6),所述发射极多晶硅中的杂质浓度大于或等于 $2E15cm^{-2}$ 。

10. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,步骤 7),所述接触孔内生长有钛 / 氮化钛层,并填入了金属钨。

超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构及制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体集成电路制造领域,特别是涉及超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构及制备方法。

背景技术

[0002] 由于现代通信对高频带下高性能、低噪声和低成本的射频组件的需求,传统的硅(Si)材料器件已无法满足性能规格、输出功率和线性度的要求,功率锗硅异质结双极型晶体管(SiGe HBT)则在更高、更宽的频段的功放中发挥重要作用。与砷化镓器件相比,SiGe HBT 虽然在频率上还处劣势,但凭着更好的热导率和良好的衬底机械性能,较好地解决了功放的散热问题。此外,SiGe HBT 还具有更好的线性度、更高集成度。由于 SiGe HBT 仍然属于硅基技术,因此和 CMOS 工艺有良好的兼容性,SiGe BiCMOS 工艺为功放与逻辑控制电路的集成提供了极大的便利,也降低了工艺成本。

[0003] 国际上目前已经广泛采用 SiGe HBT 作为高频大功率功放器件应用于无线通讯产品,如手机中的功率放大器和低噪声放大器等。为了提高射频功率放大器的输出功率,在器件正常工作范围内,提高工作电流和提高工作电压都是有效的方式。对于锗硅 HBT 而言,高耐压器件可使电路在相同功率下获得较小电流,从而降低功耗,因而需求广泛,因此,如何在保持器件的特征频率的同时,进一步提高 SiGe HBT 耐压,越来越成为锗硅 HBT 器件的研究热点。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构,它可以在保持 SiGe HBT 器件特征频率的同时,提高器件的击穿电压。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构,包括衬底、两个 P 埋层、集电区、锗硅基区和发射区;所述集电区两侧分别连接有一个 N 埋层,该 N 埋层位于 P 埋层旁,且该 N 埋层上连接有一个深阱接触孔;N 埋层和 P 埋层上方有浅沟槽隔离结构,该浅沟槽隔离结构中包含有多晶硅场板,该多晶硅场板通过金属引线与锗硅基区连接;锗硅基区和发射区的电极通过普通接触孔引出。

[0006] 本发明要解决的另一技术问题是提供上述结构的超高压锗硅 HBT 晶体管器件的制备方法。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明的超高压锗硅 HBT 晶体管器件的制备方法,包括以下步骤:

[0008] 1) 通过光刻和离子注入工艺,在衬底上形成 N 埋层和 P 埋层;

[0009] 2) 光刻浅槽隔离结构,并依次淀积底部隔离介质和掺杂多晶硅;

[0010] 3) 刻蚀多晶硅,形成多晶硅场板;

[0011] 4) 淀积隔离介质层,将多晶硅场板埋于隔离介质层内部;

[0012] 5) 通过离子注入工艺形成 N 型掺杂集电区;

[0013] 6) 依次淀积锗硅外延基区和 N 型掺杂的发射极多晶硅；

[0014] 7) 刻蚀接触孔, 引出集电区、基区和发射区的电极。

[0015] 与传统结构的超高压锗硅 HBT 晶体管器件相比, 本发明具有以下优点和有益效果:

[0016] 1. 本发明弃用了传统超高压锗硅 HBT 晶体管器件中均匀的 N 型埋层, 只在锗硅 HBT 有源区两侧的场氧区下面制作 N 型重掺杂的埋层, 并通过在场氧区刻蚀深接触孔, 直接连接埋层, 引出集电区, 如此就不再需要使用有源区来实现埋层电极的引出, 从而极大地缩减了器件的尺寸和面积。

[0017] 2. 本发明通过将集电区划分为轻掺杂区和重掺杂区, 将传统 HBT 的集电区 / 基区 (BC) 结的一维耗尽模式改变为既有向衬底方向的纵向展宽, 又有向埋层方向的横向延伸的二维分部模式, 从而提高了 BC 结之间的结击穿电压, 进而提高了 HBT 器件的击穿电压。

[0018] 3. 本发明引入了基区场板, 改善了集电区的电场分布, 从而在不改变集电区厚度和掺杂浓度的情况下, 提高了超高压锗硅 HBT 器件的击穿电压。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明实施例的超高压 SiGe HBT 器件的结构示意图。

[0020] 图 2 是本发明实施例的超高压 SiGe HBT 器件的制备工艺流程图。

具体实施方式

[0021] 为对本发明的技术内容、特点与功效有更具体的了解, 现结合图示的实施方式, 详述如下:

[0022] 本实施例的超高压锗硅 HBT 晶体管器件的结构如图 1 所示, 该结构的具体制备工艺步骤如下:

[0023] 步骤 1, 利用有源区光刻, 在 P 型衬底上刻蚀出浅槽, 然后分别利用 N 型和 P 型埋层的光罩进行埋层的注入, 形成 N 埋层和 P 埋层, 如图 2 (a) 所示。

[0024] 其中, N 埋层中注入的是磷或砷, 注入的剂量范围为 $1E14 \sim 1E16\text{cm}^{-2}$, 注入的能量范围为 $2 \sim 50\text{KeV}$ 。P 埋层中注入的是硼或氟化硼, 注入的剂量范围为 $1E14 \sim 1E16\text{cm}^{-2}$, 注入的能量范围 $2 \sim 30\text{KeV}$ 。由于埋层离子注入能量较低, 其与衬底的结面积较小, 因此, 埋层与衬底的寄生电容较小, 不需要再采用深槽隔离技术。

[0025] 步骤 2, 依次淀积底部隔离介质氧化硅和掺杂多晶硅, 然后进行化学机械研磨, 将顶部的氧化硅磨平, 露出多晶硅, 接着进行多晶硅的刻蚀, 将表面多晶硅刻除, 如图 2 (b) 所示。

[0026] 掺杂多晶硅可掺杂 P 型杂质 (例如硼或氟化硼), 也可掺杂 N 型杂质 (例如磷或砷), 杂质的体浓度为 $1.0E18 \sim 1.0E21 \text{ atoms/cm}^3$ 。

[0027] 步骤 3, 进行多晶硅的过刻蚀, 使得多晶硅的高度低于硅衬底表面, 如图 2 (c) 所示。

[0028] 步骤 4, 去除多晶硅上面的氧化硅, 如图 2 (d) 所示。

[0029] 步骤 5, 通过光刻工艺, 定义出多晶硅场板的位置, 将不需要的多晶硅刻除, 如图 2 (e) 所示。

[0030] 步骤 6, 淀积氧化硅隔离介质层, 将槽填满, 使掺杂多晶硅埋于隔离介质层内部, 见图 2 (f) 中的浅沟槽隔离结构。

[0031] 步骤 7, 通过腐蚀去除大部分有源区上的硬掩膜层, 在两侧埋层之间的区域(包括有源区和部分场氧下区域)注入低剂量($1.0E11 \sim 1.0E13$ atoms/cm²)的磷离子, 其他 HBT 区域注入中剂量($1.0E13 \sim 1.0E15$ atoms/cm²)的磷离子, 形成集电区; 然后淀积锗硅外延层, 作为器件的基区, 如图 2 (g) 所示。

[0032] 步骤 8, 淀积氧化物介质层, 打开发射区窗口后, 淀积在位 N 型掺杂的多晶硅发射极, 再注入 N 型杂质砷或磷, 注入浓度要大于或等于 $2E15\text{cm}^{-2}$, 注入能量由发射极厚度决定。然后光刻、刻蚀多晶硅, 形成发射极和隔离介质层, 如图 2 (h) 所示。

[0033] 步骤 9, 刻蚀深阱接触孔, 在接触孔内生长过渡金属层 Ti/TiN (钛 / 氮化钛), 填入金属钨, 并进行化学机械抛光, 形成深阱接触孔, 连接 N 埋层和 P 埋层, 引出埋层所连接的集电区; 该深阱接触孔距离器件很近, 从而避免了过大的集电极电阻, 也减小了集电极的寄生电容。同时, 用传统的接触孔引出基区和发射区; 集电区、基区和发射区的三个电极再使用金属引线引出, 多晶硅场板和基区则通过金属引线连接在一起, 如图 2 (i) 所示。

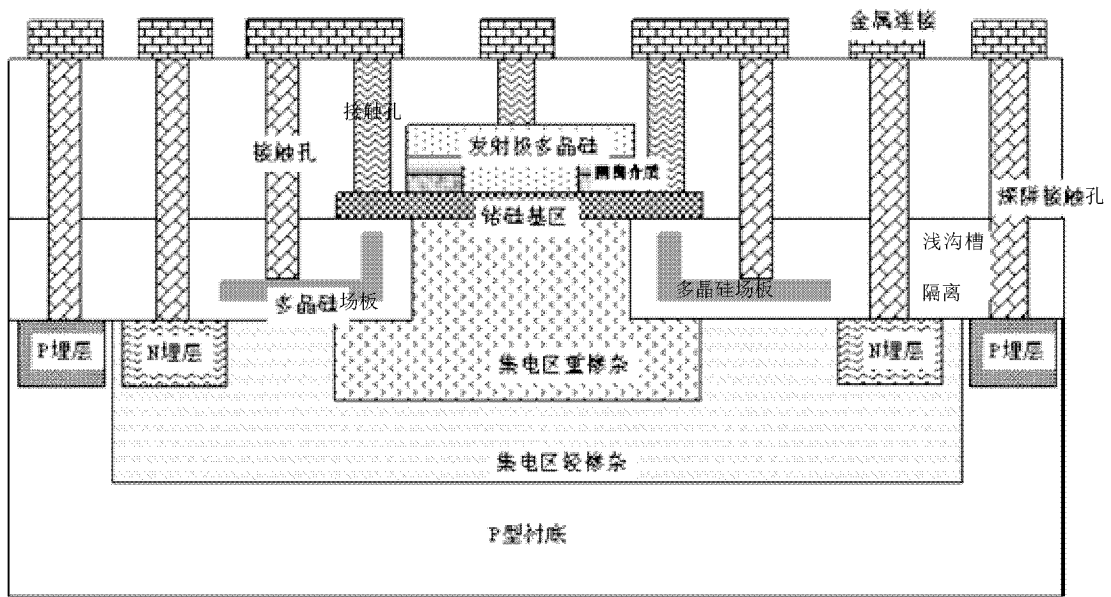
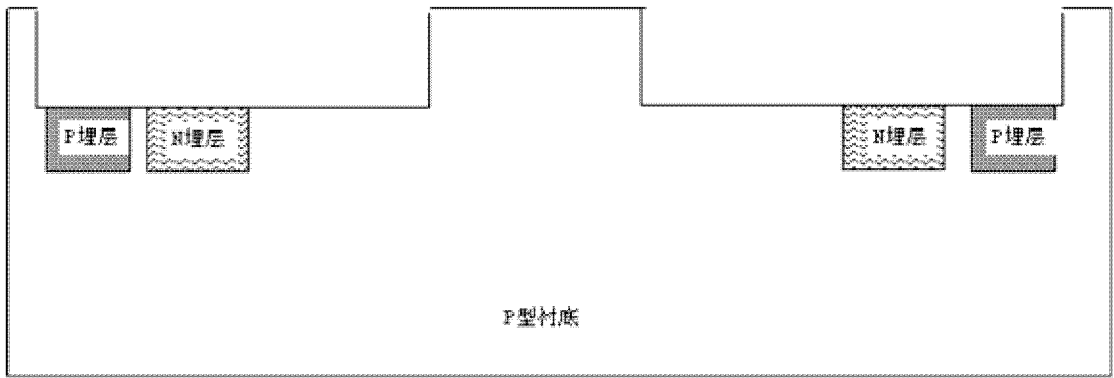
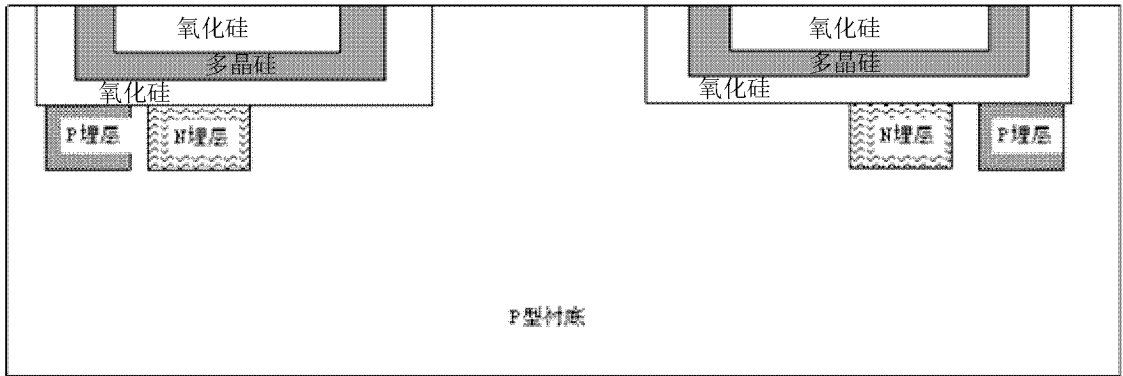


图 1

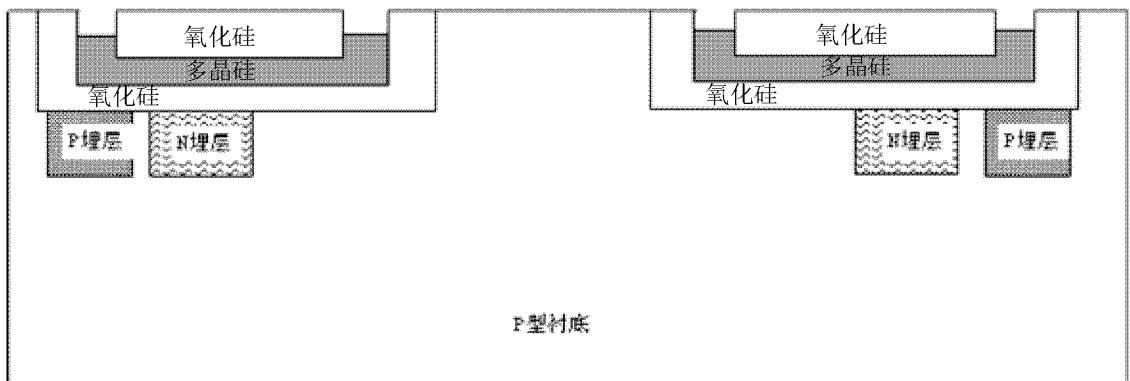
(a)



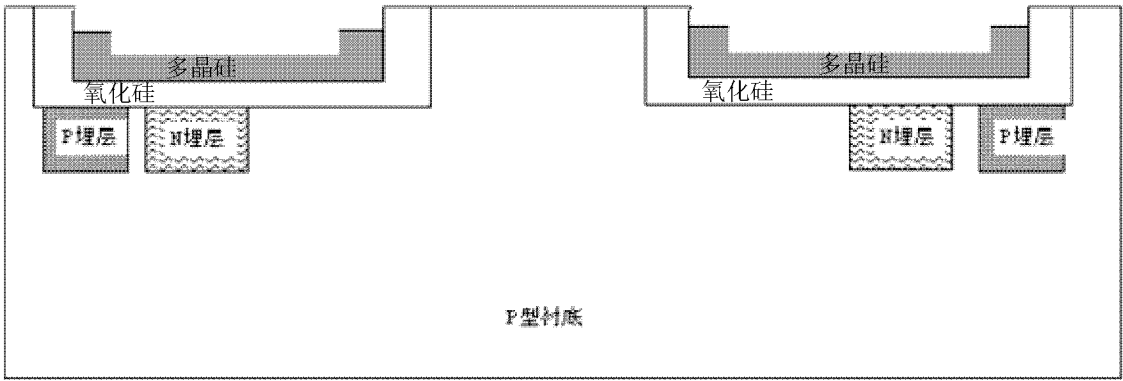
(b)



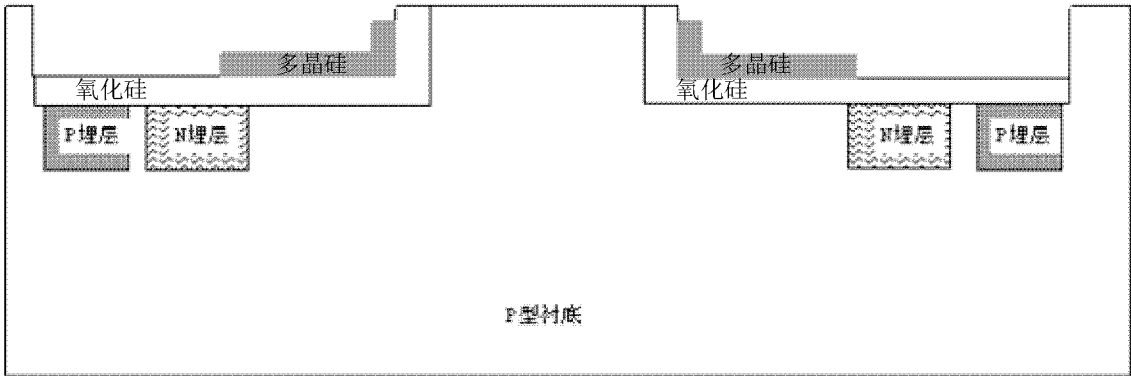
(c)



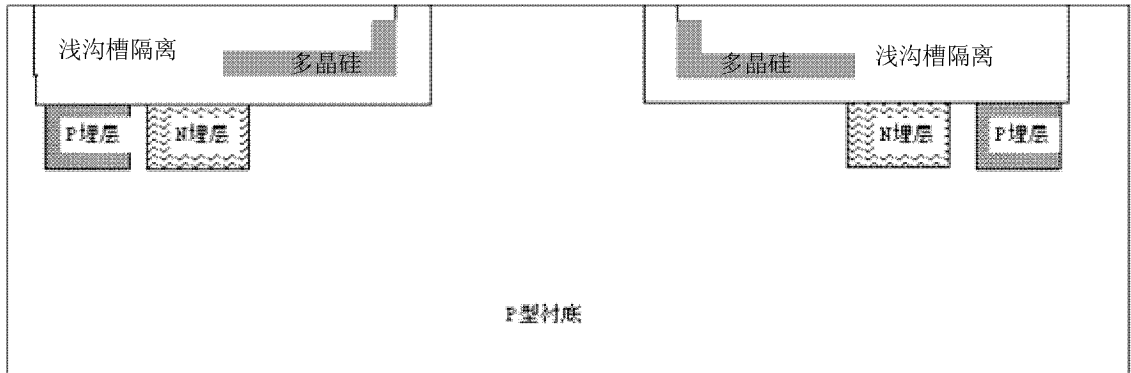
(d)



(e)



(f)



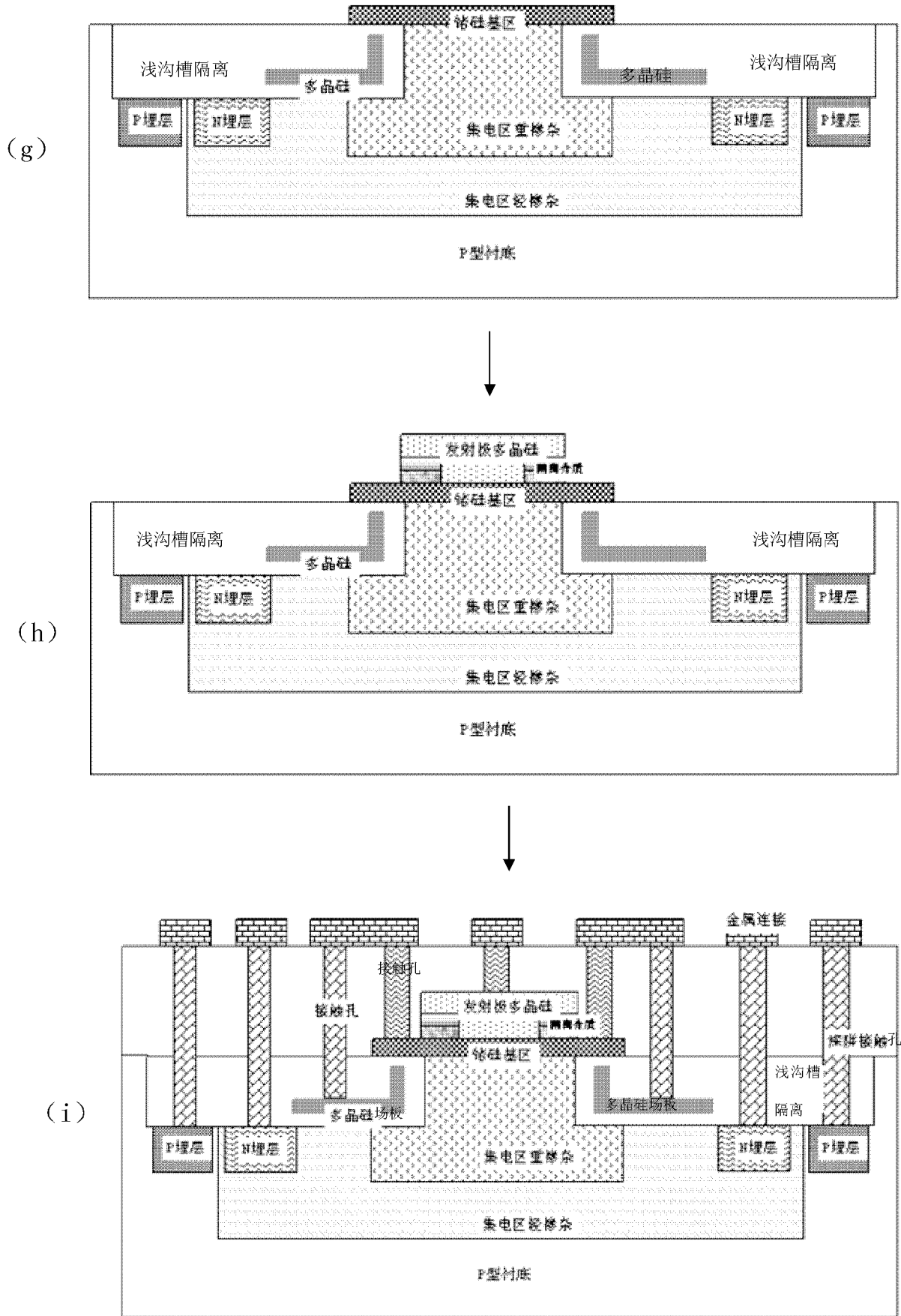


图 2