

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 27/146 (2006.01)

H01L 21/822 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510026694.7

[45] 授权公告日 2008 年 5 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100389498C

[22] 申请日 2005.6.7

[21] 申请号 200510026694.7

[73] 专利权人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江路 18 号

[72] 发明人 杨建平 霍介光 辛春艳

[56] 参考文献

CN1327269A 2001.12.19

US6238984B1 2001.5.29

审查员 王丹

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司

代理人 陈红

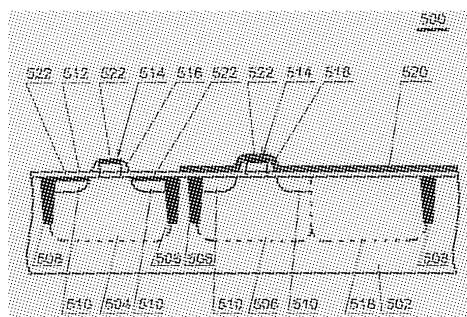
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 7 页

[54] 发明名称

制备 CMOS 图像传感器 - 混合硅化物的方法

[57] 摘要

本发明提供了一种制备 CMOS 图像传感器的技术。 提供了一个半导体衬底，并且在衬底的外围区和衬底的感光区之间形成至少一个隔离区。 形成了衬底的外围区中的第一阱和感光区中的第二阱。 还形成了与光电二极管相关的第三阱。 栅极氧化物层、多晶硅层和第一金属层分别被沉积。 多晶硅层和第一金属层被刻蚀以在感光区中形成至少一个栅极并在外围区中形成至少一个栅极。 形成第一阱中的至少两个掺杂区，并形成第二阱中的两个掺杂区。 在衬底的感光区上沉积阻挡层，所述阻挡层用于阻挡硅化物形成。 在沉积了阻挡层之后，至少在外围区上沉积第二金属层。 衬底被暴露给热环境以形成硅化物。 通过刻蚀去除第二金属层。



1. 一种用于制备互补金属氧化物半导体图像传感器的方法，所述方法包括：

提供一个半导体衬底；

在所述衬底的外围区和所述衬底的感光区之间形成至少一个隔离区；

在所述衬底的所述外围区中形成一个第一阱，并在所述衬底的所述感光区中形成一个第二阱；

在所述衬底的所述感光区中形成与一个光电二极管相关的一个第三阱；

在所述衬底的表面上沉积一个栅极氧化物层；

在所述氧化物层上沉积一个多晶硅层；

在所述多晶硅层上沉积一个第一金属层；

刻蚀所述多晶硅层和所述第一金属层，以在所述感光区中形成至少一个栅极并在所述外围区中形成至少一个栅极；

形成用于所述感光区中的所述至少一个栅极和所述外围区中的所述至少一个栅极中的每个栅极的隔离物；

注入第一多个离子以在所述第一阱中形成至少两个掺杂区；

注入第二多个离子以在所述第二阱中形成两个掺杂区；

在所述衬底的所述感光区上沉积一个阻挡层，所述阻挡层用于阻挡硅化物的形成；

在沉积了所述阻挡层之后，至少在所述外围区上沉积一个第二金属层；

将所述衬底暴露到热环境，以在所述第一阱中的至少两个掺杂区和所述感光区中的至少一个栅极上同时形成硅化物；以及

在暴露到所述热环境之后进行刻蚀以去除所述第二金属层。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述第一金属层包括钨、钛、镍和钴中的一种。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述第二金属层包括钨、钛、镍和钴中的一种。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述阻挡层包括氧化物。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述阻挡层包括氧化硅和二氧化硅中的至少一种。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述第二金属层在整个所述阻挡层上延伸。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述热环境包括范围在 500 摄氏度到 900 摄氏度之间的温度。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述阻挡层在所述衬底的整个感光区上延伸。

9. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述至少一个隔离区包括氧化硅和二氧化硅中的一种。

10. 一种用于制备互补金属氧化物半导体图像传感器的方法，所述方法包括：

提供一个半导体衬底；

在所述衬底的一个外围区和所述衬底的一个感光区之间形成至少一个隔离区；

在所述衬底的所述外围区中形成一个第一阱，并在所述衬底的所述感光区中形成一个第二阱；

在所述衬底的所述感光区中形成与一个光电二极管相关的一个第三阱；

在所述衬底的表面上沉积栅极氧化物层；

在所述氧化物层上沉积一个多晶硅层；

在所述多晶硅层上沉积一个第一金属层；

刻蚀所述多晶硅层和所述第一金属层，以在所述感光区中形成至少一个栅极并在所述外围区中形成至少一个栅极；

形成用于所述感光区中的所述至少一个栅极和所述外围区中的所述至少一个栅极中的每个栅极的隔离物；

将所述衬底暴露到第一热环境，以在所述外围区中的所述至少一个栅极中形成硅化物；

注入第一个离子以在所述第一阱中形成至少两个掺杂区；

注入第二多个离子以在所述第二阱中形成两个掺杂区；

在所述衬底的所述感光区上沉积阻挡层，所述阻挡层用于阻挡硅化物形成；

在沉积了所述阻挡层之后，至少在所述外围区上沉积一个第二金属层；

将所述衬底暴露到一个第二热环境，以在所述第一阱中的所述至少两个掺杂区中形成硅化物；以及

在暴露到所述热环境之后进行刻蚀以去除所述第二金属层。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述第一金属层包括钨、钛、镍和钴中的一种。

12. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述第二金属层包括钨、钛、镍和钴中的一种。

13. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述阻挡层包括氧化物。

14. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述阻挡层包括氧化硅和二氧化硅中的一种。

15. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述第二金属层在整个所述阻挡层上延伸。

16. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述第一热环境包括范围在 500 摄氏度到 900 摄氏度之间的温度。

17. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述至少一个隔离区包括氧化硅和二氧化硅中的一种。

18. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述阻挡层在所述衬底的整个感光区上延伸。

19. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述第二热环境包括范围在 500 摄氏度到 900 摄氏度之间的温度。

20. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述第一热环境不同于所述第二热环境。

21. 根据权利要求 10 所述的方法，其中所述第一金属层和所述第二金属层在组成成分上不同。

制备 CMOS 图像传感器 - 混合硅化物的方法

技术领域

本发明一般地涉及集成电路以及制造半导体器件的集成电路加工方法。更具体地说，本发明提供了一种形成选择性硅化物的方法与器件。本发明仅仅是以示例的方式被应用于互补金属氧化物半导体（CMOS）图像传感器。但是应当认识到，本发明具有更广阔的应用范围。

背景技术

集成电路或“IC”已经从单个硅晶片上制备的少数互连器件发展成为数以百万计的器件。当前 IC 提供的性能和复杂度远远超出了最初的预想。一类这样的 IC 是 CMOS 成像系统。CMOS 成像系统可以在标准硅生产线上制备，所以造价低廉。此外，CMOS 图像传感器消耗较低的功率，所以特别适用于便携式应用。

具体而言，CMOS 成像系统将光信号转换成电信号，电信号的强度与光强度有关。图 1 是传统 CMOS 成像系统 100 的简化示图。系统 100 被配置成两个区：感光区 110 和外围区 120。在感光区 110 中，以行和列的方式组织了 CMOS 图像传感器的阵列来检测光强度。用于提供其它功能的电路被布置在外围区 120 中。例如，外围区 120 可以包括信号放大电路、模数转换器、图像信号处理器或数字信号处理器。

图 2 是 CMOS 图像传感器的简化电路图。CMOS 图像传感器 200 对应于一个像素，并且包括复位晶体管 210、光电二极管 220、源极跟随器 230、选择晶体管 240 和偏压电阻器 250。光电二极管 220 接收光信号，并且产生从节点 260 到节点 262 的光电流。此外，漏电流也在相同方向上流过光电二极管 220。该漏电流有时被称作 CMOS 图像传感器的暗电流（dark current）。漏电流的一个源头是复位晶体管 210 的源极区，复位晶体管 210 的源极区连接到光电二极管 220。大的漏电流对 CMOS 图像传感器的性能产生不利影响。

在 CMOS 器件中，包括 CMOS 成像系统，可以使用硅化物来改进 RC 延迟。但是，传统硅化物工艺在应用于 CMOS 成像系统时具有某些限制。在 CMOS 图像传感器的感光区的绝大部分区域（例如感光区域中的源/漏极区和光电检测二极管区域）中形成的硅化物通常增加漏电流，并且因而劣化传感器图像的质量。

因此，已经提出了使用光处理的传统硅化物阻挡技术。遗憾的是，该技术一般不具有必要的对准精度。其通常不能提供对选择性生长硅化物的一致控制。也就是说，很难在感光区中的多晶硅栅极上形成硅化物的同时不在感光区的其它区域上形成多余硅化物。另一种传统方法是回蚀（etch back）工艺，用以从感光区域的源/漏极区去除硅化物以在栅极上选择性形成硅化物。然而，回蚀工艺通常很难控制并且降低了产率。

从上面可以看出，需要一种用于 CMOS 图像传感器的改进技术。

发明内容

根据本发明，提供了涉及集成电路以及制造半导体器件的集成电路加工方法的技术。更具体地说，本发明提供了一种为制备集成电路而用于选择性硅化物形成的方法与器件。本发明仅仅是以示例的方式被应用于 CMOS 图像传感器。但是应当认识到，本发明具有更广阔的应用范围。

在一个具体实施例中，本发明提供了一种用于制备 CMOS 图像传感器的方法。提供了一个半导体衬底，并且在所述衬底的外围区和所述衬底的感光区之间形成了至少一个隔离区。形成了所述衬底的所述外围区中的第一阱和所述感光区中的第二阱。在所述衬底的所述感光区中还形成了与光电二极管相关的第三阱。栅极氧化物层、多晶硅层和第一金属层被分别沉积在所述衬底的表面上。所述多晶硅层和所述第一金属层被刻蚀以在所述感光区中形成至少一个栅极并在所述外围区中形成至少一个栅极。形成用于所述感光区中的所述至少一个栅极和所述外围区中的所述至少一个栅极中的每个栅极的隔离物。通过注入第一多个离子形成所述第一阱中的至少两个掺杂区。注入第二多个离子以在所述第二阱中形成两个掺杂区。在所述衬底的所述感光区上沉积阻挡层，所述阻挡层用于阻挡硅化物形成。在沉积了阻挡层之后，至少在所述外围区上沉积第二金属层。所述衬底被暴

露到热环境，以在所述第一阱中的至少两个掺杂区和所述感光区中的至少一个栅极上形成硅化物。然后，通过刻蚀去除残余的第二金属层。

在另一个实施例中，可以通过使用第一和第二热处理来完成硅化物的选择性形成。在使用多晶硅层和金属层形成栅极结构之后，第一热处理可以在图像传感器的栅极上形成硅化物。在所述感光区上沉积了用于阻挡硅化物形成的阻挡层以及在衬底表面上沉积了第二金属层之后，可以使用第二热处理来在所述外围区中的晶体管的暴露的源/漏极区中形成硅化物。

通过本发明，实现了许多优于传统技术的优点。例如，本发明的技术易于使用依赖于传统技术的工艺。此外，本方法提供的工艺与传统工艺技术相兼容，不用对传统设备和工艺进行实质的修改。根据实施例，可以实现这些优点中的一个或多个。在本说明书特别是下文中，将详细描述这些以及其它优点。

参考随后的详细说明和附图，可以更全面地理解本发明的各种其它目的、特征和优点。

附图说明

图 1 是传统 CMOS 图像系统的简化示图；

图 2 是传统 CMOS 图像传感器的简化示图；

图 3 图示了根据本发明实施例的制造 CMOS 图像系统的简化方法；

图 4A—4H 是图示了根据本发明实施例在制造期间的 CMOS 图像系统的简化示图；以及

图 5 图示了根据本发明实施例的简化 CMOS 成像器件。

具体实施方式

根据本发明，提供了涉及集成电路以及制造半导体器件的集成电路加工方法的技术。更具体地说，本发明提供了一种为制备集成电路而用于选择性硅化物形成的方法与器件。本发明仅仅是以示例的方式被应用于 CMOS 图像传感器。但是应当认识到，本发明具有更广阔的应用范围。

图 3 示出了根据本发明实施例的用于形成图像传感器的简化方法 300。根据本发明实施例的方法可以如下简要描述。

1. 在步骤 302 中，提供一个衬底；
2. 在步骤 304 中，在衬底的外围区和衬底的感光区之间形成至少一个隔离区；
3. 在步骤 306 中，形成晶体管的阱，即，在衬底的外围区中形成一个第一阱，并在衬底的感光区中形成一个第二阱；
4. 在步骤 308 中，在衬底的表面上沉积氧化物层；
5. 在步骤 310 中，在氧化物层上沉积多晶硅层；
6. 在步骤 312 中，在多晶硅层上沉积第一金属层；
7. 在步骤 314 中，刻蚀多晶硅层和第一金属层以在每一个感光区和外围区中形成至少一个栅极结构；
8. 在步骤 316 中，在衬底的感光区中形成第三阱，第三阱与光电二极管相关；
9. 在可选步骤 318 中，将衬底暴露给第一热环境，以形成用于栅极结构的硅化物；
10. 在步骤 320 中，为感光区中的至少一个栅极和外围区中的至少一个栅极中的每个栅极形成隔离物；
11. 在步骤 322 中，注入第一多个离子以在第一阱中形成掺杂源极区和掺杂漏极区；
12. 在步骤 324 中，注入第二多个离子以在第二阱中形成掺杂源极区和掺杂漏极区；
13. 在步骤 326 中，在衬底的感光区上沉积阻挡层，所述阻挡层用于阻挡硅化物形成；
14. 在步骤 328 中，至少在外围区上沉积第二金属层；
15. 在步骤 330 中，将衬底暴露给第二热环境，以在第二阱（并且可选地，在感光区的至少一个栅极结构上）中的源极和漏极区中形成硅化物；
16. 在步骤 332 中，在将衬底暴露给热环境之后，进行刻蚀以去除第二金属层的所有残余物；以及
17. 执行所需的其它步骤。

如图所示，上述步骤序列提供了一种处理多个区的方法，用于栅极结构和外围源/漏极区的选择性硅化物的形成，而没有在感光区的某些区域中

形成多余的硅化物。因此，与传统的方法相比，本发明改进了器件性能并提高了器件产率。在本说明书特别是在下文中，可以找到这些步骤的进一步细节。这些步骤仅仅是示例，它们不应不适当当地限制这里的权利要求的范围。本领域普通技术人员将意识到许多其它变化、修改和替换。例如，在替代性实施例中，可以省略步骤 318。衬底优选地可以暴露给单个热环境以在所有需要的区域中一次形成硅化物。

图 4A—4F 示出了根据本发明实施例的形成图像传感器的工艺。这些示图仅仅是示例，它们不应不适当当地限制权利要求的范围。本领域普通技术人员将意识到许多其它变化、修改和替换。

如图 4A 所示，在衬底 400 中形成隔离区 402 或浅槽隔离。衬底 400 可以是半导体衬底，例如是硅衬底。每个隔离区 402 可以是由氧化硅、二氧化硅或其它绝缘材料填充的沟槽。外围区 404 和感光区 406 至少部分的由隔离区 402 限定。在本发明的一个具体实施例中，在外围区 404 和感光区 406 之间需要至少一个隔离区。

如图 4B 所示，形成晶体管阱 408 和 410。在半导体衬底 400 中形成 n 型阱 410 和 p 型阱 408。在本发明的一个实施例中，可以利用离子注入工艺和/或扩散工艺来形成 n 型阱 410 和 p 型阱 408。n 型掺杂剂一般可以是砷、磷或锑，而 p 型掺杂剂一般可以是硼。n 型阱 410 的深度范围在 $0.5 \mu m$ 到 $1.0 \mu m$ 之间，并且 n 型阱 410 的掺杂浓度在 $5 \times 10^{16} cm^{-3}$ 到 $3 \times 10^{17} cm^{-3}$ 之间。p 型阱 408 的深度范围在 $0.5 \mu m$ 到 $1.0 \mu m$ 之间，并且 p 型阱 408 的掺杂浓度在 $5 \times 10^{16} cm^{-3}$ 到 $3 \times 10^{17} cm^{-3}$ 之间。

仍旧参考图 4B，在半导体衬底 400 上形成栅极氧化物层 414。在一个实施例中，栅极氧化物层 414 包括氧化硅。栅极氧化物层 414 是生长或沉积而成的。氧化物层 414 的厚度在 150 埃到 400 埃之间。

接下来，如图 4C 所示，在栅极氧化物层 414 上沉积多晶硅层 416。在一个实施例中，沉积可以包括化学气相沉积、低压化学气相沉积、等离子增强化学气相沉积和/或溅射沉积。多晶硅层 416 的厚度可以在 1800 埃到 2200 埃之间。在另一个实施例中，多晶硅层 416 被掺杂为 n 型或 p 型。掺杂浓度可以在 $1 \times 10^{18} cm^{-3}$ 到 $4 \times 10^{19} cm^{-3}$ 之间。然后在多晶硅层 416 上沉积第一金属层 418。在一个实施例中，第一金属层 418 可以包括钨、钛、

镍和钴中的一种。第一金属层 418 的沉积可以包括化学气相沉积、低压化学气相沉积、等离子增强化学气相沉积和/或溅射沉积。

在图 4D 中，根据本发明的一个实施例，多晶硅层 416 和第一金属层 418 被刻蚀。如图 4D 所示，多晶硅层 416 和第一金属层 418 被选择性刻蚀以形成多晶硅栅极。刻蚀工艺可以包括干法刻蚀和/或湿法刻蚀。在一个实施例中，一个多晶硅栅极位于 n 型阱 410 上，并且另一个多晶硅栅极位于 p 型阱 408 上。

接下来，在半导体衬底 400 中形成光电二极管阱 412。在一个实施例中，光电二极管阱 412 具有 p 型传导性。在另一个实施例中，利用穿过栅极氧化物层 414 的离子注入工艺形成光电二极管阱 412。例如，注入能量在 100 KeV 到 250 KeV 之间，剂量在 10^{12} 到 10^{14}cm^{-2} 之间。作为另一个示例，利用阻挡层来进行离子注入工艺。可以由光刻工艺使用光掩模来图案化阻挡层。

在图 4E 中，在一个实施例中，在多晶硅栅极的每个侧面上形成隔离物 419。并且，由穿过栅极氧化物层 414 的离子注入工艺和/或扩散工艺来形成源/漏极区 420、424、426 和 428。例如，注入能量在 40KeV 到 80 KeV 之间，并且剂量在 10^3 到 10^5cm^{-2} 之间。作为另一个示例，利用阻挡层来进行离子注入工艺。可以由光刻工艺使用光掩模来图案化阻挡层。

如图 4F 所示，在感光区 406 上沉积阻挡层 430。然后至少在外围区 404 的期望区域之上沉积第二金属层 432，用于硅化物形成，第二金属层 432 可以包括钨、钛、镍和钴中的一种。在一个实施例中，通过化学气相沉积来沉积第二金属层 432。在本发明的一个实施例中，可以在衬底 400 的整个表面上沉积第二金属层 432。阻挡层 430 将防止第二金属层 432 在感光区 406 中的硅化物形成。接下来，衬底被暴露给快速热处理工艺中的热环境以形成硅化物 434。热环境的温度可以在 500 摄氏度到 900 摄氏度之间。温度可以取决于第二金属层 432 的成分。例如，在一个具体实施例中，如果第二金属层 432 是钛，则温度可以在 600 摄氏度到 800 摄氏度之间。在图 4H 中，在热处理和硅化物形成之后，由刻蚀工艺来去除第二金属层 432 剩下的残余物。还可以去除阻挡层 430。

如图 5 所示，提供了一种根据本发明实施例的用于图像传感的简化器

件 500。器件 500 包括下述组成部分：

1. 衬底 502;
2. 晶体管阱 504 和 506;
3. 浅槽隔离 508;
4. 源极和漏极区 510;
5. 栅极氧化物层 512;
6. 栅极结构 514;
7. 隔离物 516;
8. 光电二极管阱 518;
9. 用于阻挡硅化物形成的阻挡层 520; 和
10. 硅化物形成区 522。

上面的组成部分组提供了根据本发明一个实施例的器件。在不脱离这里权利要求的范围的条件下，还可以提供其它替代物，其中添加组成部分、去除一个或多个组成部分、或者以不同的安排来提供一个或多个组成部分。例如，器件 500 中还设置了源极跟随器、选择晶体管和偏压电阻器。作为另一示例，根据方法 300 来制备器件 500。

尽管上面示出并描述了多个具体实施例。但是本发明的实施例不限于此。例如，可以理解，在不脱离本发明的条件下，可以改变各种元素的掺杂浓度以及/或者可以使示出并描述的结构的掺杂极性相反。

还应当理解，这里所描述的示例和实施例只是为了说明的目的，本领域的普通技术人员可以根据上述实施例对本发明进行各种修改和变化。这些修改和变化都在本申请的精神和范围内，并且也在权利要求的范围内。

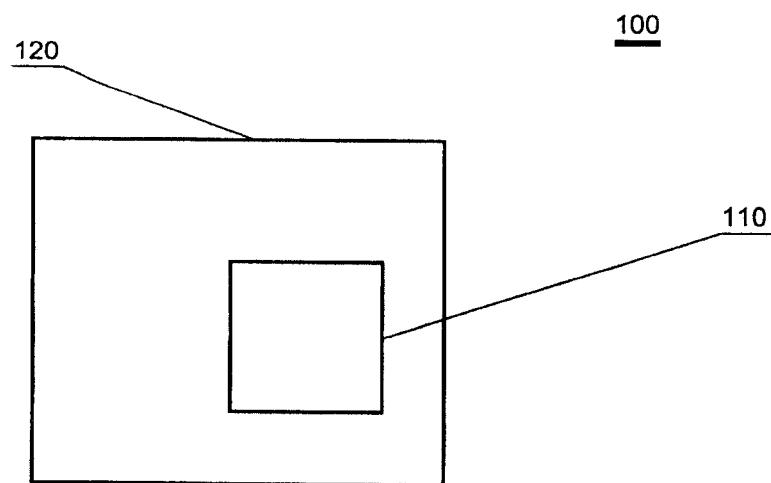


图 1

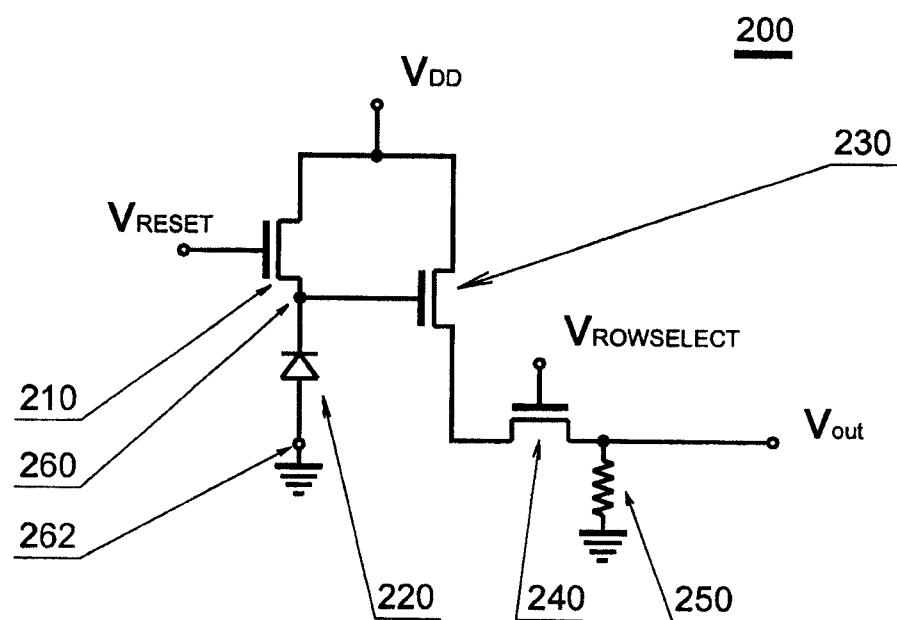


图 2

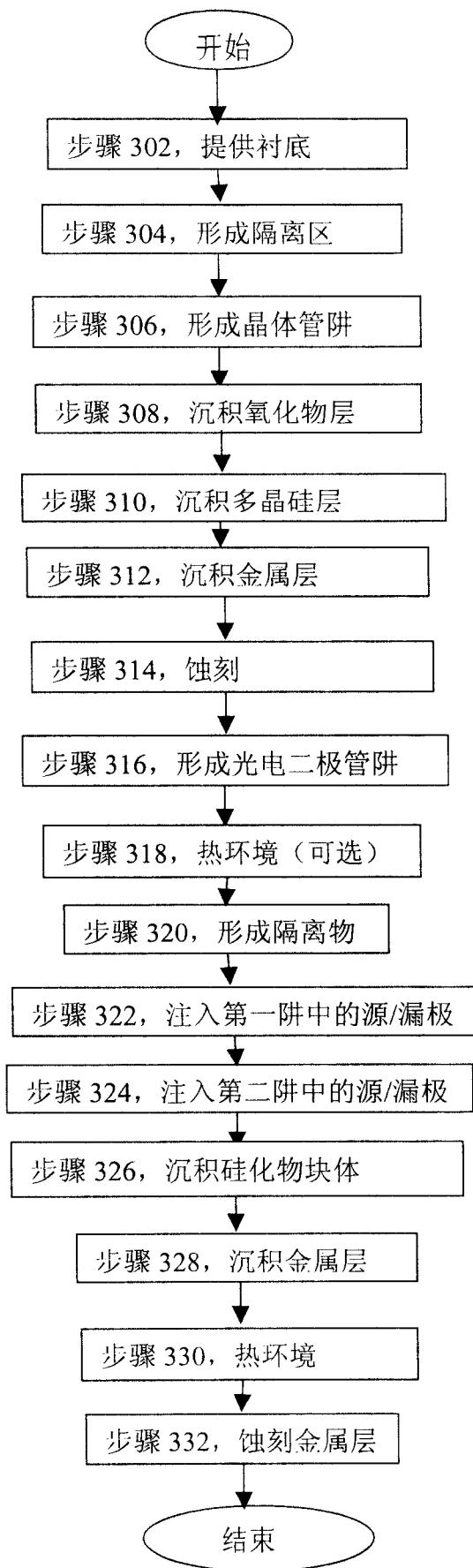


图 3

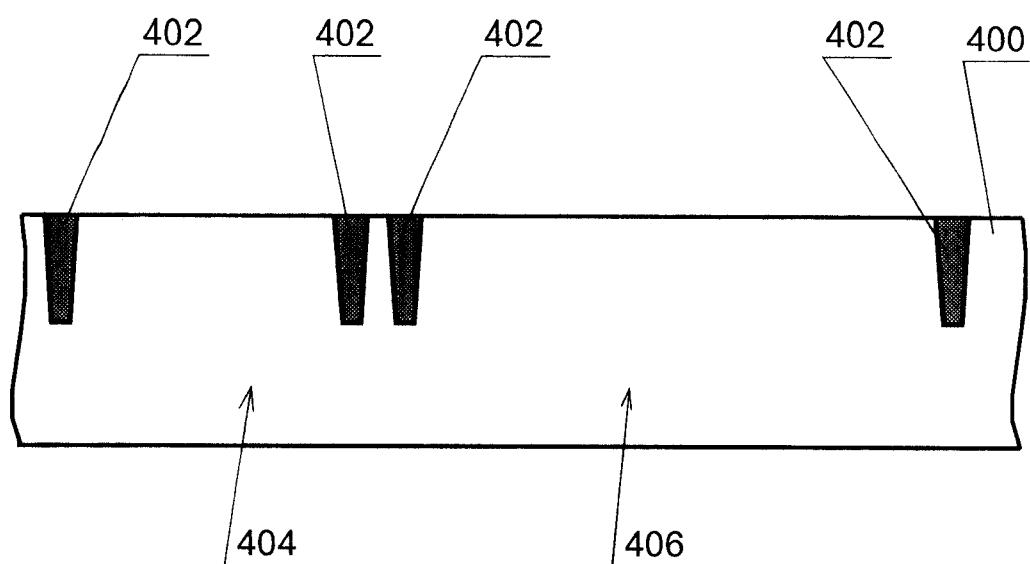


图 4A

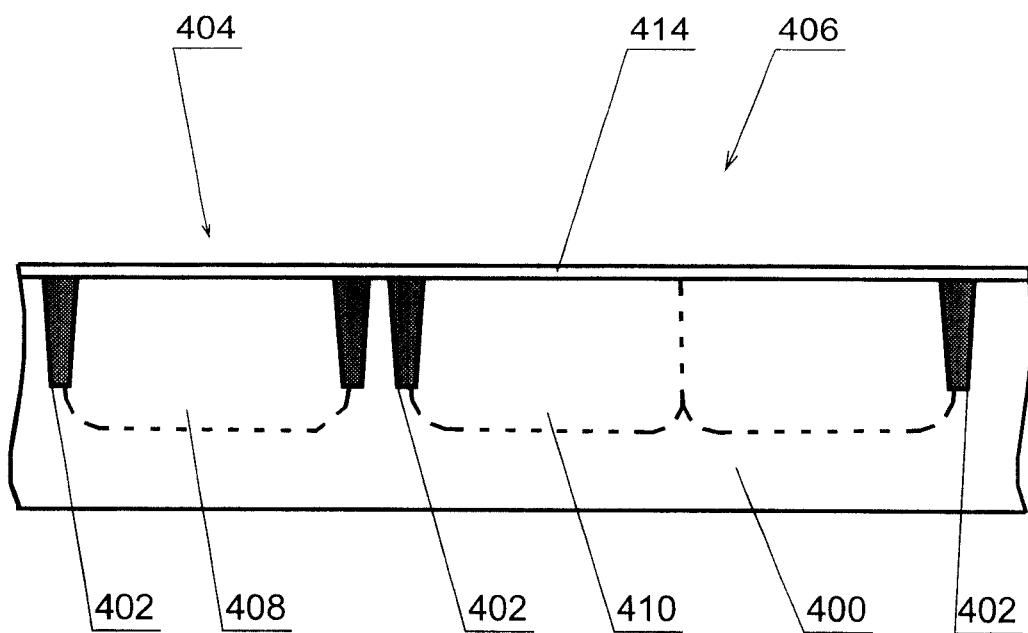


图 4B

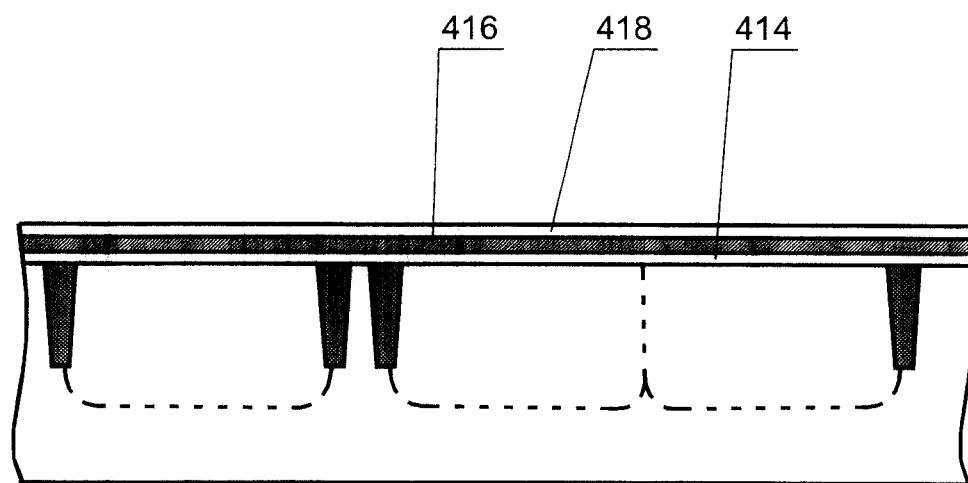


图 4C

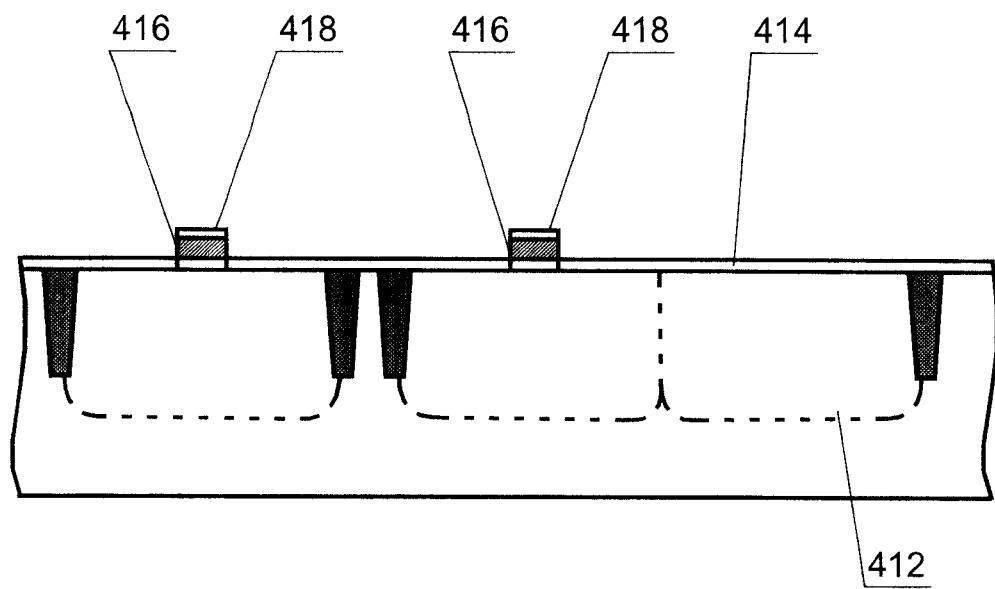


图 4D

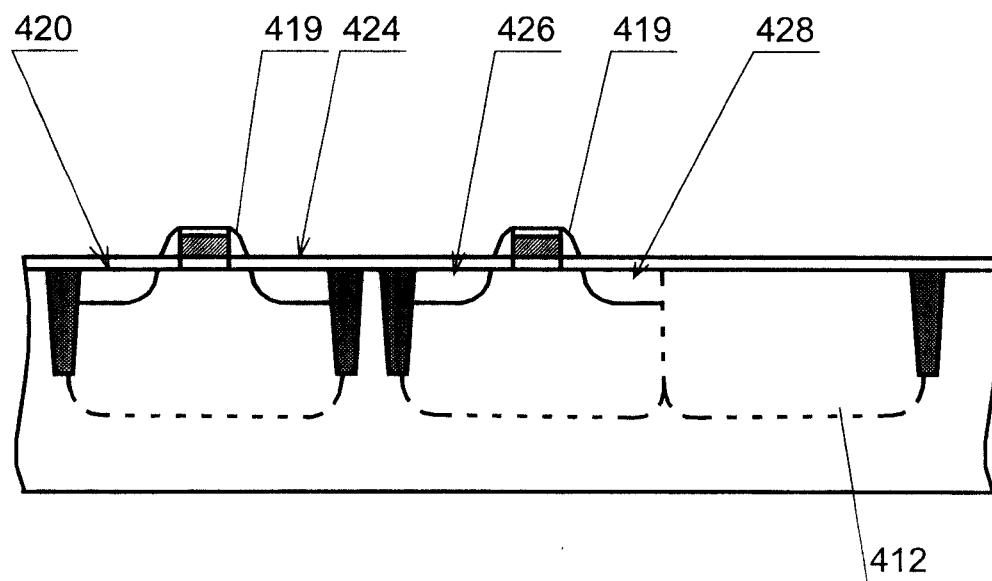


图 4E

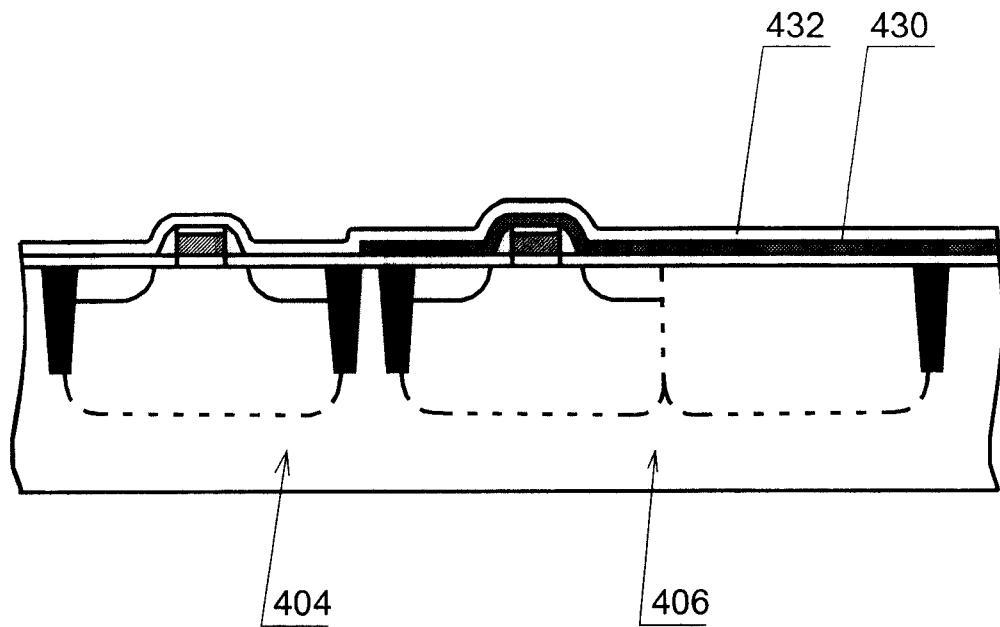


图 4F

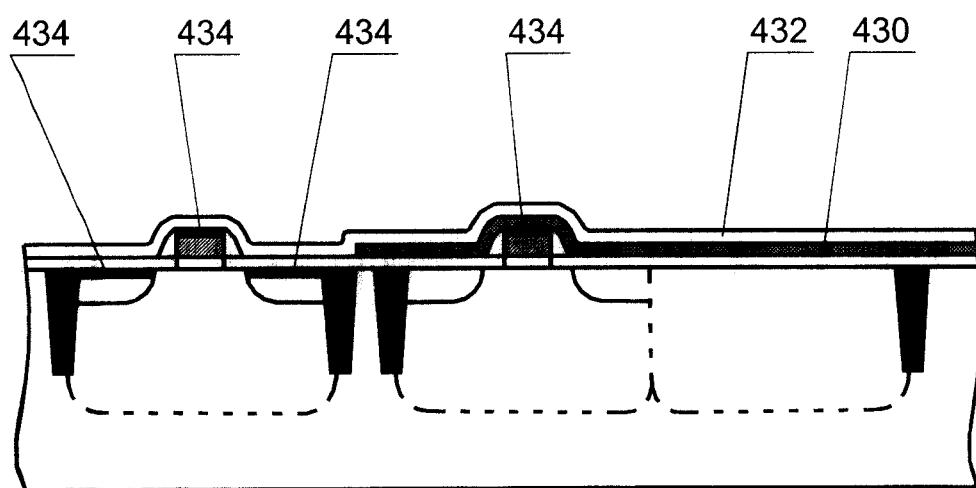


图 4G

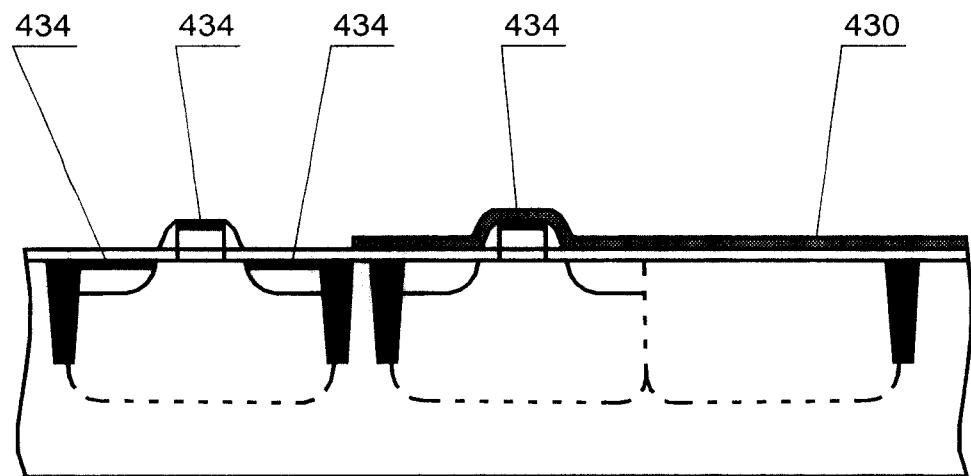


图 4H

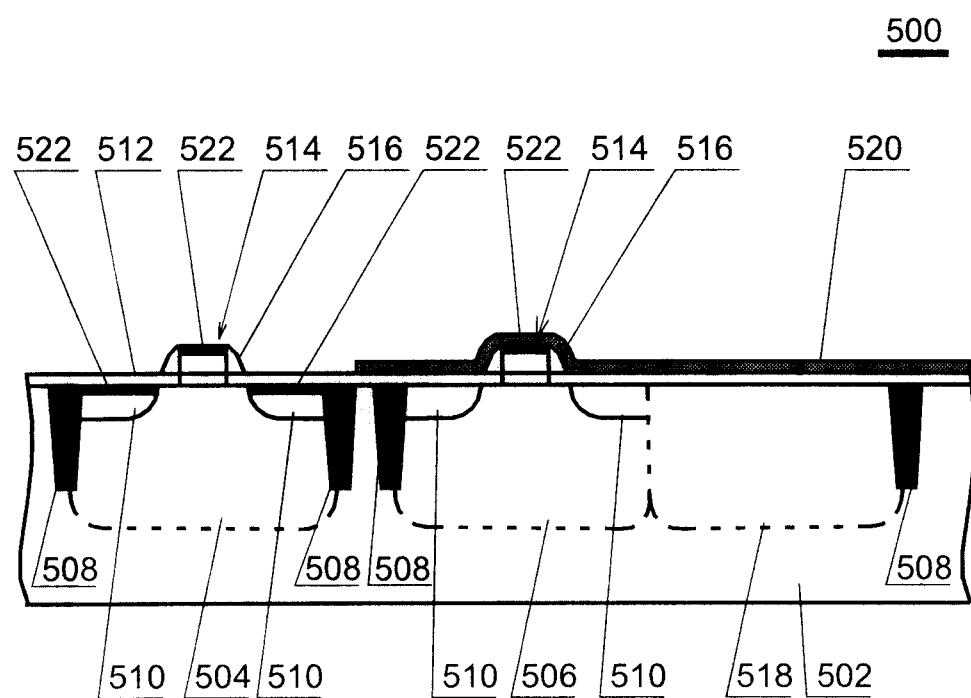


图 5