

权 利 要 求 书

1. 一种硅光转接板的集成方法，其特征在于，包括以下步骤：

提供晶圆，在所述晶圆上完成硅光器件的波导刻蚀、外延、离子注入和热电极的制备，所述硅光器件包括硅光无源器件和硅光有源器件；

在所述硅光器件的顶层沉积第一介质层并化学机械抛光，自所述第一介质层的顶层向下形成所述硅光无源器件中的热光器件和/或所述硅光有源器件的第一接触孔；

沉积第二介质层，自所述第二介质层的顶层向下形成若干硅通孔；

沉积第三介质层，在所述第三介质层的顶层形成与所述热光器件和/或硅光有源器件对应的电极；每一个所述电极均对应所述第一接触孔和硅通孔，且自每一个所述电极的底部分别向下形成与所述第一接触孔和所述硅通孔连接的第二接触孔和第三接触孔；

化学机械抛光上述已形成的结构的顶层并沉积第四介质层，贯穿所述第四介质层开设键合焊盘窗口并形成第一微凸块下金属或第一微凸块，所述键合焊盘窗口位于所述电极的上方；

研磨所述晶圆的背面，使所述硅通孔露出；

在所述晶圆的背面沉积钝化层；

刻蚀所述钝化层，形成所述硅通孔的钝化层窗口，并在所述钝化层窗口处形成重布线层和第二微凸块下金属或第二微凸块；或在所述钝化层窗口处形成所述第二微凸块下金属或第二微凸块。

2. 根据权利要求 1 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，自所述第一介质层的顶层向下形成第一接触孔的步骤包括：

自所述第一介质层的顶层向下刻蚀以形成第一孔；

在所述第一孔的侧壁和底部沉积第一隔离层；

在所述第一孔内电化学镀膜或沉积第一金属；

化学机械抛光或刻蚀，以去除所述第一介质层表面的所述第一金属和所述第一隔离层。

3. 根据权利要求 2 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，所述第一金属为铜，在所述第一孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且进行退火及化学机械抛光处理；

形成所述第一接触孔后且沉积第二介质层前，沉积第一停止层。

4. 根据权利要求 3 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，自所述第二介质层的顶层向下形成硅通孔的步骤包括：

自所述第二介质层的顶层向下刻蚀以形成第二孔；

在所述第二孔的侧壁和底部沉积第二隔离层；

在所述第二孔内电化学镀膜第二金属；

化学机械抛光，以去除所述第二介质层表面的所述第二金属和所述第二隔离层。

5. 根据权利要求 4 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，所述第二金属为铜，在所述第二孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且进行退火及化学机械抛光处理；

形成所述硅通孔后且沉积第三介质层前，沉积第二停止层。

6. 根据权利要求 5 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，形成所述电极、第二接触孔和第三接触孔的步骤包括：

在所述第三介质层的顶层分别刻蚀形成若干电极槽，并自所述电极槽的槽底分别向下刻蚀以形成第三孔和第四孔；

在所述电极槽、第三孔和第四孔的侧壁和底部均沉积第三隔离层；

在所述电极槽、第三孔和第四孔内电化学镀膜或沉积第三金属；

化学机械抛光或刻蚀，以去除所述第三介质层表面的所述第三金属和所述第三隔离层。

7. 根据权利要求 6 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，所述第三金属为铜，在所述电极槽、第三孔和第四孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且进行退火及化学机械抛光处理；

形成所述电极、第二接触孔和第三接触孔后且沉积第四介质层前，沉积第三停止层。

8. 根据权利要求 6 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，所述第一隔离层、第二隔离层、第三隔离层均为 Ta、TaN 或 Ta+TaN 中的任意一种。

9. 根据权利要求 1 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，所述第一介质层、第二介质层、第三介质层和第四介质层均为二氧化硅介质层。

10. 根据权利要求 7 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，所述第一停止层、第二停止层和第三停止层均为氮化硅。

11. 根据权利要求 1 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，采用等离子增强化学的气相沉积法形成所述第一介质层、第二介质层、第三介质层和第四介质层。

12. 根据权利要求 6 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，采用干法刻蚀形成所述第一孔、第三孔、第四孔和电极槽。

13. 根据权利要求 4 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于，采用 DRIE 刻蚀形成所述第二孔。

14. 根据权利要求 1 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于：

所述硅通孔与所述热光器件和/或硅光有源器件的相邻面的垂直距离不小于所述硅通孔直径的 1.5 倍；

且相邻两所述硅通孔的中心轴线之间的垂直距离不小于所述硅通孔直径的 3 倍。

15. 根据权利要求 1 所述的硅光转接板的集成方法，其特征在于：

所述第一微凸块下金属 Cu/Ni/Au，第一微凸块为 Cu/Ni/SnAg；

所述第二微凸块下金属 Cu/Ni/Au，第二微凸块为 Cu/Ni/SnAg。

16. 一种三维架构的集成方法，其特征在于，包括以下步骤：

提供利用权利要求 1-15 任一项集成方法制备的硅光转接板；

利用所述硅光转接板的所述第一微凸块下金属或第一微凸块或键合电子

芯片或光电子芯片；

利用所述硅光转接板的重布线层和第二微凸块下金属或第二微凸块，或所述硅光转接板的所述第二微凸块下金属或第二微凸块键合硅转接板；

所述硅转接板通过设置在其背面的第三微凸块下金属或第三微凸块与封装基板连通；

或，利用所述硅光转接板的重布线层和第二微凸块下金属或第二微凸块，或所述硅光转接板的所述第二微凸块下金属或第二微凸块键合硅转接板直接与所述封装基板连通。

17. 根据权利要求 16 所述的三维架构的集成方法，其特征在于，所述第三微凸块下金属为 Cu/Ni/Au，第三微凸块为 Cu/Ni/SnAg。

18. 表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，包括以下步骤：

提供晶圆，在所述晶圆的顶层光刻、刻蚀形成硅光栅和硅结构，对所述硅结构进行离子注入及退火；

沉积第一介质层，刻蚀所述硅结构上方的所述第一介质层以形成外延窗口，并通过所述外延窗口自所述硅结构的顶层外延硅或锗，离子注入及退火后形成硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器；

沉积第二介质层并刻蚀、化学机械抛光，自所述第二介质层的顶层向下形成面入射型硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器的第一接触孔；

沉积第三介质层，自所述第三介质层的顶层向下形成若干硅通孔；

沉积第四介质层，在所述第四介质层的顶层形成电极，所述电极包括与所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器对应的第一电极，以及表面电极离子阱的第二电极；每一个所述第一电极均对应所述第一接触孔和硅通孔，且自每一个所述第一电极的底部分别向下形成与所述第一接触孔和所述硅通孔连接的第二接触孔和第三接触孔；每一个所述第二电极均对应所述硅通孔，且自每一个所述第二电极的底部向下形成与所述硅通孔连接的所

述第三接触孔；

研磨所述晶圆的背面，使所述硅通孔露出；

在所述晶圆的背面沉积钝化层；

刻蚀所述钝化层，形成所述硅通孔的钝化层窗口，并在所述钝化层窗口处形成重布线层和第一微凸块下金属或第一微凸块；或在所述钝化层窗口处形成所述第一微凸块下金属或第一微凸块。

19. 根据权利要求 18 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，自所述第二介质层的顶层向下形成第一接触孔的步骤包括：

自所述第二介质层的顶层向下刻蚀以形成第一孔；

在所述第一孔的侧壁和底部沉积第一隔离层；

在所述第一孔内电化学镀膜或沉积第一金属；

化学机械抛光或刻蚀，以去除所述第二介质层表面的所述第一金属和所述第一隔离层。

20. 根据权利要求 19 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第一金属为铜，在所述第一孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且退火及化学机械抛光；

形成所述第一接触孔后且沉积第三介质层前，沉积第一停止层。

21. 根据权利要求 20 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，自所述第三介质层的顶层向下形成硅通孔的步骤包括：

自所述第三介质层的顶层向下刻蚀以形成第二孔；

在所述第二孔的侧壁和底部沉积第二隔离层；

在所述第二孔内电化学镀膜第二金属；

化学机械抛光，以去除所述第三介质层表面的所述第二金属和所述第二隔离层。

22. 根据权利要求 21 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第二金属为铜，在所述第二孔内采用电化学镀膜工艺填充铜

且退火及化学机械抛光；

形成所述硅通孔后且沉积第四介质层前，沉积第二停止层。

23. 根据权利要求 22 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，形成所述电极、第二接触孔和第三接触孔的步骤包括：

在所述第四介质层的顶层分别刻蚀形成若干电极槽，并自所述电极槽的槽底分别向下刻蚀以形成第三孔和第四孔；

在所述电极槽、第三孔和第四孔的侧壁和底部均沉积第三隔离层；

在所述电极槽、第三孔和第四孔内电化学镀膜或沉积第三金属；

化学机械抛光或刻蚀，以去除所述第四介质层表面的所述第三金属和所述第三隔离层。

24. 根据权利要求 23 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第一隔离层、第二隔离层、第三隔离层均为 Ta、TaN 或 Ta+TaN 中的任意一种。

25. 根据权利要求 18 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第一介质层、第二介质层、第三介质层和第四介质层均为二氧化硅介质层。

26. 根据权利要求 22 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第一停止层和第二停止层均为氮化硅。

27. 根据权利要求 18 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，采用等离子增强化学的气相沉积法形成所述第一介质层、第二介质层、第三介质层和第四介质层。

28. 根据权利要求 23 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，采用干法刻蚀形成所述第一孔、第三孔、第四孔和电极槽。

29. 根据权利要求 21 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，采用 DRIE 刻蚀形成所述第二孔。

30. 根据权利要求 18 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其

特征在于，

所述硅通孔与所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器的相邻面的垂直距离不小于所述硅通孔直径的 1.5 倍；

且相邻两所述硅通孔的中心轴线之间的垂直距离不小于所述硅通孔直径的 3 倍。

31. 表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，包括以下步骤：

提供晶圆，在所述晶圆的顶层光刻、刻蚀形成硅结构，或，所述硅结构和硅光栅；对所述硅结构进行离子注入及退火；

依次沉积第一介质层和氮化硅层，并在所述氮化硅层的顶层光刻、刻蚀形成氮化硅光栅；

沉积第二介质层，刻蚀所述硅结构上方的所述第一介质层和第二介质层以形成外延窗口，并通过所述外延窗口自所述硅结构的顶层外延硅或锗，离子注入及退火后形成硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器；

沉积第三介质层并刻蚀、化学机械抛光，自所述第三介质层的顶层向下形成面入射型所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器的第一接触孔；

沉积第四介质层；自所述第四介质层的顶层向下形成若干硅通孔；

沉积第五介质层；在所述第五介质层的顶层形成电极，所述电极包括与所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器对应的第一电极，以及表面电极离子阱的第二电极；每一个所述第一电极均对应所述第一接触孔和硅通孔，且自每一个所述第一电极的底部分别向下形成与所述第一接触孔和硅通孔连接的第二接触孔和第三接触孔；每一个所述第二电极均对应所述硅通孔，且自每一个所述第二电极的底部分别向下形成与所述硅通孔相对的所述第三接触孔；

研磨所述晶圆的背面，使所述硅通孔露出；

在所述晶圆的背面沉积钝化层；

刻蚀所述钝化层，形成所述硅通孔的钝化层窗口，并在所述钝化层窗口处形成重布线层和第一微凸块下金属或第一微凸块；或在所述钝化层窗口处形成所述第一微凸块下金属或第一微凸块。

32. 根据权利要求 31 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，自所述第三介质层的顶层向下形成第一接触孔的步骤包括：

自所述第三介质层的顶层向下刻蚀以形成第一孔；

在所述第一孔的侧壁和底部沉积第一隔离层；

在所述第一孔内电化学镀膜或沉积第一金属；

化学机械抛光或刻蚀，以去除所述第三介质层表面的所述第一金属和第一隔离层。

33. 根据权利要求 32 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第一金属为铜，在所述第一孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且退火及化学机械抛光；形成所述第一接触孔后且沉积第四介质层前，沉积第一停止层。

34. 根据权利要求 33 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，自所述第四介质层的顶层向下形成硅通孔的步骤包括：

自所述第四介质层的顶层向下刻蚀以形成第二孔；

在所述第二孔的侧壁和底部沉积第二隔离层；

在所述第二孔内电化学镀膜第二金属；

化学机械抛光，以去除所述第四介质层表面的所述第二金属和所述第二隔离层。

35. 根据权利要求 34 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第二金属为铜，在所述第二孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且退火及化学机械抛光；形成所述硅通孔后且沉积第五介质层前，沉积第二停止层。

36. 根据权利要求 35 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其

特征在于，形成所述电极、第二接触孔和第三接触孔的步骤包括：

在所述第五介质层的顶层分别刻蚀形成若干电极槽，并自所述电极槽的槽底分别向下刻蚀以形成第三孔和第四孔；

在所述电极槽、第三孔和第四孔的侧壁和底部均沉积第三隔离层；

在所述电极槽、第三孔和第四孔内电化学镀膜或沉积第三金属；

化学机械抛光或刻蚀，以去除所述第五介质层表面的所述第三金属和所述第三隔离层。

37. 根据权利要求 36 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第一隔离层、第二隔离层、第三隔离层均为 Ta、TaN 或 Ta+TaN 中的任意一种。

38. 根据权利要求 31 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第一介质层、第二介质层、第三介质层、第四介质层和第五介质层均为二氧化硅介质层。

39. 根据权利要求 35 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述第一停止层和第二停止层均为氮化硅。

40. 根据权利要求 31 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，采用等离子增强化学的气相沉积法形成所述第一介质层、第二介质层、第三介质层、第四介质层和第五介质层。

41. 根据权利要求 36 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，采用干法刻蚀形成所述第一孔、第三孔、第四孔和电极槽。

42. 根据权利要求 34 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，采用 DRIE 刻蚀形成所述第二孔。

43. 根据权利要求 31 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成方法，其特征在于，所述硅通孔与所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器的相邻面之间的垂直距离不小于所述硅通孔直径的 1.5 倍；

且相邻两所述硅通孔的中心轴线之间的垂直距离不小于所述硅通孔直径

的 3 倍。

44. 一种三维架构的集成方法，其特征在于，包括以下步骤：

将利用权利要求 18-30 或 31-43 任一项集成方法制备的集成结构的重布线层和第一微凸块或第一微凸块下金属键合硅转接板，或者利用所述集成结构的所述第一微凸块或第一微凸块下金属键合所述硅转接板；

所述硅转接板通过设置在其背面的第二微凸块或第二微凸块下金属与封装基板连通，或通过引线与所述封装基板连通；

或，利用所述集成结构的重布线层和第一微凸块或第一微凸块下金属直接与所述封装基板连通。

45. 根据权利要求 44 所述的三维架构的集成方法，其特征在于，第二微凸块下金属为 Cu/Ni/Au；所述第二微凸块为 Cu/Ni/SnAg。

46. 一种表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，包括：

晶圆，光刻、刻蚀所述晶圆的顶层以形成若干硅光栅，光刻、刻蚀所述晶圆的顶层以形成若干硅结构并离子注入及退火；

第一介质层，所述第一介质层形成在上述已形成的结构上，刻蚀所述硅结构上方的所述第一介质层以形成若干外延窗口，通过所述外延窗口自所述硅结构的顶层外延硅或锗，离子注入及退火后形成若干硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器；

第二介质层，所述第二介质层形成在上述已形成的结构上，且自所述第二介质层的顶层向下形成若干面入射型硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器的第一接触孔；

第三介质层，所述第三介质层形成在上述已形成的结构上，且自所述第三介质层的顶层向下形成若干硅通孔；

第四介质层，所述第四介质层形成在上述已形成的结构上，且于所述第四介质层的顶层形成若干电极，所述电极包括与所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器连通的第一电极，以及表面电极离子阱的第二电极；

每一个所述第一电极均对应所述第一接触孔和所述硅通孔，且自每一个所述第一电极的底部分别向下形成与所述第一接触孔和所述硅通孔连通的第二接触孔和第三接触孔；每一个所述第二电极均对应所述硅通孔，且自每一个所述第二电极的底部分别向下形成与所述硅通孔连通的所述第三接触孔；

第一钝化层，研磨所述晶圆的背面使所述硅通孔露出后沉积所述第一钝化层，刻蚀所述第一钝化层形成所述硅通孔的钝化层窗口，并在所述钝化层窗口处形成第一微凸块下金属或第一微凸块；或在所述钝化层窗口处形成重布线层后再形成所述第一微凸块下金属或第一微凸块。

47. 根据权利要求 46 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，每一个所述第一接触孔均包括：

第一孔，所述第一孔开设于所述第二介质层；

第一隔离层，所述第一隔离层沉积在所述第一孔的孔底和孔壁；

第一金属结构，所述第一金属结构电化学镀膜或沉积在具有所述第一隔离层的所述第一孔内。

48. 根据权利要求 47 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第一金属结构为铜结构，在所述第一孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且退火及化学机械抛光，以形成所述铜结构；

形成所述第一接触孔后且沉积所述第三介质层前，沉积第一停止层。

49. 根据权利要求 48 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述硅通孔包括：

第二孔，所述第二孔开设于所述第三介质层；

第二隔离层，所述第二隔离层沉积在所述第二孔的孔底和孔壁；

第二金属结构，所述第二金属结构电化学镀膜在具有所述第二隔离层的所述第二孔内。

50. 根据权利要求 49 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第二金属结构为铜结构，在所述第二孔内采用电化学镀膜工

艺填充铜且退火及化学机械抛光，以形成所述铜结构；

形成所述硅通孔后且沉积所述第四介质层前，沉积第二停止层。

51. 根据权利要求 50 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，在所述第四介质层的顶层分别刻蚀形成电极槽，并自所述电极槽的槽底分别向下刻蚀以形成第三孔和第四孔；

在所述电极槽、第三孔、第四孔的侧壁和底部均沉积第三隔离层；

在具有所述第三隔离层的所述电极槽、第三孔和第四孔内电化学镀膜或沉积形成第三金属结构。

52. 根据权利要求 51 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第三金属结构为铜结构，在所述电极槽、第三孔和第四孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且退火及化学机械抛光，以形成所述铜结构。

53. 根据权利要求 52 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，在所述电极槽、第三孔和第四孔内依次形成所述第三隔离层和第三金属结构后，淀积形成第二钝化层。

54. 根据权利要求 53 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第一隔离层、第二隔离层和第三隔离层均为 Ta、TaN 或 Ta+TaN 中的任意一种。

55. 根据权利要求 46 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第一介质层、第二介质层、第三介质层和第四介质层均为二氧化硅介质层。

56. 根据权利要求 49 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第一停止层和第二停止层均为氮化硅。

57. 根据权利要求 46 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述硅通孔与所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器的相邻面的垂直距离不小于所述硅通孔直径的 1.5 倍；

且相邻两所述硅通孔的中心轴线之间的垂直距离不小于所述硅通孔直径

的 3 倍。

58. 一种表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，包括：

晶圆，光刻、刻蚀所述晶圆的顶层形成若干硅结构且离子注入及退火，或者，光刻、刻蚀所述晶圆的顶层形成若干硅光栅，及光刻、刻蚀所述晶圆的顶层形成若干所述硅结构且离子注入及退火；

第一介质层和氮化硅层，所述第一介质层和氮化硅层依次形成在上述已形成的结构上；光刻、刻蚀所述氮化硅层的顶层以形成若干氮化硅光栅；

第二介质层，所述第二介质层形成在上述已形成的结构上，刻蚀所述硅结构上方的所述第一介质层和第二介质层以形成若干外延窗口，通过所述外延窗口自所述硅结构的顶层外延硅或锗，离子注入及退火后形成若干硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器；

第三介质层，所述第三介质层形成在上述已形成的结构上，且自所述第三介质层的顶层向下形成若干面入射型硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器的第一接触孔；

第四介质层，所述第四介质层形成在上述已形成的结构上，且自所述第四介质层的顶层向下形成若干硅通孔；

第五介质层，所述第五介质层形成在上述已形成的结构上，且于所述第五介质层的顶层形成若干电极，所述电极包括能够与所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器连通的第一电极，以及表面电极离子阱的第二电极；每一个所述第一电极均对应所述第一接触孔和所述硅通孔，且自每一个所述第一电极的底部分别向下形成与所述第一接触孔和所述硅通孔连通的第二接触孔和第三接触孔；每一个所述第二电极均对应所述硅通孔，且自每一个所述第二电极的底部分别向下形成与所述硅通孔连通的所述第三接触孔；

第一钝化层，研磨所述晶圆的背面使所述硅通孔露出后沉积所述第一钝化层，刻蚀所述第一钝化层形成所述硅通孔的钝化层窗口，并在所述钝化层

窗口处形成第一微凸块下金属或第一微凸块；或在所述钝化层窗口处形成重布线层后再形成所述第一微凸块下金属或第一微凸块。

59. 根据权利要求 58 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，每一个所述第一接触孔均包括：

第一孔，所述第一孔开设于所述第二介质层；

第一隔离层，所述第一隔离层沉积在所述第一孔的孔底和孔壁；

第一金属结构，所述第一金属结构电化学镀膜或沉积在具有所述第一隔离层的所述第一孔内。

60. 根据权利要求 59 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第一金属结构为铜结构，在所述第一孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且退火及化学机械抛光，以形成所述铜结构；

形成所述第一接触孔后且沉积所述第三介质层前，沉积第一停止层。

61. 根据权利要求 60 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述硅通孔包括：

第二孔，所述第二孔开设于所述第三介质层；

第二隔离层，所述第二隔离层沉积在所述第二孔的孔底和孔壁；

第二金属结构，所述第二金属结构电化学镀膜在具有所述第二隔离层的所述第二孔内。

62. 根据权利要求 61 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第二金属结构为铜结构，在所述第二孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且退火及化学机械抛光，以形成所述铜结构；

形成所述硅通孔后且沉积所述第四介质层前，沉积第二停止层。

63. 根据权利要求 62 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，在所述第五介质层的顶层分别刻蚀形成电极槽，并自所述电极槽的槽底分别向下刻蚀以形成第三孔和第四孔；

在所述电极槽、第三孔、第四孔的侧壁和底部均沉积第三隔离层；

在具有所述第三隔离层的所述电极槽、第三孔和第四孔内电化学镀膜或沉积形成第三金属结构。

64. 根据权利要求 63 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第三金属结构为铜结构，在所述电极槽、第三孔、第四孔内采用电化学镀膜工艺填充铜且退火及化学机械抛光，以形成所述铜结构。

65. 根据权利要求 64 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，在所述电极槽、第三孔和第四孔内依次形成所述第三隔离层和第三金属结构后，淀积形成第二钝化层。

66. 根据权利要求 65 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第一隔离层、第二隔离层和第三隔离层均为 Ta、TaN 或 Ta+TaN 中的任意一种。

67. 根据权利要求 58 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第一介质层、第二介质层、第三介质层、第四介质层和第五介质层均为二氧化硅介质层。

68. 根据权利要求 62 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述第一停止层和第二停止层均为氮化硅。

69. 根据权利要求 58 所述的表面电极离子阱与硅光器件的集成结构，其特征在于，所述硅通孔与所述硅单光子雪崩探测器或硅基锗单光子雪崩探测器的相邻面的垂直距离不小于所述硅通孔直径的 1.5 倍；

且相邻两所述硅通孔的中心轴线之间的垂直距离不小于所述硅通孔直径的 3 倍。

70. 一种三维架构，其特征在于，包括：

权利要求 46-57 或 58-69 任一项所述的集成结构；

硅转接板，所述硅转接板键合在所述集成结构的第一微凸块下金属或第一微凸块上；

封装基板，所述封装基板通过设置在所述硅转接板背面的第二微凸块下

金属或第二微凸块与所述硅转接板键合，或通过引线与所述硅转接板键合；

或者所述封装基板直接键合在所述集成结构的所述第一微凸块下金属或第一微凸块上。

71. 根据权利要求 70 所述的三维架构，其特征在于，所述第二微凸块下金属为 Cu/Ni/Au；所述第二微凸块为 Cu/Ni/SnAg。