

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480036475.0

[51] Int. Cl.

H01L 23/48 (2006.01)

H01R 13/24 (2006.01)

H01R 12/22 (2006.01)

H01R 43/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年4月1日

[11] 授权公告号 CN 100474572C

[22] 申请日 2004.12.7

[21] 申请号 200480036475.0

[30] 优先权

[32] 2003.12.8 [33] US [31] 10/731,669

[32] 2003.12.8 [33] US [31] 10/731,213

[86] 国际申请 PCT/US2004/040868 2004.12.7

[87] 国际公布 WO2005/057652 英 2005.6.23

[85] 进入国家阶段日期 2006.6.8

[73] 专利权人 内奥科尼克斯公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 德克·D·布朗 约翰·D·威廉斯

埃里克·M·拉扎

[56] 参考文献

US2002/0055282 A1 2002.5.9

US5802699 A 1998.9.8

US5772451 A 1998.6.30

审查员 赵敏

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 杨生平 杨红梅

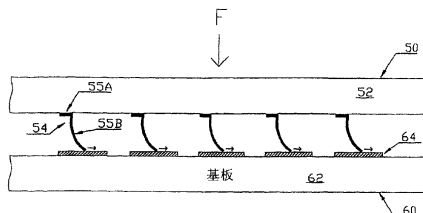
权利要求书 18 页 说明书 25 页 附图 19 页

[54] 发明名称

半导体级电接触的连接装置及其制造方法

[57] 摘要

一种用于电连接至形成于半导体装置上的垫的连接装置以及用于形成所述连接装置的方法，所述连接装置包含基板以及形成于基板上的导电材料的接触元件的阵列。每一接触元件包含附接于基板的顶表面的基部以及从基部延伸、并具有伸出于基板之上的末端的弯曲弹簧部。弯曲弹簧部形成为从接触面弯开，并具有曲率，该曲率被设置用于当接合半导体装置的相应垫时提供受控制的擦刮动作。



1. 一种连接器，用以电连接至形成于半导体装置上的垫，该连接器包含：

基板；以及

多个导电材料的接触元件，形成于该基板上，其中每一接触元件包含附接于该基板的顶表面的基部以及弯曲弹簧部，所述弯曲弹簧部自该基部延伸，并具有伸出于该基板之上的末端，所述弯曲弹簧部形成为从接触面弯开，并具有一曲率，该曲率被设置成：使得所述弯曲弹簧部在其末端附近的曲率中心位于所述弯曲弹簧部的在接合所述半导体装置的相应垫时所引起的擦刮动作的方向上的一侧。

2. 如权利要求 1 所述的连接器，其中所述多个接触元件以小于约 250 微米的节距互相分离。

3. 如权利要求 1 所述的连接器，其中所述多个接触元件中的第一接触元件具有曲率，用于提供受控制的擦刮动作，其中擦刮距离达到要接合的相应垫的 50%。

4. 如权利要求 1 所述的连接器，其中所述多个接触元件中的每一个与所述半导体装置的相应垫垂直对准，且通过施加垂直的外部偏力来接合该垫。

5. 如权利要求 1 所述的连接器，其中每一接触元件的基部和弹簧部是使用相同导电材料形成的连续结构。

6. 如权利要求 1 所述的连接器，其中所述多个接触元件的基部是使用第一导电材料形成的，而所述多个接触元件的弹簧部是使用第二导电材料形成的。

7. 如权利要求 5 所述的连接器，其中所述多个接触元件中的第一个接触元件的弹簧部被覆有导电材料。

8. 如权利要求 5 所述的连接器，其中所述多个接触元件是由选自铜、

铜合金、小粒铜-铍(CuBe)合金及不锈钢 / 铜 / 镍 / 金多层中的材料制造的。

9. 如权利要求 1 所述的连接器,其中每一接触元件的弯曲弹簧部具有该接触元件的电路路径长度的量级的弹性工作范围,所述电路路径长度是电流从该弯曲弹簧部的末端至该接触元件的基部所经过的距离。

10. 如权利要求 1 所述的连接器,其中所述接触面包含被接触的垫的表面。

11. 如权利要求 1 所述的连接器,其中所述连接器被设置成连接至形成于半导体晶圆上的多个垫,所述多个垫是以小于或约为 50 微米的节距而形成的。

12. 如权利要求 1 所述的连接器,其中所述连接器被设置成连接至接点栅格阵列装置的垫。

13. 如权利要求 1 所述的连接器,其中所述连接器被设置成连接至形成于所述半导体装置上的多个焊料球,所述焊料球被形成为具有小于或约为 250 微米的节距。

14. 如权利要求 13 所述的连接器,其中所述接触面包含与要接触的焊料球的侧表面相切的面。

15. 如权利要求 1 所述的连接器,其中每一接触元件的弯曲弹簧部包含第一弯曲弹簧部,且每一接触元件还包含第二弯曲弹簧部,所述第二弯曲弹簧部与所述第一弯曲弹簧部位置相对,从所述基部延伸,并具有伸出于所述基板之上的末端,所述第二弯曲弹簧部形成为从所述接触面弯开,并具有曲率,该曲率被设置用来当接合所述半导体装置的相应垫时提供受控制的擦刮动作。

16. 如权利要求 15 所述的连接器,其中每一接触元件包含从所述基部延伸的两个或更多个弯曲弹簧部,每一弯曲弹簧部具有伸出于所述基板之上的末端,形成为从所述接触面弯开,并具有曲率,该曲率被设置用来

当接合所述半导体装置的相应垫时提供受控制的擦刮动作。

17. 如权利要求 15 所述的连接器,其中所述连接器被设置成连接至形成于所述半导体装置上的多个焊料球,每一接触元件的第一弯曲弹簧部和第二弯曲弹簧部在相应焊料球的侧表面上接合该焊料球。

18. 如权利要求 15 所述的连接器,其中所述第一弯曲弹簧部和所述第二弯曲弹簧部以螺旋形的配置伸出于所述基板之上。

19. 如权利要求 15 所述的连接器,其中所述第一弯曲弹簧部的末端面对所述多个接触元件的第一接触元件的第二弯曲弹簧部的末端。

20. 如权利要求 15 所述的连接器,其中所述多个接触元件的第一接触元件的第一弯曲弹簧部与所述第二弯曲弹簧部形成为背对背,其中相应的末端从所述基部面向外。

21. 如权利要求 1 所述的连接器,其中所述多个接触元件包含第一接触元件与第二接触元件,该第一接触元件具有的机械特性异于该第二接触元件的机械特性。

22. 如权利要求 21 所述的连接器,其中所述第一接触元件包含具有第一弹性工作范围的弯曲弹簧部,而所述第二接触元件包含具有第二弹性工作范围的弯曲弹簧部,所述第二弹性工作范围大于所述第一弹性工作范围。

23. 如权利要求 21 所述的连接器,其中所述第一接触元件包含以第一距离伸出于所述基板的顶表面之上的弯曲弹簧部,而所述第二接触元件包含以第二距离伸出于所述基板的顶表面之上的弯曲弹簧部,所述第二距离大于所述第一距离。

24. 如权利要求 21 所述的连接器,其中所述第一接触元件包含需要第一接触力的弯曲弹簧部,而所述第二接触元件包含需要第二接触力的弯曲弹簧部,所述第二接触力大于所述第一接触力。

25. 如权利要求 24 所述的连接器,其中所述第一接触元件包含延伸

自所述基部的一个或更多个弯曲弹簧部,而所述第二接触元件包含延伸自所述基部的多个弯曲弹簧部,所述第二接触元件比所述第一接触元件具有更多个弯曲弹簧部。

26. 如权利要求 21 所述的连接器,其中所述第一接触元件由第一金属成分组成,而所述第二接触元件由异于所述第一金属的类型的第二金属成分组成。

27. 如权利要求 21 所述的连接器,其中所述第一接触元件由具有第一厚度的金属层组成,而所述第二接触元件由具有异于所述第一厚度的第二厚度的金属层组成。

28. 如权利要求 1 所述的连接器,其中所述多个接触元件包含第一组接触元件和第二组接触元件,所述第一组接触元件以第一节距彼此分离,而所述第二组接触元件以大于该第一节距的第二节距彼此分离。

29. 如权利要求 1 所述的连接器,其中所述多个接触元件包含第一接触元件和第二接触元件,该第一接触元件具有的电特性异于该第二接触元件的电特性。

30. 如权利要求 29 所述的连接器,其中所述第一接触元件包含具有第一电阻的弯曲弹簧部,而所述第二接触元件包含具有第二电阻的弯曲弹簧部,该第二电阻大于该第一电阻。

31. 如权利要求 29 所述的连接器,其中所述第一接触元件包含具有第一阻抗的弯曲弹簧部,而所述第二接触元件包含具有第二阻抗的弯曲弹簧部,该第二阻抗大于该第一阻抗。

32. 如权利要求 29 所述的连接器,其中所述第一接触元件包含具有第一电感的弯曲弹簧部,而所述第二接触元件包含具有第二电感的弯曲弹簧部,该第二电感大于该第一电感。

33. 如权利要求 29 所述的连接器,其中所述第一接触元件包含具有第一载流能力的弯曲弹簧部,而所述第二接触元件包含具有第二载流能力

的弯曲弹簧部，该第二载流能力大于该第一载流能力

34. 如权利要求 1 所述的连接器，还包含：形成于所述基板上或嵌入于所述基板中的一个或多个导电接地面，所述多个导电接地面邻近所述多个接触元件中的一个被选择的接触元件，但与其电隔离。

35. 如权利要求 34 所述的连接器，其中所述一个或多个导电接地面和所述多个接触元件中的一个被选择的接触元件间的距离是变化的，以便为该接触元件建立期望的阻抗。

36. 如权利要求 34 所述的连接器，其中所述一个或多个导电接地面电连接至所述多个接触元件中的第一接触元件。

37. 如权利要求 34 所述的连接器，其中所述多个接触元件包含用以连接至形成一对差动信号的垫的第一接触元件和第二接触元件，所述一个或多个导电接地面与所述第一接触元件间的第一距离和所述一个或多个导电接地面与所述第二接触元件间的第二距离是变化的，以便为该接触元件建立期望的阻抗。

38. 如权利要求 1 所述的连接器，还包含：形成于所述基板上或形成在所述基板中的电路，该电路电连接至所述多个接触元件中的至少一个接触元件。

39. 如权利要求 38 所述的连接器，其中所述电路由嵌入所述基板中的一个或多个金属层形成。

40. 如权利要求 39 所述的连接器，其中所述多个接触元件中的第一接触元件电连接至所述电路，该第一接触元件和所述电路是使用相同类型的金属层形成的。

41. 如权利要求 1 所述的连接器，还包含热导面，该热导面形成于所述基板中，并与所述多个接触元件中的每一接触元件电隔离。

42. 如权利要求 41 所述的连接器，其中所述热导面包含铜面，且被形成为与所述多个接触元件中的每一接触元件间隔开，以便电隔离。

43. 如权利要求 41 所述的连接器,其中所述热导面包含填充环氧树脂,且被形成为与所述多个接触元件的第一个接触元件紧密接触。

44. 如权利要求 1 所述的连接器,其中所述多个接触元件包含至少一个同轴接触元件,所述同轴接触元件包含:

第一接触构件,包含第一基部以及自第一基部延伸的第一弯曲弹簧部,该第一基部限定开口;以及

第二接触构件,包含第二基部以及自第二基部延伸的第二弯曲弹簧部,所述第二基部形成于所述第一基部限定的开口中,

其中所述第一接触构件与所述第二接触构件电隔离。

45. 如权利要求 1 所述的连接器,其中每一接触元件还包含导电黏着部,所述基部附接于所述导电黏着部上,所述导电黏着部附接于所述基板的顶表面,且其面积大于所述基部的面积。

46. 一种连接器,用于电连接至球栅格阵列装置的焊料球,所述连接器包含:

基板;以及

多个导电材料的接触元件,所述接触元件形成于所述基板上:每一接触元件包含附接于所述基板的顶表面的基部以及从所述基部延伸的多个弯曲弹簧部,每一弯曲弹簧部具有伸出于所述基板之上的末端,

其中每一接触元件的多个弯曲弹簧部被形成为接合所述球栅格阵列装置的相应焊料球的侧表面,所述弯曲弹簧部形成为从接触面弯开,并具有一曲率,该曲率被设置成:使得所述弯曲弹簧部在其末端附近的曲率中心位于所述弯曲弹簧部的在接合相应焊料球时所引起的擦刮动作的方向上的一侧。

47. 如权利要求 46 所述的连接器,其中所述接触面包含与被接触的焊料球的侧表面相切的面。

48. 如权利要求 46 所述的连接器,其中每一接触元件的基部和多个

弯曲弹簧部使用相同的导电材料形成为连续结构。

49. 如权利要求 46 所述的连接器,其中所述多个接触元件的基部是使用第一导电金属形成的,而所述多个接触元件的弹簧部是使用第二导电金属形成的。

50. 如权利要求 48 所述的连接器,其中所述多个接触元件中的第一个接触元件的弹簧部被覆有导电材料。

51. 如权利要求 48 所述的连接器,其中所述多个接触元件是由选自铜、铜合金、小粒铜-铍 (CuBe) 合金及不锈钢 / 铜 / 镍 / 金多层中的材料制造的。

52. 一种用于形成包含多个接触元件的连接器的方法,所述方法包含:

提供基板 (102);

形成支撑层 (104) 于所述基板 (102) 上;

图案化所述支撑层,以限定多个支撑元件 (104A-C);

各向同性地蚀刻所述多个支撑元件,以在每一支撑元件顶上形成圆化的角;

形成金属层 (108) 于所述基板上及所述多个支撑元件上;

图案化所述金属层,以限定多个接触元件 (112A-C),其中每一接触元件包含所述基板上的第一金属部,以及自所述第一金属部延伸并部分跨过相应支撑元件顶部的第二金属部;

去除所述多个支撑元件,

其中如此形成的所述多个接触元件的每一个包含附接于所述基板的基部以及从所述基部延伸并具有伸出所述基板以上的末端的弯曲弹簧部,所述弯曲弹簧部相对于所述基板的表面形成为具有凹曲率,所述曲率被设置成:使得所述弯曲弹簧部在其末端附近的曲率中心位于所述弯曲弹簧部的在接合半导体装置的相应垫时所引起的擦刮动作的方向上的一侧。

53. 如权利要求 52 所述的方法, 其中形成支撑层于所述基板上包含:

沉积电介质材料层。

54. 如权利要求 53 所述的方法, 其中所述电介质材料包含玻璃上旋涂层、TEOS 层、或 PCVD 氧化物层。

55. 如权利要求 52 所述的方法, 其中图案化所述支撑层以限定多个支撑元件包含:

形成掩模层 (106) 于所述支撑层之上;

图案化所述掩模层, 以限定用于所述多个支撑元件的位置;

利用图案化的掩模层, 各向同性地蚀刻所述支撑层; 以及

去除所述图案化的掩模层。

56. 如权利要求 53 所述的方法, 其中各向同性地蚀刻所述多个支撑元件包含:

使用能够蚀刻所述电介质材料的蚀刻化学物, 等离子体蚀刻所述多个支撑元件。

57. 如权利要求 53 所述的方法, 其中各向同性地蚀刻所述多个支撑元件包含:

使用能够蚀刻所述电介质材料的蚀刻剂, 湿蚀刻所述多个支撑元件。

58. 如权利要求 52 所述的方法, 其中形成金属层于所述基板上包含:

沉积金属层于所述基板上。

59. 如权利要求 58 所述的方法, 其中所述沉积使用化学气相沉积工艺、物理气相沉积工艺、电镀工艺、或溅射工艺。

60. 如权利要求 52 所述的方法, 其中图案化所述金属层以限定多个接触元件包含:

形成掩模层 (110A-C) 于所述金属层之上;

图案化所述掩模层，以限定用于所述多个接触元件的位置；
利用图案化的掩模层，蚀刻所述金属层；以及
去除所述图案化的掩模层。

61. 如权利要求 52 所述的方法，其中去除所述多个支撑元件包含：
湿蚀刻以去除所述多个支撑元件。

62. 如权利要求 52 所述的方法，其中每一接触元件的弯曲弹簧部形成为从一接触平面弯离，并具有一曲率，设置成当接合半导体装置的相应垫时提供受控的擦刮动作。

63. 如权利要求 52 所述的方法，其中图案化所述金属层以限定多个接触元件的动作包含：

限定第一接触元件，该第一接触元件包含所述基板上的第一金属部、以及自所述第一金属部以一螺旋配置延伸并部分跨过相应支撑元件顶部的第二金属部。

64. 如权利要求 52 所述的方法，其中图案化所述金属层以限定多个接触元件包含：

限定第一接触元件（128A），该第一接触元件包含在所述基板上并邻近第一支撑元件的第一端的第一金属部、以及自所述第一金属部延伸并部分跨过所述第一支撑元件顶部的第二金属部；以及

限定第二接触元件（128B），该第二接触元件包含在所述基板上并邻近第二支撑元件的第二端的第一金属部、以及自所述第一金属部延伸并部分跨过所述第二支撑元件顶部的第二金属部，所述第二端与所述第一端相对，

其中如此形成的所述第一接触元件和所述第二接触元件具有面对彼此的相应末端。

65. 如权利要求 52 所述的方法，其中图案化所述金属层以限定多个接触元件包含：

限定第一接触元件，该第一接触元件包含在所述基板上并邻近第一支撑元件的第一端的第一金属部、以及自所述第一金属部延伸并部分跨过所述第一支撑元件顶部的第二金属部；以及

限定第二接触元件，该第二接触元件包含在所述基板上并邻近第二支撑元件的第二端的第一金属部、以及自所述第一金属部延伸并部分跨过所述第二支撑元件顶部的第二金属部，所述第二端邻近所述第一支撑元件的所述第一端，

其中如此形成的所述第一接触元件和所述第二接触元件具有连接的基部，并具有背对彼此的相应末端。

66. 如权利要求 52 所述的方法，其中所述基板具有所述支撑层形成于其上的传导黏着层（103），

形成所述金属层包括形成金属层于所述传导黏着层上及所述多个支撑元件上，

图案化所述金属层进一步包括图案化所述传导黏着层以限定所述多个接触元件，所述第一金属部形成于传导黏着部上，以及

由此形成的所述多个接触元件每一个包括附接于所述传导黏着部的基部，所述传导黏着部附接于所述基板。

67. 如权利要求 66 所述的方法，其中图案化所述支撑层以限定多个支撑元件包含：

形成掩模层于所述支撑层之上；

图案化所述掩模层，以限定用于所述多个支撑元件的位置；

利用图案化的掩模层，各向异性地蚀刻所述支撑层，所述各向异性蚀刻停止于所述传导黏着层上或中；以及

去除所述图案化的掩模层。

68. 如权利要求 66 所述的方法，其中图案化所述金属层和所述传导黏着层以限定多个接触元件包含：

形成掩模层于所述金属层之上；

图案化所述掩模层，以限定用于所述多个接触元件的位置；
利用图案化的掩模层，蚀刻所述金属层；
利用所述图案化的掩模层和所述多个支撑元件，蚀刻所述传导黏着层；以及
去除所述图案化的掩模层。

69. 如权利要求 66 所述的方法，其中所述支撑层包含电介质层，且各向同性地蚀刻所述多个支撑元件包含：

使用能够蚀刻所述电介质材料的蚀刻化学物，等离子体蚀刻所述多个支撑元件。

70. 如权利要求 66 所述的方法，其中所述支撑层包含电介质层，且各向同性地蚀刻所述多个支撑元件包含：

使用能够蚀刻所述电介质材料的蚀刻剂，湿蚀刻所述多个支撑元件。

71. 如权利要求 66 所述的方法，其中形成金属层于所述基板上包含：

使用从化学气相沉积工艺、物理气相沉积工艺、电镀工艺、或溅射工艺中所选的工艺，沉积金属层于所述基板上。

72. 一种连接器，包含：

基板（142）；

形成于所述基板上的多个导电接触元件（152），所述接触元件从所述基板伸出，所述接触元件中的至少一个包括基部和第一弹簧部，该第一弹簧部从所述基部延伸，并具有伸出所述基板以上的末端，并具有一曲率，该曲率被设置成：使得所述第一弹簧部在其末端附近的曲率中心位于所述第一弹簧部的在接合半导体装置的相应垫时所引起的擦刮动作的方向上的一侧；以及

电路（145），该电路形成于所述基板上或所述基板内，该电路电连接至所述多个接触元件的至少一个，且所述连接器在所述电路和所述多个接触元件的所述至少一个之间具有不多于一个的界面。

73. 如权利要求 72 所述的连接器,电连接至形成于半导体装置上的垫(147),并提供所述电路和所述多个接触元件的所述至少一个之间的接续电路径。

74. 如权利要求 72 所述的连接器,从所述电路到所述多个接触元件的所述至少一个具有均匀的阻抗。

75. 如权利要求 72 所述的连接器,所述多个接触元件的至少二个电连接至所述电路。

76. 如权利要求 72 所述的连接器,包括电容和电感的至少一个。

77. 如权利要求 72 所述的连接器,所述多个接触元件的所述至少一个与所述基板和暴露于所述基板表面的所述电路的部分相接触。

78. 如权利要求 72 所述的连接器,其中所述多个接触元件的所述至少一个是曲线的。

79. 如权利要求 72 所述的连接器,其中所述多个接触元件以小于约 250 微米的节距分离。

80. 如权利要求 72 所述的连接器,其中所述基部是金属基部,其整体沉积于暴露在所述基板表面的所述电路的部分上。

81. 如权利要求 80 所述的连接器,其中所述第一弹簧部是金属弹簧部。

82. 如权利要求 81 所述的连接器,其中所述多个接触元件的所述至少一个进一步包括从所述金属基部延伸的第二金属弹簧部,所述第二金属弹簧部从所述基板伸出,所述第二金属弹簧部具有设置于所述基板以上的末端,并且所述第一金属弹簧部、所述金属基部及所述第二金属弹簧部是电接续的。

83. 如权利要求 82 所述的连接器,其中所述多个接触元件的所述至少一个,所述第一金属弹簧部的末端及所述第二金属弹簧部的末端面向大体相反的方向。

84. 如权利要求 72 所述的连接器,电连接至球栅格阵列装置的焊料球。

85. 如权利要求 84 所述的连接器,其中所述接触元件的基部和延伸部是以相同传导材料制成的连续结构。

86. 如权利要求 84 所述的连接器,其中所述多个接触元件的所述至少一个包括金属基部,其整体直接沉积于暴露在所述基板表面的所述电路的部分上。

87. 如权利要求 86 所述的连接器,其中所述多个接触元件的所述至少一个以与所述电路所暴露的部分相同类型的金属形成。

88. 如权利要求 84 所述的连接器,其中所述多个接触元件的所述至少一个配置成接触焊料球的侧表面。

89. 如权利要求 72 所述的连接器,其中所述接触元件整体形成于具有所述电路的所述基板上,所述电路的部分暴露于所述基板表面,所述接触元件通过以下形成:

形成支撑结构(144A-B)于所述基板上,所述支撑结构从所述基板伸出;

沉积金属层(148)于所述基板、所述支撑结构及所述电路的暴露部分(147)上;

蚀刻所述金属层以形成所述接触元件,所述接触元件包括整体接合至所述电路的暴露部分的基部以及与所述基部连续的弹簧部,所述弹簧部设置于所述支撑结构之上并从所述基板伸出;以及

去除所述支撑结构。

90. 一种用于电连接到半导体装置上所形成的垫的连接器,其包括:
基板;

嵌入所述基板中的电路,所述基板的表面暴露所嵌入的电路的暴露部分;

多个电传导接触元件，其设置于所述基板的所述表面上，所述接触元件中的至少一个包括

基部，其通过传导黏着层而黏着到所述基板上，以及

弹簧部，其从所述基板、黏着于所嵌入的电路的暴露部分的所述传导黏着层伸出，并沿所述基板延伸，所述基板在所述弹簧部下面并离开所述弹簧部，所述弹簧部具有一曲率，该曲率被设置成：使得所述弹簧部在其末端附近的曲率中心位于所述弹簧部的在接合所述半导体装置的相应垫时所引起的擦刮动作的方向上的一侧；

所述电路通过所述传导黏着层而电连接到所述接触元件中的所述至少一个，并且

所述接触元件中的所述至少一个通过金属膜沉积而形成于所述传导黏着层上并电连接至所述传导黏着层。

91. 如权利要求 90 所述的连接器，其中所述接触元件以小于 250 微米的节距分离。

92. 如权利要求 90 所述的连接器，其中所述接触元件具有曲率。

93. 如权利要求 92 所述的连接器，其中所述接触元件具有擦刮表面，所述擦刮表面可达其所被擦刮到的第二表面约 50%。

94. 如权利要求 90 所述的连接器，其中所述接触元件与所述半导体装置的相应垫垂直对齐。

95. 如权利要求 90 所述的连接器，其中所述接触元件涂覆有传导材料。

96. 如权利要求 90 所述的连接器，其中所述接触元件由从包括铜、铜合金、小粒铜铍（CuBe）合金以及不锈钢 / 铜 / 镍 / 金多层的组中所选的材料制成。

97. 如权利要求 90 所述的连接器，其中所述多个电传导接触元件连接到所述半导体装置上所形成的焊料球，所述焊料球具有小于 250 微米的

节距。

98. 如权利要求 97 所述的连接器,其中所述接触元件具有与所述焊料球的侧表面相切的接触面。

99. 如权利要求 90 所述的连接器,其中所述接触元件具有两个或者更多个弯曲部。

100. 如权利要求 90 所述的连接器,其中所述接触元件至少有两个类型,第一类型的机械特性与第二类型的机械特性不同。

101. 如权利要求 90 所述的连接器,其中所述电路的部分及所述接触元件采用相同类型的金属层来形成。

102. 如权利要求 90 所述的连接器,其中所述电路包括互连的金属层、电容器和电感器中的至少一个。

103. 一种连接器,用于电连接到球栅格阵列装置的焊料球,其包括:
基板;

嵌入所述基板中的电路,所述基板的表面暴露所嵌入的电路的暴露部分;

多个电传导接触元件,其设置于所述基板的所述表面上,所述接触元件中的至少一个包括:

基部,其通过传导黏着层而黏着到所述基板,以及

弹簧部,其从所述基板、黏着于所嵌入的电路的暴露部分的所述传导黏着层伸出,并沿所述基板延伸,所述基板在所述弹簧部下面并离开所述弹簧部,所述弹簧部具有一曲率,该曲率被设置成:使得所述弹簧部在其末端附近的曲率中心位于所述弹簧部的在接合相应焊料球时所引起的擦刮动作的方向上的一侧;

所述电路通过所述传导黏着层而电连接到所述接触元件中的所述至少一个,并且

所述接触元件中的所述至少一个通过金属膜沉积而形成于所述传导

黏着层上并且电连接至所述传导黏着层。

104. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述接触元件的接触面是与所接触的焊料球的侧表面相切的面。

105. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述接触元件的基部和弹簧部是由相同的传导材料制成的连续结构。

106. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述接触元件的基部和弹簧部分别采用第一传导金属和第二传导金属来形成, 所述第一传导金属与所述第二传导金属彼此不同。

107. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述接触元件由从包括铜、铜合金、小粒铜铍 (CuBe) 合金以及不锈钢 / 铜 / 镍 / 金多层的组中所选的材料制成。

108. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述电路由嵌入所述基板中的一个或多个金属层形成。

109. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述电路的至少部分及所述接触元件由相同类型的金属来形成。

110. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述电路包括互连的金属层、电容器和电感器中的至少一个。

111. 如权利要求 90 所述的连接器, 其中所述金属膜沉积提供了所述接触元件和所述传导黏着层之间的一体化结构, 从而在所述接触元件和所述电路之间形成接续电路径, 而没有金属不接续和阻抗不匹配。

112. 如权利要求 90 所述的连接器, 其中所述接触元件中的所述至少一个包括第一接触元件,

所述基板的所述表面暴露所嵌入的电路的第二暴露部分,

所述多个电传导接触元件中的第二接触元件通过金属膜沉积而电连接到传导黏着层, 所述传导黏着层黏着于所述第二暴露部分,

所述第一接触元件和所述第二接触元件设置于所述基板的同一侧

上, 以及

所述第一接触元件、所述电路和所述第二接触元件是连续的, 从而在所述第一接触元件和所述第二接触元件之间形成接续电路径, 而没有金属不接续和阻抗不匹配。

113. 如权利要求 112 所述的连接器, 其中所述多个传导接触元件中的第三接触元件与所述第一接触元件及所述第二接触元件形成于所述基板的同一侧上, 所述第三接触元件与所述第一接触元件、所述第二接触元件以及所述电路电隔离。

114. 如权利要求 90 所述的连接器, 其中除了所述暴露部分, 所述电路完全嵌入所述基板中。

115. 如权利要求 90 所述的连接器, 其中所述电路包括嵌入所述基板中的电容器。

116. 如权利要求 90 所述的连接器, 其中所述电路包括嵌入所述基板中的电感器。

117. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述金属膜沉积提供了所述接触元件和所述传导黏着层之间的一体化结构, 从而在所述接触元件和所述电路之间形成接续电路径, 而没有金属不接续和阻抗不匹配。

118. 如权利要求 103 所述的连接器, 其中所述接触元件中的所述至少一个包括第一接触元件,

所述基板的所述表面暴露所嵌入的电路的第二暴露部分,

所述多个电传导接触元件中的第二接触元件通过金属膜沉积而电连接到传导黏着层, 所述传导黏着层黏着于所述第二暴露部分,

所述第一接触元件和所述第二接触元件设置于所述基板的同一侧上, 并且

所述第一接触元件、所述电路和所述第二接触元件是连续的, 从而在所述第一接触元件和所述第二接触元件之间形成接续电路径, 而没有

金属不接续和阻抗不匹配。

119. 如权利要求 118 所述的连接器，其中所述多个传导接触元件中的第三接触元件与所述第一接触元件及所述第二接触元件形成于所述基板的同一侧上，所述第三接触元件与所述第一接触元件、所述第二接触元件以及所述电路电隔离。

120. 如权利要求 103 所述的连接器，其中除了所述暴露部分，所述电路完全嵌入所述基板中。

121. 如权利要求 103 所述的连接器，其中所述电路包括嵌入所述基板中的电容器。

122. 如权利要求 103 所述的连接器，其中所述电路包括嵌入所述基板中的电感器。

123. 如权利要求 90 所述的连接器，其中所述传导黏着层包括铜铍、钛和基于聚合物的黏着剂中的一个。

124. 如权利要求 103 所述的连接器，其中所述传导黏着层包括铜铍、钛和基于聚合物的黏着剂中的一个。

半导体级电接触的连接器及其制造方法

技术领域

本发明涉及可重复连接、可重复安装的电连接器，尤其涉及连接半导体级装置的电连接器。

背景技术

电互连 (interconnects) 或连接器用以将两个或更多电子元件连接在一起，或将电子元件连接至电气设备，例如连接至计算机、路由器或测试器。举例而言，电互连用以连接电子元件 (如集成电路 (IC 或芯片)) 至印刷电路板。电互连在集成电路制造期间亦用以连接被测试的集成电路装置至测试系统。在某些应用中，电互连或连接器提供可分离或可重复安装的连接，使得其附接的电子元件可被去除并再次附接。举例而言，可能希望使用可分离的互连装置将经封装的微处理器芯片安装到个人计算机主板，使得故障的芯片可轻易去除，或者可轻易安装升级芯片。

亦存在利用电连接器来直接电连接形成于硅晶圆上的金属垫 (pads) 的应用。此类的电连接器通常称为“探针 (probe)”或“探针卡 (probe card)”，且一般用在制造过程中的晶圆测试。探针卡一般安装在测试器上，提供从测试器至硅晶圆的电连接，以测试形成在晶圆上的各集成电路的功能性以及是否符合特定参数的限制。

传统电连接器通常由锻压 (stamped) 金属弹簧制成，其形成后接着各自被插入绝缘载体中，以形成电连接元件阵列。其它制作电连接器的方法包含使用各向同性的导电黏着剂、注射模制的导电黏着剂、束线导电元件、用线接合 (wirebonding) 技术形成的弹簧以及小的固体金属件。

接点栅格阵列 (land grid array, LGA) 是指金属垫 (亦称为接点 (lands)) 阵列，以作为集成电路封装、印刷电路板或其它电子元件的电接触点。金属垫通常利用薄膜沉积技术形成，并涂布以金，以提供不氧化

(non-oxidizing)的表面。球栅格阵列 (ball grid array, BGA) 是指焊料球 (solder balls) 或焊料凸块 (solder bumps) 阵列, 以作为集成电路封装的电接触点。接点栅格阵列和球栅格阵列两者皆广泛使用于半导体业, 且各有其相关优点或缺点。举例而言, 因为无须形成焊料球或焊料凸块, 所以一般制作接点栅格阵列封装比球栅格阵列封装便宜。然而, 接点栅格阵列封装一般较难组装至 PC 板或多芯片芯片模块上。通常利用接点栅格阵列连接器, 为连接至 PC 板或芯片模块的接点栅格阵列封装提供可去除且可重复安装的插座 (socketing) 能力。

半导体科技的进步使得半导体集成电路中的尺寸缩小, 特别是, 缩小了硅晶片(die)或半导体封装上接触点的节距 (pitch)。节距是指半导体装置上各电接触点 (亦称为“接脚(lead)”) 间的间隔, 其在某些应用中剧烈减少。举例而言, 半导体晶圆上的接触垫可有 250 微米或更少的节距。在 250 微米节距水平时, 用传统技术来制作至这些半导体装置的可分离的电连接是非常困难且非常昂贵的。当半导体器件上接触垫的节距缩小到 50 微米以下且需要同时连接阵列中的多个接触垫时, 问题甚至变得更难。

制作电连接到接触垫 (例如硅晶圆或接点栅格阵列封装上的金属垫) 时, 在接触元件接合 (engage) 这些垫的时候, 利用擦刮 (wiping) 动作和穿入 (piercing) 动作是很重要的, 以突破任何氧化物、有机材料或其它可能出现在金属垫表面的膜, 否则那些膜可能会阻碍电连接。图 1 例示用以接合基板上的金属垫的接触元件。参照图 1, 连接器 10 包含接触元件 12, 用于电连接至基板 14 上的金属垫 16。连接器 10 可为晶圆探针卡, 而接触元件 12 则为探针尖 (tip), 用于接合硅基板 14 上的垫 16。在正常处理与储存状况下, 膜 18 (其可为氧化物膜或有机膜) 形成在金属垫 16 的表面上。当接触元件 12 接合金属垫 16 时, 接触元件必须穿过膜 18, 以形成到金属垫 16 的可靠的电连接。膜 18 的穿入可源自接触元件 12 接合金属垫时接触元件 12 的擦刮动作或穿入动作。

尽管需要提供擦刮或穿入动作, 但重要的是具有受良好控制的擦刮或

穿入动作，在进行电接触时，使其够强以穿过表面的膜，但够柔以避免损坏金属垫。此外，重要的是，任何擦刮动作均提供足够的擦刮距离，以暴露足够的金属表面，以具有良好的电连接。

类似地，当形成至焊料球（如形成在球栅格阵列封装、芯片级封装或晶圆级封装上的焊料球）的接触时，重要的是提供擦舌刮或穿入动作，以突破焊料球上的原生氧化层(native oxide)，以形成到焊料球的良好电接触。然而，当使用传统方法来形成到焊料球的电接触时，可能损坏焊料球或可能将焊料球完全从封装去除。图 2A 例示了用以接触焊料球的接触元件。当接触元件 12 接触形成在例如供测试的基板 20 上的焊料球 22 时，接触元件 12 施加穿入动作，这通常导致在焊料球的顶表面（亦称为基（base）表面）上形成凹坑(crater)。当包含焊料球 22 的基板 20 接着附接到另一半导体装置（如 PC 板或芯片级封装）时，焊料球 22 中的凹坑会导致在焊料球界面形成空洞（void）。图 2B 和图 2C 例示使焊料球 22 附接于基板 24 的金属垫 26 的结果。在焊料回流（solder reflow）后（图 2C），焊料球 22 附接至金属垫 26。然而，因为在焊料球 22 的顶表面上存在凹坑，所以在焊料球界面处会形成空洞，上述凹坑是由接触元件 12 的穿入动作造成的。此类空洞的存在可影响连接的电特性，且更重要地，会降低连接的可靠度。

因此，期望提供一种电接触元件，其可在金属垫（特别是节距小于 50 微米的垫）上提供受控制的擦刮动作。亦期望此擦刮动作提供达接触垫 50% 的擦刮距离。此外，当进行到焊料球的电接触时，期望具有这样的电接触元件，其可在焊料球上提供受控制的擦刮动作，而不损坏焊料球的接触表面。

电连接器遭遇的另一个问题是共面性（coplanarity）的变化以及要连接的半导体装置的接触点的位置失准(misalignment)。举例而言，半导体晶圆制造和封装工艺中的变化常导致接触点（金属垫或焊料球）最终位置在每一平面维度上的变化。在接触点阵列中，位置失准导致不同接触点的相对位置的变化。因此，连接器必须能够适应由失准导致的位置变化，以便

用于大部分应用中。所以，期望具有可缩放（scalable）的电接触元件，其可弹性作用，以便能够容忍共面性的正常变化以及接触点的位置失准。

已知有用于电连接到半导体装置的连接或互连系统。举例而言，2000年3月7日授予 Eldridge 等人的美国专利第 6,032,356 号公开了一种弹性接触结构的阵列，其直接安装于半导体晶圆的焊垫(bonding pad)上。该接触结构通过以下而形成：附接金接合线至晶圆，使所述接合线成形，并接着涂覆(overcoating)所述接合线以形成复合(composite)接触元件。虽然 Eldridge 公开了一种提供半导体级的全金属接触阵列的方法，但其中一次形成一个接触元件，因此接触元件需要昂贵的串行制造过程。此外，接触结构固有的尖的形状(pointy shape)导致在进行接触时其穿入动作易于损坏如焊料球的接触点。

2001年2月6日核授予 Smith 等人的美国专利第 6,184,065 号公开了利用薄金属膜中的固有应力梯度而制造的小金属弹簧。Smith 的方法提供了半导体级的全金属接触阵列。然而，所述金属弹簧尖端指入要接触的面表面，因此当用于探测(probe)焊料球时，易于损坏焊料球。

2001年6月26日授予 Khoury 等人的美国专利第 6,250,933 号公开了一种接触结构，其中，通过微制造(microfabrication)技术在半导体基板或其它电介质上生成接触器，且其中每个接触器形状像桥，具有一个或多个有角的部分(angled portion)，以支撑水平接触部。Khoury 的方法提供了半导体级的全金属接触阵列，但当与金属垫接口时，因为接触元件与金属垫平行，所以仅提供有限量的擦刮动作。Khoury 通过添加粗糙度(asperities)以及制造不对称结构来引致擦刮动作，来处理缺乏擦刮的问题。然而，对于本领域的技术人员显而易见的是，此种方式可提供只有接触的整体尺寸的 10%或更小的擦刮距离，对良好电连接而言通常是不够的。此外，当接触焊料球阵列时，因为接触表面与焊料球阵列平行，Khoury 的方式要求焊料球的基表面被物理接触。这样的接触会导致焊料球基表面上的损坏，这又会在后续焊料回流期间导致空洞的形成，如图 2C 所示。

Romano 等人的 U.S. 公布的专利申请 2003/0129866 公开了用于电连接集成电路的弹簧金属结构。

Eldridge 等人的 U.S. 公布的专利申请 2003/0049951 公开了用于连接电子部件的微电子接触结构。

总结而言，传统连接器在用于小节距尺寸的半导体装置时不符合要求。传统连接在提供擦刮 / 穿入动作而不损坏如焊料球的基表面的接触点方面，亦不符合要求。

发明内容

根据本发明一实施例，一种用于电连接形成于半导体装置上的垫的连接器的连接包含：基板以及形成于基板上的导电材料的接触元件阵列。每一接触元件包含附接于基板的顶表面的基部 (base portion) 以及弯曲弹簧部，该弯曲弹簧部自基部延伸并具有伸出于基板之上的末端 (distal end)。弯曲弹簧部形成为从接触面弯开 (curve away)，并具有曲率，该曲率被设置用以在接合半导体装置的相应垫时提供受控制的擦刮动作。

根据本发明的另一方面，一种形成包含接触元件阵列的连接器的方法包含：提供基板，形成支撑层于基板上，图案化支撑层以限定支撑元件阵列，各向同性地蚀刻支撑元件阵列以在每一支撑元件顶上形成圆化的角 (rounded corners)，形成金属层于基板上与支撑元件阵列上，以及图案化金属层以限定接触元件阵列，其中每一接触元件包含在基板上的第一金属部以及第二金属部，所述第二金属部自第一金属部延伸，并部分跨过相应支撑元件的顶部。此方法还包含去除支撑元件阵列。如此形成的接触元件阵列每个包含附接于基板的基部以及弯曲弹簧部，该弯曲弹簧部从基部延伸、并具有伸出于基板之上的末端。该弯曲弹簧部形成为相对于基板的表面具有凹 (concave) 的曲率。

根据本发明的另一方面，一种形成包含接触元件阵列的连接器的方法包含：提供基板，提供导电黏着层于基板上，形成支撑层于导电黏着层上，

图案化支撑层以限定支撑元件阵列，各向同性地蚀刻支撑元件阵列以在每一支撑元件顶上形成圆化的角，形成金属层于导电黏着层上与支撑元件阵列上，图案化金属层与导电黏着层以限定接触元件阵列。每一接触元件包含：第一金属部，该第一金属部形成于一导电黏着部上；以及第二金属部，该第二金属部从第一金属部延伸，并部分跨过相应支撑元件的顶部。此方法还包含去除支撑元件阵列。

如此形成的接触元件阵列每个包含：基部，该基部附接于导电黏着部，其中导电黏着部附接于基板；以及弯曲弹簧部，该弯曲弹簧部从基部延伸、并具有伸出基部至少的末端。该弯曲弹簧部形成为相对于基板的表面具有凹的曲率。

考虑以下详细说明与附图时，本发明将得到更好的理解。

附图说明

图 1 例示用以接合基板上的金属垫的接触元件。

图 2A 例示用以接触焊料球的接触元件。

图 2B 和图 2C 例示将损坏的焊料球附接至基板的金属垫的结果。

图 3A 和 3B 为根据本发明一实施例的连接器的剖面图。

图 4A 和 4B 为例示使用图 3A 的连接器来接合不同半导体装置的剖面图。

图 5A 和 5B 例示根据本发明另一实施例的连接器。

图 6A 和 6B 例示根据本发明另一实施例的连接器。

图 7A 至 7H 例示根据本发明一实施例用于形成图 3A 的连接器的处理步骤。

图 8A 至 8H 例示根据本发明一实施例用于形成图 5A 的连接器的处理步骤。

图 9A 至 9H 例示根据本发明另一实施例用于形成图 5A 的连接器的处理步骤。

图 10A 和 10B 为根据本发明另一实施例的连接器的剖面图。

图 11 为根据本发明一实施例的连接器的剖面图，此连接器包含用于改善信号完整性并用于控制接触元件阻抗的接地面。

图 12 例示本发明连接器的另一实施例，其中使用一对接触元件耦合至一对差动信号。

图 13 例示根据本发明一实施例的合并有热传导面的连接器。

图 14 例示根据本发明一实施例的包含同轴接触元件的连接器的剖面图。

图 15A 至 15H 例示根据本发明另一实施例的用于形成连接器阵列的处理步骤。

具体实施方式

根据本发明的原理，一种提供到装置的可分离且可重复安装的可分离且可重复安装的连接器的连接器包含形成于基板上的接触元件阵列，其中每一接触元件包含弯曲弹簧部，该弯曲弹簧部形成为从接触面弯开，并具有曲率，该曲率被设置用以在接合装置的接触点时提供受控制的擦刮动作。本发明的连接器可用以电连接至半导体级的装置（如硅晶圆或封装的集成电路）。接触元件可被形成为可电连接至具有 250 微米或更小的节距的接触点，且特别是，本发明的接触元件可电连接至具有 50 微米或更小的节距的接触点。通过提供受控制的擦刮动作，本发明的连接器可用以连接至各种接触表面，而不损坏接触表面。最后，本发明的连接器中的接触元件具有大的弹性工作范围，约等于或大于电路长度，从而容许接触元件以一般操作状况中常需要的大范围的压缩（compressions）来工作。

相较于传统连接器系统，本发明的连接器有许多优点。第一，本发明的连接器包含接触元件，该接触元件具有弯离接触面（亦即将接触的接触点表面）的弯曲弹簧部。因此，当接合金属垫或焊料球时，接触元件可提供柔性（soft）的受控制的擦刮动作，从而容许有效的电连接而不损坏接

触表面。另外，本发明的连接器中的接触元件可以用最佳的接触力达到最佳的擦刮距离。传统连接器通常包含弯入接触面的曲弹簧构件（member）。当此类弹簧构件与接触垫接合时，这样的曲率会导致穿入动作，且通常对垫造成所不欲之损坏。替选地，在其它传统连接器中，接触元件不是没提供擦刮动作就是擦刮距离不足。本发明的连接器克服了传统连接器的许多缺点。

第二，本发明的连接器提供可缩放、低轮廓(low profile)、低插入力（insertion force）、高密度、以及可分离 / 可重新连接的电连接，且特别地适用于高速和高性能应用。此连接器可以相对低的成本制造，而展现高度可靠性且符合操作特性。特别地是，本发明的连接器可被调整以接触晶圆上的金属垫或接点栅格阵列封装的接点（lands），其中垫或接点以 50 微米或更小的节距分隔。本发明的连接器还可被调整以接触球栅格阵列封装的焊料球或形成在晶圆上的焊料球，其中所述焊料球以 250 微米或更小的节距分隔。

第三，本发明的连接器可用以接合半导体装置的垫，其中所述垫与连接的接触元件垂直对准。因此，只需要施加垂直的外部偏力（biasing force）以将连接器连接至要连接的装置。这与许多传统连接器系统是相反的，传统连接器系统要求施加侧向力（lateral force）以接合连接器，且常导致对连接点的损坏。

本发明的连接器可用于电连接至各种装置。举例而言，本发明的连接器可用于电连接至硅晶圆上的金属垫、球栅格阵列（BGA）封装、接点栅格阵列封装、晶圆级封装、芯片级封装和其它半导体或电气装置。本说明书中，“装置”一词是指需要电连接或互连的电子装置或组件之类。因此，半导体装置可包含但不限于半导体晶圆、封装的或未封装的集成电路、形成在半导体晶圆上或形成为集成电路封装的球栅格阵列、形成在半导体晶圆、芯片模块或集成电路封装上的接点栅格阵列。

图 3A 和 3B 为根据本发明一实施例的连接器的剖面图。图 3A 和 3B

例示本发明的连接器 50，该连接器 50 连接至半导体装置 60，半导体装置 60 包含金属垫 64，金属垫 64 形成在基板 62 上作为接触点。半导体装置 60 可以是硅晶圆，其中金属垫 64 为形成在晶圆上的金属接合垫。半导体装置 60 还可以是接点栅格阵列封装，其中金属垫 64 代表形成在接点栅格阵列封装上的“接点 (lands)”或金属连接垫。图 3A 和 3B 中，连接器 50 耦合至半导体装置 60 只是为了例示说明，而不欲将连接器 50 限制为仅应用于与晶圆或接点栅格阵列封装的连接。

参照图 3A，连接器 50 包含形成在基板 52 上的接触元件 54 的阵列。基板 52 可以电介质材料或半导体材料形成。因为连接器 50 可用以连接至半导体级的半导体装置，因此，通常使用半导体制造过程中常用的材料来形成连接器 50。在一个实施例中，基板 50 由石英、硅或陶瓷晶圆形成，而接触元件 54 形成于电介质层上，该电介质层可以是形成在基板的顶表面上的蓝宝石上硅(SOS)、玻璃上硅(SOG)、硼磷四乙基正硅酸盐(BPTEOS)或四乙基正硅酸盐 (TEOS) 层。接触元件阵列一般形成为二维阵列，该二维阵列配置成与要接触的半导体装置上对应的接触点配对。在一实施例中，连接器 50 被形成为接触具有 50 微米或更小的节距的金属垫。

接触元件 54 是利用导电材料形成的。每一接触元件 54 包含：附接于基板 52 的顶表面的基部 55A 以及从基部 55A 伸出的弯曲弹簧部 55B。弯曲弹簧部 55B 具有邻近基部 55A 的近端 (proximal end) 以及伸出于基板 52 之上的末端 (distal end)。注意，图 3A 和 3B 例示的连接器 50 为颠倒状，以接合半导体装置 60。本说明中诸如“上”和“顶表面”等方向性词汇是为了描述当连接器放置成接触元件面朝上时连接器元件的位置关系。本领域的技术人员会理解，文中所用的方向性词汇只是为了例示说明，且只是为了描述接触元件不同部分的相对位置。

仍参照图 3A，接触元件 54 包含弯曲弹簧部，该弯曲弹簧部形成为从接触面弯开。本说明中，“接触面”是指接触元件要接触的接触点表面。本例示中，接触面为金属垫 64 的表面。如图 3A 所示，弯曲弹簧部 55B

被形成为相对于基板 52 表面具有凹的曲率 (concave curvature)。因此, 弯曲弹簧部 55B 从金属垫 64 的表面弯开。接触元件 54 的弯曲弹簧部 55B 具有曲率, 该曲率被设置用以在接合要接触半导体装置的相应金属垫 64 时提供受控制的擦刮动作。

在操作中, 施加外部偏力 (图 3A 中标为 F) 至连接器 50, 使得连接器 50 压缩半导体装置 60 的金属垫 64。接触元件 54 的弯曲弹簧部以受控制的擦刮动作来接合相应的金属垫, 使得每一接触元件有效地电连接至相应的垫。接触元件 54 的曲率确保同时实现最佳的接触力和最佳的擦刮距离。擦刮距离是当接触金属垫时接触元件的末端在金属垫表面的移动 (travel) 量。一般而言, 接触力可以是大约 5 至 100 克, 视应用而定, 而擦刮距离可为大约 5 至 400 微米。

本发明的接触元件的另一特征为: 接触元件的弯曲弹簧部可以有非常大的弹性工作范围。具体而言, 因为弯曲弹簧部可在垂直和水平两个方向上移动, 所以可达到接触元件的电路径长度等级的弹性工作范围。本说明中, 接触元件的“电路径长度”定义为电流从弯曲弹簧部的末端至接触元件的基部所经过的距离。基本上, 本发明的连接器的接触元件具有横接触元件整个长度的弹性工作距离。

接触元件 54 是利用可提供所需的弹性的导电金属形成的。在一实施例中, 接触元件 54 是利用钛作为支撑结构而形成的, 此支撑结构稍后可被镀 (plate) 以获得所需的弹性特性。在其它实施例中, 接触元件 54 是利用以下形成的: 铜合金或多层金属片 (sheet) (如不锈钢涂覆的铜-镍-金 (Cu/Ni/Au) 多层金属片)。在一优选实施例中, 接触元件是利用小粒 (small-grained) 的铜-铍 (CuBe) 合金形成的, 接着被镀上无电 (electroless) 的镍-金 (Ni/Au), 以提供不氧化的表面。进一步, 在另一实施例中, 接触元件 54 在基部和弯曲弹簧部使用不同的金属而形成。

图 3A 所示实施例中, 接触元件 54 被示为由矩形基部和弯曲弹簧部形成。此配置只是为了例示, 而不是意欲作为限制。本发明的接触元件可以

用多种配置形成，且每一接触元件只需具有足以将弯曲弹簧部附接至基板的基部。基部可采用任何形状，可形成为圆形或其他有用的形状，以将接触元件附接至基板。此外，接触元件可包含多个自基部延伸的弯曲弹簧部，将如以下将详加讨论的。

本发明的连接器的大的弹性工作范围，使得连接器可适应要连接的半导体装置中的正常共面性变化和位置失准。因此，尽管要连接的半导体装置中可能存在不规则的共面性和位置，连接器仍可提供可靠的电连接。图 4A 和 4B 为剖面图，示出了使用连接器 50 来接合不同的半导体装置。图 4A 中，要接触的金属垫的位置变化要求连接器 50 一端的接触元件比另一端的接触元件压缩更多。图 4B 中，要接触的金属垫的共面性变化要求连接器 50 中间部份的接触元件比接触器 50 两端的接触元件压缩更多。因为本发明的接触元件具有大的弹性工作范围，所以不同的接触元件可被不同程度地压缩，而在所有接触元件上提供有效的电连接。

图 5A 和 5B 例示根据本发明另一实施例的连接器。参照图 5A, 连接器 70 包含形成在基板 72 上的接触元件 74 的阵列。本实施例中，每一接触元件 74 包含基部 75A 和延伸自基部 75A 的二个弯曲弹簧部 75B 与 75C。弯曲弹簧部 75B 与 75C 具有伸出于基板 72 之上并朝向彼此的末端。弯曲弹簧部 75B 与 75C 的其它特性与弯曲弹簧部 55B 相同。亦即，弯曲弹簧部 75B 与 75C 形成为从接触面弯开，且各具有曲率，所述曲率被设置成当接合要接触的半导体装置的接触点时提供受控制的擦刮动作。另外，弯曲弹簧部 75B 与 75C 具有大的弹性工作范围，其弹性工作范围约等于接触元件的电路长度，从而能够用于大范围的压缩。

在本例示中，连接器 70 用以接触半导体装置 80（例如球栅格阵列封装），半导体装置 80 包含焊料球 84 的阵列作为接触点。图 5B 例示了连接器 70 完全接合半导体装置 80。连接器 70 可用于接触金属垫，例如用于接触接点栅格阵列封装上的垫。然而，使用连接器 70 接触焊料球 84 还提供特别的优点。

第一，接触元件 74 沿着焊料球的侧面接触相应的焊料球。不接触焊料球的基表面。因此，在接触期间，接触元件 74 不会损坏焊料球的基表面，且有效地消除当随后为使焊料球永久附接而回流时形成空洞的可能性。

第二，因为接触元件 74 的每一弯曲弹簧部形成为从接触面弯开，而本例中接触面是与要接触的焊料球的侧表面相切的平面，所以，当接触相应的焊料球时，接触元件 74 提供受控制的擦刮动作。以此方式，可进行有效的电连接而不损坏接触表面，亦即不损坏焊料球的表面。

第三，连接器 70 是可缩放的，且可用以接触具有 250 微米或更小的节距的焊料球。

最后，因为每一接触元件具有电路长度等级的大弹性工作范围，所以，接触元件可适应大范围的压缩。因此，本发明的连接器可有效地用于接触具有正常共面性变化或位置失准的传统装置。

图 3A 和 5A 中的连接器 50 和 70 显示为包含线性地从基部伸出的弯曲弹簧部。图 3A 和 5A 所示实施例仅为例示而不欲作为限制。本发明的连接器可以用多种方式配置，视要接触的接触点类型而定，且视所需的接触力而定。图 6A 和 6B 例示根据本发明另一实施例的连接器。参照图 6A，连接器 90 包含形成在基板 92 上的接触元件 93。接触元件 93 包含基部 94A 和第一弯曲弹簧部 94B 以及第二弯曲弹簧部 94C。第一弯曲弹簧部 94B 和第二弯曲弹簧部 94C 具有彼此指离的末端。接触元件 93 可用于接合包含金属垫或焊料球的接触点。当用于接合焊料球时，接触元件 93 在第一与第二弯曲弹簧部间支托住焊料球。因此，第一和第二弯曲弹簧部 94B 和 94C 在从焊料球的接触面弯开的方向、以受控制的擦刮动作接触焊料球的侧表面。

图 6B 例示形成在基板 96 上的接触元件 95。接触元件 95 包含基部 97A、自基部延伸的第一弯曲弹簧部 97B 以及一第二弯曲弹簧部 97C。本实施例中，第一弯曲弹簧部 97B 和第二弯曲弹簧部 97C 以螺旋形 (spiral)

配置伸出于基板 96 之上。接触元件 95 可用于接触金属垫或焊料球。在这两种情形中，第一和第二弯曲弹簧部 97B 和 97C 从接触面弯开，并提供受控制的擦刮动作。

本发明的连接器可使用不同处理顺序以多种过程来制造。举例而言，每一接触元件的弯曲弹簧部可由锻压(stamping)形成。在一实施例中，本发明的连接器的利用半导体处理技术形成的。当利用半导体处理技术形成时，本发明的连接器可称为微机电系统 (MEMS)。因此，在本发明一实施例中，本发明的连接器亦称为微机电系统栅格阵列连接器。

图 7A 至 7H 例示根据本发明一实施例用于形成图 3A 的连接器 50 的处理步骤。参照图 7A，提供基板 102，接触元件将形成于该基板 102 上。基板 102 可以是（例如）硅晶圆或陶瓷晶圆，且可包含形成于其上的电介质层（图 7A 中未示出）。如上所述，SOS、SOG、BPTEOS 或 TEOS 层的电介质层可形成于基板 102 上，以将接触元件与基板 102 隔离开。接着，支撑层 104 形成于基板 102 上。支撑层 104 可以是沉积的电介质层，例如可以是氧化物或氮化物层、旋转涂布 (spin-on) 电介质、聚合物或任何其它可适合蚀刻的材料。在一实施例中，支撑层 104 是通过化学气相沉积工艺 (CVD) 而沉积的。另一实施例中，支撑层 104 是通过等离子体气相沉积 (plasma vapor, PVD) 工艺而沉积的。又一实施例中，支撑层 104 是通过旋转涂布工艺而沉积的。再一实施例中，当基板 102 未覆有电介质层或导电黏着层时，支撑层可利用半导体制造中常使用的氧化工艺来生长。

沉积支撑层 104 后，掩模层 106 形成于支撑层 104 的顶表面上。掩模层 106 结合传统光刻工艺来使用，以利用掩模层 106 在支撑层 104 上限定图案 (pattern)。在掩模层被打印(print)与显影 (developed) 后 (图 7B)，包含区域 106A 至 106C 的掩模图案形成在支撑层 104 的表面上，限定支撑层 104 的受保护而免于后续蚀刻的区域。

参照图 7C，利用区域 106A 至 106C 作为掩模，执行各向异性的蚀刻工艺。作为各向异性的蚀刻工艺的结果，图案化的掩模层未覆盖的支撑层

104 被去除。因此，形成支撑区域 104A 至 104C。接着，去除包含区域 106A 至 106C 的掩模图案，以暴露支撑区域（图 7D）。

参照图 7E,支撑区域 104A 至 104C 接着经历各向同性的蚀刻工艺。各向同性的蚀刻工艺以基本上相同的蚀刻速率在垂直和水平方向上去除被蚀刻的材料。因此，作为各向同性的蚀刻的结果，支撑区域 104A 至 104C 的顶角被圆化，如图 7E 所示。在一实施例中，各向同性蚀刻工艺为等离子体蚀刻工艺，使用 SF_6 、 CHF_3 、 CF_4 或常用于蚀刻电介质材料的其它公知化学物。另一实施例中，各向同性蚀刻工艺为湿蚀刻工艺，例如使用缓冲氧化物蚀刻（BOE）的湿蚀刻工艺。

接着，参照图 7F，在基板 102 的表面和支撑区域 104A 至 104C 的表面上形成金属层 108。金属层 108 可以是铜层或铜合金层或多层金属沉积，如涂覆以铜-镍-金(Cu/Ni/Au)的钨。一优选实施例中，接触元件是利用小粒的铜-铍(CuBe)合金形成的，接着镀以无电的镍-金(Ni/Au)，以提供不氧化的表面。金属层 108 可以利用化学气相沉积（CVD）工艺、电镀、溅射、物理气相沉积（PVD）来沉积，或利用其它公知的金属膜沉积技术来沉积。利用传统光刻工艺沉积掩模层，且将其图案化为掩模区域 110A 至 110C。掩模区域 110A 至 110C 限定金属层 108 的受保护而免于后续蚀刻的区域。

接着，图 7F 的结构经历蚀刻工艺，以去除未被掩模区域 110A 至 110C 覆盖的金属层。结果，形成金属部 108A 至 108C，如图 7G 所示。金属部 108A 至 108C 的每一个包含形成在基板 102 上的基部以及形成在相应的支撑区域（104A 至 104C）上的弯曲弹簧部。因此，每一金属部的弯曲弹簧部采取下部支撑区域的形状，伸出于基板表面之上，并具有曲率，当与触点接触时提供擦刮动作。

为完成连接器，使用例如湿蚀刻或各向异性等离子体蚀刻或其它蚀刻工艺，去除支撑区域 104A 至 104C（图 7H）。若支撑层是使用氧化层形成的，则可使用缓冲氧化物蚀刻剂（etchant）去除支撑区域。结果，在基板 102 上形成独立的（free standing）接触元件 112A 至 112C。

本领域普通技术人员在知悉本发明时会理解，为了制作本发明的连接器，上述工艺步骤可能有许多变化。举例而言，各向同性性蚀刻工艺的化学物质和蚀刻条件可加以调整，以在支撑区域提供所期望的形状，使得如此形成的接触元件具有有所期望的曲率。进一步而言，本领域普通技术人员会理解，通过使用半导体处理技术，连接器可被制造成具有有多种特性的接触元件。举例而言，第一组的接触元件可形成为具有第一节距，而第二组的接触元件可形成为具有大于或小于第一节距的第二节距。接触元件的电或机械性质可以有其它变化，如以下将详加描述的。

图 8A 至 8H 例示根据本发明一实施例用于形成图 5A 的连接器 70 的处理步骤。图 8A 至 8H 所示的处理步骤与图 7A 至 7H 所示处理步骤基本上相同。然而，图 8A 至 8H 例示可通过利用适当设计的掩模图案来制造不同配置的接触元件。

参照图 8A，支撑层 124 形成于基板 122 上。掩模层 126 形成于支撑层上，用于限定用于形成图 5A 的连接器的掩模区域。本实施例中，掩模区域 126A 和 126B（图 8B）位置靠近在一起，以容许形成包含两个弯曲弹簧部的接触元件。

利用掩模区域 126A 和 126B 作为掩模执行各向异性蚀刻工艺后，形成支撑区域 124A 和 124B（图 8C）。去除掩模区域，以暴露支撑区域（图 8D）。接着，支撑区域 124A 和 124B 经历各向同性蚀刻工艺，以使结构成形，使得支撑区域的顶表面包含圆化的角（图 8E）。

金属层 128 沉积于基板 122 的表面和支撑区域 124A 和 124B 的顶表面之上（图 8F）。包含区域 130A 和 130B 的掩模图案被限定在金属层 128 上。利用掩模区域 130A 和 130B 作为掩模蚀刻金属层 128 后，形成金属部 128A 和 128B（图 8G）。每一金属部 128A 和 128B 包含形成于基板 122 上的基部以及形成于相应的支撑区域（124A 或 124B）上的弯曲弹簧部。每一金属部的弯曲弹簧部采取其下部的支撑区域的形状，伸出于基板的表面之上，并具有曲率，使得当与接触点接触时提供擦刮动作。本实施例中，

金属部 128A 和 128B 的末端形成为彼此面对。为完成此连接器，去除支撑区域 124A 至 124B（图 8H）。结果，在基板 102 上形成独立的接触元件 132。在图 8H 的剖面图中，接触元件 132 的二个金属部看似未连接。然而，在实际实施中，金属部的基部通过围绕接触元件形成环（ring）而连接，或者基部可通过形成于基板 122 中的导电层而连接。

图 9A 至 9H 例示根据本发明另一实施例用于形成图 5A 的连接器 70 的处理步骤。参照图 9A，提供了包含预限定电路 145 的基板 142。预限定电路 145 可包含一般形成在基板 142 中的互连的金属层或其它电装置（如电容或电感）。本实施例中，顶金属部 147 形成在基板 142 的顶表面上，与将形成的接触元件连接。为形成所期望的接触元件，支撑层 144 和掩模层 146 形成在基板 142 的顶表面上。

处理步骤以类似上述参照图 8A 至 8H 的方式进行。将掩模层 146 图案化（图 9B），而接着蚀刻支撑层 144，以形成支撑区域 144A 和 144B（图 9C）。去除掩模区域以暴露支撑区域（图 9D）。接着，执行各向同性蚀刻工艺，圆化支撑区域 144A 和 144B 的顶角（图 9E）。在基板 142 的表面上以及在支撑区域之上沉积金属层 148（图 9F）。金属层 148 形成于顶金属部 147 之上。结果，金属层 148 电连接至电路 145。

通过掩模层 150 图案化金属层 148（图 9F），并且金属层 148 经历蚀刻工艺。因此，如此形成的金属部 148A 和 148B（图 9G）具有指向彼此的末端。去除支撑部 144A 和 144B，以完成接触元件 152 的制造（图 9H）。

如此形成的接触元件 152 电连接至电路 145。以此方式，本发明的连接器可提供额外的功能。举例而言，电路 145 可形成为将某些接触元件电连接在一起。电路 145 亦用来将某些接触元件连接至电装置，例如连接至形成在基板 142 中或上的电容或电感。

将接触元件 152 制造为集成电路制造过程的一部分提供进一步的优点。具体而言，在接触元件 152 和下部的电路 145 之间形成了连续的电路径。接触元件和相关电路间不存在金属不连续或阻抗不匹配（impedance

mismatch)。在某些现有技术的连接器中，使用金接合线来形成接触元件。然而，这样的结构导致在接触元件和下部的金属连接间的界面处的总的(gross)材料和剖面不连续以及阻抗不匹配，从而导致不期望的电特性以及不良的高频操作。本发明的接触元件不受传统连接器系统的限制，并且使用本发明的接触元件建立的连接器可用于高要求的高频和高性能应用中。

如上所述，当本发明的连接器的接触元件使用半导体制造工艺形成时，可形成具有多种机械和电性质的接触元件。特别地，使用半导体制造处理步骤容许建立包含具有不同机械及 / 或电性质的接触元件的连接器。

因此，根据本发明的另一方面，本发明的连接器的接触元件具有不同的操作特性。亦即，连接器包含异质的(heterogeneous)接触元件，其中可选择接触元件的操作特性，以满足期望的应用中的要求。本说明中，接触元件的操作特性是指接触元件的电、机械和可靠性特性。通过合并具不同的电及 / 或机械性质的接触元件，本发明的连接器可满足高性能的互连应用对电、机械和可靠性的严格要求。

根据本发明一实施例，可为接触元件或一组接触元件特别地设计以下机械性质，以达某些期望的操作特性。第一，可选择每一接触元件的接触力，以确保某些接触元件的低阻值连接或者连接器的低的总体接触力。第二，每一接触元件的根据电需求而操作的该接触元件的弹性工作范围在接触元件间是可以变化的。第三，每一接触元件的垂直高度是可以变化的。第四，接触元件的节距或水平尺寸是可以变化的。

根据本发明的另外一些实施例，可为接触元件或一组接触元件特别地设计电性质，以达某些期望的操作特性。举例而言，每一接触元件的直流阻值(DC resistance)、阻抗、电感和载流能力在接触元件间是可以变化的。因此，一组接触元件可设计成有较低的阻值，或者一组接触元件可设计成有低的电感。

在大部分应用中，接触元件可设计成获得接触元件或一组接触元件的期望的可靠性特性，以实现某些期望的操作特性。举例而言，接触元件可

设计成在环境应力（例如热循环、热震和振动、腐蚀测试和湿度测试）后没有或只有最小的性能下降。接触元件亦可设计成达到业界标准所定义的其他可靠性要求，例如电子产业联盟（EIA）所定义的其他可靠性要求。

当本发明的连接器中的接触元件被制造为微机电系统栅格阵列时，接触元件的机械和电特性可通过改变以下设计参数而修改。第一，可选择接触元件的弯曲弹簧部的厚度，以产生期望的接触力。举例而言，一般大约30 微米的厚度产生大约 10 克或更小的低接触力，而对相同位移 (displacement)，40 微米的凸缘 (flange) 厚度产生较高的 20 克的接触力。也可选择弯曲弹簧部的宽度、长度和形状，以产生期望的接触力。

第二，可选择接触元件中要包含的弯曲弹簧部的数量，以达期望的接触力、期望的载流能力和期望的接触电阻。举例而言，将弯曲弹簧部的数目加倍一般会使接触力和载流能力加倍，而使接触电阻大约减少一半。

第三，可选择特殊的金属成分和处理，以获得期望的弹性和导电性特性。举例而言，铜合金（例如铜-铍）可用来提供机械弹性和电传导性间的良好取舍。替选地，可使用金属多层来提供优越的机械与电性质两者。一实施例中，接触元件通过使用钛镀以铜、接着镀镍、最后镀金，而形成钛 / 铜 / 镍 / 金多层。钛会提供优越的弹性与高的机械耐久性 (durability)，而铜提供优越的导电性，镍层和金层提供优越的抗腐蚀性 (corrosion resistance)。最后，可使用不同的金属沉积技术（例如镀或溅射）以及不同的金属处理技术（如合金、退火以及其它冶金技术）为接触元件特别设计期望的特性。

第四，可设计弯曲弹簧部的曲率，以产生某种电和机械性质。亦可变化弯曲弹簧部的高度或从基部伸出的量，以产生期望的电和机械性质。

图 10A 和 10B 为根据本发明另一实施例的连接器的剖面图。参照图 10A，连接器 220 包含第一组接触元件 224、226 和 228 以及第二组接触元件 225 和 227，所述接触元件皆形成在基板 222 上。第一组接触元件 224、226 和 228 具有的弯曲弹簧部长于第二组接触元件 225 和 227 的弯曲弹簧

部。换言之，接触元件 224、226 和 228 的弯曲弹簧部的高度大于接触元件 225 和 227 的弯曲弹簧部的高度。

通过提供不同高度的接触元件，本发明的连接器可有利地应用于“热调换 (hot-swapping)”应用中。热调换是指当装置要连接的系统为以电的方式活动 (electrically active) 时安装或拆卸半导体装置而不损坏此半导体装置或系统。在热调换操作中，不同的电源和接地接脚及信号接脚必须依序且不同时地连接和切断，以避免损坏装置或系统。通过使用包含不同高度的接触元件的连接器，较高的接触元件可用于在较短接触元件连接前电连接。以此方式，可形成期望的电连接顺序，以实现热调换操作。

如图 10A 所示，连接器 220 要连接至半导体装置 230，半导体装置 230 包含形成其上的金属垫 232。当施加外部偏力 F 来接合连接器 220 与半导体装置 230 时，高的接触元件 224、226 和 228 可首先接触相应的金属垫 232，而较短的接触元件 225 和 227 保持未连接。接触元件 224、226 和 228 可用以电连接至半导体装置 230 的电源与接地接脚。通过进一步施加外部偏力 F (图 10B)，连接至信号接脚的较短的接触元件 225 和 227 则可连接至装置 230 上相应的金属垫 232。因为本发明的接触元件具有大的弹性工作范围，所以，与第二组接触元件相比，第一组接触元件可被进一步压缩，而不影响接触元件的完整性 (integrity)。以此方式，连接器 220 使半导体装置 230 能够实现热调换操作。

根据本发明的另一方面，连接器具有接地面，且接触元件的阻抗可通过以下方式控制：改变信号接脚的接触元件与接地面间的距离，或改变信号接脚的接触元件与接地接脚的接触元件间的距离。图 11 为根据本发明一实施例的连接器的剖面图，此连接器包含接地面，用于改善信号的完整性以及用于控制接触元件的阻抗。参照图 11，连接器 250 包含接触元件 254B，接触元件 254B 要连接至半导体装置上的信号接脚。连接器 250 还包含接触元件 254C，接触元件 254C 要连接至半导体装置的地电位。连接器 250 包含接地面 255，接地面 255 形成于基板 252 中。接地面 255 可形

成于基板 252 的顶表面上或嵌入于基板 252 中。图 11 中，示出了接触元件 254A 和 254C 与接地面 255 间的连接。在实际实施中，接触元件 254A 和 254C 可通过基板 252 表面上的金属连接或通过嵌于基板 252 中的金属连接与接地面 255 连接。

连接器 250 中包含接地面 255，具有改善通过过连接器 250 连接的交流电信号的信号完整性的效果。特别地，随着集成电路工作于愈来愈高的频率，封装接脚 (lead) 的数目随接脚的节距下降而增加，而改善用于互连此类集成电路的连接器的信号完整性的能力变得更加重要。根据本发明，连接器 250 包含接地面 255，接地面 255 作用以降低噪声以及改善连接器的信号完整性。此外，在图 11 所示的配置中，信号接脚的接触元件 254B 与接地电位的接触元件 254A 和 254C 间的距离 G 可以是变化的，以便为接触元件 254B 获得期望的阻抗。可包含元件 257A、257B 和 257C，以进一步控制连接器的电磁放射 (emission) 和斥拒 (rejection) 特性。

图 12 例示本发明的连接器的另一实施例，其中使用一对接触元件 262 和 264，以耦合至一对差动信号 (differential signals)。本实施例中，接触元件 262 和 264 各自形成为包含分离的基部 261 和 263。以此方式，包含接触元件 262 和 264 的连接器可用于接触包含一对差动信号的半导体装置。

根据本发明的另一方面，连接器包含嵌入式散热 (thermal dissipation) 结构，以在特定的接触元件处提供加强的散热能力。举例而言，当接合电子封装的接脚的接触元件承载多于 1 安培的电流时，显著的焦耳加热 (Joule heating) 可导致接触元件处的温度上升 20 度或更多。根据本发明，连接器包含嵌入式散热结构，从而有效地限制特定的接触元件的温度上升。举例而言，通过使用本发明的连接器中的嵌入式散热结构，温度上升的量可减至 10 度或更少。

图 13 例示根据本发明实施例合并了热导面的连接器。参照图 13，连接器 270 包含接触元件 274A 至 274D，接触元件 274A 至 274D 形成于基

板 272 的顶表面上。在基板 272 的制造过程期间，热导面 277 形成于基板 272 中。热导面 277 为接触元件 274A 至 274D 提供散热功能。在一实施例中，热导面是使用铜形成的。在另一实施例中，热导面是使用非导电性的填充环氧树脂 (filled epoxy) 而形成的，而因此可紧密接触存在于基板 272 中并连接至接触元件 274A 至 274D 的任何电路。在工作中，当接触元件耦合至一半导体装置并经历焦耳加热时，热导面 288 散去接触元件产生的热。

根据本发明的再一方面，连接器包含一个或更多个同轴 (coaxial) 接触元件。图 14 例示根据本发明一实施例的包含同轴接触元件的连接器 300。参照图 14，连接器 300 包含第一接触元件 320 及第二接触元件 340，第一接触元件 320 及第二接触元件 340 形成在基板的顶表面上。接触元件 320 和 340 形成得彼此邻近但电隔离。本实施例中，接触元件 320 包含基部 322，基部 322 形成为包含孔 (aperture) 的外环，而接触元件 340 包含基部 342，基部 342 形成于此孔内。接触元件 320 和 340 的每一个包含多个弯曲弹簧部。具体地，接触元件 320 包含八个弯曲弹簧部 324，沿环状基部 322 散开。弯曲弹簧部 324 形成为从基部线性伸出。另一方面，接触元件 340 包含两个弯曲弹簧部 344A 和 344B，所述弯曲弹簧部的某个以螺旋形的配置从基部伸出。

接触元件 320 的弯曲弹簧部不与接触元件 340 的弯曲弹簧部重叠。因此，接触元件 320 与接触元件 340 电气隔离。如此构成后，连接器 300 可用于互连半导体装置上的同轴连接。一般而言，外部的接触元件耦合至接地电位连接，而内部的接触元件耦合至信号连接 (例如高频信号)。本发明的连接器的一个特别优点是，同轴接触元件可调整至 250 微米或更小尺寸。因此，本发明的连接器甚至可用于为小尺寸电子元件提供同轴连接。

根据本发明的另一方面，连接器的接触元件的每个还包含导电黏着层，该导电黏着层在接触元件的基部中，用以改善接触元件对基板的黏着性。图 15A 至 15H 例示根据本发明另一实施例用于形成连接器阵列的处

理步骤。图 7A 至 7H 和图 15A 至 15H 中类似的元件被赋予类似的编号，以简化讨论。

参照图 15A，提供基板 102，接触元件将形成于该基板 102 上。基板 102 可以是硅晶圆或陶瓷晶圆，且可包含形成于其上的电介质层（图 15A 中未示出）。导电黏着层 103 沉积于基板 102 上，或如果有电介质层，则沉积于电介质层的顶上。导电黏着层 103 可以是金属层（例如铜-铍（CuBe）或钛（Ti）），或可以是基于导电的聚合物的黏着剂或其它导电黏着剂。接着，支撑层 104 形成于黏着层 103 上。支撑层 104 可以是沉积的电介质层，例如氧化层或氮化层、旋转涂布的电介质、聚合物或任何其它适合的可蚀刻材料。

在沉积支撑层 104 后，掩模层 106 形成于支撑层 104 的顶表面上。掩模层 106 结合传统光刻工艺来使用，以利用掩模层 106 在支撑层 104 上限定图案。在掩模层被打印与显影后（图 15B），包含区域 106A 至 106C 的掩模图案形成在支撑层 104 的表面上，从而限定支撑层 104 的受保护而免于后续蚀刻的区域。

参照图 15C，利用区域 106A 至 106C 做为掩模执行各向异性蚀刻工艺。作为各向异性蚀刻工艺的结果，未被图案化掩模层覆盖的支撑层 104 被去除。各向异性蚀刻工艺停在导电黏着层 103 上，或部分停在导电黏着层 103 中。因此各向异性蚀刻工艺后，导电黏着层 103 仍存在。而支撑区域 104A 至 104C 形成在导电黏着层上。接着，去除包含区域 106A 至 106C 的掩模图案，以暴露支撑区域（图 15D）。

参照图 15E，支撑区域 104A 至 104C 接着经历各向同性蚀刻工艺。各向同性蚀刻工艺以基本上相同的蚀刻速率在垂直和水平方向上去除被蚀刻的材料。因此，作为各向同性蚀刻的结果，支撑区域 104A 至 104C 的顶角被圆化，如图 15E 所示。

接着，参照图 15F，金属层 108 形成于导电黏着层 103 的表面和支撑区域 104A 至 104C 的表面上。金属层 108 可以是铜层或铜合金层或多层

金属沉积（例如覆以铜-镍-金的钨）。在一优选实施例中，接触元件是利用小粒铜-铍（CuBe）合金形成的，接着被镀以无电的镍-金（Ni/Au），以提供不氧化的表面。金属层 108 可利用化学气相沉积（CVD）工艺、电镀、溅射、物理气相沉积（PVD）来沉积，或使用其它传统金属膜沉积技术来沉积。利用传统光刻工艺，沉积掩模层，且将该掩模层图案化为掩模区域 110A 至 110C。掩模区域 110A 至 110C 限定金属层 108 的受保护免于后续蚀刻的区域。

接着，图 15F 中的结构经历蚀刻工艺，以去除未被掩模区域 110A 至 110C 覆盖的金属层和导电黏着层。结果，形成金属部 108A 至 108C 和导电黏着部 103A 至 103C，如图 15G 所示。金属部 108A 至 108C 的每个包含形成在相应的导电黏着部上的基部以及形成在相应的支撑区域（104A 至 104C）上的弯曲弹簧部。因此，每一金属部的弯曲弹簧部采取下部的支撑区域的形状，伸出于基板表面之上，并具有曲率，使得当用来与接触点接触时提供擦刮动作。每一金属部的基部附接于相应的导电黏着部，导电黏着部作用以加强每一基部对基板 102 的黏着性。

为完成连接器，例如通过使用湿蚀刻或各向异性等离子体蚀刻或其它蚀刻工艺，去除支撑区域 104A 至 104C(图 15H)。若支撑层是使用氧化层形成的，则可使用缓冲氧化物蚀刻剂来去除支撑区域。结果，在基板 102 上形成独立的接触元件 112A 至 112C。如此形成的接触元件 112A 至 112C 的每一个有效地包含延伸的基部。如图 15H 所示，每一导电黏着部用俩延伸基部的表面积，从而为接触元件附接至基板 102 提供更多的表面积。以此方式，可改善接触元件的可靠性。

以上详细说明是用于例示本发明的特定实施例，而并非意欲作为限制。在本发明的范围内，可以进行多种修改与变化。举例而言，本领域普通技术人员会理解，提及结构的“顶”和“底”表面仅仅是为了例示，且提及“顶”和“底”只是用来参照结构的两个相对的主要表面。此外，当上述说明提及使用本发明的连接器来连接至晶圆、连接至接点栅格阵列封

装和至球栅格阵列封装时，本领域普通技术人员会理解，本发明的连接器可用作通过利用垫或接点（land）或焊料球为电连接或接触点的任何类型的区域阵列的互连。提及特定类型的要连接的半导体装置仅仅是为了示例。本发明由所附的权利要求来限定。

附图元件符号说明

10 连接器	12 接触元件	14 基板
16 金属垫	18 膜	20 基板
22 焊料球	24 基板	26 金属垫
50 连接器	52 基板	54 接触元件
55A 基部	55B 弯曲弹簧部	60 半导体装置
62 基板	64 金属垫	70 连接器
72 基板	74 接触元件	75A 基部
75B 弯曲弹簧部	75C 弯曲弹簧部	80 半导体装置
84 焊料球	92 基板	93 接触元件
94A 基部	94B 第一弯曲弹簧部	
94 C 第二弯曲弹簧部	95 接触元件	
96 基板	97A 基部	97B 第一弯曲弹簧部
97C 第二弯曲弹簧部	102 基板	103 导电黏着层
103A, 103B, 103C 导电黏着部		104 支撑层
104A, 104B, 104C 支撑区域		106 掩模层
106A, 106B, 106C 区域		108 金属层
108A, 108B, 108C 金属部		
110A, 110B, 110C 掩模区域		
112A, 112B, 112C 接触元件		122 基板
124 支撑层	124A, 124B 支撑区域	
126 掩模层	126A, 126B 掩模区域	

128 金属层	128A, 128B 金属部	
130A, 130B 区域	132 接触元件	142 基板
144 支撑层	144A, 144B 支撑区域	
145 预定义电路	146 掩模层	147 顶金属部
148 金属层	148A, 148B 金属部	
150 掩模层	152 接触元件	220 连接器
222 基板	224, 226, 228 第一组接触元件	
225, 227 第二组接触元件		230 半导体装置
232 金属垫	250 连接器	252 基板
254A, 254B, 254C 接触元件		255 接地平面
257A, 257B, 257C 元件		261, 263 基部
262, 264 接触元件	270 连接器	
272 基板	274A, 274B, 274C, 274D 接触元件	
277 热导平面	300 连接器	320 第一接触元件
322 基部	324 弯曲弹簧部	340 第二接触元件
342 基部	344A, 344B 弯曲弹簧部	

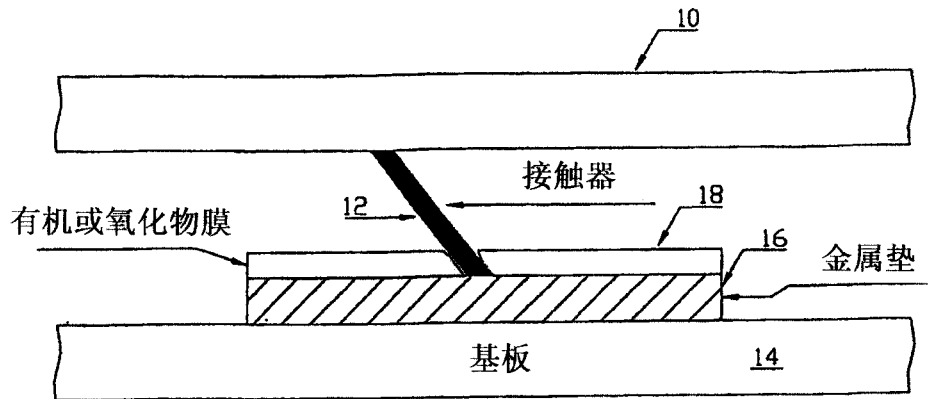


图1

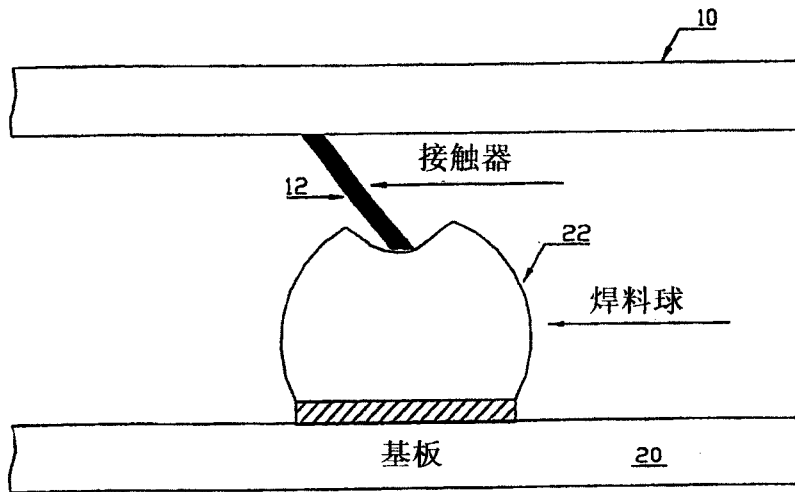


图2A

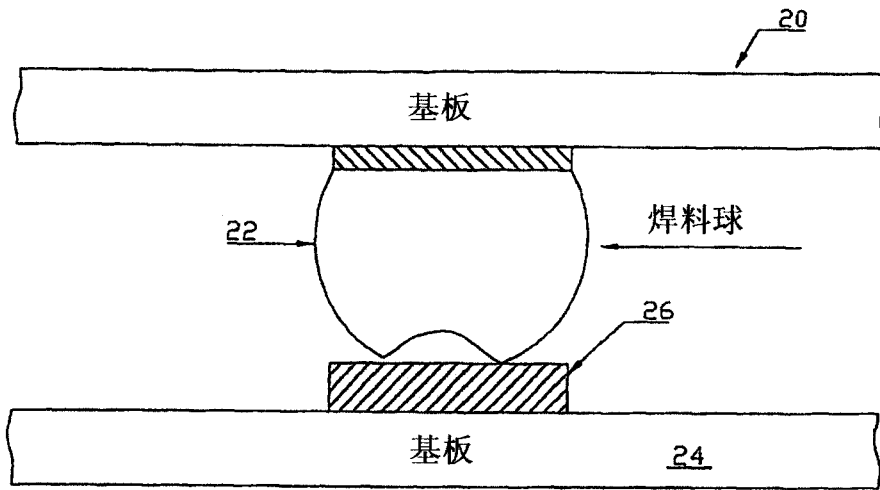


图 2B

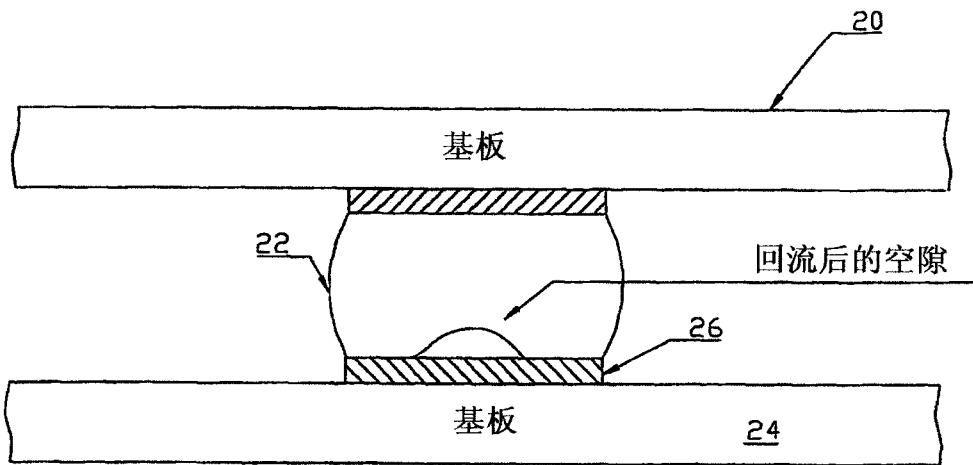


图 2C

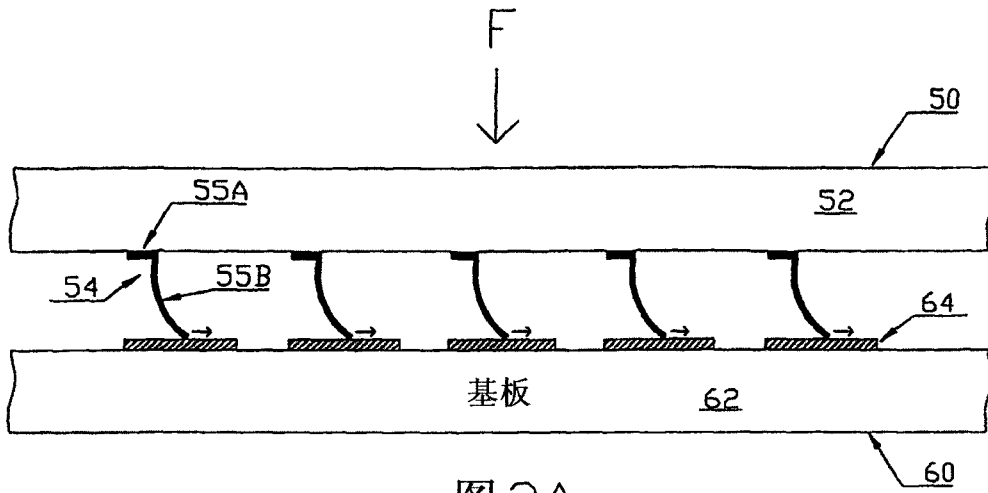


图3A

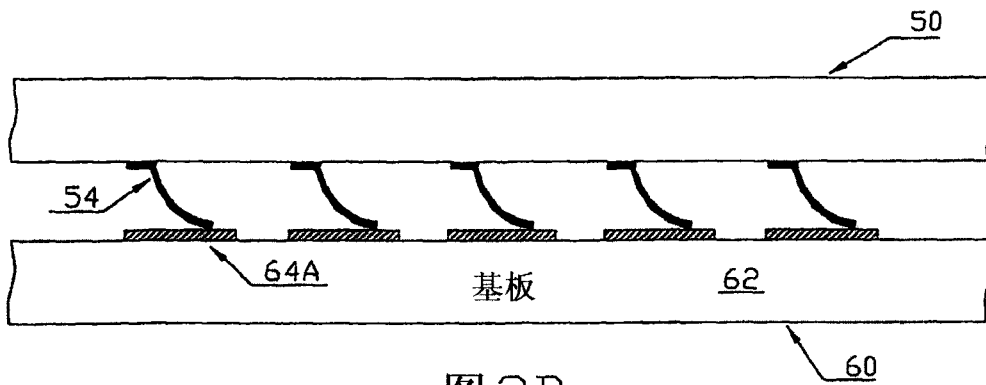


图3B

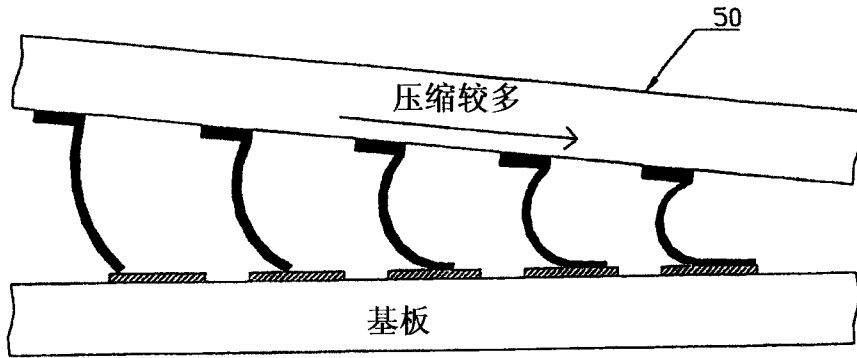


图 4A

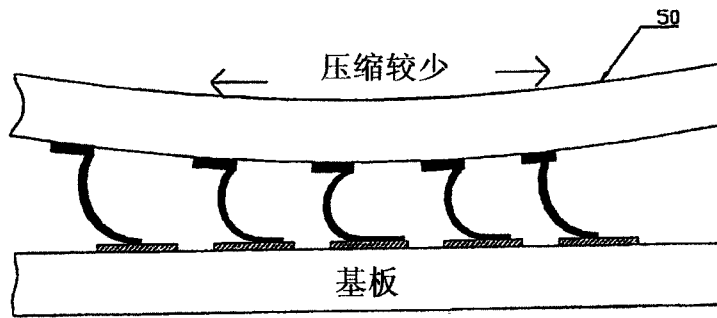


图 4B

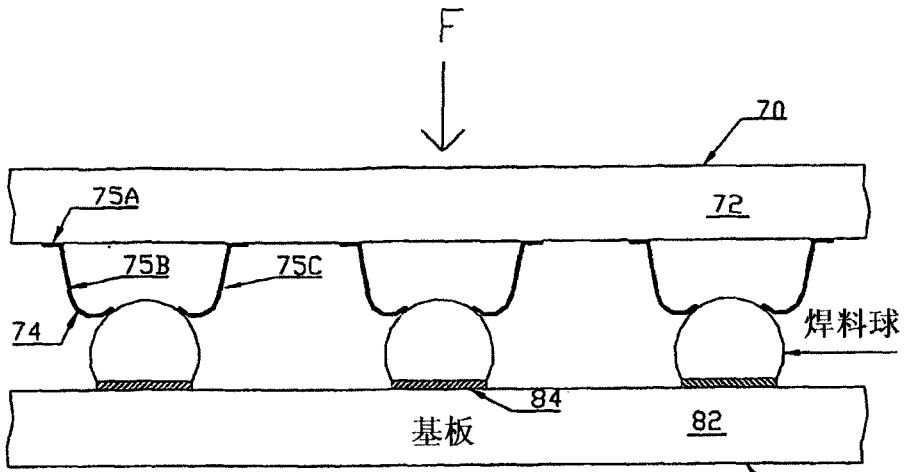


图 5A

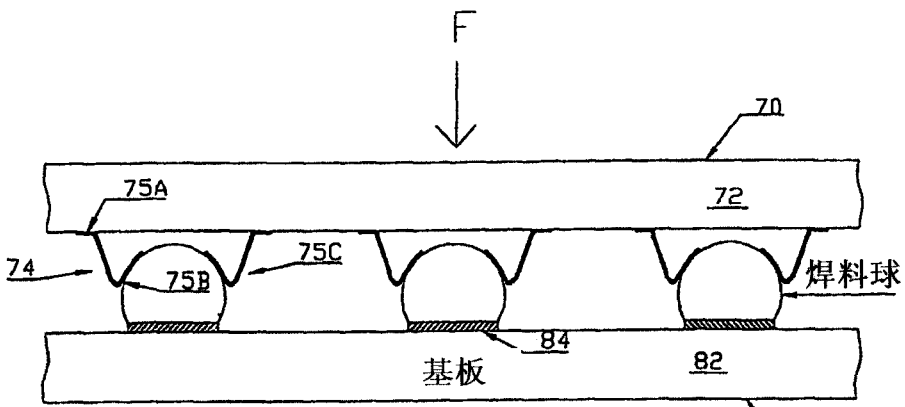


图 5B

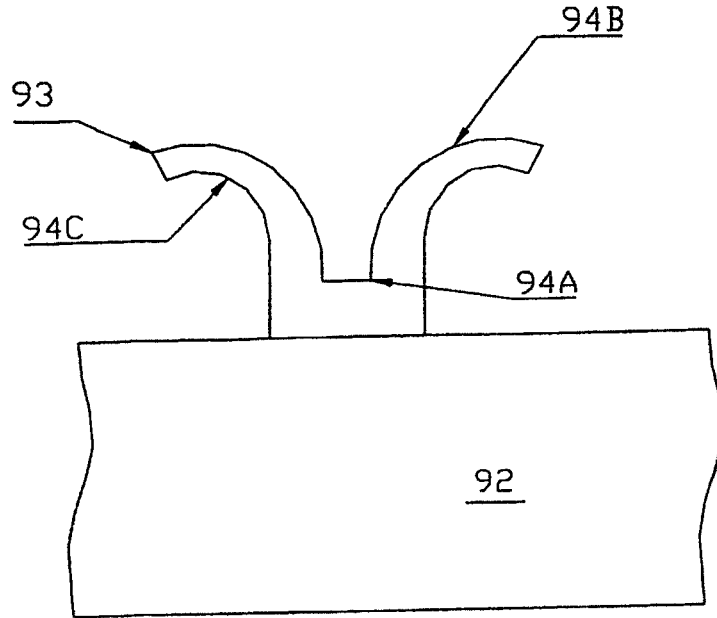


图6A

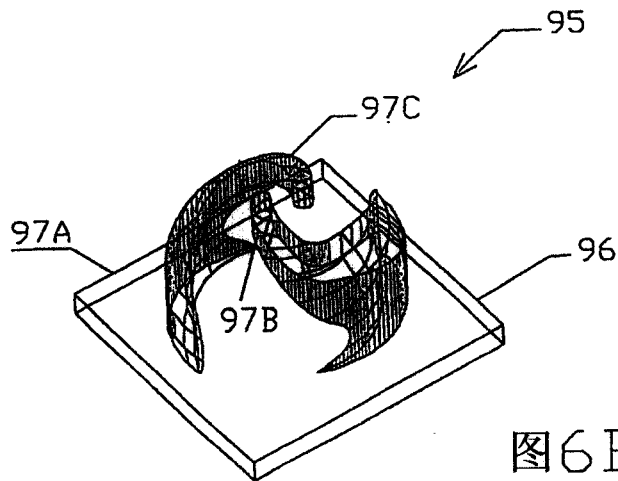


图6B

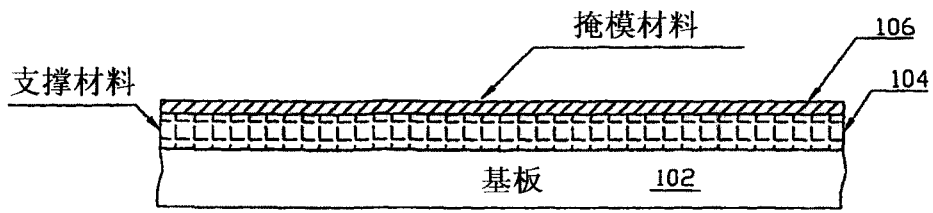


图 7A

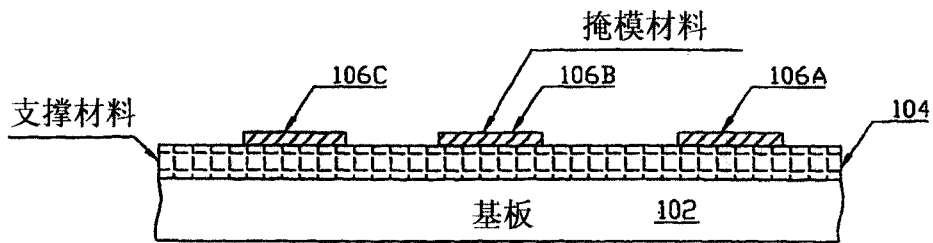


图 7B

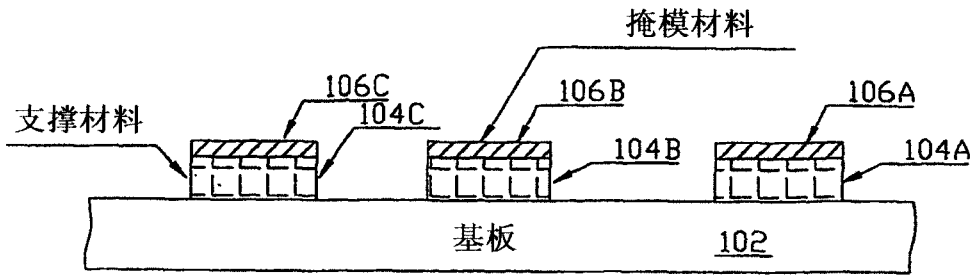


图 7C

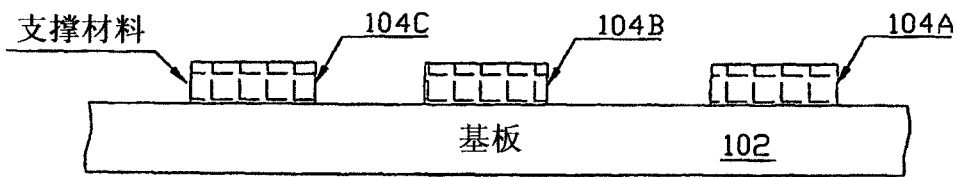


图 7D

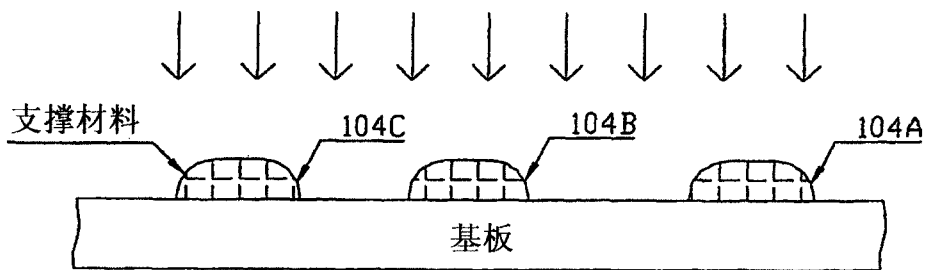


图 7E

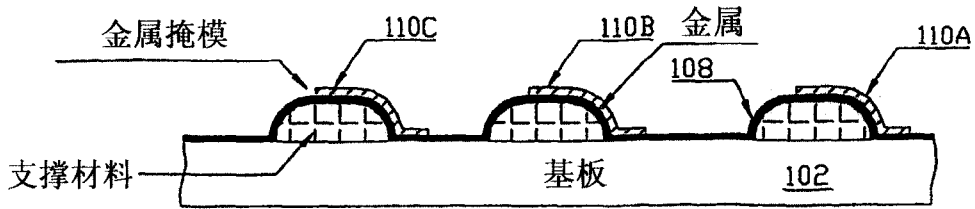


图 7F

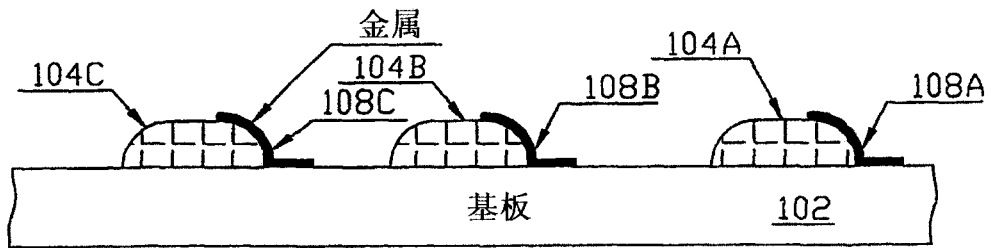


图 7G

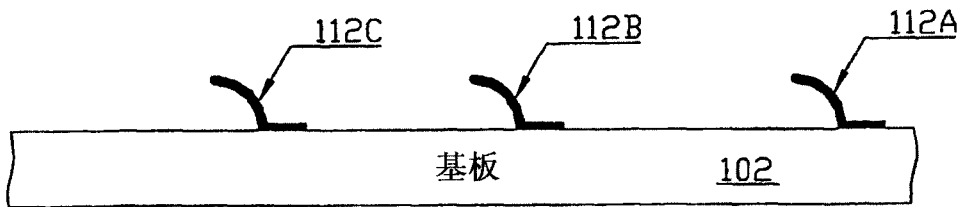


图 7H

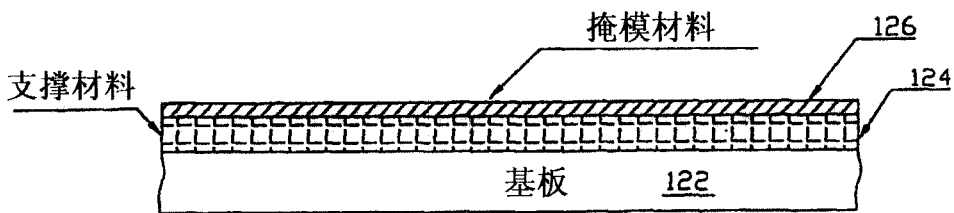


图 8A

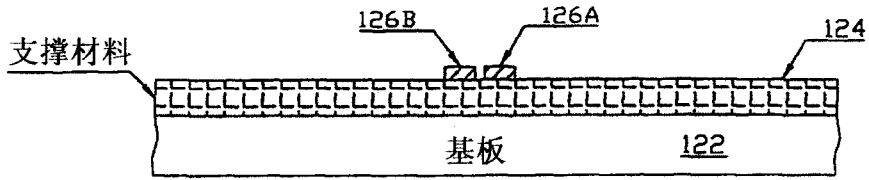


图 8B

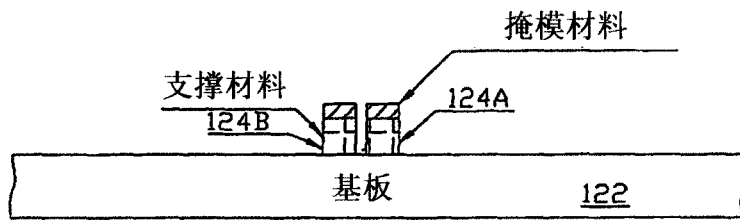


图 8C

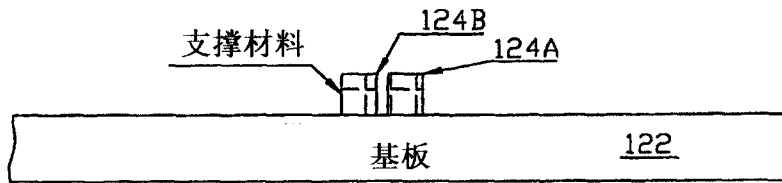


图 8D

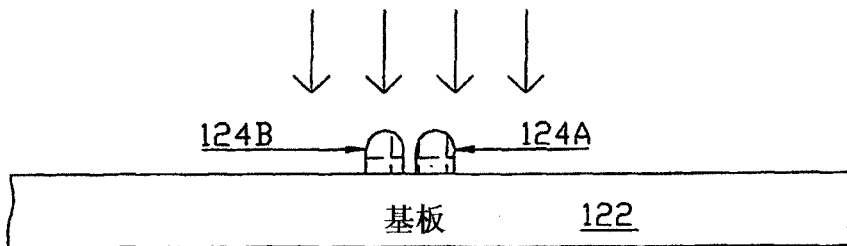


图 8E

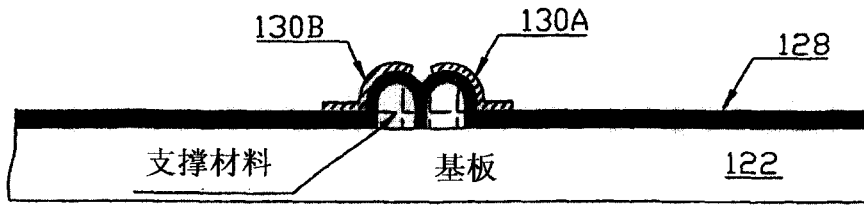


图 8F

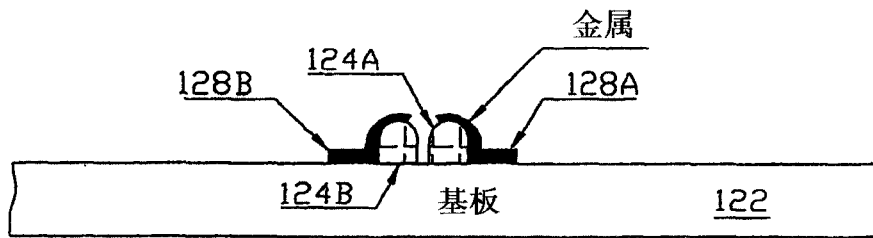


图 8G

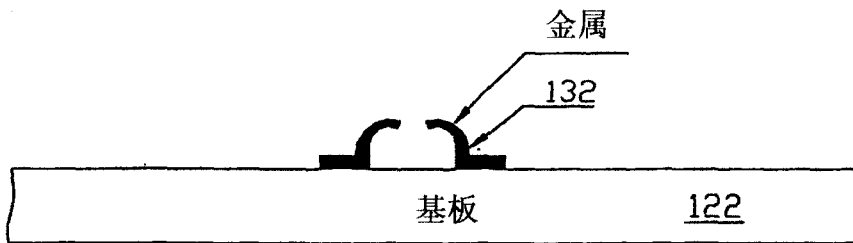


图 8H

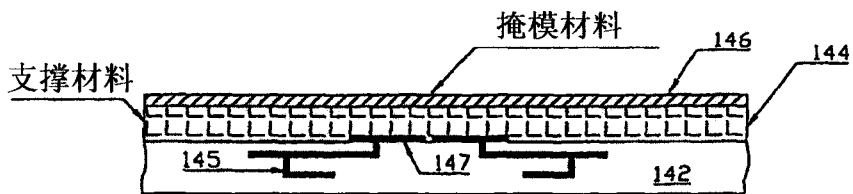


图 9A

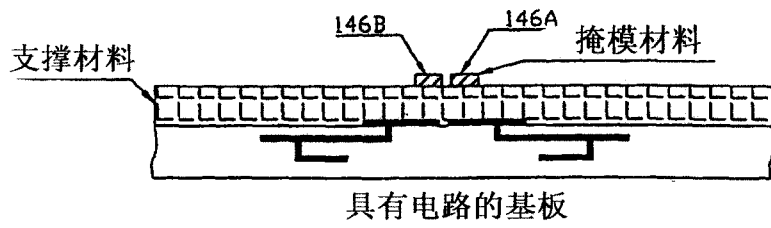


图 9B

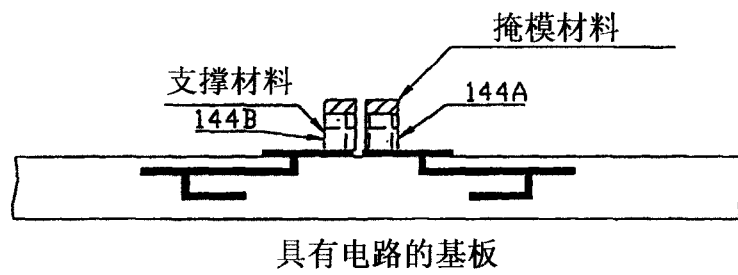


图 9C

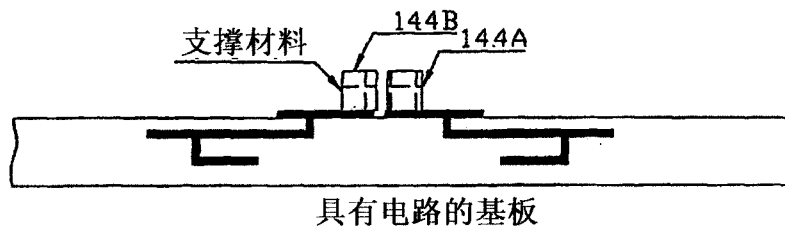


图 9D

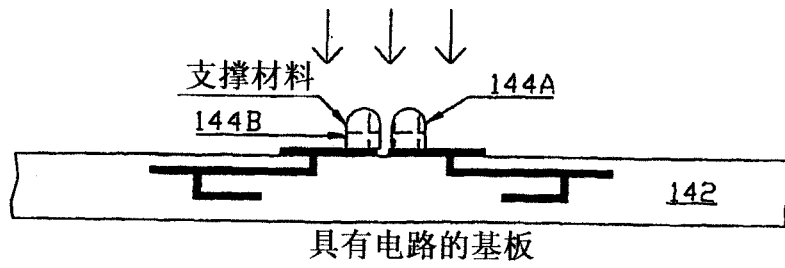


图9E

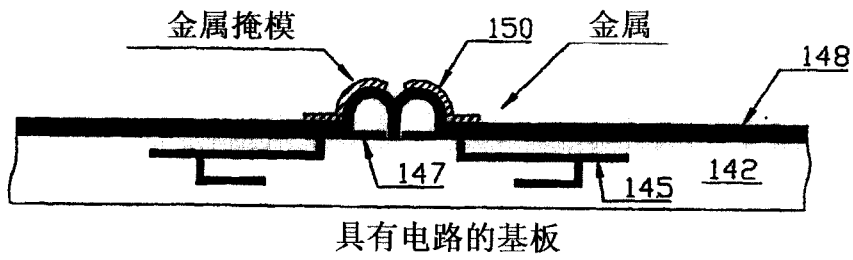


图9F

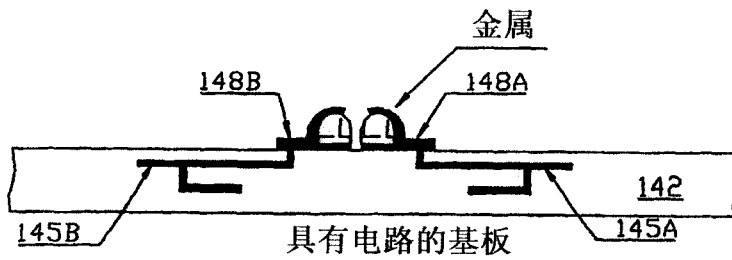
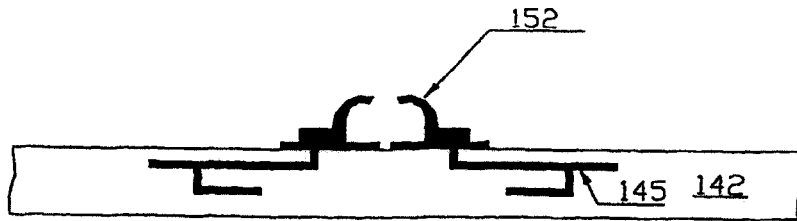
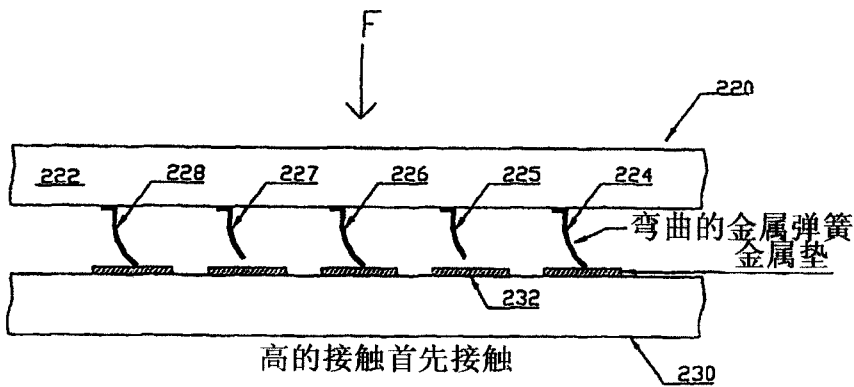


图9G



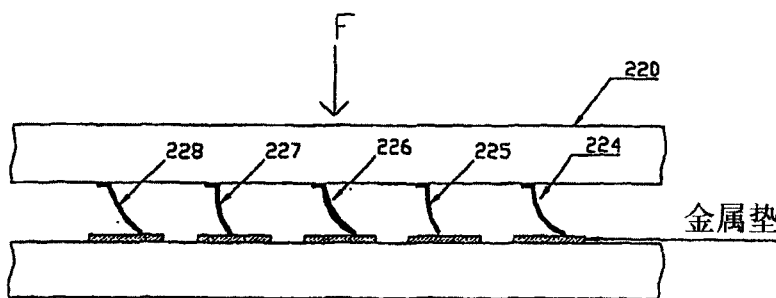
具有电路的基板

图9H



高的接触首先接触

图 10A



增加压缩, 使所有接触进行连接

图 10B

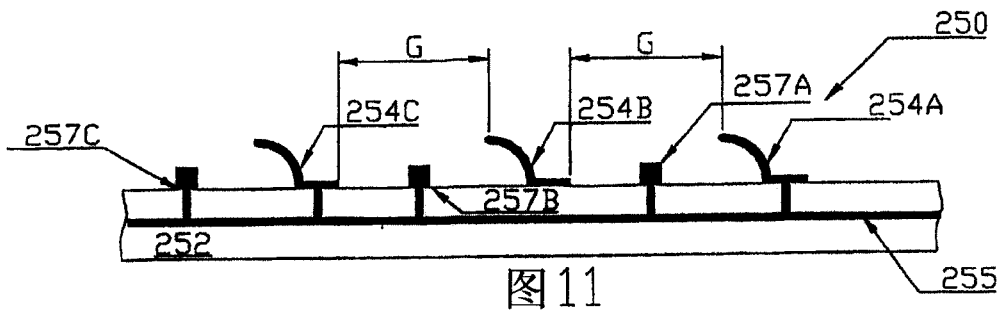


图11

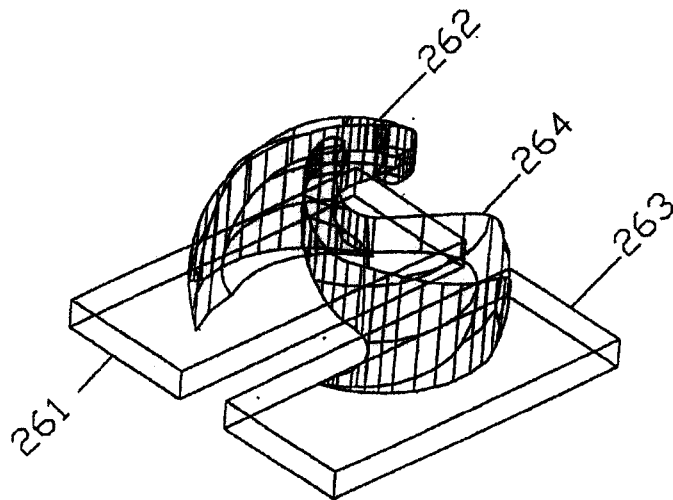


图12

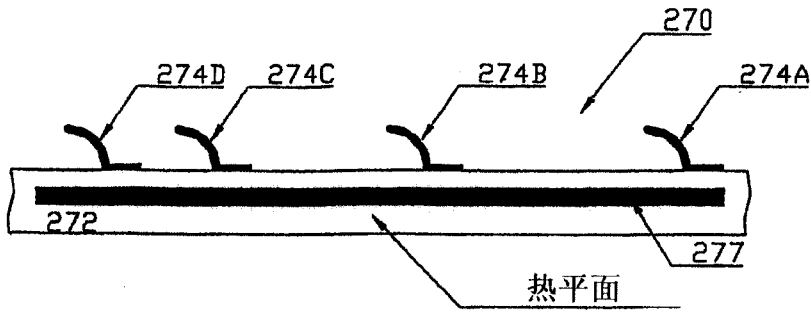


图13

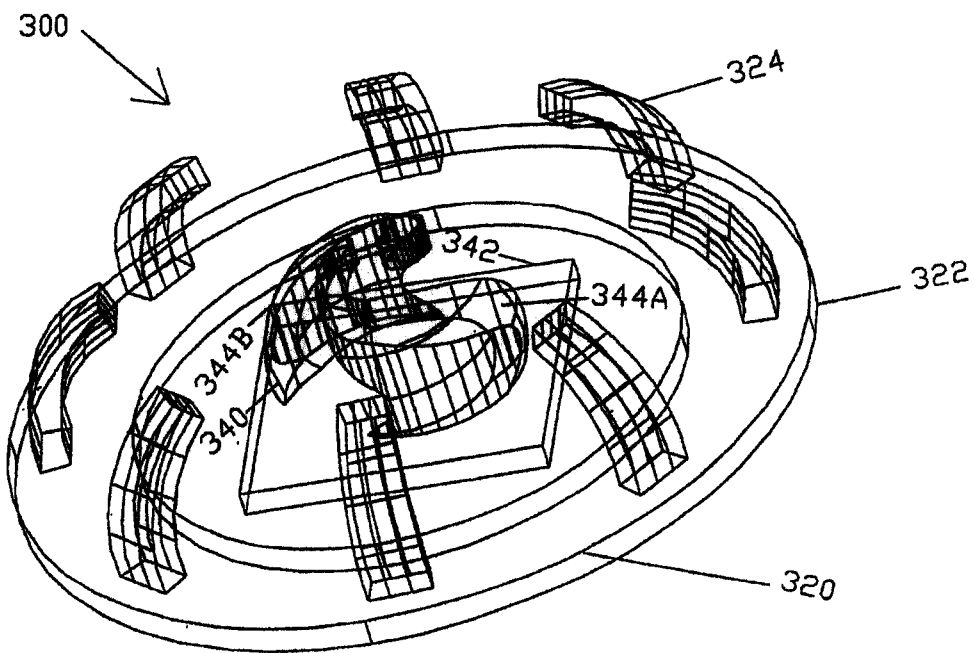


图14

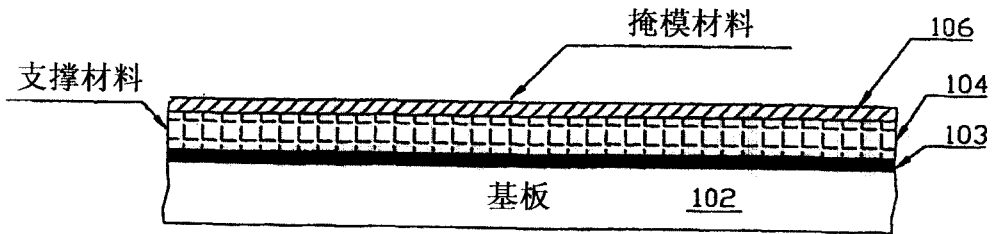


图 15A

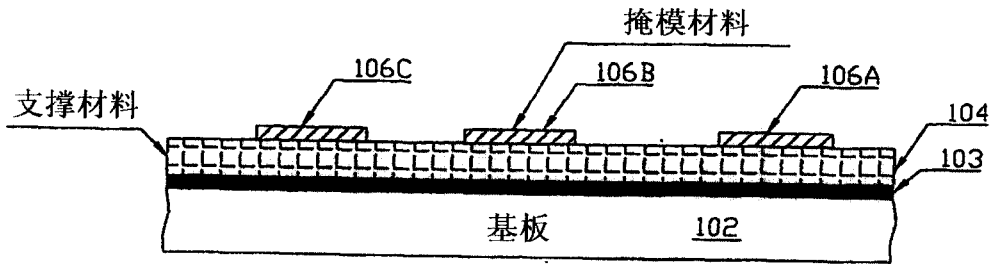


图 15B

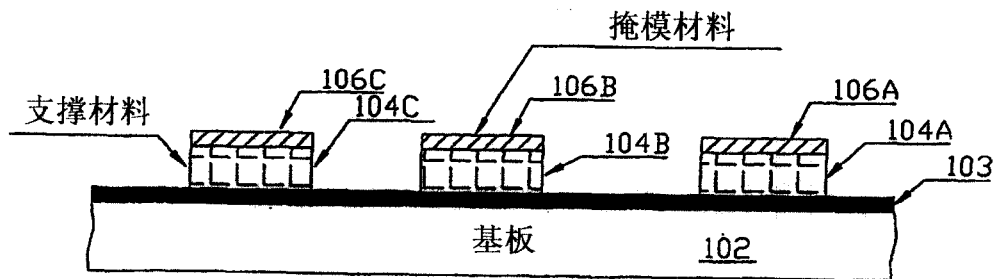


图 15C

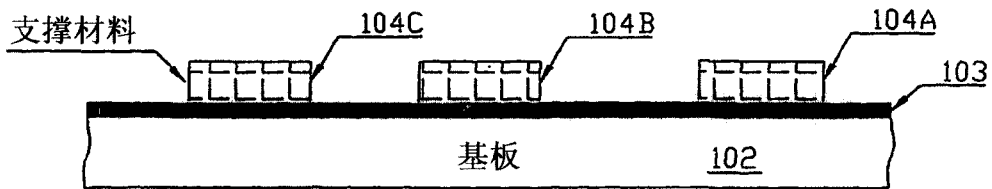


图 15D

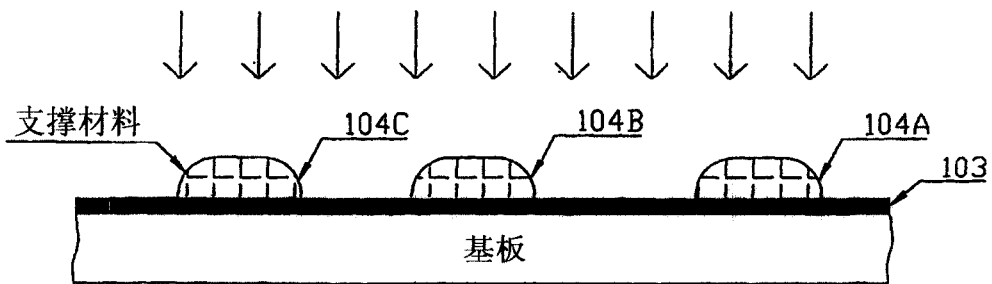


图 15E

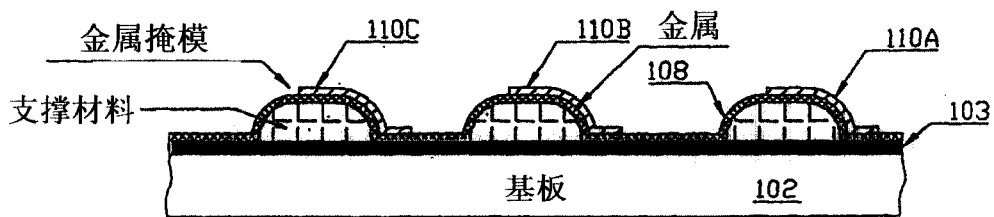


图 15F

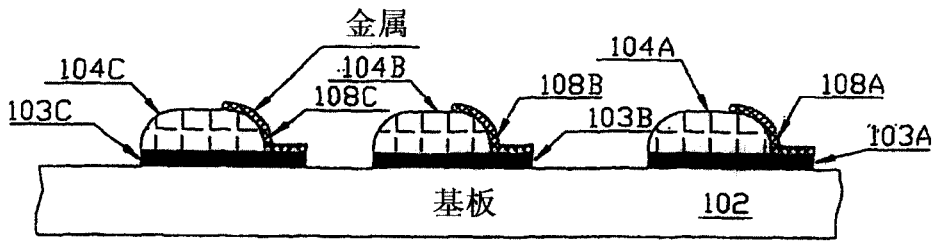


图15G

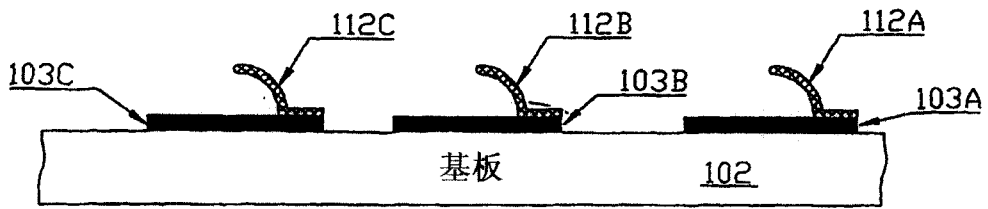


图15H