

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01R 31/02 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680050610.6

[43] 公开日 2009年8月12日

[11] 公开号 CN 101506671A

[22] 申请日 2006.12.4

[21] 申请号 200680050610.6

[30] 优先权

[32] 2005.12.2 [33] US [31] 11/164,737

[86] 国际申请 PCT/US2006/046277 2006.12.4

[87] 国际公布 WO2007/065012 英 2007.6.7

[85] 进入国家阶段日期 2008.7.7

[71] 申请人 佛姆法克特股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 B·N·埃尔德里奇

E·D·霍布斯 G·L·马修

M·S·欣德 A·H·斯洛克姆

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 马洪

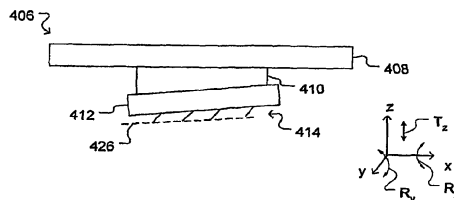
权利要求书7页 说明书26页 附图21页

## [54] 发明名称

调节探针取向的装置和方法

## [57] 摘要

可以相对于探针卡组件的元件调节探针卡组件的探针，该元件可以是探针卡组件的这样一个元件，它能够使探针卡组件更容易地安装到测试装置上。然后，探针卡组件可以被安装在测试装置中，并且可以相对于测试装置（比如测试装置的结构部分或连接到测试装置的结构元件）来调节探针卡组件的取向。



1. 一种测试装置，包括：  
包括多个探针的探针卡组件，这些探针被配置成接触待测电子器件；  
第一调节装置，用于选择性地调节所述探针相对于所述探针卡组件的基准元件的取向；  
连接装置，用于将所述探针卡组件连接到测试站；以及  
第二调节装置，用于选择性地调节所述探针卡组件相对于所述测试站的取向。
2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第一调节装置被配置成使所述探针的尖端平整化。
3. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于，所述第二调节装置被配置成响应于所述测试站的取向而使所述尖端进一步平整化。
4. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，  
所述连接装置被配置成将所述探针卡组件连接到所述测试站的基准结构，以及  
所述第二调节装置被配置成调节所述探针卡组件相对于所述基准结构的取向。
5. 如权利要求 4 所述的装置，其特征在于，所述连接装置被配置成将所述探针卡组件的基准元件连接到所述测试站的基准结构。
6. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第二调节装置被配置成选择性地调节所述探针卡组件的基准元件相对于所述测试站的取向。
7. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述探针卡组件还包括被配置成存储数字数据的数字存储设备，所述数字数据代表所述探针卡组件相对于所述测试

站的预定取向。

8. 如权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述预定取向包括所述探针卡组件相对于所述测试站先前确定的取向，以使用所述测试站中置于测试位置的电子器件的端子使所述探针平整化。

9. 如权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述探针卡组件还包括无线发射装置，所述无线发射装置被配置成将数字数据发射给控制器，所述控制器被配置成控制第二调节装置。

10. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，  
所述电子器件包括未分割的半导体晶片的一个或多个管芯，以及  
所述测试站包括探测器，用于在测试所述一个或多个管芯的过程中固定所述晶片和所述探针卡组件。

11. 如权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述测试站是测试系统的一部分，被配置成通过所述探针卡组件向所述一个或多个管芯提供测试数据。

12. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述电子器件包括一个或多个半导体管芯。

13. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第二调节装置被配置成在用所述连接装置将所述探针卡组件连接到所述测试站的同时调节所述探针卡组件的取向。

14. 一种用于测试电子器件的方法，所述方法包括：  
提供包括多个探针的探针卡组件，这些探针被配置成接触电子器件；  
用第一机构选择性地调节所述探针相对于所述探针卡组件的基准元件的取向；

将所述探针卡组件连接到测试站；以及  
用第二机构选择性地调节所述探针卡组件相对于所述测试站的取向。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述调节探针的取向的步骤包括：使所述探针的尖端取向成限定一个具有特定形状的表面。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述特定形状对应于由所述电子器件的端子所限定的表面的预期形状。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述调节探针卡组件的取向的步骤包括：使所述尖端取向成一个由所述测试站内所设置的电子器件的端子所限定的实际形状。

18. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述调节探针卡组件的取向的步骤包括：进一步调节所述尖端的取向。

19. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，  
所述连接步骤包括将所述探针卡组件连接到所述测试站的基准结构；以及  
所述调节探针卡组件的取向的步骤包括调节所述探针卡组件相对于所述基准结构的取向。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述连接步骤还包括将所述探针卡组件的基准元件连接到所述测试站的基准结构。

21. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述调节探针卡组件的取向的步骤包括调节所述探针卡组件的基准元件相对于所述测试站的取向。

22. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：在所述探针卡组件处存储数字数据，所述数字数据代表所述探针卡组件相对于所述测试站的预定取向。

23. 如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述数字数据包括用于控制致动器的控制数据，所述致动器被配置成实现所述调节探针卡组件的取向的步骤。

24. 如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述预定取向包括所述探针卡组件相对于所述测试站先前确定的取向，以使用所述测试站中置于测试位置的电子器件的端子使所述探针平整化。

25. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：将数字数据无线地发射给控制器，所述控制器被配置成实现所述调节探针卡组件的取向的步骤。

26. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，  
所述电子器件包括未分割的半导体晶片的一个或多个管芯，以及  
所述测试站包括探测器，用于在测试所述一个或多个管芯的过程中固定所述晶片和所述探针卡组件。

27. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述电子器件包括一个或多个分割的半导体管芯。

28. 如权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述测试站是测试系统的一部分，被配置成通过所述探针卡组件向所述一个或多个管芯提供测试数据。

29. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，  
所述调节探针的取向的步骤是在所述连接步骤之前执行的，以及  
所述调节探针卡组件的取向的步骤是在所述连接步骤之后执行的。

30. 一种测试装置，包括：

测试站；

用于将探针卡组件连接到所述测试站的连接装置，所述探针卡组件包括被配

置成接触待测电子器件的多个探针以及被配置成调节所述探针的取向的调节机构；  
以及

在所述探针卡组件被连接到所述测试站的同时调节所述探针卡组件的取向的调节装置。

31. 如权利要求 30 所述的装置，其特征在于，  
所述电子器件包括未分割的半导体晶片的一个或多个管芯，以及  
所述测试站包括探测器，用于在测试所述一个或多个管芯的过程中固定所述晶片和所述探针卡组件。

32. 如权利要求 31 所述的装置，其特征在于，  
所述测试站是测试系统的一部分，被配置成通过所述探针卡组件向所述一个或多个管芯提供测试数据。

33. 一种探针卡组件，包括：  
多个探针，被设置成在将探针卡组件连接到测试站的同时接触待测的电子器件的端子；  
第一调节机构，被配置成调节所述探针相对于所述探针卡组件的基准结构的取向；  
第一结构，被配置成与所述测试站的第二结构相互作用从而提供第二调节机构，该第二调节机构能够在所述探针卡组件被连接到所述测试站的同时调节所述探针卡组件相对于所述测试站的一部分的取向。

34. 如权利要求 33 所述的探针卡组件，其特征在于，所述第一结构包括多个致动器，所述第二结构包括一个被配置成接收致动器所施加的力的结构。

35. 如权利要求 34 所述的探针卡组件，其特征在于，所述第一结构还包括用于逆着所述致动器所施加的力而使所述探针卡组件偏置的装置。

36. 如权利要求 34 所述的探针卡组件, 其特征在于, 所述第一结构还包括被配置成接收来自所述第二结构的偏置力的结构, 来自所述第二结构的偏置力用于逆着所述致动器所施加的力而使所述探针卡组件偏置。

37. 如权利要求 33 所述的探针卡组件, 其特征在于, 所述第二结构包括多个致动器, 所述第一结构包括一个被配置成接收所述致动器所施加的力的结构。

38. 如权利要求 37 所述的探针卡组件, 其特征在于, 所述第一结构还包括用于逆着所述致动器所施加的力而使所述探针卡组件偏置的装置。

39. 如权利要求 37 所述的探针卡组件, 其特征在于, 所述第一结构还包括被配置成接收来自所述第二结构的偏置力的结构, 来自所述第二结构的偏置力用于逆着所述致动器所施加的力而使所述探针卡组件偏置。

40. 如权利要求 33 所述的探针卡组件, 还包括到测试器的电接口, 其中所述探针中的一些电连接到该接口。

41. 如权利要求 33 所述的探针卡组件, 还包括被配置成存储数字数据的数字存储设备, 该数字数据代表所述探针卡组件相对于所述测试站的预定取向。

42. 如权利要求 41 所述的探针卡组件, 其特征在于, 所述预定取向包括所述探针卡组件相对于所述测试站先前确定的取向, 以使用所述测试站中置于测试位置的电子器件的端子使所述探针平整化。

43. 如权利要求 33 所述的探针卡组件, 还包括无线发射装置, 该无线发射装置被配置成向控制器发射数字数据, 所述控制器被配置成控制所述第二调节机构。

44. 如权利要求 33 所述的探针卡组件, 其特征在于, 所述电子器件包括未分割的半导体晶片的一个或多个管芯。

45. 如权利要求 33 所述的探针卡组件，其特征在于，所述电子器件包括一个或多个分割的半导体管芯。

46. 一种探针卡组件，包括：

多个探针，被设置成在将探针卡组件连接到测试站的同时接触待测的电子器件的端子；

第一调节装置，用于调节所述探针相对于所述探针卡组件的基准结构的取向；

第二调节装置，用于在将所述探针卡组件连接到所述测试站的同时调节所述探针卡组件的取向。

47. 如权利要求 46 所述的探针卡组件，其特征在于，所述第二调节装置包括用于将所述探针卡组件连接到所述测试站的装置。



## 调节探针取向的装置和方法

### 发明背景

电子器件（比如半导体管芯）可以通过向该器件提供测试信号并监控该器件对测试信号的响应而对其进行测试。测试信号可以通过导电探针被提供给电子器件，这些探针暂时地压在电子器件的多个端子上。相似地，通过这些暂时地压在电子器件的多个端子上的导电探针，便可以检测该器件所产生的响应信号。在多个探针压着电子器件的多个端子的情况下，通过调节探针取向使其对应于这些端子的取向，便可以使探针和端子之间的接触更容易些。例如，这些端子可以处于这样一种配置中，该配置限定了一个具有特定形状的表面（比如，平面或近似平面），其中通过调节探针取向使其处于一个限定具有相似形状的表面配置中便可以使探针和端子之间的接触更容易些。

### 发明概要

在本发明的典型实施方式中，可以相对于探针卡组件的元件来调节探针卡组件的探针的取向。然后，探针卡组件可以被安装在测试装置中，并且可以相对于该测试装置来调节探针卡组件的取向。

### 附图说明

图 1 示出了根据本发明一些实施方式用于测试一个或多个电子器件的典型测试系统。

图 2 和 3 示出了探针卡组件的探针基板的取向相对于图 1 所示探针卡组件的安装夹具的选择性调节。

图 4 和 5 示出了探针卡组件的取向相对于图 1 所示测试系统中的基准结构的选择性调节。

图 6 示出了根据本发明一些实施方式用于测试半导体晶片的管芯的典型测试系统。

图 7 示出了图 6 所示探测器的插入环的顶视图。

图 8 示出了图 7 所示插入环的侧面横截面图。

图 9 示出了根据本发明一些实施方式的典型探针卡组件。

图 10-12 示出了图 9 所示探针卡组件的探针基板。

图 13 示出了根据本发明一些实施方式的对接和调准组件的典型实施方式的顶视图，其中显示出图 6 所示测试系统的顶板和插入环的部分视图。

图 14 显示出带有探针卡组件的图 13 所示对接和调准组件的侧面横截面图。

图 15 示出了根据本发明一些实施方式的对接和调准组件的另一个典型实施方式的侧面横截面图，其中显示出顶板和插入环的部分视图。

图 16A 和 16B 示出了根据本发明一些实施方式可与图 6 所示测试系统一起使用的备选的顶板和插入环。

图 17 示出了可与图 16A 和 16B 所示顶板和插入环一起使用的典型探针卡组件的顶视图。

图 18 示出了根据本发明一些实施方式连接到图 16A 和 16B 所示顶板和插入环的典型对接和调准组件的顶视图，它们都以部分视图示出。

图 19 示出了具有图 17 所示探针卡组件的图 18 所示对接和调准组件的侧面横截面图。

图 20 示出了根据本发明一些实施方式可用于替代图 19 所示对接和调准组件以及探针卡组件的备选的对接和调准组件以及探针卡组件。

图 21A 显示出顶视图，图 21B 显示出侧面横截面图，它们显示的都是根据本发明一些实施方式的图 16A 和 16B 所示顶板和插入环的备选型式以及可与该顶板和插入环的备选型式一起使用的具有对接和调准组件的探针卡组件。

图 22 示出了根据本发明一些实施方式用于设计、制造和使用探针卡组件的典型过程。

图 23 示出了用于执行对 DUT 进行测试的步骤的典型过程，该过程来自图 22 所示的过程。

图 24 示出了用于执行图 23 所示过程的典型系统。

图 25 示出了根据本发明一些实施方式的探针卡组件的典型实施方式，它

包括与探针卡组件有关的数据的无线传输。

图 26 示出了根据本发明一些实施方式使用楔形的对接和调准组件，它可防止使用未授权的探针卡组件。

图 27 示出了包括多个探针基板和平整化机构的典型探针卡组件。

图 28-30 示出了探针取向不当的典型来源和校正。

### 具体实施方式

本说明书描述了本发明的典型实施方式和应用。然而，本发明并不限于这些典型实施方式和应用，也不限于这些典型实施方式和应用操作或被描述的方式。

图 1 示出了根据本发明一些实施方式用于测试一个或多个电子器件或 DUT 420 的典型测试系统 401 的一部分。（在本文中，“DUT”、“测试中的电子器件”和“待测电子器件”都是指一个或多个待测或正被测的电子器件，这种电子器件的非限制性示例包括未分割的半导体晶片中的一个或多个管芯、从晶片中分割下来的一个或多个半导体管芯（封装或未封装的）、设置在载体或其它支持设备中的分割过的半导体管芯阵列中的一个或多个管芯、一个或多个多管芯电子器件模块、一个或多个印刷电路板以及任何其它类型的电子设备。）已知，测试系统 401 可以包括外壳 422，外壳 422 中装入了可移动的卡盘 424、对接和调准组件 400 以及探针卡组件 406。

探针卡组件 406 可以包括导电探针 414，这些导电探针 414 被配置成接触 DUT 420 的输入和/或输出端子 418 并且由此暂时电连接到端子 418。探针 414 可以是有弹性的导电结构。合适的探针 414 的非限制性示例包括由芯线构成的复合结构，芯线被接合到探针基板 412 上的导电端子（未示出），探针基板 412 在其上涂敷了弹性材料，美国专利 5,476,211、美国专利 5,917,707 以及美国专利 6,336,269 对此进行了描述。探针 414 还可以是通过光刻构成的结构，比如美国专利 5,994,152、美国专利 6,033,935、美国专利 6,255,126、美国专利申请公报 2001/0044225 和美国专利申请公报 2001/0012739 所揭示的弹性元件。探针 414 的其它非限制性示例包括导电的弹簧单高跷插针、凸起、触头、冲压的弹簧、针、压曲梁等。事实上，探针 414 可以是适于与 DUT 电连接的任何结

构。

探针卡组件 406 也可以包括到测试器（未示出）的电接口（未示出），测试器产生将要输入到 DUT 420 的测试数据并且分析 DUT 420 响应于测试数据而产生的响应数据从而确定 DUT 420 是否正常起作用。这种测试器在本领域是公知的，并且可以包括计算机或计算机系统（未示出）。探针卡组件 406 中的内部电学路径（未示出）将测试器接口（未示出）电连接到探针 414。

对接和调准组件 400 提供了一个用于在外壳 422 中安装探针卡组件 406 且还用于调节探针卡组件 406 的取向的机构。卡盘 424 可以包括平台 430，用于在测试期间固定 DUT 420。卡盘 424 可以在 x、y 和 z 方向上移动，并且也可以倾斜和旋转。（在图 1 以及所有附图和本说明书中提供了定向部件，仅是为了讨论起来方便和容易，而非限制。）在操作过程中，DUT 420 被置于平台 430 上，移动卡盘 424 从而使 DUT 420 的端子 418 与探针 414 对齐，之后，卡盘 424 使端子 418 移动到与探针 414 接触，这便在探针 414 和 DUT 端子 418 之间建立了暂时的基于压力的电连接。如上所述，在探针 414 和端子 418 之间建立电连接的同时，测试数据可以通过探针 414 而输入到 DUT 420，并且通过探针 414 可以从 DUT 420 中读取由 DUT 420 所产生的响应数据。然后，可以分析该响应数据从而确定 DUT 420 是否正常起作用。

为了与端子 418 建立电连接，通常，探针 414 的接触尖端（比如被配置成接触端子 418 的探针 414 的部分）应该与端子 418 共同取向。（在图 1 中，虚线 426 画出了由探针 414 的接触尖端所限定的表面（该表面可能通常对应于一个平面或近似平面），虚线 428 画出了由端子 418 所限定的表面（该表面可能通常对应于一个平面或近似平面）。）尽管探针 414 的接触尖端的表面 426 可能与端子 418 的表面 428 有一定的取向差异，但是如果探针 414 的接触尖端的表面 426 与端子 418 的表面 428 的取向差异过大，则可能在一个或多个探针 414 和一个或多个相应的端子 418 之间没有建立电连接，或者即使建立了电连接，该电连接也有可能具有太高的电阻从而无法测试和/或响应数据无法可靠地在探针 414 和端子 418 之间穿行。在这种情况下，功能完好的 DUT 420 也有可能被测试为是坏的。

图 1 所示典型的测试系统 401 可以包括两个用于调节探针 414 的接触尖端

的取向（例如，探针 414 的尖端所限定的表面的形状，比如平整性或近似平整性）的机构。首先，探针卡组件 406 可以包括平整化构件 410，其次，对接和调准组件 400 可以包括调节构件 404。可以看出，探针卡组件 406 的平整化构件 410 以及对接和调准组件 400 的调节机构 404 都可以调节探针 414 的取向（例如，探针 414 的尖端所限定的表面的形状，比如平整性或近似平整性）。

首先看图 1 所示的探针卡组件 406，探针卡组件 406 可以包括安装夹具 408、平整化机构 410 和探针基板 412。安装夹具 408 可以被配置成将探针卡组件 406 连接到对接和调准组件 400。安装夹具 408 可以包括刚性或弹性结构并且可以执行除了将探针卡组件 406 连接到对接和调准组件 400 以外的许多功能。例如，刚性安装夹具 408 也充当一个加强杆，它被配置成抵抗探针卡组件 406 的弯曲、翘曲等。作为另一个示例，安装夹具 408 可以包括一个引线板，它可以包括一个到上述测试器的接口（未示出）。或者，探针卡组件 406 可以包括一个包含测试器接口（未示出）的引线板（未示出），该测试器接口与安装夹具 408 是分开且不同的。在一个典型的实施方式中，安装夹具 408 可以包括金属板或金属桁架结构。

如图 1 所示，探针 414 可以连接到探针基板 412，探针基板 412 可以是配置成支持探针 414 且提供到探针 414 的电连接的任何合适的基板。例如，探针基板 412 可以包括陶瓷的、有机的或印刷电路板基板，在基板的一个表面上有导电焊盘（未示出），在基板的另一个表面上有用于将这些焊盘连接到端子（未示出）的内部导电路径。探针 414 可以连接到这些焊盘或端子。

平整化机构 410 被配置成允许相对于安装夹具 408 对探针基板 412 的取向进行选择调节，由此即对探针 414 的接触尖端的取向进行选择调节。平整化机构 410 也可以提供其它功能，比如将探针基板 412 连接到安装夹具 408 并且提供到达和来自探针基板 412 的电路径。

在图 1-3 中，为了说明和讨论方便，探针卡组件 406 被显示成具有一个探针基板 412，该探针基板 412 具有一组探针 414。在一些实施方式中，探针卡组件 406 可以被配置成具有不止一个探针基板 414，每一个探针基板都包括一组探针 414。探针基板 414 可以被设置成构成一个较大的探针阵列，该阵列包括位于每一个探针基板之上的多组探针 414。图 27 示出了这种探针卡组件的简

化的非限制性的示例,下面对此进行讨论。2005年6月24日提交的题为“Method And Apparatus For Adjusting A Multi-Substrate Probe Structure”的美国专利申请 11/165,833 显示出具有多个探针基板的探针卡组件的其它非限制性示例。这种探针卡组件可以被配置成使得每一个探针基板都是可独立于其它探针基板而单独移动的。例如,这种探针卡组件可以包括多个平整化机构 410,它们可使每一个单独的探针基板 412 单独移动并且对它们的取向进行单独的调节,就像图 27 所示的那样。或者,一个平整化机构 410 可以使每一个单独的探针基板 412 单独移动并且对它们的取向进行单独的调节。此外,如果提供了多个平整化机构 410,则在平整化机构 410 和探针基板 412 之间可能有(但不需要有)一对一的对应关系。

图 2 和 3 示出了探针基板 412 的取向相对于安装夹具 408 的选择性调节。如图 2 所示,平整化机构 410 能够使探针基板 412 绕着 x 和 y 轴选择性地旋转 ( $R_x$  和  $R_y$ ),并且能够使探针基板 412 沿着 z 轴平移 ( $T_z$ )。(除非另有说明,否则在图中关于 xyz 坐标系的所有描绘中,x 轴在页面上呈水平,z 轴在页面上呈垂直。Y 轴尽管显示成稍微倾斜以便看起来不是一个点,实际上是垂直于页面的(即进入页面并穿透出来)。如上所述,这些方向仅是为了清楚和讨论方便,不具有限制性。)

如图 3 所示,平整化机构 410 还能够改变探针基板 412 的形状。例如,平整化机构 410 可以被配置成向探针基板 412 施加交替的且相反的力从而改变探针基板的形状,图 3 示出了这样的—个示例。平整化机构 410 并不限于使探针基板 412 呈凹形,而是还可以使探针基板 412 呈许多不同的形状,其中包括但不限于凸形或具有多种弯曲和/或方向变化的复杂形状。可以使探针基板 412 呈纯粹的线性变化(如图 2 所示),这与图 3 所示的弯曲变化相反,或者作为另一个备选方案,可以使探针基板 412 的一部分表面或整个表面呈线性和弯曲变化的组合。

平整化机构 410 可以是适于相对于安装夹具 408 改变探针基板 412 的取向的任何机构。例如,平整化机构 410 可以包括致动器,致动器包括可动元件,比如可动柱塞或轴。作为另一个示例,平整化机构 410 可以包括差动螺丝组件。此外,平整化机构 410 可以是手动或机器驱动的,并且平整化机构 410 可以在

平整化机构 410 自身处被启动或者通过远程控制进行启动。另外，如下文结合图 23 和 24 所讨论的那样，照相机或其它传感器可以确定探针 414 的位置，并且将控制信号提供给平整化机构 410 从而自动地调节探针 414 的取向。

如上所述，尽管图 2 和 3 未示出，但是探针卡组件 406 可以包括多个探针基板 412，每一个探针基板都具有一组探针 414，并且这些探针基板被配置在探针卡组件 406 上从而构成较大的探针阵列，该阵列包括设置在每一个探针基板 412 上的多组探针 414。如上所述，在这种情况下，平整化机构 410 可以被配置成使每一个探针基板 412 单独移动并且对它们进行单独调节。或者，探针卡组件 406 可以包括多个平整化机构 410，它们被配置成使每一个探针基板 412 单独移动且对它们进行单独调节。其它配置也是可能的。

可以看出，图 9 和 27 显示出探针卡组件 406 的非限制性典型实施方式。如将要讨论的那样，图 9 的致动器 702 是平整化构件 410 的典型实施方式，加强杆 708 是安装夹具 408 的典型实施方式。如下所述，探针卡组件 406 的其它非限制性的典型实施方式被揭示在下列美国专利中：题为“Method Of Planairizing Tips Of Probe Elements Of A Probe Card Assembly”的美国专利 5,974,662；题为“Planarizer For A Semiconductor Contactor”的美国专利 6,509,751；以及上述美国专利申请 11/165,833。

由此，平整化机构 410 可以改变探针基板 412 相对于安装夹具 408 的取向。因为探针 414 连接到探针基板 412，所以平整化机构 410 可以调节由探针 414 的接触尖端限定的表面 426，并且以相对于安装夹具 408 的期望的取向来设置探针 414 的接触尖端的平整性。

由此，探针卡组件 406 可以选择探针 414 相对于安装夹具 408 的特定取向（在探针卡组件 408 被置于外壳 422 中之前或之后）。例如，探针 414 的选定取向可能使得探针 414 的尖端限定了一个具有特定形状的表面（比如平面或近似平面）。然而，在探针卡组件 406 连接到对接和调准组件 400 之后，由平整化构件 410 设置的探针 414 的取向可能并不完全对应于 DUT 420 的端子 418 的取向。例如，在被安装到对接和调准组件 400 上时，探针卡组件 406 可能因对接和调准机构 400、卡盘 424 和/或测试系统 401 的其它元件的非平整性或结构缺陷而发生倾斜或歪斜。

现在看对接和调准机构 400，如图 1 所示，根据本发明的一些实施方式，对接和调准机构 400 可以包括基准结构 402 和调节机构 404。

基准结构 402 可以包括已存在于外壳 422 中或连接到外壳 422 的任何结构，它能够充当一个基准，调节机构 404 可以按该基准来调节探针卡组件 406 的取向，它可以包括手动或机器驱动的致动器。基准结构 402 可以是刚性的或柔性的，并且可以具有平的或不平的基准表面（未示出）。

调节机构 404 可以是适于在探针卡组件 406 被安装在外壳 422 中的同时或在探针卡组件 406 被安装在外壳 422 中之前用于改变探针卡组件 406 的取向的任何机构。例如，调节机构 404 可以包括致动器，致动器包括可动元件，比如可动柱塞或轴。作为另一个示例，调节机构 404 可以包括差动螺丝组件。此外，调节机构 404 可以是手动或机器驱动的，并且调节机构 404 可以在调节机构 404 自身处被启动或者通过远程控制进行启动。如将要看到的那样，此处揭示了若干种非限制性的示例（包括图 9 的致动器 702），这种致动器可以包括差动螺丝组件或具有可动元件、柱塞或元件的其它结构。调节机构 404 的另一个典型实施方式可以包括多个树形结构（未示出）。

在将探针卡组件 406 安装到外壳 422 中并与外壳 422 相连之后，调节机构 404 由此可以改变探针卡组件 406 相对于基准结构 402 的取向，尽管在某些配置中，在将探针卡组件 406 安装到外壳 422 中并与外壳 422 相连之前，调节机构 404 就可以改变探针卡组件 406 的取向。调节机构 404 由此能够进一步调节由探针 414 的接触尖端所限定的表面 426，并且以相对于基准结构 402 的期望取向来设置探针 414 的接触尖端的取向。调节机构 404 可以调节探针 414 的接触尖端的取向，这些接触尖端先前经平整化结构 410 平整化以补偿在将探针卡组件 406 安装到外壳 422 中时出现的不平整性或结构不规则性。

基准结构 402 和调节机构 404 可以被配置成执行附加的功能。例如，基准结构 402 和调节机构 404 可以将探针卡组件 406 的安装夹具 408 连接到外壳 422 上。或者，其它结构或夹具（未示出）可以将探针卡组件的安装夹具 408 连接到外壳 422。

图 4 和 5 示出了相对于基准结构 402 对探针卡组件 406 的取向进行选择性的调节。如图 4 所示，调节机构 404 可以使探针卡组件 406 绕着 x 和 y 轴选择性



地旋转 ( $R_x$  和  $R_y$ )，并且使探针卡组件 406 沿着  $z$  轴平移 ( $T_z$ )

如图 5 所示，调节机构 404 可以改变探针卡组件 406 的形状。例如，调节机构 404 可以被配置成向探针卡组件 406（或探针卡组件 406 的特定元件）施加交替的和相反的力，这些力用于改变探针卡组件 406 的形状，图 5 示出了这样的示例。调节机构 404 并不限于使探针卡组件 406 呈凹形，而是还可以使探针卡组件 406 呈许多不同的形状，其中包括但不限于凸形或具有多种弯曲和/或方向变化的复杂形状。可以使探针卡组件 406 呈纯粹的线性变化（如图 4 所示），这与图 5 所示的弯曲变化相反，或者作为另一个备选方案，可以做出线性和弯曲变化的组合。

图 6-21B 示出了对接和调准组件 400 以及探针卡组件 406 的具体示例性实施方式，它们是参照用于测试 DUT 120 的测试系统 101 而显示和描述的，DUT 120 可能是上述 DUT 中的任何类型。可以看出，测试系统 101 可以包括探测器 122，它是外壳 422 的非限制性示例。

首先看图 6 所示的典型测试系统 101，根据本发明的一些实施方式，测试系统 101 是用于测试 DUT 120 的。如图所示，测试系统 101 可以包括探测器 122，它可以是一个具有内部腔室 132 的盒子结构，其中设置了一个可移动的卡盘 124，该卡盘具有用于固定 DUT 120 的平台。（图 6 中的切割 126 提供了腔室 132 中的部分视图。）探测器 122 可以相似于外壳 422，卡盘 124 可以相似于卡盘 424，平台 130 可以相似于图 1 的平台 430。在一些实施方式中，测试器 102 所执行的一些功能可以被实现在测试头 106 中和/或探针卡组件 406 上的电子器件（未示出）之中。事实上，在一些实施方式中，测试器 102 可以被完全去掉，并且用测试头 106 中的电子器件和/或设置在探针卡组件 406 上的电子器件来替代。

顶板 112 可以是固体刚性板状结构，可以被设置在探测器 122 上并且可以构成腔室 132 的上边界。顶板 112 可以包括插入环 110，插入环 110 被配置成在正常操作时固定探针卡组件 406。电连接器 108 提供在测试头 106 和探针卡组件 406 之间的电连接，它可以包括导电探针 414。探针卡组件 406 也可以包括在连接器 108 和探针 414 之间的导电路径（图 6 中未示出）。

在正常操作中，探针卡组件 406 通常通过螺栓被紧固、夹住、或以其它方

式固定到插入环 110。图 7 和 8 示出了插入环 110 的顶视图和横截面侧视图。如图所示，插入环 110 一般是环形的，并且可以包括轴肩部分 202 以及具有螺栓孔 208 的突出部分 204。在正常操作时，探针卡组件 406 可以被设置在突出部分 204 上，同时探针 414 从插入环 110 的中心开口 206 延伸出来，并且螺栓（未示出）或其它固定机构（比如夹子）也可以将探针卡组件 406 固定到插入环 110。

再次参照图 6，卡盘 124 可以包括平台 130，DUT 120 可以被设置在平台 130 上。卡盘 124 可以在 x、y 和 z 方向上移动，可以绕着 x 和 y 轴倾斜，还可以绕着 z 轴旋转。卡盘 124 由此可以使 DUT 120 的特定输入和/或输出端子 118（比如半导体管芯的接合焊区）与特定的探针 414 对齐，并且使这些特定的端子 118 压着这些特定的探针 414 从而在端子 118 和探针 414 之间建立暂时的电连接。

测试器 102 可以是计算机或计算机系统，它可以向 DUT 120 提供测试数据，并且分析 DUT 120 响应于测试数据而产生的响应数据。通信线缆 104 可以提供多个在测试器 102 和测试头 106 之间的电数据路径，测试头 106 可以包括内部开关和其它数据路由元件，它们将线缆 104 所提供的电数据路径电连接到电连接器 108。多个数据信道可以由此被设置在测试器 102 和探针 414 之间，通过这些数据信道，来自测试器 102 的测试数据被提供给 DUT 120，DUT 120 响应于测试数据而产生的响应数据被提供给测试器 102。可旋转的臂组件 128 可以使测试头 106 旋转到图 6 所示的测试头 106 的位置，也可以使其从该位置旋转出来，这是一个测试位置，在该测试位置时测试头 106 可恰当地测试 DUT 120。测试系统 101 的线缆 104 和其它元件可以被无线通信设备（未示出）全部或部分地替代，如上所述，测试器 102 所执行的功能中的一些或全部都可以实现在测试头 106 中，和/或用探针卡组件 406 上所设置的电子器件来实现。

如上文参照图 1 所讨论的那样，如果使一组 DUT 420 端子 418 和一组探针 414 相互接触的动作会在该组中每一个探针 414 和该组中每一个 DUT 端子 118 之间建立电连接，则应该在接触端子 118 的那部分探针 414 与端子 118 之间建立足够的共同取向。即，在测试 DUT 120 之前，应该按需要调节探针 414 的位置，从而使探针 414 的接触部分的取向（例如，限定了具有特定形状的表面，

比如平面或近似平面)大致对应于端子 118 的取向(例如,限定了具有特定形状的表面,比如平面或近似平面)。此外,在测试期间,应该保持探针 414 相对于端子 118 的上述取向。否则,有可能一个或多个探针 414 没有与相应的一个或多个端子 118 进行物理接触,由此没有与其建立电连接。作为另一种可能性,使一个或多个探针 414 压着相应的一个或多个端子 118 的力有可能太弱从而无法建立能充分导电的电连接。如上所述,探针卡组件 406 以及对接和调准组件 400 可以提供用于调节探针 414 的取向以对应于端子 118 的取向的单独且不同的机构。

如下文参照图 27-30 所讨论的那样,平整化机构 410 可以校正因探针卡组件 406 的元件的不规则和缺陷所导致的探针 414 的取向不当。这种不规则和缺陷的示例(下文参照图 27-30 会进行讨论)包括但不限于探针基板 412、探针 414 以及用于将探针基板 412 连接到安装夹具 408 的机构(比如平整化机构 410)中的不规则和缺陷。这种不规则和缺陷可能是因制造差异而导致的。平整化机构 410 可以校正探针 414 的取向不当,并且使探针 414 相对于探针卡组件 406 的基准结构(比如安装夹具 408)精确地取向。

不管探针 414 相对于安装夹具 408 进行多么精确地取向,在将探针卡组件 406 安装到测试装置中时,测试装置(比如,图 1 中的外壳 422、平台 430、基准结构 402,图 6 中的顶板 112、插入环 110 或平台 130)中的不规则和缺陷也会使探针 414 相对于 DUT 端子 418、118 取向不当。根据期望的结果或测试情况,调节机构 404 可以基本上减小和/或消除这种因测试装置中的不规则或缺陷所导致的探针 414 相对于 DUT 端子 418、118 的取向不当,从而落在可接受的容限之内。

图 9-12 示出了根据本发明一些实施方式的探针卡组件 406 的典型实施方式 700,它可以被用在测试系统 101 中。如图所示,探针卡组件 700 可以包括加强杆 708、引线板 750、具有探针 758 的探针基板 756 以及多个致动器 702。可以看到,加强杆 708 是安装夹具 408 的一个示例,致动器 702 是平整化机构 410 的一个示例。探针基板 756 通常相似于图 1 的探针基板 412,探针 758 通常相似于探针 414。

每一个致动器 702 可以包括可动元件 704。在图 9 所示的示例中,每一个

致动器 702 连接到加强杆 708，每一个致动器 702 的可动元件 704 通过加强杆 708 和引线板 750 中的孔（未示出）延伸，并且连接到探针基板 756。每一个可动元件 704 可以选择性地朝着探针基板 756 移动或者远离探针基板 756 而移动。当可动元件 704 远离探针基板 756 而移动时，可动元件 704 朝着加强杆 708 拉动探针基板 756 的一部分，可动元件 704 连接到该探针基板 756。另一方面，当可动元件 704 朝着探针基板 756 移动时，可动元件 704 推动探针基板 756 的一部分以使其远离加强杆 708，可动元件 704 连接到该探针基板 756。每一个致动器 702 可以由此对探针基板 756 的特定区域选择性地施加推力或拉力。如图 10 和 11 所示，通过使用多个致动器 702（图 10 显示出 9 个，但可以使用更多或更少），多个推力/拉力 1102 可以被施加到探针基板 756 上。通过选择性启动可动元件 704，探针基板 756 可以由此绕着 x 和/或 y 轴旋转（ $R_x$  和  $R_y$ ）并且压着 z 轴平移（ $T_z$ ）。此外，通过如图 12 所示施加交替的推力和拉力 1102，便可以改变探针基板 756 的表面 712 的形状。（尽管图 10-12 中未示出，探针 758 可以连接到探针基板 756 的表面 712。）也可以使表面 712 呈除图 12 所示凹形以外的形状。例如，可以使表面 712 呈凸形或具有多个弯曲和/或方向变化的复杂形状。可以使表面 712 呈纯粹的线性变化，这与图 12 所示的弯曲变化相反，或者作为另一个备选方案，可以做出线性和弯曲变化的组合。

所用致动器 702 的配置和类型是不重要的，许多不同类型的致动器都是可以使用的。例如，致动器 702 可以包括差动螺丝组件，它们一般固定不动地连接到加强杆 708。可动元件 704 可以是差动螺丝组件的轴部分，当差动螺丝组件的驱动头（未示出）在一个方向上旋转时这些差动螺丝组件朝着探针基板 756 移动，当驱动头在另一个方向上旋转时这些差动螺丝组件缩回从而远离探针基板 756。作为另一个非限制性的示例，致动器 702 可以包括一个连接到加强杆 708 的外壳，并且可动元件 704 可以是能移入/移出外壳的柱塞或活塞。

致动器 702 的其它示例包括但不限于上述美国专利申请 11/165,833 中的差动螺丝组件 404 和 2708、校平螺丝组件 1504 以及对准/平整化组件 2408。上述美国专利 6,509,751 的图 5A-5C 示出了可用作致动器 702 的致动器的示例。再次参照图 9，可动元件 704 可以利用任何合适的机构来移动，包括但不限于机器驱动机构（比如液压系统、电机和压电致动器）手动驱动机构（比如差动螺

丝组件)。

可动元件 704 不需要连接到探针基板 756。例如，可动元件 704 可以邻接探针基板 756，探针基板 756 可以连接到加强杆 708，同时弹簧机构使探针基板 756 朝着加强杆 708 偏置。在这种配置中，当可动元件 704 朝着探针基板 756 移动时，可动元件 704 推动探针基板 756 的一部分，使其远离加强杆 708。当可动元件 704 远离探针基板 756 而移动时，弹簧机构（未示出）朝着加强杆 708 推动探针基板 756，直到探针基板 756 邻接着可动元件 704 并因可动元件 704 而停下来。上述美国专利 5,974,662 的图 5 显示出合适的致动器的示例以及这种致动器的使用情况。作为另一个可能的变体，一些可动元件 704 可以连接到探针基板 756，其它的可以邻接着探针基板 756。上述美国专利 6,509,751 的图 2 显示出这种配置的一个示例。

再次参照图 9，探针卡组件 700 也可以包括具有连接器 752 的引线板 750，连接器 752 用于接收来自测试头 106 的连接器 108（参照图 6）。还提供了从连接器 752 起穿过引线板 750 到达柔性电连接器 754 以及穿过探针基板 756 到达探针 758 的电路径（未示出）。柔性电连接器 754 可以包括柔性引线、一个或多个安装在支架中的内插器（未示出）等。

图 13 和 14 示出了图 1 的对接和调准机构 400 的典型实施方式 1300，它可以被用在测试系统 101 中。图 13 示出了对接和调准机构 1300 的顶视图，它被显示成连接到图 6 的插入环 110。（图 6 的插入环 110 和顶板 112 是以图 13 中的部分视图来显示的。）图 14 显示出图 13 的侧面横截面图。

如图 13 和 14 所示，对接和调准机构 1300 可以包括一个桥 1302 和一个或多个致动器 1312（图 13 显示出 5 个，但可以使用更多或更少的致动器）。桥 1302 可以是由金属或其它刚性材料构成的环形结构，可以包括法兰 1304 和盘 1306。法兰 1304 可以包括多个孔（未示出），通过这些孔，螺栓 1308 将桥 1302 固定到插入环 110 的突出部分 204（也参照图 6-8）。盘 1306 可以包括用于连接器 108 的开口 1310（图 13 和 14 中未示出），上文对此讨论过，盘 1306 可以将测试头 106 连接到探针卡 406。（参照图 6。）图 13 和 14 所示桥 1302 仅是示例性的，许多变体是可能的。例如（但不限于此），桥 1302 的一般形状可以是除环形以外的形状。

在图 13 和 14 所示的对接和调准组件 1300 的实施方式中，致动器 1312 连接到对接和调准组件 1300 的盘 1306 和探针卡组件 406 的安装夹具 408，图 14 显示出探针卡组件 406 一般至少包括安装夹具 408、平整化机构 410、探针基板 412 以及探针 414，就像先前参照图 1-5 所讨论的那样。在图 13 和 14 所示的实施方式中，致动器 1312 将探针卡组件 406 连接到对接和调准组件 1300，并且调节探针卡组件 406 相对于桥 1302 的取向。由此，在图 13 和 14 所示的对接和调准组件 1300 的典型实施方式中，桥 1302 是基准结构 402 的典型实现方式，致动器 1312 是图 1 所示对接和调准机构 400 的调节机构 404 的典型实现方式。

致动器 1312 一般相似于致动器 702，致动器 1312 包括可动元件 1352，可动元件 1352 一般相似于可动元件 704。在图 13 和 14 所示的示例中，致动器 1312 可以连接到盘 1306，可动元件 1352 可以连接到安装夹具 408。当可动元件 1352 远离安装夹具 408 而移动时，可动元件 1352 朝着桥 1302 拉动探针卡组件 406。在相反方向上移动元件 1352，推动探针卡组件 406 使其远离桥 1302。通过使多个致动器 1312 绕着盘 1306 间隔排列，就像图 13 所示那样，探针卡组件 406 可以绕着 x 和/或 y 轴旋转，并且沿着 z 轴平移，就像图 4 所示那样。通过用一个或多个致动器 1312 对探针卡组件 406 施加推力并且用一个或多个致动器 1312 施加拉力，探针卡组件 406 的形状可以像图 5 所示那样变化。

致动器 1312 可以以任何合适的方式连接到盘 1306。例如，每一个致动器 1312 的一部分都可以旋入盘 1306 中的有纹开口（未示出）。作为其它示例，致动器 1312 的一部分可以被焊接、硬焊、旋入、插入、夹住、粘附到盘 1306。可动元件 1352 可以以任何合适的方式连接到安装夹具 408，包括但不限于旋入或焊接、硬焊、旋入、拧入、夹住、粘附到安装夹具 408。

图 15 示出了根据本发明一些实施方式的备选顶板 112' 的部分视图，它可以包括轴肩 1470。探针卡组件 406 可以被紧扣（比如用螺栓 1408 或其它紧固件，比如螺丝、夹子等）到插入环 110，就像图 15 所示。如图 15 所示，插入环 110 可以被设置在致动器 1406 上，致动器 1406 被设置在顶板 112' 的轴肩 1470 上。致动器 1406 可以像致动器 702 或 1312 那样并且包括可动元件 1404（它可以像可动元件 704 或 1352），致动器 1406 可以使插入环 110 朝着轴肩 1470 移

动或远离轴肩 1470 移动。通过使用多个这种致动器 1406, 可以改变插入环 110 相对于顶板 112' 的取向 (由此可改变探针卡组件 406 的取向)。在图 15 所示的示例中, 致动器 1406 可以连接到轴肩 1470, 可动元件 1404 可以邻接着插入环 110。偏置力 1402 (比如, 设置在插入环 110 和测试头 106 之间的弹簧, 参看图 6) 可以使插入环 110 朝着轴肩 1470 偏置。或者, 致动器 1406 可以连接到插入环 110, 可动元件 1404 可以邻接着轴肩 1470。作为另一个备选方案, 可动元件 1404 可以连接到插入环 110, 使得可动元件 1404 可以推动插入环 110 使其远离轴肩 1470, 并朝着轴肩 1470 拉动插入环 110。在这种情况下, 不需要使用偏置力 1408。

图 16A 和 16B 示出了另一种备选的顶板 1502 和插入环 1512 的部分视图, 它们可以用于替代图 6 的顶板 112 和插入环 110, 图 17-19 示出了根据本发明一些实施方式的探针卡组件 406 的典型实施方式 1702 以及对接和调准机构 400 的典型实施方式 1800, 它们可用于替代图 6 的测试系统 101 中的顶板 1502 和插入环 1512。图 17-19 所示探针卡组件 1702 以及图 18 和 19 所示对接和调准组件 1800 是图 1 和 6 所示探针卡组件 406 以及对接和调准组件 400 的其它典型实施方式。

首先看图 16A 和 16B, 顶板 1502 可以包括中心开口 1506, 顶板 1502 一般相似于图 6 所示顶板 112。然而, 插入环 1512 可以从图 16A 所示的露出位置滑动到顶板 1502 中的开口 (未示出) 内的测试位置 (图 16B 所示)。在图 16A 和 16B 的虚线中, 显示出滑动机构 1964, 插入环 1512 可以沿着滑动机构 1964 滑动。滑动机构 1964 可以包括连接到顶板 1502 的轨道, 连接到插入环 1512 的轮子、轴承、或其它可动机构 (未示出) 沿着这些轨道滚动、滑动、或以其它方式移动。插入环 1512 可以包括开口 1510、具有孔 1508 的突出部分 1514 以及很像图 7 和 8 的插入环 110 的轴肩 1518。

在典型的应用中, 当插入环 1512 处于图 16A 所示的露出位置时, 探针卡组件 (图 16A 和 16B 中未示出) 被置于突出部分 1514 上, 其探针 (未示出) 穿过开口 1510 而延伸 (进入图 16 的页面)。通过使用螺栓孔 1508, 可以用螺栓将探针卡组件固定到突出部分 1514 上, 并且插入环 1512 被推入顶板 1502 中从而进入了上文所称的测试位置 (如图 16B 所示)。在测试位置中, 插入环

1512 被设置在顶板 1502 之内，顶板 1502 中的开口 1506 通常与插入环 1512 中的开口 1510 对齐。在测试位置中，探针卡组件很容易接触 DUT。

图 17-19 示出了根据本发明一些实施方式被配置成用在探测器 122（参照图 6）中的探针卡组件 1702 以及对接和调准组件 1800 的典型实施方式，该探测器 122 经修改从而包括了图 16A 和 16B 所示的顶板 1502 和插入环 1512。更具体地讲，图 17 示出了探针卡组件 1702 的顶视图，图 18 示出了顶视图，图 19 示出了侧面横截面图，图 18 和 19 都是顶板 1502 和插入环 1512 中所安装的探针卡组件 1702 以及对接和调准组件 1800 的视图，它们都仅是部分被显示出来。

如图 17 和 19 所示，探针卡组件 1702 包括安装夹具 408、平整化机构 410、探针基板 412 和探针 414，它们可以像上文参照图 1 所描述的那样。如图所示，多个致动器 1704 连接到探针卡组件的安装夹具 408。（图 17-19 所示典型配置中显示出 3 个驱动器 1704（图 19 只显示出三个致动器中的两个），但可以使用更多或更少的致动器。）每一个致动器 1704 可以相似于致动器 702、1312、1406 中的任一个，并且可以包括可动元件 1704，可动元件 1704 可以相似于可动元件 704、1352、1404。在图 17-19 所示的示例中，致动器 1704 可以连接到安装夹具 408，可动元件 1706 可以邻接着盘 1810。（致动器 1704 可以以任何合适的方式连接到安装夹具 408，其中包括但不限于上文将致动器 1312 连接到盘 1306 时所描述的连接方法。）

如图 18 和 19 所示，对接和调准组件 1800 包括桥 1802，它通常是环形并且包括法兰 1806 和盘 1810。桥 1802 可以包括金属和其它这种材料。法兰 1806 可以包括用于螺栓 1804 的孔，螺栓 1804 通过顶板 1502 中的孔 1504 将桥 1800 固定到顶板 1502。（参照图 16。）桥 1802 可以包括用于连接器 108 的开口 1812，就像上文参照图 6 所讨论的那样，桥 1802 可以将测试头 106 电连接到探针卡组件 406。

参照图 16-19，在使用过程中，弹簧塞 1902 可以被插入（比如旋入）插入环 1512 的突出部分 1514 中的孔 1508 中。插入环 1512 被移至图 16A 所示的露出位置，探针卡组件被置于弹簧塞 1902 的弹簧上，这些弹簧提供了偏置力，偏置力在桥 1802 的方向上推动探针卡组件 406。或者，弹簧塞 1902 可以连接



到插入环 1512。在致动器 1704 的可动元件 1706 通常缩回的情况下，插入环 1512 被移至测试位置（图 16B 所示），该测试位置在上文中描述过且在图 16B 中显示过，插入环 1512 通常在顶板 1502 之内。致动器 1704 的可动元件 1706 接下来延伸出来，使得它们顶着盘 1810。通过致动器 1704 的选择性启动，探针卡组件可以绕着 x 和/或 y 轴旋转，也可以沿着 z 轴在任一方向上平移，就像图 4 所示的那样。探针卡组件 406 的形状也可以像图 5 所示那样改变。

致动器 1704 可以以任何合适的方式来启动（比如可动元件 1706 被移动），其中包括但不限于上文启动图 15 的致动器 1312 时所描述的方式。另外，致动器 1704 可以被置于盘 1810 之上，而非被置于安装夹具 408 之上。例如，致动器 1704 可以连接到盘 1810 的下表面（相对于图 19 而言），同时轴 1706 向下延伸（相对于图 19），从而接触安装夹具 408 的上表面（相对于图 19 而言）。

图 20 示出了图 17-19 的桥 1802 的示例性变体。图 20 与图 19 大致相同，不同之处在于，在图 20 中，桥 2000 替代了桥 1802，致动器 2050 替代了致动器 1704。如图所示，桥 2000 可以包括法兰 2006 和盘 2010，法兰 2006 大致相似于法兰 1806，盘 2010 大致相似于盘 1810，不同之处在于，盘 2010 并不向探针卡组件 406 呈现平整的表面。每一个致动器 2050 可以相似于致动器 702、1312、1406、1704 中的任一个，并且可以包括可动元件 2052，可动元件 2052 可以选择性地朝着安装夹具 408 推进并由此推动探针卡组件 406 使其远离盘 2010 或缩回使其远离安装夹具 408，从而允许弹簧塞 1902 的弹簧朝着盘 2010 推动探针卡组件 406。同样，通过选择性使用多个这样的致动器 2050，探针卡组件 406 可以绕着 x 和/或 y 轴旋转，并且沿着 z 轴在任一方向上平移，就像图 4 所示那样。

图 21A（顶视图）和图 22B（侧面横截面图）示出了根据本发明一些实施方式的其它备选顶板 1502'、插入环 1512 以及探针卡组件 406。插入环 1512 和探针卡组件 406（它包括致动器 1704）可以与图 19 所示大致相同。顶板 1502' 也可以大致相似于图 19 的顶板 1502，不同之处在于，顶板 1502' 包括如图 21A 和 21B 所示的延伸部分 2152。因为有延伸部分 2152，所以不再需要桥 1802（参照图 19），延伸部分 2152 大致替代了图 19 的桥 1802。即，致动器 1704 的可动元件 1706 可以邻接着延伸部分 2152，并且顶着弹簧塞 1902 的偏置力选择性

地推动探针卡组件 406 的部分使其远离延伸部分 2152。如上所述，弹簧塞 1902 可以连接到探针卡组件 406（比如连接到安装夹具 408）。

图 22 示出了用于设计、制造和使用探针卡组件（比如探针卡组件 406）的示例性过程 2100。如图所示，过程 2100 始于设计探针卡组件 406（2102），这可以包括布置探针使其对应于 DUT 420 的输入和/或输出端子 418。通常，可以针对每一个 DUT 端子 418 来设置探针 414，并且可以以一种与 DUT 端子 418 的布局相对应的配置来布置探针 414。当然，设计探针卡组件 406 也包括其它考虑，比如提供穿过探针卡组件 406 的电路径以便将特定的探针 414 电连接到来自测试器的特定的数据信道。

一旦探针卡组件 406 被设计好（2102），就可以制造和组装探针卡组件（2104）。参照图 1 所示的典型的探针卡组件 406，探针 414 可以连接到探针基板，探针基板 414、安装夹具 408 和平整化机构 410 可以被组装起来。一旦探针卡组件 406 被组装起来（2104），平整化机构 408 就可以被用于使探针 414 的接触尖端平整化，就像上文所描述的那样。例如，如上所述，平整化机构 408 可以校正由探针卡组件 406 的各元件中的不规则和缺陷所导致的探针 414 的取向不当。非限制性的示例包括探针基板 412、探针 414、和/或用于将探针基板 412 连接到安装夹具 408 的机构中的不规则和缺陷。如下文结合图 27 所示的多探针基板探针卡组件 406' 所讨论的那样，一个平整化机构 410' 可以校正在一个探针基板 412' 上的一组探针 414' 的取向不当，另一个平整化机构 410'' 可以独立地校正另一个探针基板 412'' 上的另一组探针 414'' 的取向不当。平整化机构 410'、410'' 也可以使每一组探针 414'、414'' 取向成使得由探针 414'、414'' 所构成的阵列 2702 按期望的样子取向（比如，在一个平面或近似平面中）。

在 2108 处，可以包括探针卡组件 406 的产品会被运输到测试地点，以便安装到像图 1 所示测试系统 401 或图 6 所示测试系统 101 的测试系统中。在测试地点处，该产品可以被安装到一外壳或探测器中，该外壳就像图 1 所示的外壳 422，该探测器就像图 6 所示的探测器 122（2110）。所运输的产品可能就是探针卡组件 406、与调节机构 404 相耦合的探针卡组件 406、与调节机构 404 和基准结构 402 相耦合的探针卡组件 406、或它们的任何组合。

典型的探针卡 406 以及包括桥 1302 和致动器 1312 的对接和调准组件仅是

后者的一个示例。即，图 14 所示的典型的探针卡 406 以及包括桥 1302 和致动器 1312 的对接和调准组件可以被组装成单个产品，然后，被运输到测试地点（2108），在测试地点它可以作为单个产品被安装（2110）到探测器 122 的插入环 110 上（如图 6 和 14 所示）。

图 19 所示的典型的探针卡 406 以及包括桥 1802 和致动器 1704 的对接和调准组件仅是一个示例，其中所运输（2108）的产品可以包括探针卡组件 406 和调节机构 408。即，在运输（2108）之前，致动器 1704 可以连接到探针卡组件 406 的安装夹具 408，包括具有连接的致动器 1704 的探针卡组件 406 的产品可以被运输到测试地点（2108）。该测试地点可以包括具有顶板 1502 的探测器 122，桥 1802 先前就连接到顶板 1502，就像图 19 所示那样。在测试地点，探针卡组件 406 可以包括致动器 1704，通过将具有连接的致动器 1704 的探针卡 406 置于插入环 1512 中（就像图 19 所示那样），探针卡组件 406 可以被安装在探测器 122 中（2110）。

图 20 的探针卡组件 406 示出了一个示例，其中探针卡组件 406 被运输（2108）。即，在 2108 处，包括安装夹具 408、平整化机构 410 以及带探针 414 的探针基板 412 的探针卡组件被运输（2108）到测试地点，该测试地点可以包括探测器 122，探测器 122 具有顶板 1502，具有致动器 2050 的桥 2000 先前就被连接到顶板 1502（如图 20 所示）。通过将探针卡组件 406 置于插入环 1512 中（就像图 20 所示的那样），探针卡组件 406 然后被安装在探测器 122 中（2110）。

一旦被安装好（2110），在需要时就可以调节探针卡组件 406 相对于基准结构 402 的取向（2112）。如上所述（比如结合图 4 和 5）以及如下文结合图 28-30 所描述的那样，调节机构 404 可以校正因测试装置中的不规则和缺陷所导致的探针 414、414'、414'' 和探针阵列 2702 的取向不当。

一旦探针卡组件 406 被安装在探测器 122 中（2110）并被调节好（2112），测试系统 101、401 就测试 DUT 120（2114）。通过简单地设计一个新的探针基板，使新的探针设置成对应于新的 DUT 的端子的布局，然后，用新的探针基板来替代原来的探针卡组件 406 的探针基板 412，便可以实现一种新的探针卡组件设计，该新设计用不同的端子排列方式来测试新的 DUT。

图 23 示出了在图 22 的 2114 处测试 DUT 的典型过程 2500，其中在测试 DUT 的过程中可以使用对接和调准组件 400。如图 23 所示，过程 2500 始于在探针 414 和 DUT 端子 418 之间实现接触（2504）。如上所述，通过移动卡盘 124 并且使探针卡组件 406 固定不动，便可以使 DUT 端子 418 接触探针 414。或者，然而，调节机构 404 可以移动探针卡组件 406 使其接触 DUT 420，DUT 420 不需要移动。作为另一个备选方案，DUT 420 和探针 414 都移动以便实现接触（2504）。

在 2506 中，开始测试 DUT 420。在测试期间，探针 414 相对于 DUT 端子 418 的位置受到监控（2508），这可以通过检测 DUT 420（和/或 DUT 端子 418）相对于探针卡组件 406（和/或探针 414）的位置而实现。DUT 420（和/或端子 418）以及探针卡组件 406（和/或探针 414）的位置可以以任何合适的方式来确定，其中包括通过使用电容传感器或光传感器（比如一个或多个照相机）。或者，可以使用力或应力传感器来检测机械移动。如果在 2508 处确定探针 414 相对于 DUT 端子 418 错位（2508-是），则在 2510 处通过使用调节机构 404 便可以调节探针卡组件 406 的取向。例如，电容或光传感器或力或应力计所输出的信号可以被用于驱动调节机构 404。或者，另外，可以改变卡盘 424 的位置。在 DUT 420 的测试过程中，可以继续监控(2508)和调节(2510)。作为另一个备选方案，在测试不同的 DUT 之间，可以执行调节(2510)。例如，在测试第一个 DUT 420 或第一组 DUT 之后，就像上文参照 2510 所讨论的那样，如有需要，可以检查并调节探针 414 的位置。之后，可以测试第二个 DUT 或第二组 DUT。当然，在图 22 的过程 2500 中，可以终止该过程、处理错误等。

图 23 的过程可以以硬件和/或软件（在本文中，术语软件包括但不限于任何形式的软件、固件、微代码等、或它们的任何组合）或它们的任何组合来实现。例如，图 24 所示系统 2400 可以被配置成执行图 23 的过程 2500。处理器 2402 可以是任何数字控制器、计算机、或计算设备，并且可以被配置成在存储器 2408 中所存储的软件的 control 下工作。（存储器 2408 可以是任何存储设备，包括但不限于基于半导体、磁、或光的存储设备，存储器 2408 可以是易失性或非易失性存储器。）通过将控制数据发送给用于构成调节机构 404 的致动器 2406，处理器 2402 便可以执行过程 2500 的 2504 和 2510。处理器 2402 可以通

过传感器 2404（它可以是但不限于一个或多个光传感器、电容传感器、应力计、测力计等）接收与探针 414 和 DUT 端子 418 的相对位置有关的数据。

图 25 示出了另一个典型实施方式。如图所示，探针卡组件 406 可以包括具有嵌入式发射机（未示出）的存储电路 2156，用于存储与探针卡组件 406 有关的数据并且将数据无线地发射（比如，使用射频发射技术、红外发射技术等）给控制器 2154。例如，存储器 2156 可以存储用于代表调节机构 404 的预定设置的数据。即，存储器 2156 可以存储先前已确定好的调节机构 404 的设置，该设置使探针卡组件 406 取向成使得探针 414 和 DUT 端子 418 共面。按钮 2158 或其它触发设备可以使存储器 2156 发射设置数据。

控制器 2154 可以包括嵌入式接收机（未示出），该控制器接收由存储器 2156 发射的设置数据并且将控制信号 2150 提供给调节机构 404，调节机构 404 使探针卡组件 406 根据存储器 2156 发射的设置数据来取向。控制器 2154 也可以被配置成将设置数据发射给用于存储的存储器 2156，并且这种发射可以由按钮 2152 来触发。例如，探针卡组件 406 可以被安装在探测器 122 中并且利用调节机构 404 使其取向，使得探针 414 与 DUT 端子 418 共面。然后，可以启动按钮 2152，使控制器 2154 将调节机构 404 的设置数据发射给存储器 2156，在那儿设置数据被存储。存储器 2156 和/或控制器 2154 可以被配置成将数据发射给任何其它附近的设备、机器、或装置，或者接收来自它们的数据。例如，存储器 2156 可以向测试器 102 发射与探针卡组件 406 有关的数据（参照图 6）。

控制器 2154 和存储器 2156 可以用任何合适的电子器件来实现，其中包括但不限于模拟电路、数字逻辑电路、在软件控制下工作的处理器、或它们的任何组合。

图 26 示出了使用楔形的对接和调准组件 400，这只允许相似楔形的探针卡组件被对接。如图 26 所示，调节机构 404 被故意设置成为探针卡组件 406 提供非平面的对接。如图所示，探针卡组件 406 的平整化机构 410 被故意设置成具有匹配的非平面。在探针卡组件 406 与基准结构 402 对接的同时，调节机构 404 和平整化机构 410 所故意设置的非平整性抵消了，使得探针 414 是平整的。然而，只有设置有匹配非平整性的探针卡组件 406 才会对接基准结构 402 从而提供平整化的探针 414。调节机构 404 的非平面设置由此充当一个楔，只允许

设置有匹配的非平整性的探针卡组件 406 才能与对接和调准组件 400 一起使用。

图 27 示出了根据本发明一些实施方式的典型探针卡组件 406'，它可用于替代上述任何实施方式中的探针卡组件 406。如图所示，探针卡组件 406'就像探针卡组件 406 那样包括安装夹具 408。然而，探针卡组件 406'包括多个含探针 414'、414''的探针基板 412'、412''，它们一起构成了较大的探针阵列 2702。每一个探针基板 412'、412''以及探针 414'、414''都可以大致相似于探针基板 412 和探针 414。探针卡组件 406'也包括多个平整化机构 410'、410''，它们都相似于平整化机构 410。尽管显示出两个探针基板 414'、414''，当时也可以使用更多的探针基板。相似的是，可以使用不止两个平整化机构 410'、410''。上述美国专利申请 11/165,833 揭示了包括多个探针基板的探针卡组件的示例。

由此，通过使用图 27 所示的多个探针基板（比如 412'、412''），便可以从较小的探针组（比如 414'、414''）中创建出相对很大的探针阵列。然而，探针阵列越大，则使探针取向成其尖端位于期望的取向方式（比如平面或近似平面）中的难度就越大。图 28-30 示出了探针阵列 2702 的探针的取向不当的典型来源以及本文所揭示的用于校正这种取向不当的各种实施方式。

图 28 示出了图 27 的探针卡组件 406'在制造之后的样子。如图所示，探针 414'和 414''（构成了探针阵列 2702）的尖端并未处于期望的取向之中（比如平面或近似平面）。若干种因素都可能导致探针阵列 2702 的探针呈不规则的、不期望的取向。

一个这样的因素是探针基板 412'、412''的表面 2802（探针 414'、414''连接到该表面）的不规则性。例如，表面 2802 不是完美的平面，它可能包括像弯曲或其它不规则性等缺陷。事实上，表面 2802 的面积越大，表面 2802 就越可能包含不可忽略的缺陷和不规则。例如，假定探针阵列 2702 的期望取向是这样一种取向，其中探针尖端处于平面或近似平面中，探针基板 414'、414''的表面 2802 的不规则性可能对探针阵列 2702 的取向引入非平整性。

探针阵列 2702 的探针取向的不规则性的另一个来源是探针自身。例如，探针阵列 2702 的某些探针可能比其它探针稍微小一些或大一些。作为一个这样的示例，探针阵列 2702 的某些探针可能比其它探针要从表面 2802 延伸出一

段。同样，假定探针阵列 2702 的尖端的期望取向是平面，探针大小有稍微的不规则性会对探针阵列 2702 的取向引入不规则性。

探针阵列 2702 的取向的不规则性的另一个来源可能是用于将探针基板 412'、412'' 连接到安装夹具 408 的机构。该连接机构（在图 28 中就是平整化机构 410'、410''）可能导致探针基板 412'、412'' 相对于安装夹具 408 稍微倾斜。连接机构也可以对探针基板 412'、412'' 施加稍微不均匀的力，它们可以向探针基板 412'、412'' 的表面 2802 引入不规则性。

如上所述，平整化机构 410'、410'' 被配置成校正探针阵列 2702 的探针取向的不规则性并且将探针尖端移动到相对于安装夹具 408 的期望的取向之中（比如平面或近似平面或对应于将要与探针接触的 DUT 端子所限定的表面）。通过使用上述平整化机构 410'、410''，可以操纵每一个探针基板 412'、412'' 从而将探针 414' 和 414'' 置于期望的取向之中，从而创建由探针 414'、414'' 构成的探针阵列 2702 的期望取向。假定探针阵列 2702 的尖端的期望取向是平的，平整化机构 410'、410'' 可以将探针阵列 2702 的尖端置于相对于安装夹具 408 的平面取向中，就像图 29 所示那样。事实上，在平整化机构 410'、410'' 包括差动螺丝组件的情况下，使探针阵列（比如 2702，用于测量约 191 mm × 191 mm）的尖端相对于探针卡组件（比如 406'）上的基准结构（比如安装夹具 408）平整化到约 11 微米之内。（即，当第一个探针接触一平面时，所有其它的探针距离该平面不超过 11 微米。）上述数字仅是示例性的，不是限制性的。例如，在一些情况下，通过将差动螺丝组件用作致动器，便可以实现更大或更小的探针平整性。另外，通过使用其它类型的致动器（比如气动式致动器），也可以能够实现更大或更小的探针平整性。探针阵列的大小也会影响到能实现的平整性的程度。此外，不同的测试场景可能需要更大或更小的探针阵列平整性。

然而，不管探针阵列 2702 的探针相对于安装夹具 408 取向得多么完美，在探针卡组件 406' 被安装到测试装置中的同时，测试装置（比如图 1 的测试系统 401 或图 6 的 101）都会额外引入探针阵列 2702 相对于 DUT 端子（未示出）的取向不当。例如，测试装置中的结构（探针卡组件 406' 连接到该结构）可能具有结构性缺陷，该缺陷导致探针卡组件 406' 相对于测试装置倾斜。作为另一

个示例,用于固定 DUT 的机构(比如平台 430、130,将要接触探针卡组件 406')可能是歪斜的,这导致探针卡组件 406'的探针相对于 DUT 端子(未示出)取向不当。

不管探针阵列 2702 相对于 DUT 端子(未示出)的取向不当的原因是什么,探针阵列 2702 的尺寸越大,探针阵列 2702 相对于 DUT 端子(未示出)的任何歪斜或取向不当的恶劣影响就越大。图 30 示出了如图 29 中平整化的探针阵列 2702(为了便于说明,基准结构 408、平整化机构 410'、410''以及探针基板 412'、412''都没有被示出),但该阵列相对于 DUT 端子(未示出)所对应的表面 3008 歪斜,图 30 示出了由测试装置引入的平整化误差的影响是如何随着探针阵列 2702 的尺寸而增大的。如图所示,由图 30 中的标号 3004 所标识的较小阵列的平整化误差的量是距离 3010。然而,对于图 30 中的标号 3002 所标识的较大的阵列而言,探针阵列 2702 相对于 DUT 端子(未示出)所限定的表面 3008 有相同的歪斜,但却引发了更大的平整化误差,在图 30 中将其标识为距离 3010 加上附加距离 3014。

由此,在图 30 所示的示例中,在被安装到测试装置中的同时,探针阵列 2702 的探针(如图 29 所示,先前已被调节为处于一平面(或近似平面)中)相对于 DUT 端子(未示出)所对应的表面 3008 是倾斜的,这导致了平整化误差,其大小随着探针阵列 2702 的尺寸而增大。参照上文结合图 29 所描述的示例,在探针卡组件 406'被安装到测试装置(未示出)中的同时,相对于安装结构 408 而平整化到约 18 微米之内的探针阵列 2702 可能与 DUT 端子(未示出)所限定的表面 3008 的取向之差是该量值的两倍、三倍、四倍、五倍、或更多倍。调节机构 404(参照图 1、4 和 5)能够减小大部分(若非全部的话)这种因测试装置所引入的倾斜所导致的平整化误差,并且使探针阵列 2702 的取向回到图 29 所示的精确程度(比如在一些情况下约 18 微米)到达期望的容限。

由此,尽管本发明并不限于此,但是相对于探针卡组件 406'上的基准结构(比如图 29 中的安装夹具 408)调节探针阵列 2702 的取向从而校正探针阵列 2702 的取向不当(该取向不当是因探针基板 412'和 412''、探针 414'和 414''和/或用于将探针基板 412'和 412''连接到安装夹具 408 的机构中的不规则性所导致的,就像图 9 所示那样),然后在探针卡组件 406'被安装到测试装置(未



示出)中之后进一步调节探针卡组件 406'相对于测试装置(未示出)的取向从而校正因测试装置中的不规则性所导致的取向不当的能力允许使探针阵列 2702 相对于该探针阵列 2702 所接触的 DUT 端子(未示出)进行精确地取向,并且减小图 30 所示的那种倾斜误差(对于较大的探针阵列而言,该误差特别显著)。

减小探针相对于 DUT 端子的取向不当可以提供附加的优点。例如,减小探针相对于 DUT 端子的取向不当可以增大探针在 DUT 端子上所产生的擦痕的均匀性和可重复性,并且减小擦痕的大小。如本领域所知,在 DUT 端子(比如半导体管芯的接合焊盘)上重复地产生较小的更均匀的擦痕的能力提供了许多优点,比如但不限于促进引线到 DUT 端子的接合。

本文所描述的每一个实施方式都可以被配置成使得与用户利用平整化机构 410、410'、410"来调节探针基板 412、412'、412"的取向相比,用户可以利用调节机构 404 更迅速地调节探针卡组件 406、406'的取向。由此,尽管平整化机构 410、410'、410" (而非调节机构 404) 可以被用于减小在探针卡组件装到测试装置时的不规则性引起探针 414、414'、414"相对于 DUT 端子的取向不当(如上文参照图 30 所讨论的),用户通常将能够利用调节机构 404 更迅速地减小取向不当从而调节探针卡组件 406、406'的取向。

尽管为了描述和示出方便上文结合了具有两个探针基板 412'、412''的探针卡组件 406'进行了讨论,但是上述优点可等价地应用于探针卡组件 406,探针卡组件 406 被示出成具有一个探针基板 412,但是如上所述,探针卡组件 406 可能具有不止一个基板 412,或者上述优点可以应用于具有三个或更多个探针基板的探针卡组件。

尽管在本说明书中已描述了本发明的特定实施方式和应用,本发明并不意图局限于这些典型的实施方式和应用,或者并不限于本文所描述的这些典型的实施方式和应用工作的方式。例如,致动器(比如 702, 1312, 1406, 1704, 2050)和弹簧偏置机构(比如 1402, 1902)的位置可以从图示典型的实施方式中的位置发生变化。作为一个示例,致动器(比如 702, 1312, 1406, 1704, 2050)可以连接到下列中的任何一个或多个:探针卡组件(比如 406)的任何部分;插入环(比如 110);桥结构(比如 1802, 2000);顶板(比如 112);探测器(比

如 122) 或外壳 (比如 422) 的其它元件; 或者测试头 (比如 106) 的任何部分。偏置弹簧机构 (比如 1402, 1902) 也可以连接到: 探针卡组件 (比如 406) 的任何部分; 插入环 (比如 110); 桥结构 (比如 1802, 2000); 顶板 (比如 112); 探测器 (比如 122) 或外壳 (比如 422) 的其它元件; 或者测试头 (比如 106) 的任何部分。用于检测探针卡组件 (比如 406)、探针 (比如 414)、DUT (比如 420) 的位置并改变探针 (比如 414) 和/或探针卡组件 (比如 406) 的取向的电子器件和其它元件可以整体或部分地被设置在下列的一个或多个之上: 探针卡组件 (比如 406) 的任何部分; 插入环 (比如 110); 桥结构 (比如 1802, 2000); 顶板 (比如 112); 探测器 (比如 122) 或外壳 (比如 422) 的其它元件; 或者测试头 (比如 106) 的任何部分。作为另一个典型的修改, 通过使卡盘 424 倾斜或以其它方式使其移动, 便可以调节 DUT 420 的取向。由此, 可以使用卡盘 424 使 DUT 420 的端子 418 平整化到探针 414。卡盘 424 的这种使用可以替代或补充探针 414 的平整化过程。另一个典型的修改是: 尽管存储器 2156 和控制器 2154 被显示在图 24 中并且在上文中被描述成无线地通信, 但是存储器 2156 和控制器 2154 可以通过直接的有线链路 (未示出) 来通信。

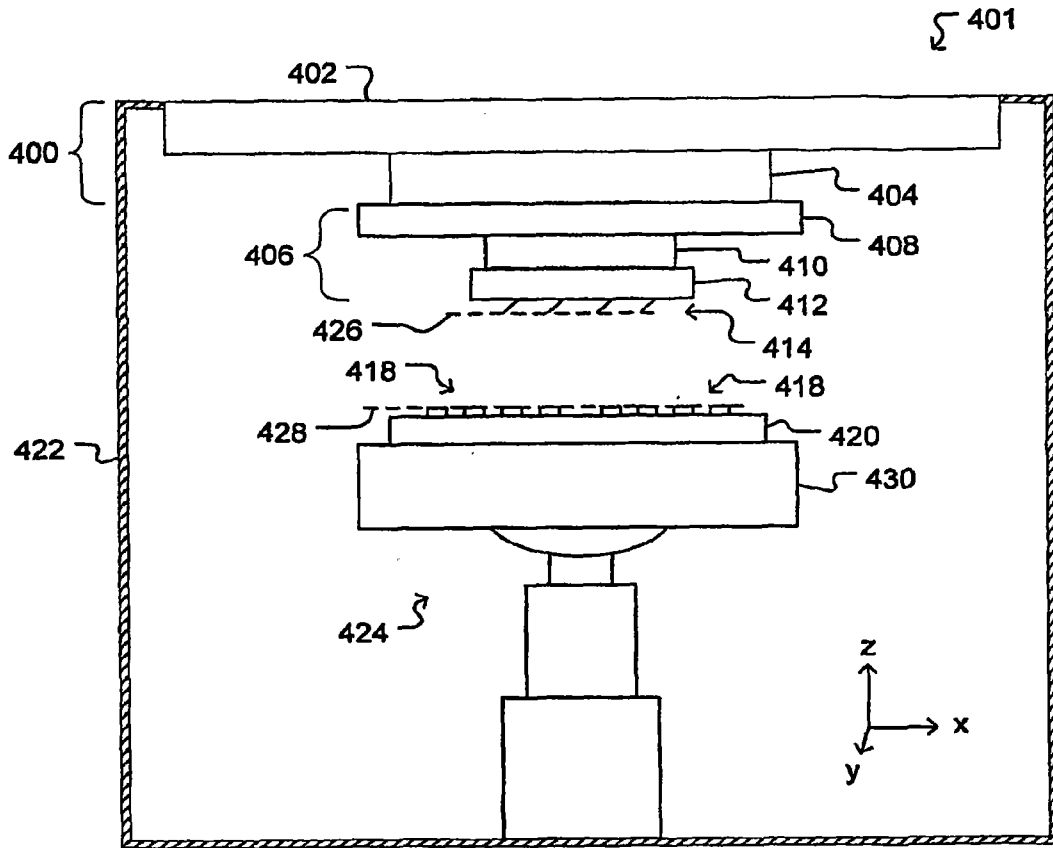


图 1

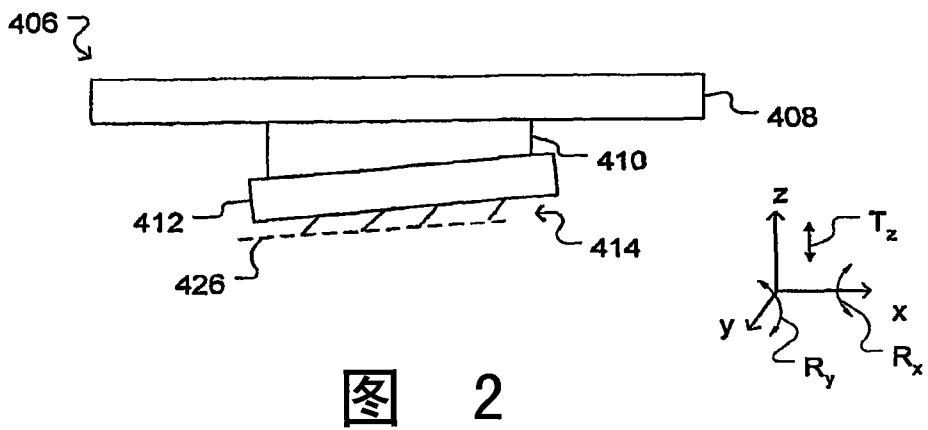


图 2

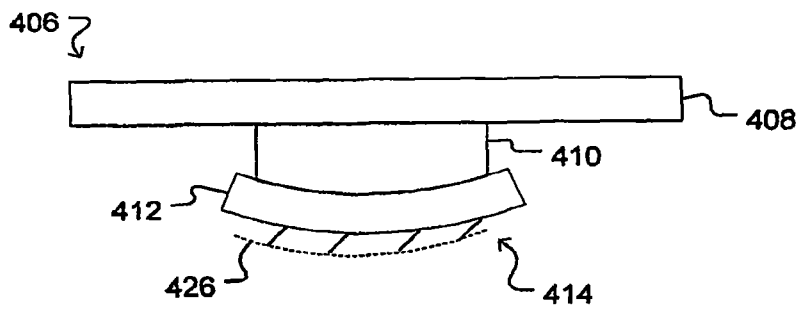


图 3

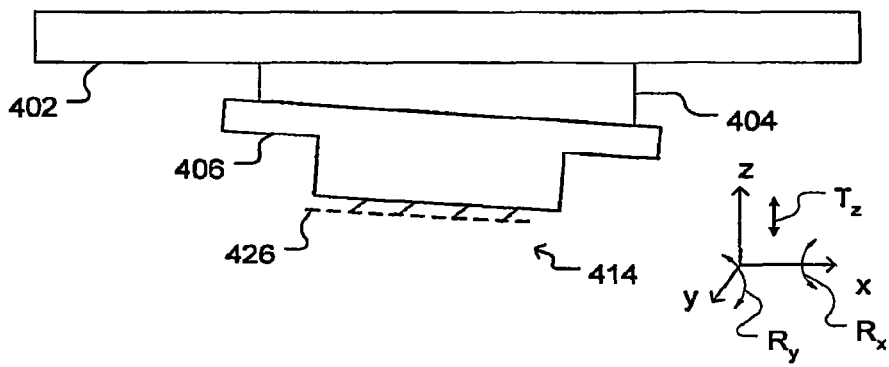


图 4

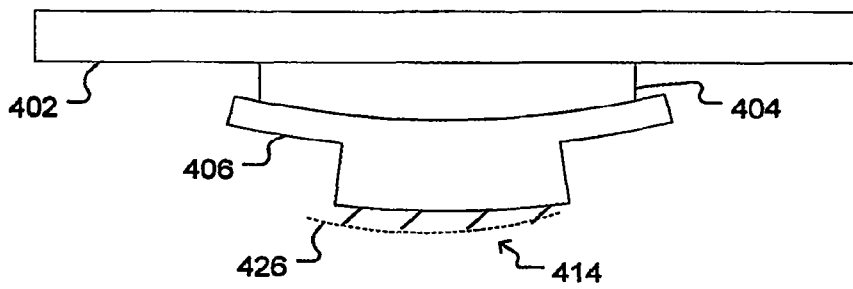


图 5

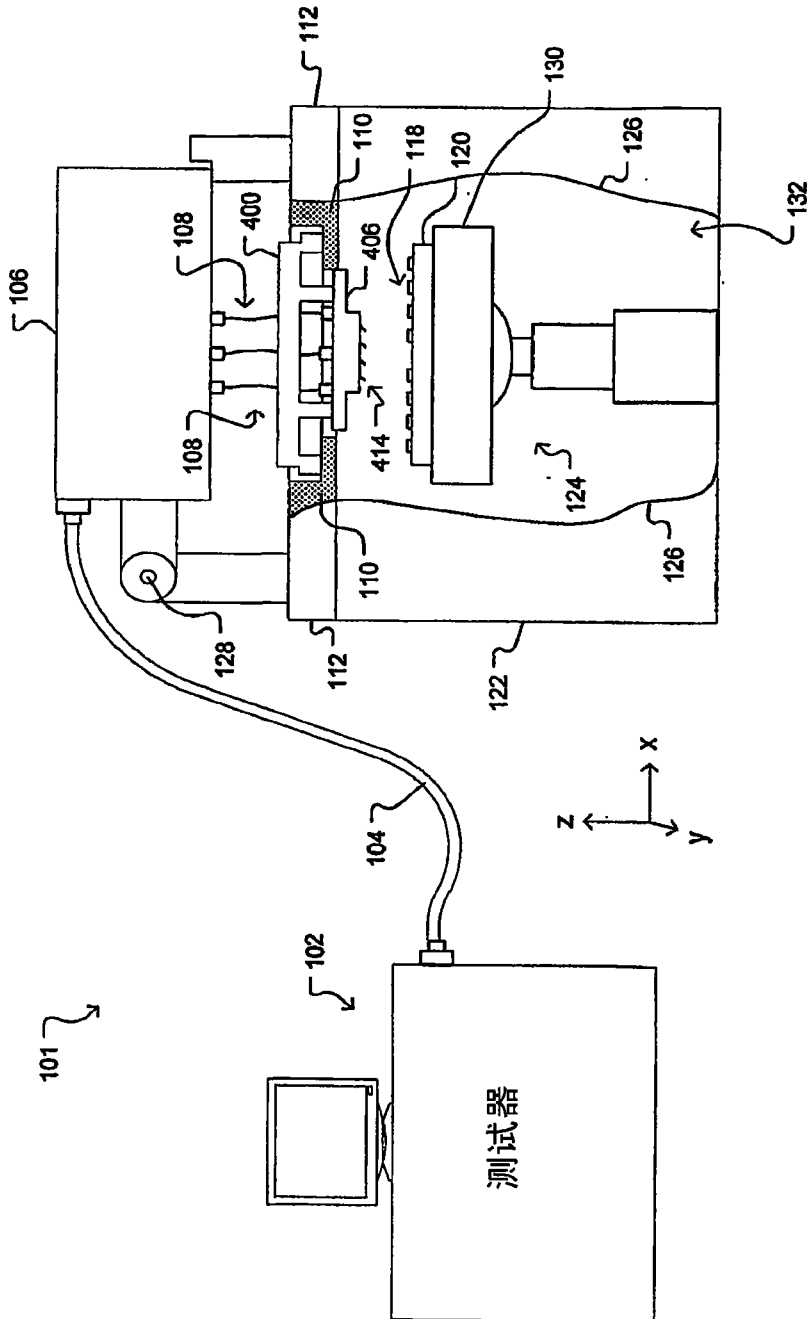


图 6

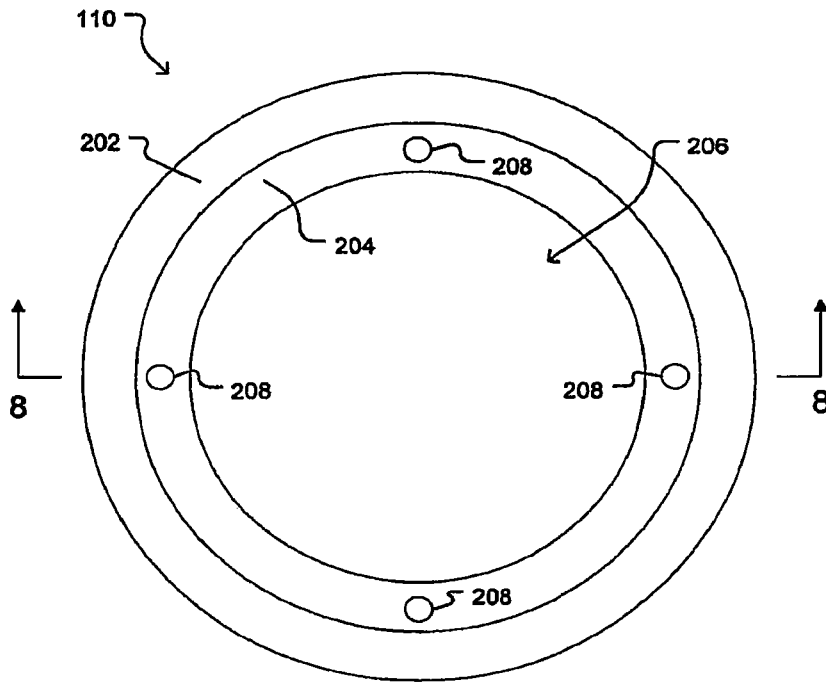


图 7

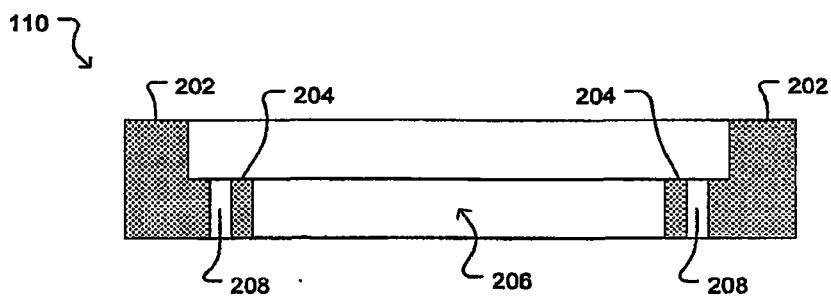


图 8

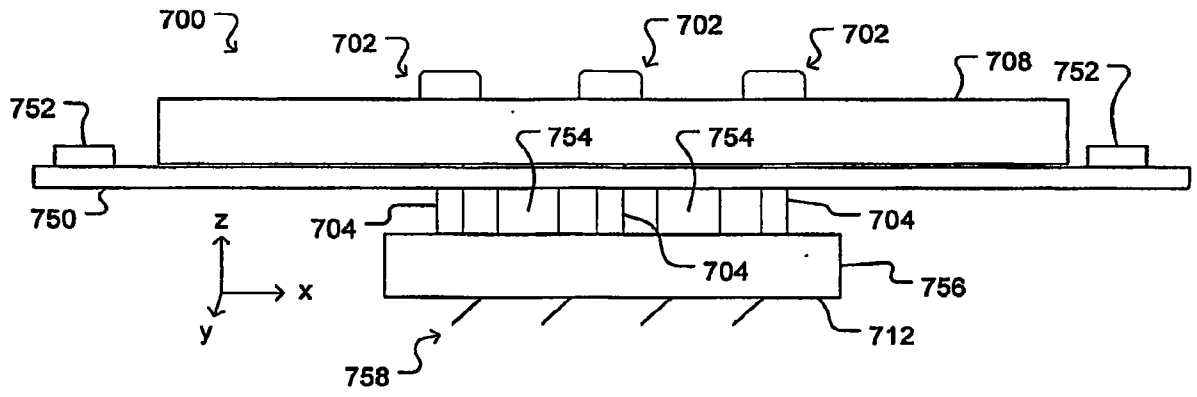


图 9

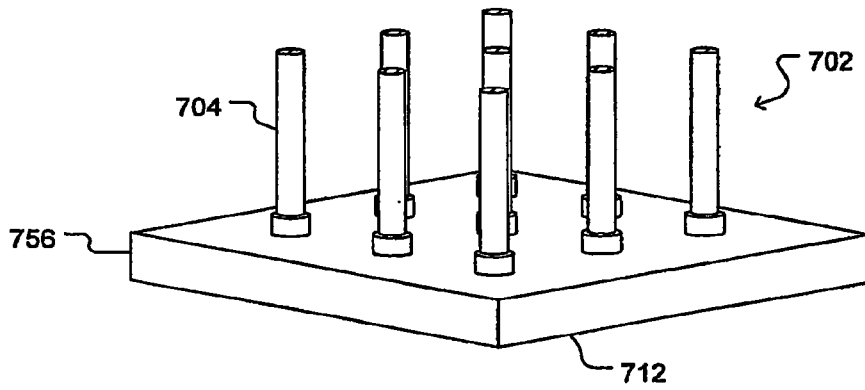


图 10



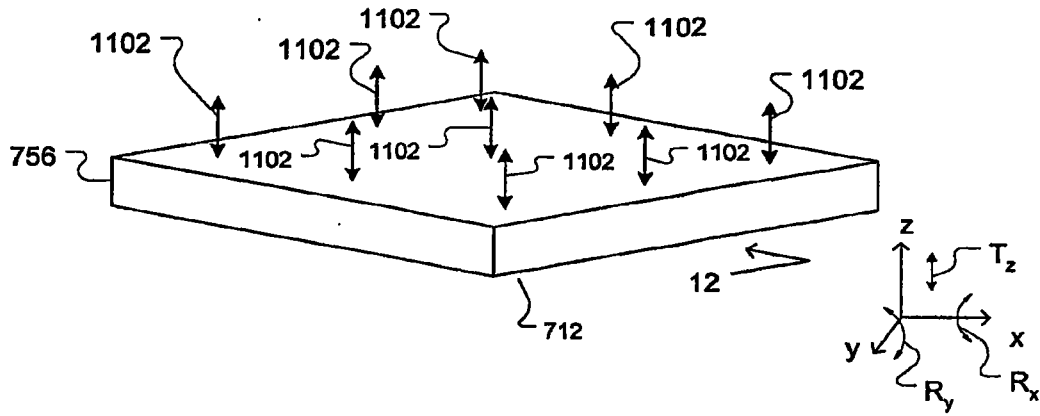


图 11

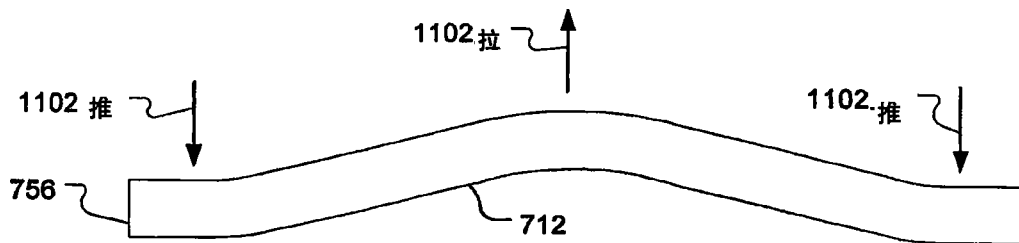


图 12

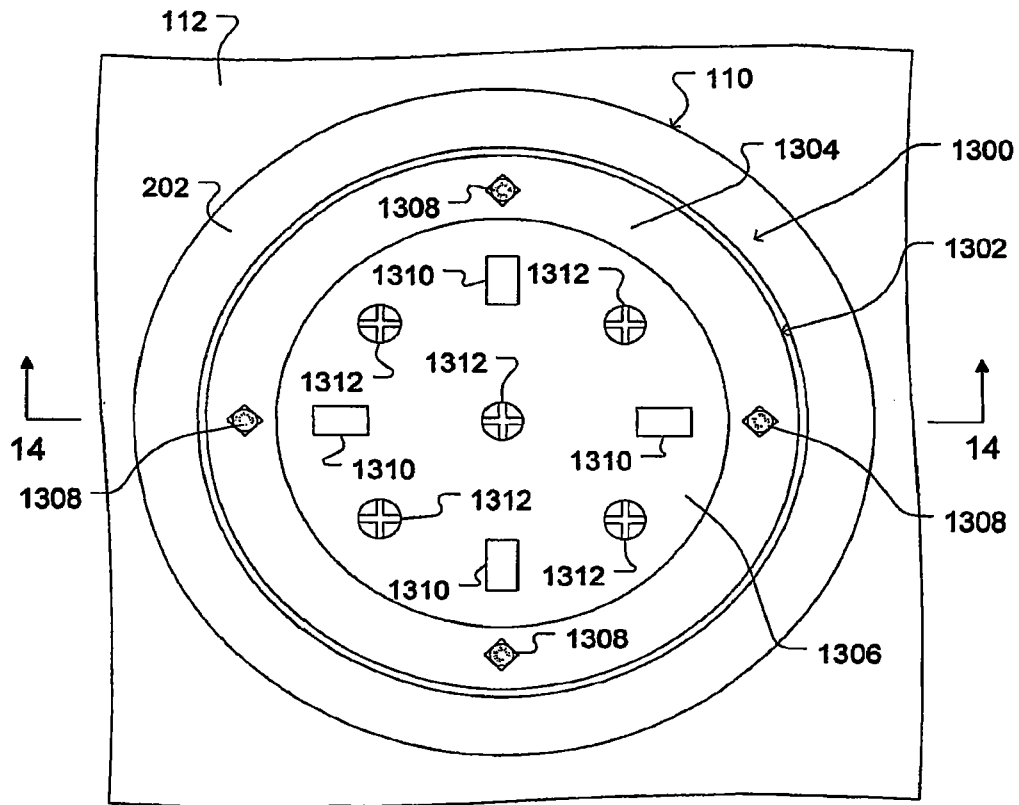


图 13

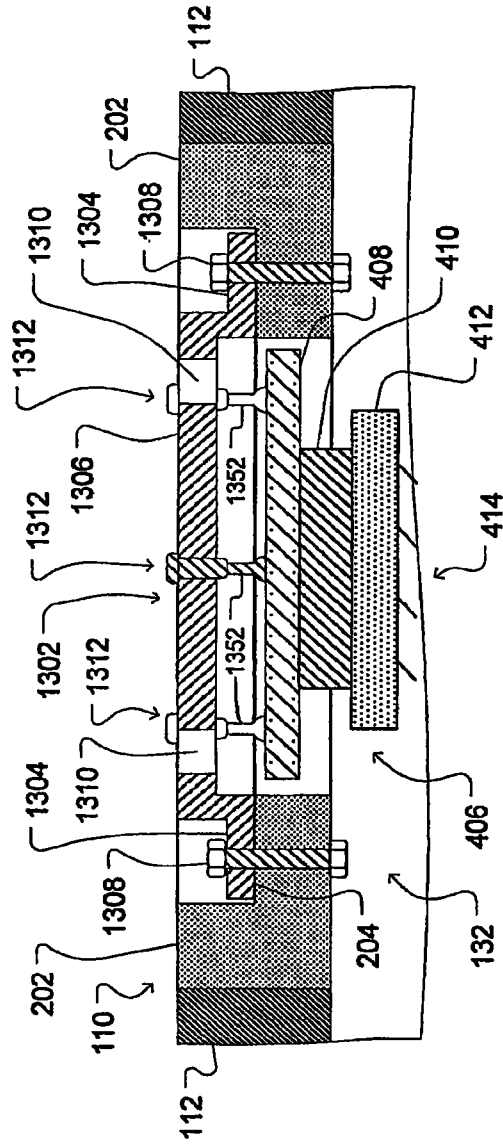


图 14

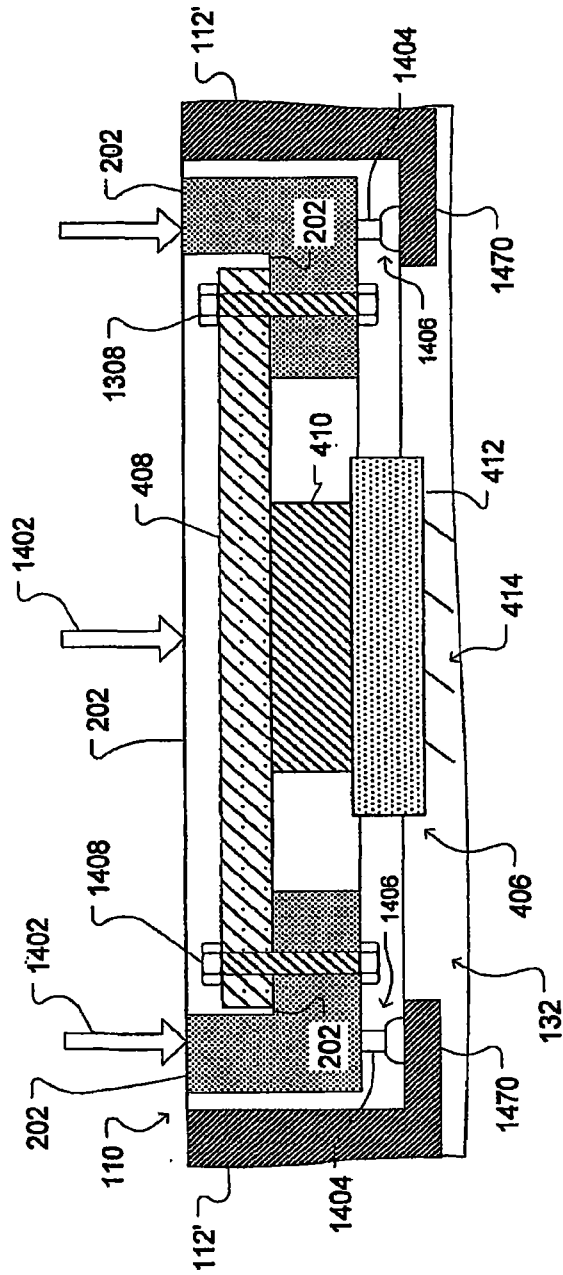


图 15

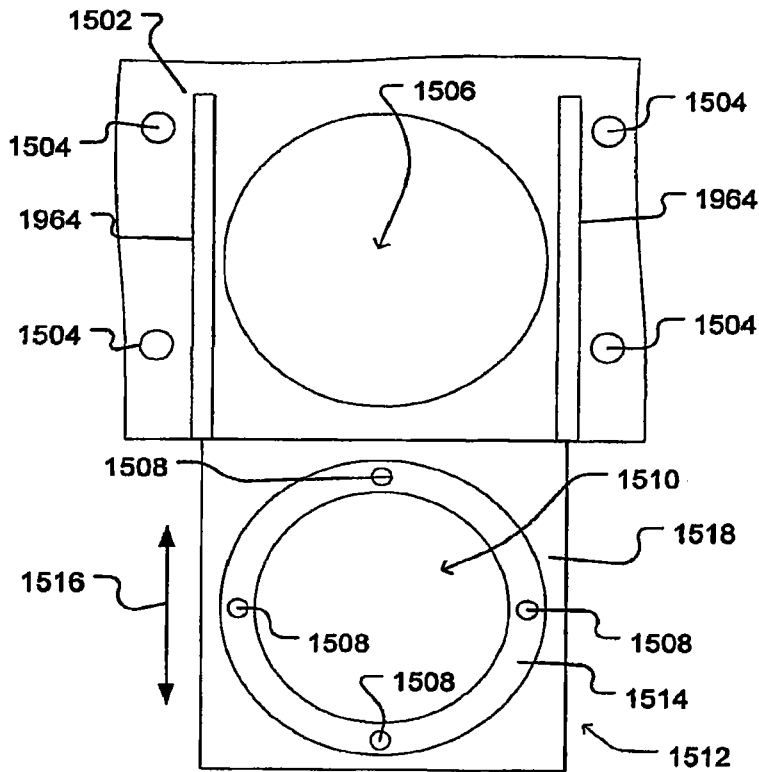


图 16A

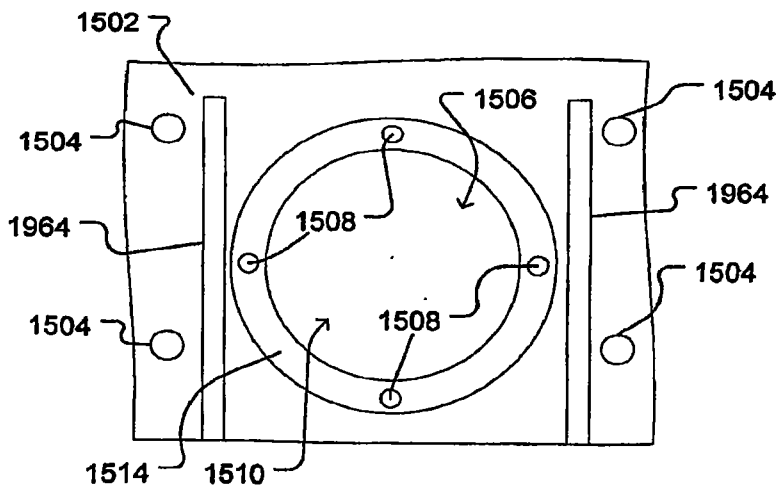


图 16B

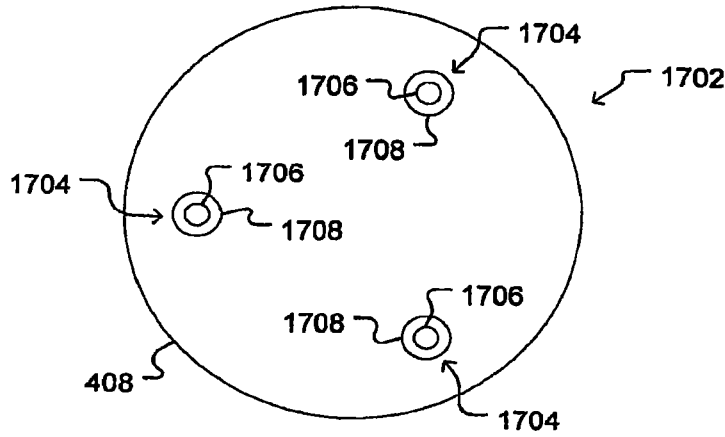


图 17

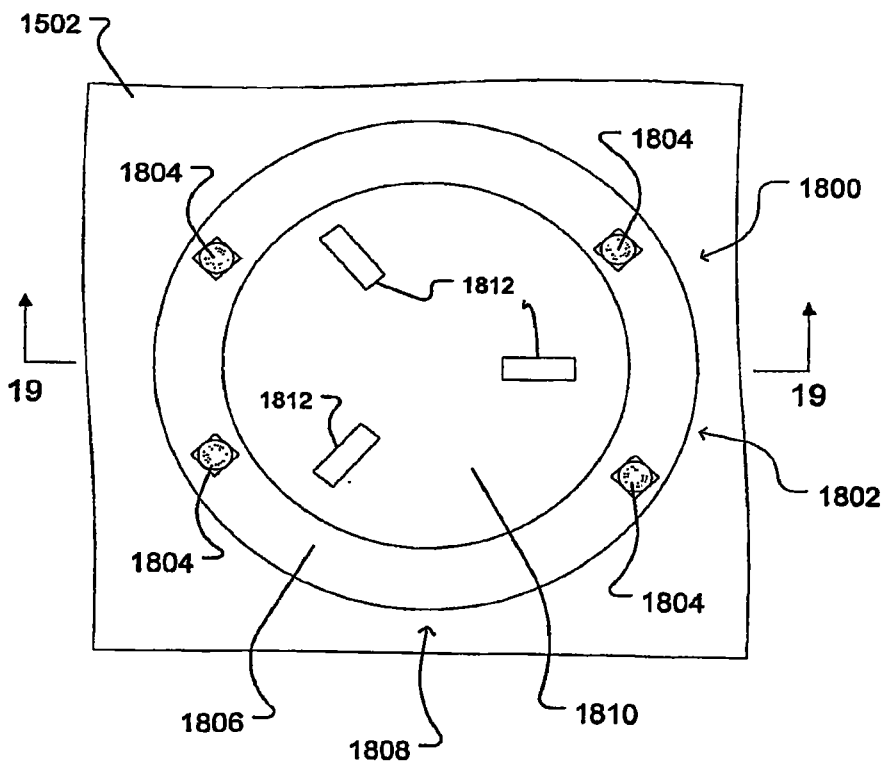


图 18

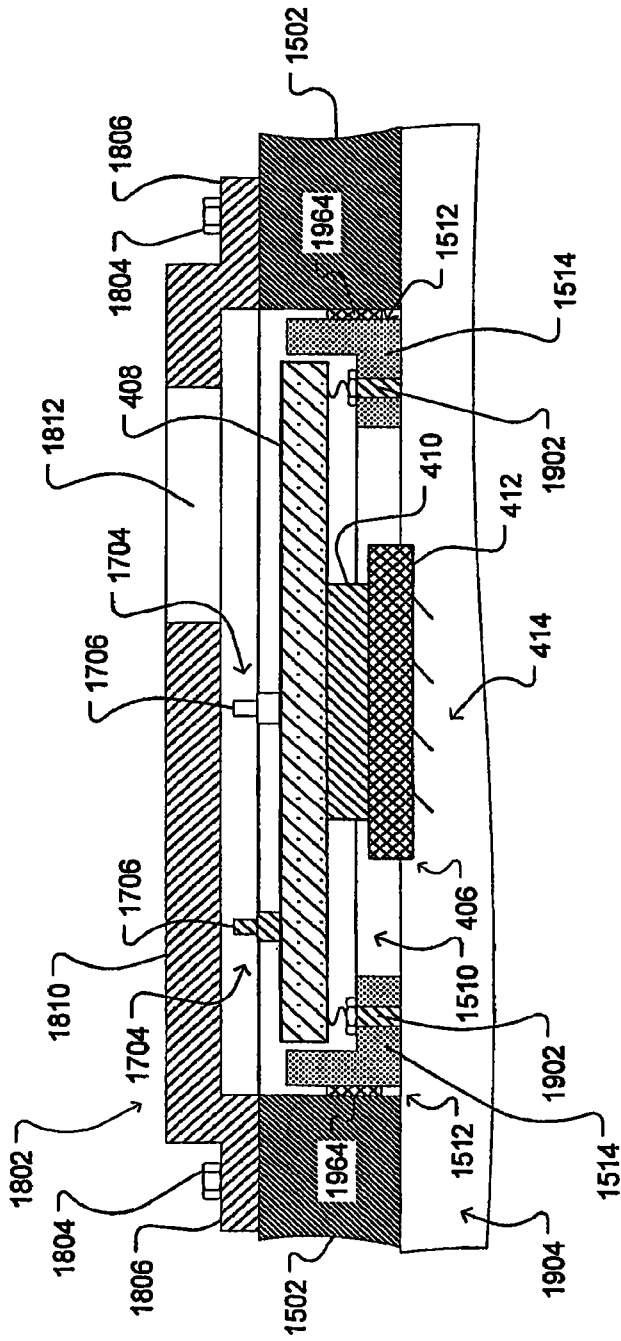


图 19

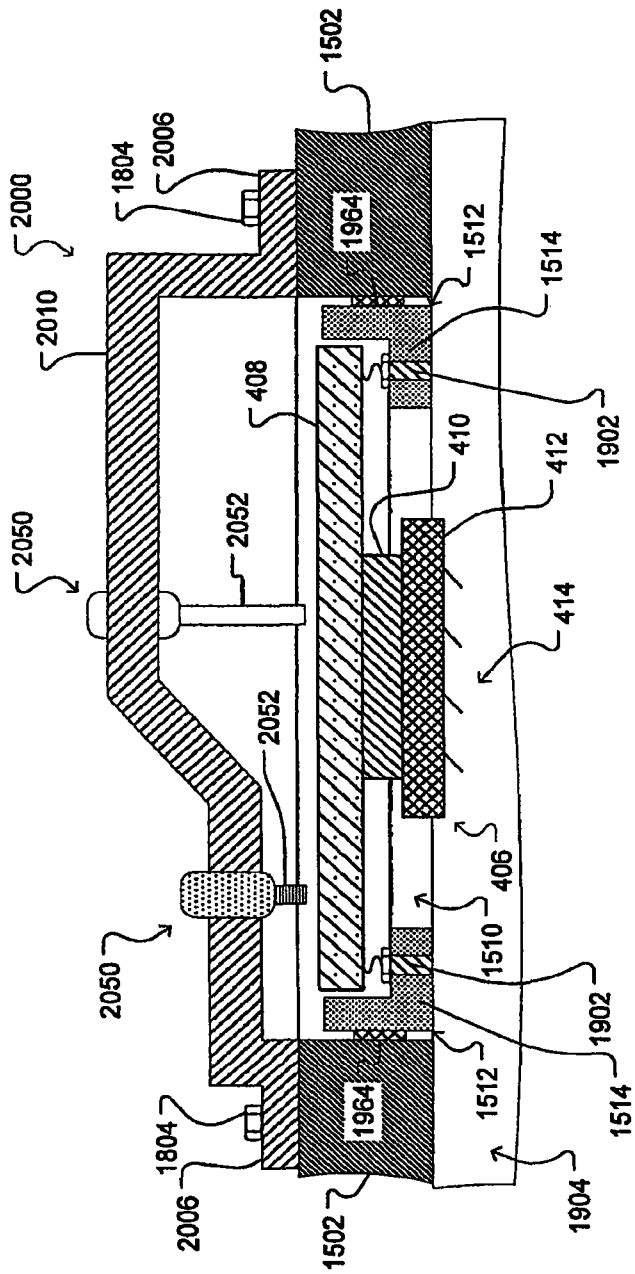


图 20



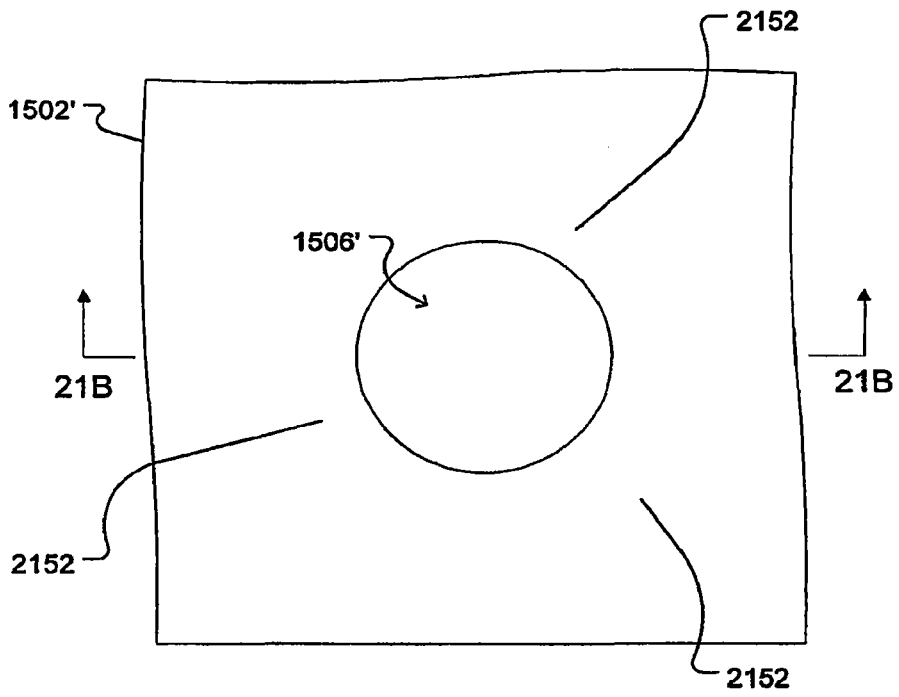


图 21A

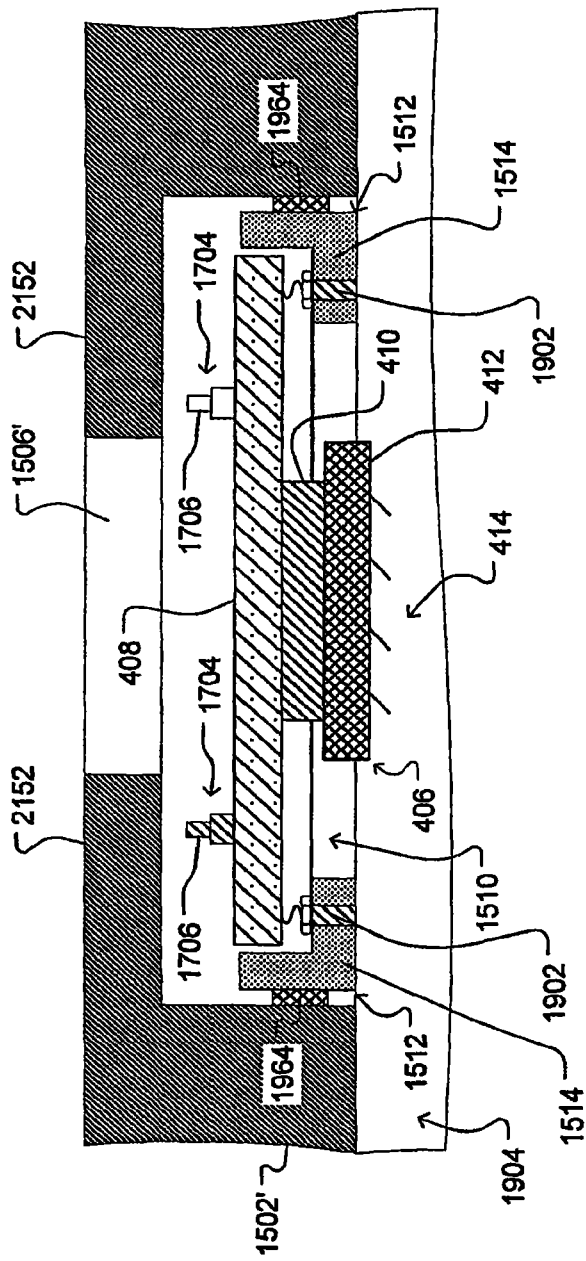


图 21B

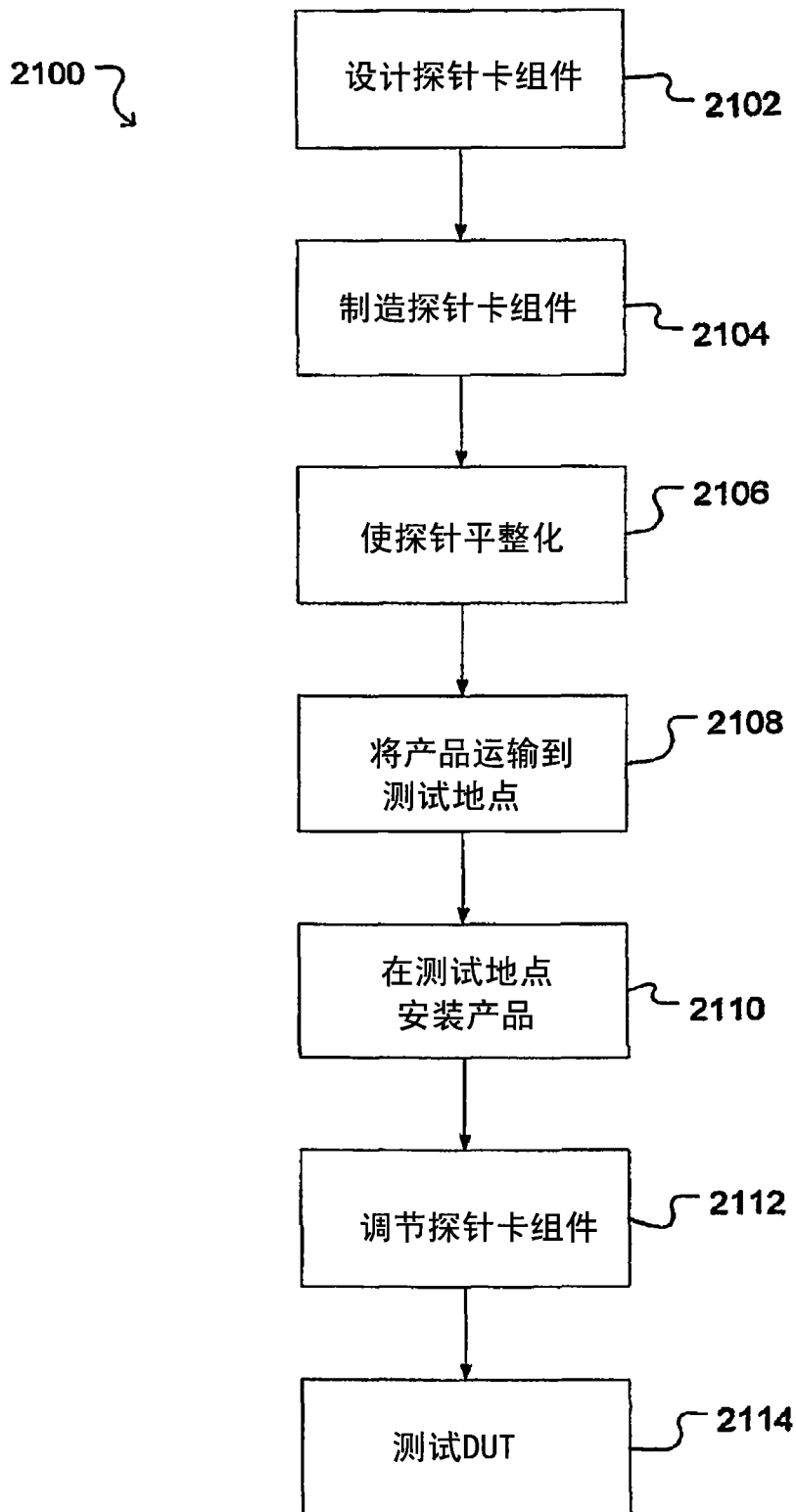


图 22

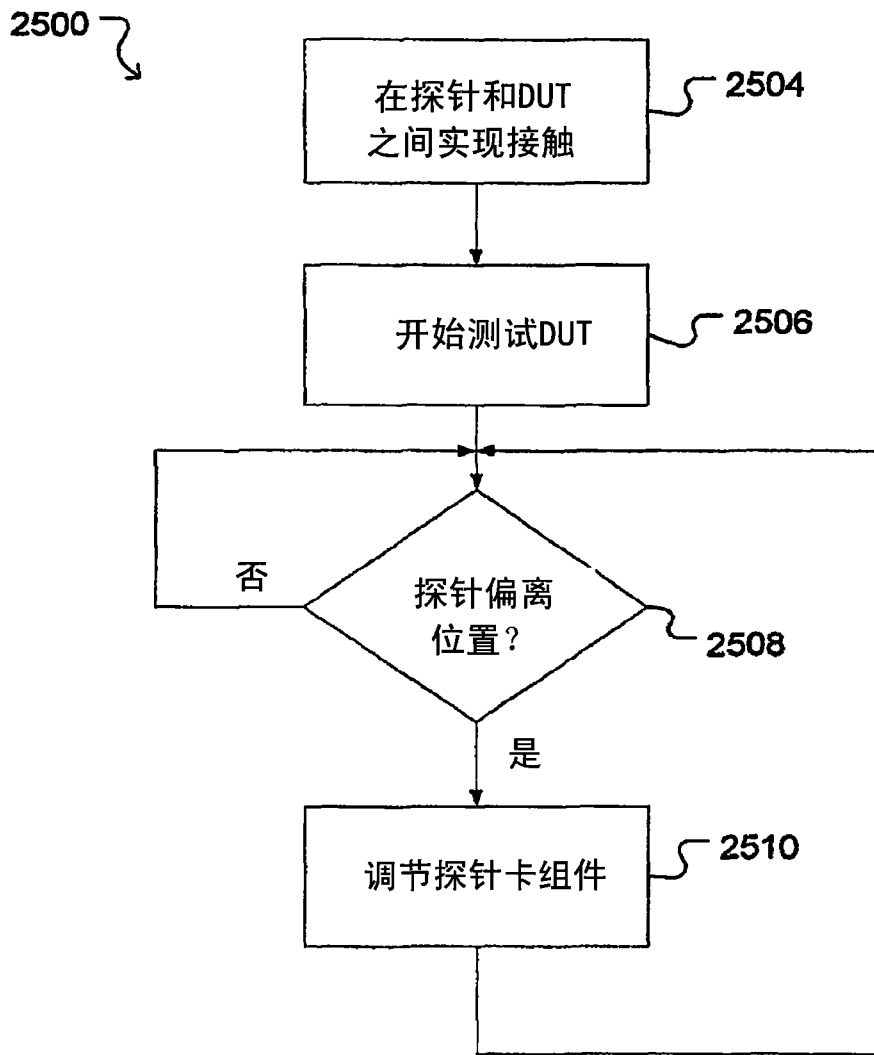


图 23

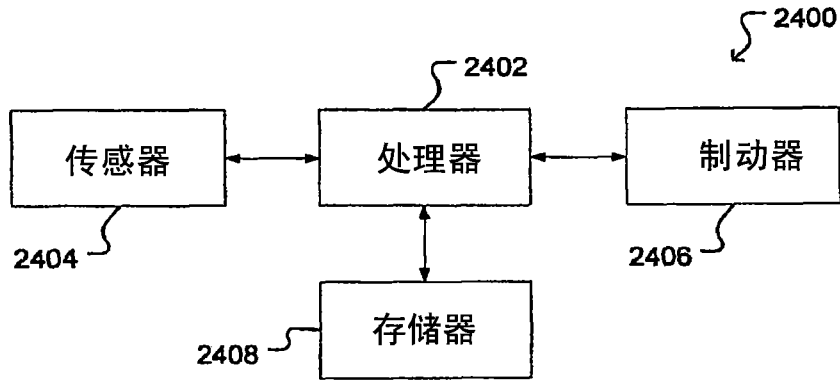


图 24

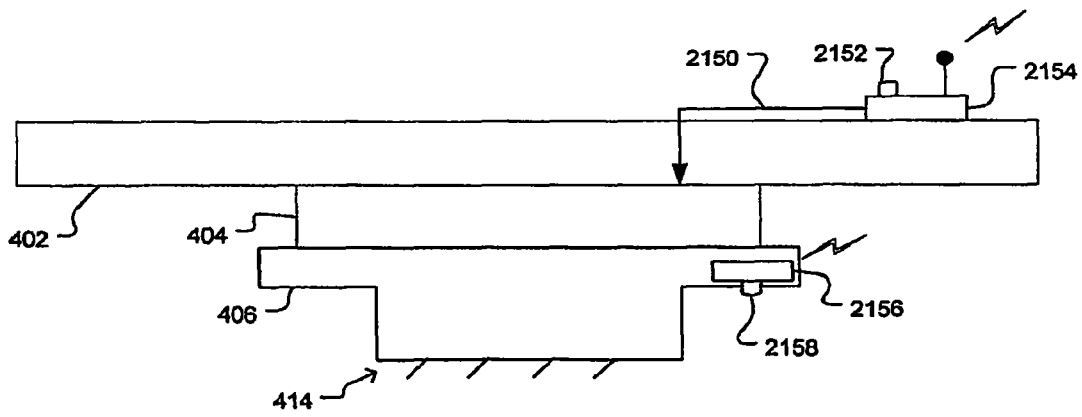


图 25

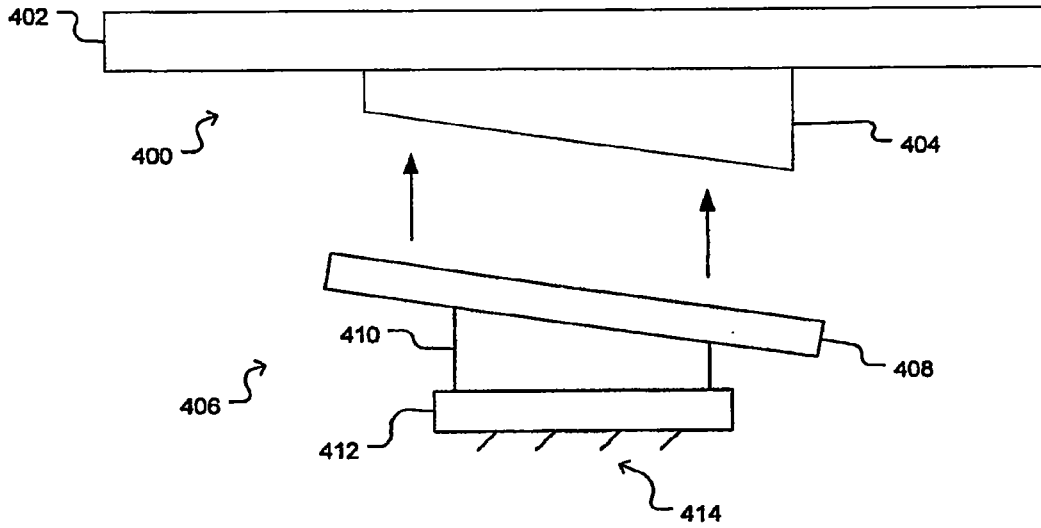


图 26

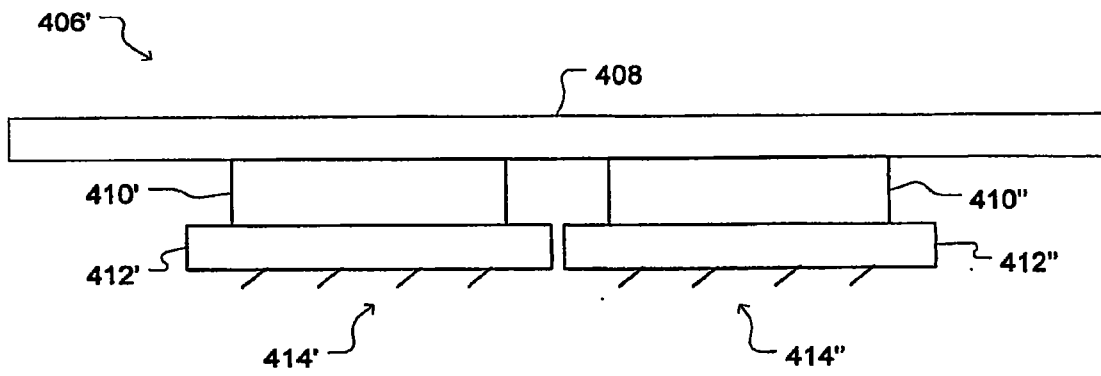


图 27

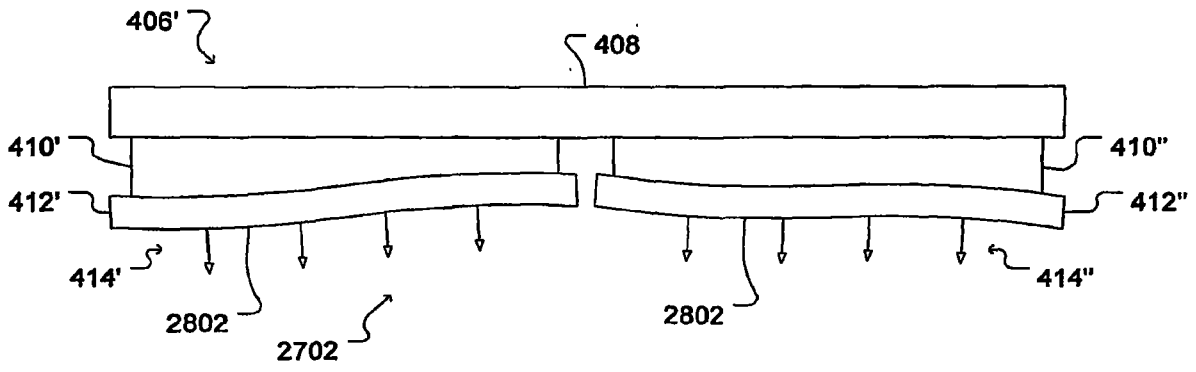


图 28

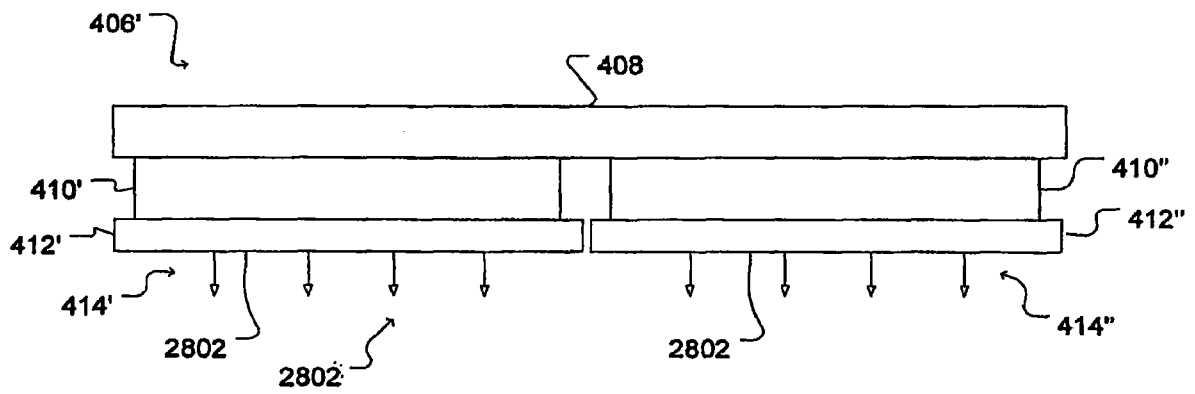


图 29

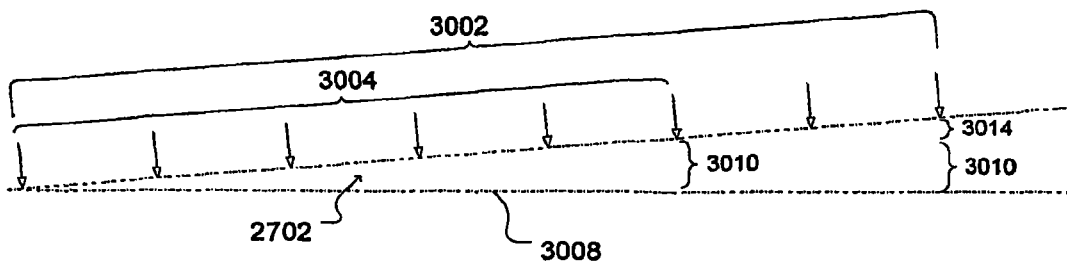


图 30