

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01L 1/14

G06K 11/16



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02810509.5

[43] 公开日 2004年9月8日

[11] 公开号 CN 1527933A

[22] 申请日 2002.3.5 [21] 申请号 02810509.5

[30] 优先权

[32] 2001.4.13 [33] US [31] 09/835,040

[86] 国际申请 PCT/US2002/006498 2002.3.5

[87] 国际公布 WO2002/084244 英 2002.10.24

[85] 进入国家阶段日期 2003.11.24

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 J·B·罗伯茨

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

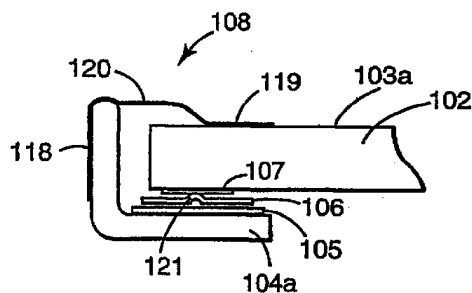
代理人 朱黎明

权利要求书 13 页 说明书 35 页 附图 13 页

[54] 发明名称 力类接触输入的方法和装置

[57] 摘要

公开了一种用来感应施加到接触表面上的接触力的力传感器。所述力传感器包括：第一元件，它包括弹性元件和具有第一电容性表面的第一电容器极板，所述弹性元件包括至少一部分所述第一电容器极板；以及第二元件，它包括相对所述第一电容器极板的第二电容器极板。其中，通过所述弹性元件的至少一部分接触力的传递有助于在所述第一电容器极板和所述第二电容板之间产生电容变化。所述弹性元件和所述第一电容器极板可以是一个整体。也公开了其他力传感器以及制造所述力传感器的方法。也公开了适合使用了所公开的力传感器的接触定位设备。



ISSN 1008-4274

1. 一种传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：
第一元件，它包括弹性元件和具有第一电容性表面的第一电容器极板，所述弹性元件包括所述第一电容器极板的至少一部分；以及
第二元件，它包括与所述第一电容器极板对置的第二电容器极板；
通过所述弹性元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间的电容产生变化。
2. 如权利要求 1 所述的力传感器，其特征在于所述第一元件是基本平的。
3. 如权利要求 1 所述的力传感器，其特征在于所述第一电容器极板和所述弹性元件是整体的。
4. 如权利要求 3 所述的力传感器，其特征在于所述第一电容器极板和所述弹性元件由相同的基材组成。
5. 如权利要求 3 所述的力传感器，其特征在于所述弹性元件包括所述第一电容器极板的凸起的形貌特征。
6. 如权利要求 5 所述的力传感器，其特征在于所述凸起的形貌特征位于所述第一元件的弹性中心。
7. 如权利要求 1 所述的力传感器，它还包括用来接受进入所述第一元件的至少一部分接触力的力接受装置。
8. 如权利要求 7 所述的力传感器，其特征在于所述力接受装置包括所述弹性元件。
9. 如权利要求 7 所述的力传感器，其特征在于所述力接受装置包括形成入所述第一元件的形貌特征。
10. 如权利要求 9 所述的力传感器，其特征在于所述力接受装置包括所述第一电容器极板的凸起的形貌特征。
11. 如权利要求 7 所述的力传感器，其特征在于所述接触表面与所述力接受装置的表面的一个区域相关，并且当所述接触表面的位置随着所述力接受装置变化时，所述接触表面可与所述力接受装置的表面的所述区域保持接触。
12. 如权利要求 1 所述的力传感器，它还包括用来传递至少一部分接触力给

所述第一元件之外的至少一个结构的力传递装置。

13. 如权利要求 1 所述的力传感器，其特征在于：

所述第二元件包括平的支撑表面，所述支撑表面包括大量导电性机械支撑触点；

并且所述第一电容器极板的至少一些部分与所述大量机械支撑触点接触以将力传递到这些触点上。

14. 如权利要求 13 所述的力传感器，其特征在于所述第二电容器极板包括第二电容性表面，所述第二电容性表面与所述大量机械支撑触点是共面的。

15. 如权利要求 14 所述的力传感器，其特征在于所述第二电容性表面和所述大量机械支撑触点由相同的基材组成。

16. 如权利要求 13 所述的力传感器，其特征在于所述平的支撑表面是传递信号的互连系统的一部分，所述信号是响应所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间的电容变化而产生的。

17. 如权利要求 1 所述的力传感器，其特征在于所述第一和第二电容器极板间隔一定的空间，并且所述空间高度与所述空间的宽度之比小于 0.05。

18. 如权利要求 1 所述的力传感器，它还包括：

力信号显示装置，用来产生响应所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间电容变化的信号。

19. 如权利要求 1 所述的力传感器，其特征在于所述力传感器包括通过所述弹性元件的弹性中心的敏感轴。

20. 如权利要求 1 所述的力传感器，它还包括：

接触表面，所述接触表面是手提式设备的接触表面。

21. 如权利要求 1 所述的力传感器，其特征在于所述第二电容器极板以电容间隙与所述第一电容器极板分隔，限定所述电容间隙的机械途径的长度不大于任何两个力传感器之间的最大距离的 1/5，所述两个力传感器用在接触定位设备中用来测量接触力。

22. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

基本平的第一元件，它包括：

具有第一电容性表面的第一电容器极板，以及弹性元件，所述弹性元件包括所述第一电容器极板的整体凸起的形貌特征，并接受至少一部分进入所述第一元件的接触力；以及

第二元件，它包括与所述第一电容板对置的第二电容器极板；

通过所述弹性元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容板之间的电容产生变化。

23. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

第一元件，它包括弹性元件和包含第一电容性表面的第一电容器极板，所述弹性元件和所述第一电容性表面基本上是共面的；

第二元件，它包括第二电容器极板；

通过所述弹性元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容板之间的电容产生变化。

24. 如权利要求 23 所述的力传感器，其特征在于所述第一电容器极板和所述第二电容器极板是整体的。

25. 如权利要求 23 所述的力传感器，其特征在于所述弹性元件是通过把在所述第一电容器极板上形成凸起的形貌特征来制造的。

26. 如权利要求 23 所述的力传感器，其特征在于所述第一和第二电容器极板间隔一定的空间，所述空间的高度与所述空间的最大宽度之比小于 0.05。

27. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

第一元件，它包括弹性元件、包含第一电容性表面的第一电容器极板、用来接受至少一部分进入所述第一元件的接触力的力接受装置、用来将至少一部分接触力传递到不包括所述第一元件的结构上的力传递装置；

第二元件，它包括第二电容器极板；

通过所述弹性元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容板之间的电容产生变化；

包围所述第一电容性表面、所述弹性元件、以及所述第二电容器极板的最小矩形平行六面体具有最大尺寸，所述最大尺寸是其最小尺寸的至少 5 倍。

28. 如权利要求 27 所述的力传感器，其特征在于所述弹性元件包括所述力接受装置。

29. 如权利要求 27 所述的力传感器，其特征在于所述弹性元件和所述第一电容器极板是整体的。

30. 如权利要求 27 所述的力传感器，其特征在于所述第二元件包括平的支撑表面，所述支撑表面包括大量导电性机械支撑触点；

所述第二电容器极板包括第二电容性表面，所述第二电容性表面与所述大量机械支撑触点是共面的；

所述第一电容器极板的至少一些部分与所述大量机械支撑触点接触把力传递到所述触点上。

31. 如权利要求 30 所述的力传感器，其特征在于所述平的支撑表面是传递信号的互连系统的一部分，所述信号是响应在所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间的电容变化而产生的。

32. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

第一元件，它包括具有第一电容性表面的第一电容器极板；

第二元件，它包括具有第二电容性表面的第二电容器极板，所述第一元件的至少一部分与所述第二元件的至少一个支撑区域接触把力传递到所述区域，所述第二电容性表面基本上与至少一个支撑区域共面；

向所述第一元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间的电容产生变化。

33. 如权利要求 32 所述的力传感器，其特征在于所述至少一个支撑区域是用来传递信号的互连系统的一部分，所述信号是响应所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间的电容变化而产生的。

34. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

第一元件，它包括具有第一电容性表面的第一电容器极板；

第二元件，它包含第二电容器极板，所述第二元件是用来传递信号的互连系统的一部分，所述信号是响应所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间的

电容变化而产生的，所述第一元件的至少一部分与所述第二元件的至少一个支撑区域接触以把力传递到所述区域；

向所述第一元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容器板之间的电容产生变化。

35. 如权利要求 34 所述的力传感器，其特征在于所述第二电容性表面和所述至少一个支撑体表面是整体的。

36. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

第一元件，它包括具有第一电容性表面的第一电容器极板；

第二元件，它包括通过电容间隙与所述第一电容器极板隔开的第二电容器极板，限定所述电容间隙的机械途径的长度不大于所述电容间隙体积的最大尺寸的 4 倍；

向所述第一元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容器板之间的电容产生变化。

37. 如权利要求 36 所述的力传感器，其特征在于在力传感器的未受力状态下所述第二电容器极板与第一电容器极板的间隔不超过 10 密尔。

38. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

第一元件，它包括具有第一电容性表面的第一电容器极板；

第二元件，它包括通过电容间隙与所述第一电容器极板隔开的第二电容器极板，限定所述电容间隙的机械途径的总垂直分量不大于所述电容间隙尺寸的 2 倍；

向所述第一元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容器板之间的电容产生变化。

39. 如权利要求 38 所述的力传感器，其特征在于在所述力传感器的未受力状态下所述电容间隙的平均宽度不小于在所述力传感器未受力状态下所述电容间隙的平均高度的 30 倍。

40. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

第一元件，它包括用来接受进入所述第一元件的至少部分接触力的力接受装

置和具有第一电容性表面的第一电容器极板；

第二元件，它包括通过电容间隙与所述第一电容器极板隔开的第二电容器极板，所述在所述力传感器的未受力状态下电容间隙的平均宽度不小于在所述力传感器未受力状态下所述电容间隙的平均高度的30倍；

向所述第一元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容板之间的电容产生变化。

41. 一种用来传感施加到接触表面上的接触力的力传感器，所述力传感器包括：

第一元件，它包括弹性元件和具有第一电容性表面的第一电容器极板；

第二元件，它包括第二电容器极板；

通过所述弹性元件传递至少一部分接触力引起所述第一电容器极板和所述第二电容板之间的电容产生变化；所述力传感器的垂直刚度不小于每密尔0.5磅。

42. 一种力传感接触定位设备，它包括：

接触表面；

包围所述接触表面第一部分的前盖；

力传递装置，它包括包围所述接触表面第二部分的外壳部分，所述力传递装置的刚度大于所述前盖的刚度，所述力传递装置包括从所述前盖传递力到不包括所述接触表面的区域的途径。

43. 如权利要求42所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述区域包括刚性表面。

44. 如权利要求43所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述接触表面位于所述前盖和所述刚性表面之间。

45. 如权利要求42所述的力传感接触定位设备，其特征在于包围所述接触表面的部分是窄的。

46. 如权利要求45所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述力传递装置包括至少一条细的刚性支柱，它与所述前盖和不包括接触表面的区域接触。

47. 如权利要求42所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述力传递装置的边缘包住所述接触表面的第二部分。

48. 如权利要求42所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述力包括垂

直于所述接触表面的力。

49. 如权利要求 42 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述途径包括所述接触表面周围的框子。

50. 如权利要求 49 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述框子包括所述力传递装置。

51. 如权利要求 43 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述刚性表面包括显示设备的表面。

52. 如权利要求 51 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述显示器表面包括 LCD 设备的表面。

53. 如权利要求 42 所述的设备, 其特征在于所述力传递装置提供用于所述前盖和所述接触表面之间垂直柔顺性密封的连接件。

54. 如权利要求 53 所述的设备, 它还包括所述垂直柔顺性密封。

55. 如权利要求 53 所述的设备, 其特征在于所述连接件包括所述力传递装置的边缘。

56. 如权利要求 53 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述力传递装置包括结合到所述前盖上的刚性边缘。

57. 如权利要求 54 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述力传递装置提供支撑区域来接受垂直力, 在所述力传递装置和所述前盖之间建立附加的密封, 所述前盖垂直覆盖在所述垂直柔顺性密封和所述力传递装置的至少一条连接线的上面。

58. 如权利要求 49 所述的设备, 其特征在于所述框子提供用于所述框子和所述接触表面之间的横向硬化装置的连接件。

59. 如权利要求 49 所述的设备, 其特征在于所述框子提供用来接受垂直柔顺性密封和横向硬化装置的连接件。

60. 如权利要求 59 所述的设备, 其特征在于所述密封和所述横向硬化装置是同一个元件。

61. 如权利要求 59 所述的设备, 其特征在于所述连接件包括刚性支撑边。

62. 如权利要求 49 所述的设备, 其特征在于所述框子包括用来接受垂直柔顺性密封和所述前盖表面的连接件, 所述前盖用作了第二密封。

63. 如权利要求 42 所述的设备, 其特征在于所述前盖包括用来将所述接触表面定位在外壳中的定位形貌特征。

64. 如权利要求 42 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述窄的部分沿着接触显示器紧密地包围接触显示器的表面, 但不一定接触。

65. 如权利要求 42 所述的力传感接触定位设备, 它还包括: 手提式计算设备, 所述计算设备包括所述接触表面、所述前盖、以及所述力传递装置。

66. 一种力传感接触定位设备, 它包括:

接触表面;

包围所述接触表面第一部分的前盖;

力传递装置, 它包括包围所述接触表面的第二部分的外壳部分和与所述前盖以及与不包括所述接触表面的刚性表面接触的至少一条细的刚性支柱, 所述力传递装置的刚度大于所述前盖的刚度, 所述力传递装置包括从所述前盖传递力到不包括所述接触表面的区域的途径。

67. 一种力传感接触定位设备, 它包括:

限定接触平面的接触表面;

第一刚性部件;

连接到所述接触表面和所述第一刚性部件在其间形成第一密封的有一定外形的第一薄膜, 所述有一定外形的第一薄膜沿着垂直所述接触平面的轴是柔顺性的。

68. 如权利要求 67 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述有一定外形的第一薄膜接触第二刚性部件, 所述有一定外形的第一薄膜位于所述第二刚性部件和所述第一刚性部件之间, 在所述有一定外形的第一薄膜和所述第二刚性部件之间形成第二密封。

69. 如权利要求 68 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述第二刚性部件接触在所述第一刚性部件的一部分上方的所述有一定外形的第一薄膜。

70. 如权利要求 68 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述第一密封包括在所述接触表面和周围框子之间的密封。

71. 如权利要求 70 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述第一刚性部件包括一部分所述框子。

72. 如权利要求 71 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述第二密封

包括在框子和包围所述接触表面的前盖之间的密封，所述第一刚性部件接受来自所述前盖的垂直力，从而建立第二密封，所述前盖的一部分覆盖所述第一密封和所述框子的连接线的上方。

73. 如权利要求 71 所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述有一定外形的第一薄膜包括在所述接触表面和所述框子之间的凸出部分，所述凸出部分沿着垂直于所述接触平面的轴是柔顺性的。

74. 如权利要求 70 所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述第二密封包括：

包含槽子的前盖；

啮合在所述槽子中的可拆除嵌衬；以及

覆盖至少一部分所述传感力的接触表面的第二薄膜。

75. 如权利要求 67 所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述有一定外形的第一薄膜是透明的。

76. 如权利要求 75 所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述有一定外形的第一薄膜包括透明薄膜，所述透明薄膜具有覆盖至少部分所述接触表面的部分。

77. 如权利要求 76 所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述透明薄膜覆盖了整个所述接触表面。

78. 如权利要求 71 所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述有一定外形的第一薄膜的一部分从所述刚性支撑部件延伸到所述接触表面，从而在所述有一定外形的第一薄膜的该部分和所述接触表面的一部分之间形成间隙。

79. 如权利要求 67 所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述有一定外形的第一薄膜的一部分沿不平行于所述接触平面的方向从所述刚性支撑部件延伸到所述接触表面。

80. 如权利要求 67 所述的力传感接触定位设备，其特征在于所述有一定外形的第一薄膜和所述接触表面包括整体元件。

81. 一种使用权利要求 1 所述的力传感器测量施加到接触表面上的接触力的方法，所述方法包括以下步骤：

(A) 基于所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间的电容变化产生

信号。

82. 如权利要求 81 所述的方法，其特征在于所述信号的幅度是所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间电容变化的单调函数。

83. 如权利要求 81 所述的方法，它还包括以下步骤：

(B) 根据所述信号测量所述接触力的性质。

84. 如权利要求 83 所述的方法，其特征在于所述步骤 (B) 包括测量垂直于所述接触表面的接触力一个分量的大小的步骤。

85. 如权利要求 83 所述的方法，其特征在于所述步骤 (B) 包括测量接触力施加在接触表面上的位置的步骤。

86. 在力传感器中使第一电容器极板与第二电容器极板隔开所需空间的方法，所述方法包括以下步骤：

(A) 在支撑表面和包括所述第一电容器极板的主元件之间放置分隔件，在所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间保持至少所需的隔开空间；

(B) 把所述主元件的至少一个区域结合到所述支撑表面的至少一个区域；

和

(C) 移去所述分隔件，从而在力传感器未受力状态下使所述第一电容器极板和所述第二电容器极板保持至少隔开所需空间。

87. 如权利要求 86 所述的方法，其特征在于所述支撑表面包括所述第二电容器极板。

88. 如权利要求 86 所述的方法，其特征在于所述支撑表面是用来传递信号的互连系统的一部分，所述信号是响应在所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间的电容变化而产生的。

89. 如权利要求 86 所述的方法，其特征在于所述主元件和所述支撑表面的至少一个区域是基本上平行的。

90. 如权利要求 86 所述的方法，其特征在于所述主元件的至少一个区域和所述支撑表面的至少一个区域是导电的，所述步骤 (B) 包括使用导电性基材把所述主元件的至少一个区域结合到所述支撑表面的至少一个区域上的步骤。

91. 如权利要求 86 所述的方法，其特征在于所述分隔件包括垫片。

92. 如权利要求 86 所述的方法，其特征在于所述方法还包括以下步骤：

(D) 在步骤 (B) 之前, 选择基本平的材料片作为所述主元件。

93. 如权利要求 86 所述的方法, 其特征在于所述步骤 (A) 包括在所述支撑表面和所述主元件之间放置预定的基材, 所述步骤 (B) 包括使用所述预定基材把所述主元件的至少一个区域结合到所述支撑表面的至少一个区域上的步骤。

94. 在力传感器中使第一电容器极板与第二电容器极板隔开所需空间的方法, 所述方法包括以下步骤:

(A) 在支撑表面和包括所述第一电容器极板的主元件之间放置预定的基材, 在所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间形成至少所需空间的间隔, 所述基材包含受控粒度的颗粒; 和

(B) 把所述主元件的至少一个区域结合到所述支撑表面的至少一个区域上, 在所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间保持至少所需空间的间隔。

95. 如权利要求 94 所述的方法, 其特征在于所述步骤 (A) 包括使所述主元件和所述支撑体表面之间处于流体状态的所述预定基材流动的步骤, 所述步骤 (B) 包括使所述预定基材转变成固体状态的步骤。

96. 一种制造力传感器的方法, 所述方法包括以下步骤:

(A) 选择包括基本平的表面和第一电容性表面的主元件;

(B) 在第二电容性表面对面放置所述第一电容性表面;

(C) 在基本平的表面形成凸起的弹性形貌特征, 从而使通过所述凸起的弹性形貌特征传递力引起所述第一电容器极板和所述第二电容板之间的电容产生变化。

97. 如权利要求 96 所述的方法, 其特征在于所述基本平坦的表面和所述第一电容性表面是整体的。

98. 如权利要求 96 所述的方法, 其特征在于所述步骤 (A) 包括选择导电性材料片作为所述主元件的步骤。

99. 如权利要求 96 所述的方法, 它还包括以下步骤:

(D) 放置所述凸起的弹性形貌特征使之与力所施加的接触表面接触, 从而所述凸起的弹性形貌特征能提供从所述接触表面将力传递到所述主元件的区域。

100. 在力传感器中使第一电容器极板与第二电容器极板隔开所需空间的方法, 所述方法包括以下步骤:

(A) 在第二电容器极板和包括所述第一电容器极板且基本平的主元件之间放置分隔件, 在所述第一电容器极板和所述第二电容器极板之间保持至少所需空间的间隔;

(B) 把所述主元件的至少一个区域结合到基本上平行于所述主元件的所述支撑表面的至少一个区域上; 和

(C) 移去所述分隔件, 从而在未受力状态的电容性力传感器中使所述第一电容器极板和所述第二电容器极板保持间隔至少所需的间隔。

101. 一种力传感接触定位设备, 它包括

可向其施加接触力的接触表面结构, 所述接触力包括垂直于接触表面结构的接触表面的垂直分力和相切于所述接触表面结构的接触表面的切向分力;

支撑结构;

至少一个力传感器, 所述力传感器与所述接触表面和所述支撑结构相连, 用来测量所述接触力的性质;

横向约束装置, 所述横向约束装置与所述横向表面结构和所述支撑结构接触, 它能在基本上不阻碍所述接触力的垂直分力通过所述至少一个力传感器进行传递的情况下阻止接触表面结构的横向移动。

102. 如权利要求 101 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述横向约束装置包括与所述接触表面结构和所述支撑结构接触的薄部件。

103. 如权利要求 102 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述薄部件把所述接触表面连接到周围框子上。

104. 如权利要求 103 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述薄部件包括至少一条带子。

105. 如权利要求 102 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述薄部件由高模量材料制成, 从而相对于所述接触表面的切向移动基本上是刚性的, 而相对于所述接触表面的垂直移动基本上是柔顺的。

106. 如权利要求 101 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述接触表面包括显示器表面。

107. 如权利要求 101 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述接触表面包括覆盖显示器表面的接触覆盖膜。

108. 如权利要求 101 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述横向约束装置包括预负载的弹簧。

109. 如权利要求 108 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述预负载的弹簧固定到所述接触表面的边缘上。

110. 如权利要求 108 所述的力传感接触定位设备, 其特征在于所述预负载的弹簧具有不均匀的未负载曲率。

力类接触输入的方法和装置

背景技术

技术领域

本发明涉及接触传感器，具体涉及力传感接触定位的设备（force sensing touch location device）。

相关技术

能够传感并测量施加到表面上的力和/或位置在许多场合（context）中都是有用的。因此，开发了各种使用力传感器来测量施加到表面（在本文中指“接触表面”）上的力（在本文中指“接触力”）个各种性质的系统。力传感器通常产生信号来响应所存在的接触力，例如，确定接触力在接触表面上的施加位置。已经公开了许多这种方法的一些实施方式（implementation），如在美国专利 3657475 中由 Peronneau 等人提到的。

当接触表面是计算机显示器的接触表面或计算机显示器前面的透明覆盖膜（overlay）的接触表面时，这种接触定位是非常有用的。另外，由于移动式和手提式设备（如个人数字助理）的快速增长，越来越需要小、轻且便宜的设备，该设备能够进行接触定位。利用一些可能的技术，可制造具有这种功能的接触屏。除了刚才提到的力的原理（force principle），也已经使用了电容性的、电阻性的、声音和红外技术。

相对于这些竞争技术，力的原理具有一些潜在的优势。因为力的技术可应用到任何覆盖材料上，或者确实应用到整个显示器本身上，所以不需要插入具有低耐用性或较差光学性质的材料或涂层。而且，因为力是感受接触的基础，从而就不存在敏感性对于使用者无法预料的问题。对于电容性的测量，例如，接触阈值会随着使用者皮肤的状况以及介入的材料，如手套，而变化。触笔（stylus）的接触通常不能响应。对于电阻性测量，阈值力取决于接触区域的大小，所以触笔和手指相差很大。声音测量方法取决于接触材料的吸收特性；至于红外方法，在

没有接触的情况下也会记录下接触。

虽然有关力的技术具有这些优点，但是电阻性和电容性技术已经在接触屏市场上占据主导地位。这反映了已知力的技术中的一些困难，必需克服这些困难以实现力技术的潜能。

力技术的一些困难是：

过大的力传感器尺寸——特别是宽度和厚度。

对于横向力的敏感性过大，导致不准确。

力传感器成本和复杂性过大。

对于接触表面或其支撑结构变形的敏感性过大，导致不准确。

需要使接触表面与包含接触表面的设备前盖（bezel）之间保持独立性，这就很难使接触屏整合形成较大的结构，并很难提供良好的防液和防尘密封。

在当代接触设备中，非常重要的是在不增加尺寸和不影响（dictate）接触装置的外观的情况下进行接触力的定位和/或测量。这在手提式和便携式设备中是特别有用的。所需类型的常规力传感器通常比电阻性或电容性薄膜厚，从而相比使用电阻性或电容性传感器的设备，可能会增加使用这种力传感器的设备的厚度。因为所需类型的常规力传感器不容易制成透明的，所以它们不能放在有源显示区域的前面。因此，包含这些常规力传感器的设备通常必需做得比电阻性或电容性类设备宽，以容纳力传感器。因此相比其他类型的常规接触传感器，力类接触装置在整体厚度和宽度方面可能具有劣势。

因此，现有技术不能制造足够窄、薄且便宜的力传感器。

施加到接触表面的接触力具有垂直于接触平面的分力（垂直分力）和平行于接触平面的分力（切向分力）。切向分力的存在会在计算的接触定位中引起误差。在待审查的申请（题目为“在接触定位设备中的切向力控制”）中，详细地描述了减少切向力产生的误差的各种方法。

在许多设备中，可能需要设备前盖紧紧压住接触显示器或显示覆盖组件的边缘。这种装配能提供防尘和/或防液密封，并且使前盖刚性增大并装配好。但是，对于力传感接触定位设备，前盖通常不直接放置在力传感结构上，因为传递的可变的操作力会极大的干扰接触定位的准确度。现有技术并没有提供满意的在力类接触系统中的密封方法以及充分使前盖力转向的方法。

发明概述

一方面，本发明提供一种新的电容性力传感器。这种传感器包括主元件以及基本平的支撑体。主元件结合了弹性能量存储和一个电容器极板的功能，可以与弹簧金属的矩形薄片 (plane rectangle) 一样简单。如下面更详细的描述，该传感器可由少量的机械部分和非常小的电容间隙 (gap) 组成，从而容易且便宜地制造传感器，并使传感器特别适用于移动式 and 手提式设备中。但是，应该强调的是，本发明的传感器在范围很广 (wide range) 的各种设备、尺寸和应用中具有极大的优势。迄今，它们已经成功地用于具有 4" - 15" 工作对角线的设备，并能支撑重 0.6 盎司 - 约 4 磅的接触表面部件。

例如，在本发明一个方面，提供了用于传感施加到接触表面上的接触力的力传感器。所述力传感器包括：第一元件，它包括一个弹性元件和具有第一电容性表面的第一电容器极板，弹性元件包括至少第一电容器极板部分；以及第二元件，它包括与第一电容器极板对置的一块第二电容器极板；其中通过弹性元件的至少部分接触力的传递造成第一电容器极板和第二电容器极板之间的电容改变。如下面更详细的描述，也提供各种其他力类传感器。

在本发明另一个方面，提供了一种力传感接触定位设备。所述力传感接触定位设备包括：一个接触表面；包围接触表面第一部分的前盖；以及包括一个包围接触表面第二部分的包围部分的力传递装置，所述力传递装置具有比前盖大的刚度，其中力传递装置包括从前盖向不包括接触表面的区域传递力的途径。

在本发明的另一个方面，提供了一种力传感接触定位设备。所述力传感接触定位设备包括：界定 (defining) 接触平面的接触表面；第一刚性部件；一个有一定外形的第一薄膜，所述第一薄膜结合了接触表面和第一刚性部件，在其间形成第一密封，所述第一薄膜沿着垂直于接触平面的轴是柔顺的 (compliant)。

在本发明的另一个方面，提供了一种测量施加到接触表面的接触力的方法，所述方法使用了在这里描述的一种力传感器。所述方法包括一个根据力传感器的第一电容器极板和第二电容器极板之间的电容变化产生信号的步骤。信号的幅度 (amplitude) 可以是第一电容器极板和第二电容器极板之间的电容变化的单调函数。所述方法可包括根据信号 85 测量接触力性质 (如垂直于接触表面的接触力的

分力的大小)的步骤。该方法可包括测量接触力施加到接触表面上的位置的步骤。

在本发明的另一个方面,提供了一种使力传感器的第二电容器极板与第一电容器极板隔开所需空间的方法。所述方法包括以下步骤:在支撑体表面和包括第一电容器极板的主元件之间置入分隔件,从而在第一电容器极板和第二电容器极板之间至少隔开所需的空间;把主元件的至少一个区域结合到支撑体表面的至少一个区域上;除去分隔件,从而使第一电容器极板和第二电容器极板在力传感器处于未受力状态下时保持至少所需空间的隔开。例如,支撑表面可以是第二电容器极板。

在本发明的另一个方面,提供了一种使力传感器的第一电容器极板与第二电容器极板隔开所需空间的方法。该方法包括以下步骤:在支撑表面和包括第一电容器极板的主元件之间置入包含受控尺寸微粒的预定基材,从而在第一电容器极板和第二电容器极板之间形成至少隔开所需空间;并把主元件的至少一个区域结合到支撑表面的至少一个区域,从而在第一电容器极板和第二电容器极板之间保持至少所需空间的分隔。

在本发明的另一个方面,提供了一种制造力传感器的方法。所述方法包括以下步骤:选择具有基本平的表面和第一电容性表面的主元件;将第一电容性表面与第二电容性表面对置;以及在基本平的表面上形成高弹性的形貌特征(feature),从而通过高弹性形貌特征的力的传递造成第一电容器极板和第二电容器极板之间的电容变化。

在本发明的另一个方面,提供了一种力传感接触定位设备。所述力传感接触定位设备包括:可向其施加接触力的接触表面结构,所述接触力包括垂直于接触表面结构的接触表面的垂线分力以及平行于接触表面结构的接触表面的切向分力;支撑结构;至少一个力传感器,与接触表面和支撑结构联系,用来测量接触力的性质;横向约束装置,与接触表面结构和支撑结构接触,用来阻止接触表面结构的横向运动,且基本上不阻止接触力的垂直分力通过至少一个力传感器传递。

本发明各种实例的其他特征和优点将在下面的描述中以及权利要求书中得到更详细的说明。

附图简述

图 1A 是第一个较佳实例的接触屏组件的分解示意图，可相对于独立的 LCD 组件的表面使用。

图 1B 是图 1A 中组件的局部截面图，该局部截面图通过一个传感器的中心。

图 2 是在典型应用装置中第一个实例的截面图。

图 3 是在典型应用装置中第二个实例的截面图。

图 4 是普通接触定位系统的局部示意截面图，以说明本发明的一个实例可减少切向力误差。

图 5A-5C 提供了局部截面图，显示使用平的悬置薄膜或横梁作为横向硬化装置。

图 6 是具有伸展范围的垂直运动以及定向选择性横向硬化的横向硬化和/或横向约束装置的局部截面图。

图 7A-7C 在横向硬化装置上的另一些变体 (variation) 的局部截面图。

图 8 是具有可拆卸 (field-replaceable) 接触表面保护器以及防液/防尘密封的接触系统的局部截面图。

图 9A 是根据本发明制造的较大类型传感器的截面图。

图 9B 是图 9A 的传感器组件的分解示意图。

图 10A 是根据本发明制造的较小类型传感器的截面图。

图 10B 是图 10A 的传感器组件的分解示意图。

图 11 是使用了不均匀间隙的传感器变体 (variation) 的垂直放大截面图，所述传感器变体是根据本发明的一个实例制造的。

图 12A-12D 是描述可能变体的平面图，所述变体来本发明实例的传感器的主元件的形状 (outline) 和安装 (mounting) 排列。

图 13A 和 13B 是描述可能变体的垂直放大截面图，所述变体来自本发明传感器的主元件的厚度分布。

图 14A 是本发明传感器变体的平面图，所述传感器变体使用了具有简单支撑端点的主元件。

图 14B 是用于图 14A 中传感器变体的塑料分隔件 (spacer) 的侧视图。

图 14C 是使用了本发明各种变体的接触定位设备的局部截面图，所述变体包括图 14A 中的传感器变体。

图 15A 和 15B 分别是本发明传感器变体的分解图和截面图，所述传感器变体中结合了非金属弹性部分。

图 15C 是本发明相关传感器变体的截面图，所述变体结合了非金属弹性部分。

详细描述

一方面，本发明提供了一种新的电容性力传感器。如下面更详细的描述，传感器可具有少量机械部分和非常小的电容间隙，从而可容易且便宜地制造传感器，并使传感器得到广泛的应用，尤其是用于移动式和便携式设备中。所述传感器包括一个主元件以及一个基本平的支撑体。所述主元件结合了弹性能量存储和一个电容器极板的功能，可与弹簧金属的矩形薄片一样简单。通过在一个或多个支撑点或区域上的机械触点，保持主元件与基本平的支撑体之间的紧密平行排列。尽管许多其他排列（如悬臂、交叉、盘形等）对于本领域普通技术人员来说是容易想到的，并且也在本发明的范围内，但是这些可能位于矩形主元件的两端下面。所述支撑体也支撑了一个薄的导电性区域，所述导电性区域与主元件的远离触点的一部分相对，且并未接触，所述导电性区域的作用是作为第二电容器极板或反电极（counter electrode）。所述机械触点可为主元件提供简单或夹住的支撑，可看作一个承载梁。但是，应将触点设计成损耗或摩擦作用尽可能小。该主元件在对置反电极的一点或区域接受通过上部负载接触的力。垂直于支撑体表面的力分力使主元件产生偏移，以改变其与反电极的距离，结果改变其间的电容。如果机械触点提供了夹住的末端约束，那么希望其是刚性的；即，由力产生的大部分的距离变化应该是由主元件的弯曲，而不是机械接触区域的扭曲（twisting）。尽管纯粹的弹性夹住末端的约束是可以容忍的，但是它仅仅在敏感度方面产生了系统性的变化，如果末端约束是刚性的夹住末端约束或者完全柔软的简单支撑（如支点（pivot）），那么通常就可得到较好的可重复性且没有滞后作用。

基本平的支撑体表面可以是互连系统（如具有适当刚化元件的印制电路板或软电路）的一部分。反电极可包括焊接平台（land）或箔，它包含在上述互连系统的范围内。所述机械触点也可构成电学触点，并可把主元件的末端焊接到支撑体平面上的其他焊接平台上来形成。

力可通过 AC 励磁（exciting）电压与通过传感器的电流的比值来测量。在

实际应用中，可通过反馈电路施加恒定电流，然后测量激励电压（参见 Roberts 的 5376948）；或者施加恒定的激励电压，计算测得电流的倒数。后面的方法能够使用更简单的互连线，它能提供更方便的方法来减去固定寄生电容（stray）的估计值，否则所述寄生电容可降低响应的线性。根据本领域中已知的原理可处理来自力传感器的力响应信号，得到接触定位的信息。

得自主元件弯曲的曲率是不理想的，但是把反电极限制在接近主元件中心的区域，可以将可能的非线性降低到在接触定位设备中可接受的程度。其他提高线性的方法也可使用，具体参见下述。

力传感器具有敏感度的方向性，结果在这个方向上施加给定大小的平移力时就会产生最大的输出，而在与这个方向的直角方向上施加力时就不会产生输出。对于施加的纯粹平动位移，位移传感器具有类似的敏感度的方向性。在这里所述的力传感器具有敏感轴，所述敏感轴通过敏感度方向上的弹性中心。位移传感器也可具有沿其敏感度方向的敏感轴，并且可以这样放置，使得围绕敏感轴上的点两边的相对旋转不会产生输出。

力传感器需要具有精密确定的敏感轴，该轴能根据需要相对于外包设备容易且精密地取向（align）。本发明各种实例中的传感器的薄和平坦特性自然能满足这种需要。力传感器也需要对于通过其中的任何力偶矩（moment couples）不发生响应。对于包括位移传感器的力传感器，所述位移传感器能传感通过弹性装置的位移，这需要位移传感器的敏感轴通过弹性装置的弹性中心。本发明各实例中的传感器通过使其主元件以及触点围绕敏感轴呈 180° 旋转对称可完成这个目标。

潜在的力矩敏感性可通过在负载接触上提供旋转软化装置来进一步降低。在主元件中的凸起或其他凸出的形貌特征可作为提供这种作用的支点。在主元件本身中定位这个形貌特征有更进一步的优点，即在确定的灵敏度下提供力传感器。当力从覆盖表面传递过来接触此凸起时，相对排列的变化使力传递区域相对于传感器没有变化。

力和力矩可通过传感器传递，这些力和力矩不是传感器所要测量的。如果传感器没有很好地建造和排列，那么对于这些力和力矩就有多个敏感度，从而导致测量误差。另外，不受监控的力和力矩可以是包括受控力的力式样（pattern）中

的一部分，这样在没有测量可用的全部力式样的情况下，接触定位的方程就不能准确地计算。

本发明的各个方面提供了减少或消除这些不受监控的力或力矩。

在第一个方面，本发明的实例使用了旋转软化装置来降低或消除通过力传感器的力矩。在一个实例中，这种旋转软化装置可包括一个软的弹性体（如小弹性块）或刚性元件（如金属冲压件的一部分），所述弹性体或刚性元件在敏感方向上弯曲或延伸。在另一个实例中，它可包括一个支点，所述支点能在相对于刚性表面没有接受器（receptacle），或者在相对于软的表面具有自形成接受器的情况下进行工作。

旋转软化的一个优点是在这样的情况下得到的，即接触表面的结构不是完全刚性的，这样一些小的局部弯曲就可以在接触点附件发生。如果在其下面的支撑体上的传感器比上面的接触表面结构提供的连接件（attachment）软很多的话，即使已经很好地建造和排列传感器，这种局部弯曲会产生很大的接触定位误差。事实上，通过使用接触表面结构的介入部分（intervening portion）作为悬臂，具有极强旋转刚度的传感器连接件能够部分支撑附近的接触手指，从而得到了比理想假设大得多的垂直力。结果产生了所报告的接触定位的位置失真，所述失真对于刚性关系的细节是很敏感的。旋转软化可用来防止出现这样的式样，所述式样结合了具有不受监控的传感器力矩和平衡的假垂直分力。

因此当与接触表面结构一起使用时旋转软化是特别有用的，所述接触表面结构是薄且平的，从而比较软，如具有最小厚度的平覆盖板。

旋转软化的另一个优点是在这样的情况下得到的，即传感器不是很好的建造的。这些传感器对于传递的力矩会产生假的信号。如果其位置尽可能地接近传感装置的话，该旋转软化装置可最大程度地减少力传感器事实上所受到的力矩。这样就减少了响应传递过来的横向力而产生的传感器力矩。因此，能获得本发明的这些好处的旋转软化可远离接触平面进行施加，并且也可接近力传感器进行施加。

在第二个方面中，本发明的实例使用了横向软化装置来减少或消除与名义敏感轴成直角的力传感器的力。在一个实例中，这种旋转软化装置可包括一个弹性体（如小弹性块）。在另一个实例中，它可包括一个栓状物（pin）、柱状物或球状物，以提供一对相互之间偏离至少一小段距离的支点、软弹性末端或旋转的表

面。

旋转软化的一个优点是在这样的情况下得到的，即施加到接触表面上的切向力受到限制，不止产生这样式样的一些力，如下面更详细的描述，这些式样的力结合了假的垂直传感器力以及横向力和力矩以保持全面平衡。

横向软化的另一个优点是在这样的情况下得到的，即传感器不是很好的建造的。这些传感器对于与名义敏感轴成直角的力会产生假的响应。横向软化也可减少由这些横向力由于结合的弹性中心不是在传感器中心而产生的其他传感器力矩。

横向软化、旋转软化以及横向硬化的结合可用来建立必要的敏感轴，所述敏感轴比通过传感器本身的结果所能得到的更准确。可以产生横向硬化装置的效果的平面的排列是在大区域上，这是导致上述结果的部分原因。

横向和旋转软化装置的许多其他实例对于本领域普通技术人员来说是显然的，并且也在本发明的范围内。

由基本平的支撑体表面上的一个主元件形成力传感器的方法在简单化和微型化方面提供了显著的优点。

在本发明的一个实例中，在该实例中基本平的支撑体表面由印制电路板或其他平的互连系统组成，提供了这样一种力传感器，它包括尽可能小的、单一的、独立制造的以及运用部件（handled part）—上述主元件。例如，主元件可与矩形的电镀弹簧钢一样简单，如果没有压在中心的小凸起上的话它是平的。其安装可在此主元件的末端下面进行回流焊接（reflowing solder）来完成，而其中心区域使用临时的不锈钢垫片与反电极区域隔开。

另外，其所用的焊料可与少量粒度受控的难熔颗粒混合，这些颗粒的存在可用来在焊接时形成间隙宽度。焊料的表面张力足够可以顶着这些颗粒拉拽对置表面。还有，主元件可具有压入或者以其他方式形成在末端的轻微偏离（offset）区域，这些可直接搁在支撑体上。这种轻微偏离的区域可具有多种形式，一种是整个末端向着支撑体表面的轻微位移。另一种必需在每一端形成一个或多个最小可用的凸起（bump），这些凸起通过必要程度的伸出来形成所需的间隙。这些形式在每一端之下提供了一些空间以形成良好的焊料回流，并且也能使截留的焊料杂质扩大间隙的可能性最小。

可代替焊料使用的材料是已知的，包括使用接合剂（cement）（如导电环氧树脂）以及独立或间接电气连接到安装的元件上的方法。

提供由本来就是平的、光滑的以及坚实（true）的原料做成的结构体，然后将其简单间隔一小段距离，本发明的各种实例提供了非常可靠和便宜的方法来得到非常小的电容间隙。这种小间隙提供了很大的单位面积电容，从而使传感器面积非常小。这种小间隙使得在主元件中的机械能储存很有限，从而能够使用薄的材料。小间隙意味着高的传感器刚性，从而又意味着高的共振频率，并且对于测量精度是有利的。传感器的小面积意味着材料的平直度（flatness）仅仅需要保持在非常短的距离内，因此能在微型化领域中形成更小的间隙。

对于更大范围的尺寸，本发明提供的传感器设计服从于简单比例法则，它适用于很广范围的尺寸。可提供这样的设计，即间隙短 N 倍，窄 N 倍，且小 N 平方倍。如果保持了原来的比例以及材料厚度，那么得到的传感器就会保留与原来相同的电容、力范围以及灵敏度。因为面积小了 N 平方倍且间隙小了 N 平方倍，所以电容是相同的。因为弹性系数（spring rate）大了 N 平方倍且间隙小了 N 平方倍，所以随着力变化的相对电容改变（即灵敏度）是相同的。因为主元件承受应力的部分小了 N 平方倍体积，但是对于施加的相同力少储存了 N 平方倍的能量，等于受到了相同水平的应力。因为表面从平到弯曲的偏离与偏离的距离的平方成正比，所以对于所用材料的平直度要求并没有变化。需要注意的是这里的“平直度”指的是低空间频率的偏离；平滑度的高频率损坏会极大地限制通过这种方法进行小型化。但是，需要注意的是普通的弹簧钢和电路板材料应足够光滑，以支持小于 $1/1000$ 英寸的间隙，并且可能更小。

在另一个方面，本发明提供了一种新的方法，所述方法即使当传感器较好地藏于接触平面的后面时也能在切向力存在下进行准确的接触定位测量。这可通过横向硬化装置来完成，所述横向硬化装置指引切向接触力离开力传感器（例如传递到周围的支撑结构中）。同时，垂直接触分力主要通过一个机械隔开的途径传递到力传感器。横向硬化装置通常设计成对于切向力具有一个零反作用力矩平面，它与接触表面重合或接近。当通过其他力的途径的横向刚度不是很小时，横向硬化装置可设计成对于所有的途径具有相同的净效应。

为了简化设计以及使可重复性最大，可向横向硬化装置之外的力途径提供直

接的横向软化装置，这样实际上所有的切向力通过了横向硬化装置。通过传感器的垂直力途径可以是刚性的，而通过横向硬化装置的垂直力途径可以所以软的。干扰性的垂直位移在横向硬化装置上可能发生（这可能是由于覆盖板或其周围框子（frame）发生弯曲而产生的）的情况下，后者是尤其需要的。同时，上述两种情况使得切向以及垂直接触力都被完全隔开到独立的途径中进行传递。

例如，横向硬化装置可包括在薄部件或薄膜中，所述部件或薄膜把显示器或接触覆盖物连接到了周围框子上。在其连接或具有更小间隙的地方，这种薄膜可桥接框子和接触表面边缘之间的小间隙，并且该薄膜在连接到接触表面之前可在接触表面上面保持一小段时间。由于相比其宽度来说非常薄，并且是由具有非常高模量的材料组成的，所以该薄膜相对接触表面的切向移动可以是刚性的，而对于垂直运动却是软的。该薄膜可制成稍微凸出或弯曲在接触平面的上面或下面，这样就可提供其在垂直范围内的柔顺性。这样的曲率也具有将横向硬化限制平行于切向力的两侧的作用，在这种情况下它被作为剪切力而不是压缩力或延伸力来传递。

具体表现为在接触平面中或接近接触平面的完整的圆周边缘的横向硬化装置可同时构成了防液和/或防尘密封。

尽管在上述实例中横向硬化装置是薄的部件或薄膜，但是这并没有限制本发明。相反地，横向硬化装置可具有多种形式，并且可由多种材料做成。横向硬化装置并不必须是连续的，而且并没有限制到任何特别的组件、外表或形状。相反地，横向硬化装置可包括任何具有上述横向硬化功能的结构体。

在本发明的另一个方面，一个薄或细长的部件或一系列部件可包括横向约束装置，从而能够在没有使用牢固连接件穿过力传感器的途径来固定支撑体表面结构的情况下维持力传感接触定位设备系统。在这个设备中，接触表面结构的准确垂直工作位置是通过垂直的刚性途径（如通过力传感器）确定的，所述途径提供了与支撑体结构的连接，而与横向约束装置无关。在一个实例中，接触表面结构可搁置在下面的力传感器上，没有连接件，也没有任何特殊的接受器或在接触表面结构上接受与力传感器之间的接触的设备，或者需要在其上面仔细排列。无论是从接触表面结构的上面，还是从支撑体表面的下面安装的力传感器，可具有旋转的软化装置和/或横向软化装置，以提供非常小或几乎没有的处于压缩状态中的

强度。来自垂直力触点的一侧的曲率或凸起的形貌特征的许多形式都可用作旋转软化装置，只要局部接触表面的弯曲并没有使接触点移动到超过接触定位中的容许误差的程度。垂直接触可通过预加载装置来保持，所述装置可与横向约束装置是分开的。

在横向接触力不必通过横向约束装置这一点上，横向约束装置与横向硬化装置有明显的区别。相反地，如所述由于摩擦力的作用，小且逐渐增加的接触力可沿着更硬的通过力传感器或其他连接体的途径传递。但是，更大的横向干扰会克服摩擦，并在这些途径中产生微小的滑动。这些干扰可包括在运输和操作中的振动（dolt），或者对于具有重接触表面结构的大设备来说，可以是在重力方向上的变化。横向约束装置可吸收这种切向干扰的冲击，保护接触设备结构、功能以及准确度以免发生大的改变。通过达到其垂直运动的上限，横向约束装置也可吸收使传感器上升从而脱离接触的干扰，尽管这种功能可通过外面的限位挡块来完成。当承受大且临时的力时，横向约束装置可偏离足够多以致受到横向限位挡块的帮助，但是当力消失时，它又会恢复到令人满意的中心位置，没有继续受到挡块的干扰。

一个薄部件或一系列薄部件可提供简单且紧密的横向约束装置。这会增加一点点或不增加接触定位组件或接触显示组件的厚度。这种薄部件或一系列部件还可提供横向与垂直刚度的高比值。没有这种高比值，能够充分提供良好的横向约束的部件会提供过分大的垂直刚度。为了避免这种过分大的垂直刚度，本发明的各种实例避免了由于寄生力途径（如通过密封的力途径）造成的不准确。它们也避免了在软化状态下对于非常厚和刚性的接触表面结构或支撑体结构的需要。这种薄部件会柔软地弯曲以响应接触表面的垂直位移，但是会坚硬地抵抗切向位移。因此，微微倾斜于接触平面的线状部件可用来主要是通过端点的压缩和拉伸来抵抗切向力，但是在横向梁的弯曲中是很柔软的。而且，板状部件可以剪切力的方式传递切向力，并且也可能以压缩力和拉伸力的方式传递，当响应接触表面的切向位移时，软梁的弯曲与其宽度垂直。当切向力传递限于剪切力时，以及当横向约束装置也不是横向硬化装置时，板状部件可提供有效的横向约束装置，即使它们陡峭地倾斜于接触平面。横向约束装置可执行其功能。即使并不位于其接触平面上。

在本发明的另一个方面中，薄的框子装置紧紧地包裹住覆盖物或被支撑的显示器的周边。这种结构的主要优点是提供了一种组件，所述组件以这样一种方法处理、安装以及整合其外围设备，对于其他接触技术来说所述方法是熟悉的、可接受的、并且方便的。该框子装置可用来从通常存在的设备前盖上转移垂直力，这样就没有干扰接触表面的危险。框子边（lip）提供了一种方便的刚性支架边，以接受从接触表面向外通过的垂直柔顺性密封，并且提供了设备前盖底面的光滑表面或其他密封。因为垂直力是人们主要关心的，所以非常细的垂直框子支柱（leg）构成了设备前盖支撑部件，并用来把前盖力转移回到接触组件后面的刚性表面，如 LCD 的表面。当框子包裹了被支撑的 LCD 时，对于更大的截面深度，这种非常薄的支柱也能用来将前盖力转移回来。

图 1A—1B 描述了一个接触敏感透明的覆盖组件 101，它包括本发明第一个实例的电容性力传感器。该组件 101 可用来传感所施加的接触，例如手指、触笔或其他物体。如下面更详细的描述，在本发明的各种实例中，组件 101 可用来传感施加到接触表面上的接触力的性质，如接触力施加到接触表面上的位置和/或垂直于接触表面的接触分力的大小。

透明覆盖组件 101 可成比例缩放以适应所使用的对角线为 4 英寸的 LCD 显示器，尽管对于本领域的普通技术人员来说，适用于其他各种尺寸的显示器比例和变体是显而易见的。携带接触表面 103a 的透明板 102 放置在框子 104a 中。位于板 102 和框子 104a 之间的是互连的柔性印模（print）105、力传感器主元件 106 以及横向软化装置 107。预负载弹簧 109 用接合剂 110 固定到板 102 的边缘上。装配时，弹簧 109 的端点与框子 104a 中的孔 112 啮合，从而把约两磅的总压缩力施加到板 102 和框子 104a 之间的结构上。装配时，弹簧 109 的弯曲位置沿着板 102 的短边排列成一直线。部件 108 是横向硬化装置、横向约束装置和防液/防尘密封 108 的结合。为了方便进行描述，部件 108 也可在这里简化称为横向硬化装置、横向约束装置或密封。部件 108 粘附在板 102 上，并附着在框子 104a 的垂直边缘的外表面上，从而安全地把板 102 放于框子 104a 的中心。这时，在板 102 和框子 104 的长边之间有一定的小空隙，并且在弹簧 109 的非连接部分周围有一定的小空隙。因此，施加到接触表面 103a 上的力可使板 102 产生小的垂直位移，且围绕其边缘没有产生干扰或刮擦（scraping）。

现在更详细地描述本发明电容性力传感器的一个实例。从下面的描述中会变得明白，图 1A 描述了组合件中的四个电容性传感器，图 1B 描述了其中一个电容性传感器的截面图。在部件中，互连线 105 穿过框子 104a 中的孔 (aperture) 111，沿着并在所示框子 104a 的对置水平边缘之上被压住。互连线 105 在主元件 106 的接受区域下面紧紧地固定到框子 104a 上，这样这些区域就得到了框子 104a 的有效刚度。这种连接是通过这样的方法得到的，即将互连线 105 的背面焊接平台焊接到框子 104a 上，或者使用环氧树脂或者其他已知的方法把互连线 105 粘合框子 104a 上。元件 106 通过把它们末端焊接到焊接平台 113 上来紧紧地固定到互连线 105 上。通过主元件的形状，或者通过把它们粘合到互连线 105 上的装配方法，在主元件 106 和反电极焊接平台 114 之间保留了确定宽度的小间隙。对于所示类型的部件，这种间隙可以是 0.0010 英寸。中心凹坑 (dimple) 或力支撑片 (bearing) 121 被向上压入每一个主元件 106。

每个力传感器的主元件 106 结合了弹簧和电容器极板的功能。由于垂直力施加到了一个支撑片 121 上，对应的一个主元件 106 的弯曲就增大了主元件背面的中心部分与对应的一个反电极 114 (它位于互连线 105 的背面) 之间的电容。测量电容的变化就可以测得施加到表面 103a 上的力。如图 1A 和 1B 所示，每个支撑片 121、相应的主元件 106、互连线 105 的相应接受区域以及由框子 104a 提供的硬化支撑体一起组成了一个力传感器。

尽管在图 1A 中显示了四个力传感器，但是可以理解对于一个具体的设备，可以使用任意数量的力传感器，以适应特定的用途。另外，虽然力传感器位于覆盖板 102 的角附近，但是这并没有限制本发明。

尽管在图 1A 和 1B 中描述了主元件 106 的一个特殊实例，更普遍的是主元件 106 是导电弹性元件，它既可以储存弹性能也能用作力传感器中的电容器极板。由于主元件的弹性的缘故，主元件 106 可通过施加到接触表面 103a 上的接触力进行偏离。所述偏离使主元件和焊接平台 113 (它用作与主元件 106 对置的电容器极板) 之间的电容发生变化。从而主元件 106 在这样一个小、薄、容易制造的部件中结合了弹性能储存和电容器极板的功能。

互连线 105 通过焊接平台 113 提供了到反电极 114 以及主元件 106 上的导电途径，这是四个这样建造的力传感器能独立读数所必需的。在本发明的一个实例

中，各个主元件 106 仅仅是每个必须独立制造并工作的力传感器的一个组件。

在本发明的实例中，如图 1A—1B 所示，横向软化装置 107 可包括不锈钢带的小穿孔盘，它使用了常规的软丙烯酸类粘合剂衬背（back）。把粘合剂表面施加到板 102 的背部，这样在装配后金属表面就顶在支撑片 121 上。这样限制的小区域软丙烯酸类粘合剂的作用是充分降低在主元件 106 和板 102 之间产生的横向力，该力是响应板 102 下表面的微小的横向位移而产生的。

如上述，在一个实例中，每个主元件 106 装有一个支撑片 121。所述支撑片 121 可提供从接触表面 103a 到相应的主元件 106 上的力传递区域。尽管所示的支撑片 121 就象位于主元件 106 中心的小凸起，可以理解其他突出的形貌特征也可以形成在主元件中来执行相同的功能。

支撑片 121 可用作支点。支撑片在主元件 106 中的位置具有这样的优点，即提供具有确定灵敏度的力传感器。当力从接触一片支撑片 121 的覆盖表面（如接触表面 103a）上传递时，在对应的一个主元件 106 和覆盖表面（即板 102 的下表面）的相对位置发生变化，使得力传递区域基本上没有变化。当支撑片 121 以及对应的接触区域的尺寸降低时，这个效果就变得更加明显。需要注意的是，如图 1B 的中实例所示，支撑片 121 不需要分布在接受器中。

现在考虑适于图 1A—1B 中所示实例的更详细的细节。框子 104a 可以是低碳钢做的，并进行电镀或涂覆以赋予耐腐蚀性。它可由 0.020 英寸的板制造，并使用各种已知技术进行冲压、褶皱或拉伸。框子 104a 可具有约 1/8 英寸宽的边缘。板 102 可由透明塑料或玻璃制成。如果是玻璃的话，它可以是 0.050 英寸厚。预负载弹簧 109 可以是直径为 0.029 英寸的圆钢丝，它比板 102 的匹配边长 0.080 英寸。为了在装配时形成正确的直线形式，每个弹簧 109 都具有一个空载曲率，该空载曲率在弹簧末端为零，并且沿着弹簧直到连接到板 102 上的弹簧中心部位成线性上升。

例如，横向硬化装置 108 可包括 0.001—0.002 英寸厚的聚酯或聚酰亚胺薄膜，在其下表面需要装接的两个区域上具有丙烯酸类粘合剂。第一个粘合剂区域 118 位于 108 超出虚线的外部，该部分在框子 104a 的垂直边缘上方折下来。第二粘合剂区域 119 位于在围绕 108 的内边缘的约 1/16 英寸宽的带形区域中。这个区域粘附到板 102 的边缘稍微靠内的接触表面 103a 上。当沿着虚线弯曲时，横向硬

化装置 108 中的应力得到减轻，因此横向硬化装置 108 可通过简单的热成形操作得到适当的最终外形。所述操作可在装配之前或之后进行。在横向硬化装置 108 的外角处的剩余材料可沿着对角线折起来，并覆盖紧靠框子 104a 垂直边缘的侧面。横向硬化装置 108 的自由弯曲区域 120 的合适宽度取决于其本身的刚度、板 102 的刚度以及所需的准确度。例如，宽度可以在 0.060—0.120 英寸范围内。应该可以理解图 1A 中所述的横向硬化装置 108 的特殊实例仅限于举例的目的，并没有限制本发明的范围。相反地，横向硬化装置 108 可包括限制板 102 因响应接触力而进行横向运动的任何结构。

在运动或振荡的显示器上需要准确的接触定位的情况下，可使用加速计 (accelerometer) 115a—b。加速计 115a—b 可以是矩形的不锈钢或弹簧钢衬垫料，所述衬垫料厚 1 密尔、宽 0.120 英寸、常 0.250 英寸，进行过电镀处理以赋予可焊性。在所述的实例中，加速计 115 被焊接到焊接平台 116 上，这样它们就覆盖在焊接平台 117 上作为具有约 2 密尔电容间隙的简单悬臂。可使用任何数量的加速计。例如，如图 1A 所示，两个加速计 115 对称的放置在对置两边上，并平行连接。得到的 Z 轴加速度的单一通道接着使用电容性的方法进行测量，并且如 Roberts 的美国专利 5563632 所述，施加得到的结果来修正力传感器通道。另外，例如，可使用驱动独立传感通道的三个或四个加速计来编码 X 和 Y 旋转加速度，以及通常更大的 Z 位移加速度。因为所需的修正大小通常是不大的，但是这种精细化在特定的实例中不是必需的。当一个加速计够用时，它也可放置在组件 101 的外部，如在伴随的电路板上。这样的安装可平行于接触平面，可大约放于接触表面质心处的中心位置。如同力传感器的主元件一样，加速计元件可制成除了矩形之外的其他形状。它们可使用许多与力传感器相同的方法制造和装配。

因为在图 1A 所述实例中板 102 并不是通过力传感器或负载弹簧 109 的板 102 固定的，所以横向硬化和约束装置 108 不仅用来在横向约束方面保持基本的几何形状，而且也用来在横向硬化方面形成动态横向刚度。但是，需要注意的是，即使板 102 可能会产生相对于下面的传感器的稍微滑动，也可以使用横向软化装置 107。除了接触力本身，预负载的力可形成足够的摩擦，以防止任何似乎真实的切向力在正常的接触时引起这种滑动。因此，对于不造成滑动的微小力，处于不同方向的横向硬化装置 108 的横向刚度和传感器组合件中的横向刚度之比决定着切

向接触力所取的路径。

尽管图 1A—1B 中所述的横向硬化装置 108 是单片材料，但这只是一个简化的例子，并没有限制本发明的范围。例如，横向硬化装置 108 可装配有 4 片带状片，它们以各种方法对接或覆盖在角上。另外，例如，横向硬化装置 108 可以是单片透明薄膜，用光学透明的粘合剂将其粘到接触表面 103a 的整个内面积上。横向软化装置 107 可包括一层坚韧但软的弹性体（如天然橡胶）薄层。但是，软丙烯酸类粘合剂的简化选择已经充分证明是坚韧且柔顺的，不管当箔自由 0.0015 英寸厚时在支撑区域有点薄。对其边缘，板 102 是已经被详细的描述过了，尤其是由塑料制成的情况。例如，平行于表面且在板 102 的角附近的孔保留了成角的预负载弹簧末端，钩从框子 104a 向内弯曲以夹住在它们中心的预负载弹簧。

图 2 显示了接触覆盖组件 101，它可用于典型的家电设备 201 中。设备外壳 202 包括前盖 203，在其内表面上带来了对准部件 204。例如，对准部件 204 可以是连续的，它包括周期孤立的凸起，或者包括周期硬化凸缘（rib）的末端。除了接触覆盖组件 101，外壳 202 包含 LCD 显示器组件 205 和电子仪器 206。LCD205 和电子仪器 206 可以通过外壳 202 中的为了简化图示而在这里说明的支架（standoff）或者与一些模制零件啮合来保持住位置。接触组件 101 通过前盖 203 的压力连同形貌特征 204 和 LCD205 提供的刚性支撑体相对于 LCD 组件 205 的显示表面进行固定、居中以及对准。当这样固定好后，打开外壳 202 时，接触组件 101 或许其他内组件可自由地分离。另外，接触组件 101 可通过例如接合剂或丙烯酸类转印粘合剂施加到框子 104a 和 LCD205 的表面之间永久地或半永久地固定到 LCD 组件 205 上。在这个例子中，形貌特征 204 可忽略，或者可以使用用来通过稍微弯曲外壳 202 的边来更好地给前盖 203 的观察开口对准中心。

框子 104a 的水平边缘可通过啮合赤裸的 LCD 玻璃部分、覆盖所述玻璃的起偏层部分或者部分金属外壳部分，从 LCD 组件 205 接受支撑，所述部分金属外壳通常包住了 LCD 组件 205 的边缘。框子 104a 碰到的最高表面决定了支撑体源。框子 104a 的全部水平边缘宽度并不需要啮合来提供满意的支撑，但是接触组件 101 和框子 104a 的大小可以做到使得在围绕所有或接近所有的接触覆盖组件 101 外周处发生啮合。在框子 104a 的支撑体中的小间隙是可行的，但是在支撑体中沿着框子 104a 的长度方向上的大间隙最好（但不是必须）能够避免。

需要注意的是，把接触组件 101 施加到 LCD 组件 205 的表面上会形成间隙 207。可能需要一定空间（用间隙 207 表示）来正确地操作组件 101，这样在常规接触操作中产生的板 102 的垂直位移就不会通过板 102 的接触将力转移到 LCD205。也可提供间隙 207，因为施加到 LCD 组件表面上的力由于 LCD 中成像流体的位移经常产生不好的视觉效应。最后，LCD 表面的例行程序的或重的压缩会产生破坏，即所谓的“压碎”。避免这种压碎需要其尺寸比用来满足前述事项大得多的间隙 207。

但是，如果由接触组件 101 结构包含的间隙 207 的尺寸大于所需的尺寸，那么可使用图 2 所示实例的简单变体来减小间隙 207 的尺寸。具体地说，板 102 背表面中绕其边缘的凸起或阶梯（step）可用来在力传感器的通常高度对其啮合，并从框子 104a 提供空隙，且降低在组件 205 的显示区域上面的板 102 的背表面，从而缩小间隙 207。接触表面 103a 可在原始平面的左边，这样就会在其大块面积上形成更大厚度的板 102。另外，接触表面 103a 也可稍微降低，从而减少组件 101 的总体高度。这样就可能使板 102 的强度和刚度主要与其面积的中心部分相关。

在本发明第二个实例中，提供了一种力传感接触定位设备，其中 LCD 的一个表面而不是覆盖面板（如图 1A 中所示的覆盖面板 102）用作接触表面。例如，LCD 部件的实际显示面板可代替图 1A—1B 所示的接触感应透明覆盖组件 101 中的覆盖面板 102。LCD 部件的显示面板和可能的其他内组件然后通过主元件 106 连同横向硬化装置 108 得到支撑。基于主元件 106 的力传感器可发生离开这样整合的接触 LCD 中的接触表面，但不比图 1A 所示的透明覆盖组件 101 中的接触表面离开更远；但是，横向硬化装置 108 与横向软化装置 107 的联合使用可用来防止产生切向力误差。

相比透明覆盖组件 101，上述接触 LCD 实例可由于光学性质的改善、总厚度的降低、和视差（parallax）的降低而得到益处。光学性质的改善主要由于除了三个可能需要防眩处理的固体/空气界面中的两个而产生的。降低厚度是由于消除了间隙 207 和合并了板 102 与 LCD 显示器的顶玻璃以形成总厚度较小的单玻璃层而产生的。因为这些厚度的减少使接触表面更接近 LCD 的成像层，所以可降低视差。

如前述，尽管许多 LCD 并不适用于直接接触，但是有些 LCD 是可行的；结合

本发明上述的第二个实例，其他的设计可进行改变以直接应用于接触。例如，这些改变包括 LCD 前玻璃的微小厚度。

参见图 3，根据本发明的第二个实例，描述了独立的、能够接触的 LCD 组件 305。接触 LCD305 和接触组件 101 之间的区别是在图 3 的截面图中得到了最好的说明，它也显示了一个典型的包含应用设备 301。

接触 LCD305 包括框子 104b、LCD 电路板 304、光漫射层 303、LCD 显示面板 302、主元件 106、横向软化装置 107 和横向硬化装置 108。而且，也具有功能与弹簧 109 相似的预负载弹簧，但是在截面部分没有显示出来。框子 104b 并不需要透明的观察开口，这样就可以靠近接触 LCD305 的背部，屏蔽、硬化并保护它，并且在其他方面包含常规 LCD 组件框子的一些功能。尽管还是薄的材料，这里的框子 104b 基本上具有比框子 104a 大的截面深度，这样就不包括来自后面的且连续或几乎连续的围绕其外周的支撑体，而组件 101 中的框子 104a 却具有这样的支撑体。并不存在独立的互连线 105，其功能由 LCD 电路板 304 代替。电路板 304 紧紧地支撑在每个主元件 106 附近的框子 104b 上。但是，根据电路板 304 的厚度，牢固的支撑并不需要足够的粘合来硬化在主元件 106 下面的电路板 304。这个目标必须是达到足够的在主元件 106 下的净刚度，使得在本传感器实例中末端约束基本上是夹住的末端约束。具体地说，末端约束的剩余弹性应该充分小和/或可再生的，这样力传感器的行为就不会不合时宜的发生。

在图 3 所示的变体中，漫射层 303 和显示面板 302 结合起来，或者以其他方式连接起来，以在定位和传递力的目的下一起移动。它们由横向软化装置 107 支撑（其方式类似于组件 101 的板 102），与主元件 106 的支撑片 121 连接在一起；并且是通过横向硬化装置 108 的。

需要注意的是，所述漫射层 303 具有向下伸出的浅夹持器（boss）以与力传感器接触。这是因为力传感部件通常薄于安装到电路板 304 上的最厚组件。在另一个变体中，扩散器 303 可载在电路板 304 上，并独立于显示面板 302 运动。施加到板 302 上的垂直力就通过柱状物、夹持器或延伸在其间的接头（tab）传递回到力传感器。这些大约成柱形的结构在横向上具有足够的柔软性，以执行与横向软化装置 107 相同的功能，从而不需要形成前述软材料薄层。这种柱形结构可模制成包括光漫射层 303 的相同组件的部分，它通过薄的模制连接体（connection）

柔软地连接起来。

显示面板 302 可用软电线或足够柔顺的弹性连接体连接到电路板 304 上。如果连接是硬对接的 (hard-docked)，如同拧螺丝一样，那么可将悬臂接头引入 PC 电路板 304 的边缘或内部，以在垂直方向上足够柔顺地进行连接。

本发明的各种实例在力传感部件和它们所支撑的悬置结构之间不使用永久的连接，不管是盖板或者显示组件。这样就简化了部件，对精度和尺寸稳定性的需要就降低了，并且提供了一个简单的装置，从而就可防止力传感器具有不需要的旋转敏感度。在本发明这样的实例中，可以建立静态垂直预负载力，以在所有的普通工作条件下保持悬置组件牢牢地固定在力传感器上。

在本发明的一个实例中，预负载装置施加了足够的总负载力，它们具有足够低的弹性系数，在远离接触平面的地方不提供不需要的横向硬化，并与充分对称的悬置组件向结合，以或多或少平等的对传感器施加预负载。

在各种实例中，可通过包括但不限于下列因素充分最小化预负载的力。如果接触装置需要在任何方向上工作，那么提供的总负载力应超过悬置的盖板或显示组件的重量。在大且静态安装的显示器的情况下，这是主要考虑的因素。在其他情况下，如果对于振动和/或外壳变形需要特殊阻力，那么可提供其他总负载力。在自动化设备中，例如，在汽车用途中，对于在至少几个 g 的振动下避免发蜂音，会需要使用至少几倍于悬置重量的总负载力。在所有的应用中，可使用不对称的负载，例如会发生在设备外壳固定到不平坦的表面上的情况下。这可能会产生伸出框子 104a 的变形，这样框子 104a 的角就不在共同的平面上了。

合适的预负载力可防止接触组件 101 的变形问题。这是因为板 102 (它通常做得尽可能薄) 的相对柔软性，以及下面的 LCD 的刚度。更大的预负载力和/或更能抵抗变形的外围结构可用于接触 LCD305。

在一个实例中，作为一般接触位移的函数，预负载力变化非常小，以使由接触产生的基本上所有的垂直力都能通过传感器部件。因此，预负载力可通过弹性装置来施加，使用的弹性装置与其未负载状态偏离了一长段距离。所述“长距离”可认为是相对这样的距离所说的，所述距离指预负载力偏离预负载力和垂直接触力共享的公用路径的距离。在一个实例中，组件 101 的每个预负载弹簧 109 施加了约 1 lb 的总力。当其末端弯曲约 1 英寸的位移时，需要把它们放置在装配位置。

例如，接近用接合剂 110 粘合弹簧 109 的位置的接触力与预负载力分享了最大公用路径，相反地，这会在预负载弹簧 109 中产生最大弯曲。对于 1 磅的接触力，在接合剂 110 的位置产生的偏离不超过几千分之一英寸，较大的偏离发生在板 102 本身中，而不是主元件 106 中。因为预负载力约是预负载弹簧偏离的线性函数，所以可以看到小于 1% 的垂直接触力通过弹簧 109 转移，因此在力传感器中没有看到。因为弹簧 109 的末端向上压迫孔 112 的内表面，所述孔 112 位于非常接近接触平面的点上，所以这是非实质性的，即弹簧 109 可相对平行于其长度的位移提供明显的附加横向刚度。但是，有一个或多个末端充分保留在接触平面外面的预负载弹簧 109 的其他实例可包括一些辅助的横向软化装置。

另外，在其他实例中，预负载弹簧也可沿着覆盖物或其他接触表面结构的所有四个边缘单独施加，通过它们末端的适当连接，也可用作横向硬化装置或横向约束装置。此外，这些弹簧可全部或部分位于接触表面之下。具有适当浅的 s 形形状，并且其支撑末端连接在稍微低于固定到接触表面结构的中心的位置，这些弹簧还可包括结合了成角硬结构的横向硬化装置，这已经在共同未审查的题目为“在接触定位设备中的切向力控制”的申请中详细描述。

接触 LCD305 可用与接触组件 101 相同的设计来进行预负载。但是，对显示面板 302 后面区域的可以自由到达创造了定位预负载装置的其他可能性。例如，单个弹簧可连接到 LCD 面板 302 接近其中心的背部。装配形状为“Z”形的弹簧钢丝可将其末端连接到框子的边上，并将其中心连接到 LCD 面板 302 的背部。几乎闭合的“C”形可在其对置的框子背部中心和悬置部件中心之间的末端进行连接。许多其他变体对于本领域普通技术人员来说是显而易见的。需要注意的是预负载弹簧连接件可从接触平面上除去；因此，弹簧的形状相应地在所有方向上形成软弯曲，在这种情况下没有使用附加的横向软化。

需要注意的是预负载可用大量更小的弹性设备来完成。例如，这些弹性设备可连接到邻近每个传感器的点上的悬置组件。在一个实例中，传感器部件的垂直偏离小于发生在远离支撑点的覆盖物或 LCD 面板 302 中的偏离。因此，非常接近传感器的弹簧可具有更小的未负载位移，更小的装配能量储存以及基本上更小的尺寸，并且还能转移不明显的接触力。在所述的条件下，即传感器相比接触表面是刚性的，接近一个传感器的预负载弹簧将不会负荷其他传感器。因此，每个传

感器使用一个预负载弹簧是有利的。

设备前盖（如设备前盖 203）可把力施加到接触组件（如接触组件 101）或显示组件（如显示组件 305）上。这些力可包括与装配和密封维持结合的静态力以及处理时产生的可变力。力类接触系统应这样进行设计，以使运行不被这些因素扰乱。在本发明的各种实例中，组件（如框子 104a 和 104b）接受并传递这些力。例如，框子 104a 可具有一个凸起的边；即垂直边缘，它稍微升到了接触表面 103 之上。这使得使用简单设计的设备前盖变得方便，所述前盖具有平且平行的下表面，没有接触覆盖前板 102（或者，类似地，在图 3 中的悬置 LCD 面板 302）的危险。在应用中，施加到接触组件 101 上的前盖力直接传递到了下面的表面上，它可以是非常硬的 LCD 组件。因此，通过“借用”下下面的刚度，框子 104a 抵抗了明显的偏离。最大可能的前盖力主要是垂直方向的。因此，更大的框子 104b 截面深度也会使前盖力成功地抵抗接触 LCD305（图 3），尽管使用了薄的材料。

框子 104a 和 104b 的更细的垂直支柱最大化了与整个组件尺寸相关的有效接触面积。在接触 LCD305 中，例如，结合了细框子 104b 垂直支柱的力传感器的后面布置使接触 LCD305 的横向尺寸几乎不大于具有相同图像尺寸但不装备接触装置的 LCD 的横向尺寸。因为框子 104b 代替了通常存在的部分金属外壳，宽度的增加限于小间隙间隙的产生，再加上材料厚度的任何差别。因为接触 LCD305 也避免了许多或所有的宽度增加，所述宽度增加通常与输入接触有关，所以接触 LCD305 在便携式或者其他空间受限的设备中是特别有用的。

因此，除了其他功能，所示框子 104a 和 104b 的垂直支柱包括设备前盖的支撑体。

在本发明的其他变体中，可提供附加的设备前盖支撑体，它紧紧地包住（invest）了力传感结构，并且把设备前盖力传递到后面的支撑体上。例如，在一个变体中，连续的凸缘或边缘部件可模制到设备前盖中。该边缘部件从设备前盖的下表面垂直向下伸出，沿着从前盖开口的可视边缘稍微间隔向内的线，从设备前盖的横向部分露出，并且沿着 LCD 显示器或其他在下面的刚性支撑体表面支搁置在其下边缘上。边缘部件的高度可使得在设备前盖和力传感结构的任何内突出伸长之间提供必要的间隙。边缘部件可以是完全连续的；但是，它也可插入一系列片段或一行夹持器，提供足够的间隔来“借用”来自下面的必要刚度。

在另一个变体中，附加的设备前盖支撑体部件可以包括金属冲压成的一个垂直支柱，它连接到 LCD 或其他显示部件，或者是 LCD 或其他显示部件的一部分，但是不同于框子 104a 的垂直支柱或其等同物，并且围绕且紧紧包住它。在另一个变体中，框子 104 为“U”形槽，互连线和力传感器直接连接到刚好位于这个槽内部的显示表面上。然后，内部的垂直支柱提供了用于横向硬化和约束装置、密封以及预负载装置的支撑体，但是外部垂直支柱包括设备前盖支撑体部件。

在本发明的另一个变体中，附加的设备前盖支撑体部件可垂直伸出，但是保持横向是薄的，以紧紧包住整个力传感结构或更多部分，从而从部件的深度得到更大的刚度，所述刚度相对于来自垂直的前盖力的弯曲。这个部件接受对于这种力的支撑，所述力来自后面结构的局部连接或来自没有构成支撑体的连续硬表面的其他结构。

在本发明的各种实例中，本发明的设备前盖支撑体部件包括用于紧紧包住了力传感结构的前盖支撑体的途径；因此避免了来自设备外壳外部边缘的悬臂支撑体，并且使对于力传感结构的干扰最小。从而得到了形成完全防液和/或防尘密封的新机会。

框子 104a 垂直支柱的边提供了一条线，相对于这条线，设备前盖 203 可得到防尘和/或液体密封，并且也提供了用于从框子 104a 到接触表面 103a 的连续软防液和防尘密封的连接的适宜点。通过提供在内部软密封和设备外部的密封功能上的分离，本发明的各种实例简化了设备装配。垂直的框子支柱也提供了连接横向硬化装置（如横向硬化装置 108）的点，所述横向硬化装置接近于接触平面。当横向硬化装置、横向支撑装置以及密封装置包括在同一个物理元件（所述物理元件包含在图 1A—1B、图 2 和图 3 中所述的具体实例中）中时，这种需要并不是这样的。在一些设备中，例如，限制横向硬化装置和/或横向约束装置接近传感器是有利的，在这种情况下会遇到较小的垂直弯曲，同时围绕整个外周部分更薄的密封薄膜。

本发明的各种实例可通过切向力来有利地降低接触定位误差的产生。例如，参照图 4，接触表面 103（例如，其可以是图 2 中所示的接触表面 103a 或者图 3 中所示的接触表面 103b）驻留在悬置结构 401 上，例如它可以是覆盖物（如图 1A 中所示的覆盖面板 102）或显示单元（如图 3 中的 LCD 面板 302）。手指 402 施加

了包括切向分力 403 和垂直分力 404 的接触力。结构 401 由横向硬化装置 405 和通过横向软化装置 406 的力传感器 407 支撑。外围结构 408 接受所有的力。通过手指 402 施加的接触力的切向分力 403 产生了反作用力 409，由手指 402 施加的接触力的垂直分力 404 产生了反作用力 410a 和 410b。由于横向硬化装置 405 的结构和位置，分力 403 和反作用力 409 的组合没有产生净力矩。在缺乏这种外部力矩的情况下，根据本领域普通技术人员熟知的力力矩方程式，对于垂直分力 404 的反作用力在 410a 和 410b 之间的分配可准确的定位接触位置。

尽管横向硬化装置 405、力传感器 407、横向软化装置 406 和外围结构 408 以概括的形式在图 4 中进行描述，但是可以理解这些元件可如图 1A、图 2 和图 3 中所示进行工作。例如，横向硬化装置 405 可以是横向硬化装置 108、力传感器 407 可以是图 1A 中所示的力传感器，横向软化装置 406 可以是横向软化装置 107，以及外围结构 408 可以是外壳 202 和/或框子 104a 或 104b。需要注意的是，横向软化装置 107 可位于传感器 407 的下面，而不是所示的上面，并且也提供了所需的功能。此外，如果通过结构 401、传感器 407 和支撑结构 408 的力传递途径的横向刚度相比通过横向硬化装置 405 的力传递途径的横向刚度足够低的话，横向软化装置 407 可省略。

在某种程度上，这样命名横向硬化装置是因为它是置于常规力类接触设备中本来存在空隙 (void) 的位置，而这样命名横向软化装置 406，在某种程度上是因为它是插入常规力类接触设备中通常存在的刚性连接位置。需要注意的是，在这两种情况下，可能需要这样一个连接，它相对于在一个方向上施加的力比在直角方向上施加的另一个力更硬。例如，高长宽比的柱状物、梁、板和膜具有这样的性质，截留在刚性平坦表面之间的弹性体材料的高平面形状层 (aspect layer) 也是这样的。当然，经典的支撑片也是这样的，但是在这里是更好的，就象简化体 (simpler)，以避免磨损表面，所述磨损表面在小力水平下显示出静摩擦。

需要注意另外一些方面，它们没有直接在图 4 中显示出来。横向硬化装置 405 也可沿着图 4 的平面之上或之下放置。在本发明的各个变体中，反作用力 409 主要通过横向硬化装置 405 的这些其他部分中的剪切力形成的。

图 5A、5B 和 5C 描述了横向硬化装置 405 的一个实例。概括的悬置结构 401a 接受来自通过横向软化装置 501 的概括的力传感器 407 的垂直支撑力，在这个变

体中横向软化装置描述成一片弹性片，所述悬置结构 401a 可表示覆盖物（如图 1A 中所示的覆盖面板 102）或者显示单元（如图 3 中所示的 LCD 面板 302）。横向硬化装置 502 是一材料片，其自由弯曲区域想要尽可能近地放置在接触平面上。横向硬化装置 502 可围绕 401a 的全部外周，或者限制于特定的区域，如传感器装配附近的区域。切向力有两个独立的自由度（degree）；一个沿着图 5A—5C 的左/右轴取向，并且使这些区域可见的横向硬化装置 502 的部分处于拉伸或压缩状态，并且另一个自由度垂直于图 5A—5C 的平面，并且使这些区域可见的横向硬化装置 502 的部分处于剪切力中。如果横向硬化装置 502 基本上保持平的，那么两个自由度都可通过横向硬化装置 502 的所有部分进行有效抑制。对于大部分组成横向硬化装置 502 的材料，Young's 模量与刚性模量之比使得来自横向硬化装置 502 受拉伸或压缩的部分的硬化作用是来自相等长度的剪切力状态部分的大约 3—4 部。

参照图 5B，垂直力 503 可造成接触表面 103 垂直偏离距离 506，这样横向硬化装置 502 的弯曲部分就变成倾斜的和伸展的。该距离 506 可传感器提供的支撑体之间的中点位置特别大，这在该截面图中已经描述过。在横向硬化装置 502 中的张力随着距离 506 的平方上升。由于横向硬化装置 502 的倾斜，该张力具有垂直分力 504，它变成了相对于所施加的力 503 的平衡反作用的一部分。这就减少了通过传感器外部的反作用分力 505，从而降低到预期值以下，引起了一些误差。

图 5C 描述了一种状况，其中横向硬化装置 502 的弯曲部分在没有垂直负载的条件下是倾斜的。例如，距离 510 可表示为或者是框子 104 的一个有意凸起的边，或者是部件和组合件容许量的效应。切向力 507 引起了横向硬化装置 502 中的压缩。因为该压缩是倾斜的，所以除了平衡切向分力 507 的切向分力，它包含了平衡反作用力 509 的一个垂直分力。沿着相对边缘在拉伸中也发生了相似的情况。误差力 509 以及沿着其相对边缘作用于传感器的相等方向但相反的作用力一起表示产生在对切向力 507 的反作用力中的显著力矩。这种“挤压”效应表现出了图 5A—5C 所示构造的另外一个特点。

图 6 描述了另一个横向硬化装置 601，它处处具有合适的形状（contour）。因为横向硬化装置 601 在垂直方向上（即在基本上垂直于接触表面 103 的方向上）是柔顺的，所以这种形状在没有使横向硬化装置 601 拉伸的情况下使接触表面 103

充分偏离。这提高了可准确定位的接触力的范围，特别是对于传感器之间边缘附近的接触。横向硬化装置 601 的形状也极大地降低了在拉伸和压缩作用下的横向硬化作用。因为在剪切作用下，横向硬化装置 601 的各个边提供的横向刚度也可以是充分的，但是，这在极大地降低来自缺陷的误差方面具有优势，所述缺陷具有选择性通过侧向硬化装置的拉伸和/或压缩所产生的作用（在这里所述的“挤压效应”）。

横向硬化装置 601 结构以及在这里提到的其他结构也可用作横向约束装置。在这些用途中，在提高垂直刚度是微小的垂直范围方面，它具有有一定外形也带来了相同的益处，同时保持横向与垂直刚度的高比率。

悬置结构 401b 用倾斜的边缘 602 表示。当对于后者的弯曲部分保持间隙时，这使力传感器和横向硬化装置 601 共享相同的窄边界宽度。设备前盖 203 用附加的形貌特征 604 描述，以保证前盖 203 和横向硬化装置 601 以及表面 103 之间的间隙。前盖 203 被描述成完全覆盖边界结构，以较好的隐蔽它们，以及保护横向硬化装置 601 不受损害。

对于横向硬化装置 601 的形状，还有一点要指出。在剪切作用下的横向硬化装置 601 的旋转弹性轴位于虚线 603 的水平上。对于约圆形的形状，虚线 603 从接触平面的偏移大约两倍于横向硬化装置 601 本身的最大偏移。如果横向硬化装置 601 的形状是浅“V”形的话，那么虚线 603 位于该点的水平面上。因为精确度平面位于虚线 603 的水平面上，所以切向力的抑制不是很完美的；但是还是真实的。

图 7A—7C 描述了横向硬化装置 108 的其他变体 108a—c，如可施加到图 1A—1B、图 2 和图 3 所示的第一和第二个实例中。在这些变体中，框子 104 用一个有意凸出部分或边来描述，它可在接触表面 103 上升起 0.020 英寸。横向硬化装置 108a 也可用作一个密封以及具有非常陡峭的“死弯（dog leg）”形状 701a。108a 的大部分弯曲区域由覆盖层 102 支撑。这个部分具有非常耐损坏的优点，并且不需要用设备前盖 203a 覆盖。可以理解在其他实例中，横向硬化装置 108a 可以不在框子 104a 和接触表面 103 之间提供密封。

在图 7A 中，形状 701a 接近点 702 放置，在该点上，横向硬化装置 108a 连接到表面 103 上。前盖 203a 是最小的宽度。横向硬化装置 108a 可以是不透明的，

并且颜色适合边界的可视零件 (detail)。需要注意的是, 在前盖 203a 之下可能会聚集污染的地方只有非常少或者没有暴露的空穴, 这样该排列可尤其适用于肮脏环境。在图 7B 中, 形状 701b 接近框子 104 的边放置。前盖 203b 的描述隐藏了边界结构。在图 7A 和 7B 中的横向硬化装置 108a 和 108b 分别作为四个独立带或者作为单个冲切片施加。

对于图 7A—7B 的死弯横向硬化装置 108a—b, 反作用于剪切力的旋转弹性轴 603 大约位于接触表面 103 上面的横向硬化装置弯曲部分的平均高度的位置。为了达到多个目的, 得到的准确度平面可充分接近接触平面。但是, 应当注意的是, 任何剩余挤压效应会使精确度平面位于接触表面之下, 而轴 603 位于其上面。因此, 通过调节形状 701 的位置和/或边高度, 两个相对的作用可通过调节来消除。这就构成了横向硬化装置的一个例子, 所述横向硬化装置形成了相比横向硬化装置本身更加紧密限制到接触平面的切向反作用力。

在图 7C 中, 横向硬化装置 108c 包括透明薄膜, 它覆盖整个接触平面 103。横向硬化装置 108c 在连接点 702 以内的区域用光学粘合剂固定。如果所示前盖 203a 是最小的, 并且如果悬置结构 401 也是透明的, 那么用不透明材料沿着边缘涂覆悬置结构 401 的上或下表面 (以从使用者视觉中隐蔽传感器和其他边缘结构) 在美观方面是有利的。如果悬置结构 401 是玻璃覆盖膜或易碎 (fragmentable) 显示器, 横向硬化装置 108c 提供了在断裂的情况下的安全作用。因为接触表面 103 在连接点 702 的右面向上部分具有均匀的光学品质, 所以可将这点设置在向内更深的位置, 且没有增加边界宽度。因为现在整个边界宽度习惯上指 108c 的弯曲部分, 所以可得到这样的优点, 即横向硬化装置 108c 现在可以做的更厚, 从而更韧, 且没有使之具有过大的垂直刚度。

现在参照图 8, 模制的塑料前盖嵌衬 (insert) 801 具有透明的保护性薄膜 802。在嵌衬 801 上的边缘 803 啮合了和设备前盖 203b 中的槽 804。同时, 嵌衬 801、薄膜 802 和前盖 203b 提供了防液/防尘密封。薄膜 802 也可保护结构 401 的上表面不受刮伤, 尤其是如果它是一片塑料覆盖膜或 LCD 起偏膜。如果 401 是赤裸的玻璃覆盖层, 薄膜 802 能在玻璃断裂情况下保护不受碎片的破坏。嵌衬 801 和保护膜 802 的结合构成了在本领域中易替代的一个部分。微孔 805 位于每个横向的中央, 它提供了一个支撑位置可让一枚针或尖的工具将嵌衬从槽 804 中拖出向内。

边缘 803 和槽 804 在中间侧面形成最大啮合，但是在角的位置啮合程度逐渐缩小到可以忽略，使替代变得方便。

接触力使薄膜 802 与 401 的表面在接触点紧紧接触，使下面的接触组件可以准确定位接触点。表面 802 可制成非常厚，因为传递到其在 801 上的连接点的垂直力不会产生传递到 401 的反作用力。即，没有图 5B 中所示的类似问题。也提供了横向硬化/约束装置 806，但是这不再需要完成组合密封的作用，并且可在许多变体中应用。

参照图 9A-9B，显示了本发明另一个实例中的更大传感器。主元件 106b 由 1/4 英寸宽 10 密尔厚的弹簧钢带制成。它被切成 3/4 英寸长，并压进一个模具中成形。该电容间隙为 5 密尔，但是为了清晰已经放大显示。主元件 106b 的自由跨度 (free span) 为 550 密尔，它中间的 300 密尔距离与焊接平台 114 对立。基本平的支撑体表面位于环氧玻璃 PC 板 901 上，它仅仅稍微大于主元件 106b。不连续的配线 105b 提供了互相连接。PC 板 901 用几段丙烯酸类带 902 装在下方的支撑体 408 上，它也构成了横向软化装置。PC 板 901 有足够的刚度，使得横向软化装置可以放在其下方。这个结构具有这样的优点，即支撑体 408 如果弯曲的话，其曲面很少传递到板 901 上，从而防止外壳力干扰力的读数。支点力支撑片 121b 的形式为脊形，且足以固定传感器的敏感度，同时提供用于抵抗过度负荷的良好强度。未受力电容约 3 皮法拉，并且降至最低点时的力为 4-5 磅。

尽管使用不同材料需要选择其他的尺寸，但是主元件 106b 可由其他材料（如具有导电涂层的塑料）制成。

参照图 10A-10B，描述了本发明一个实例中的更小传感器。从 6 密尔厚的弹簧钢上冲切出主元件 106。它是 120 密尔宽、230 密尔长。另外，主元件 106 可以是 8 密尔厚的磷青铜，它具有相同的长度和宽度。电容间隙是 1 密尔，通过用临时垫片间隔间隙形成，同时焊接平台 113 用焊料软熔 (reflow)。另外，焊料可包含受控尺寸的颗粒，它用来从焊接平台 113 上分隔主元件 106。

当逆着铝背衬压迫主元件 106 时，可用弹簧负载的中心冲切工艺形成支撑片上的凹坑 121。主元件 106 的自由跨度为 150 密尔，它中间的 86 密尔距离与焊接平台 114 对立。未受力时的电容约 3 皮法拉，且降至最低点的力为 3-4 磅。

组合件的其他细节如图 1A 所示的传感器的所述。

电容性力传感器在施加的力变化的情况下显示出容抗的变化。对于图 9A—9B 和 10A—10B 的传感器，这个变化对于较小的力基本上是线性的，因为此时相对间隙变化也较小。但是，对于较大的力，当边缘间隔更宽时，电容性区域的中心就会关闭；这导致电抗的下降，所述下降比线性下降要快。为了提高精度的力传感的范围，所述响应特性的补偿可在处理传感器信号的过程中进行；另外，也可提供本发明传感器的各种实例，它们本身具有更大的线性电抗变化范围。

因此，在本发明的另一个新方面，具有非均匀间隙的电容性力传感器可在简单处理信号的条件提供改进的测量线性度，即使一个或多个电容器极板响应于施加的力时发生弯曲。

例如，图 11 描述了传感器 1100，其整体尺寸类似于图 10A—10B 中的传感器。但是，主元件 106c 具有形状受控的稍微弯曲。因为该弯曲太微弱而不能清晰地显示出来，所以图 11 中的传感器 1100 的垂直尺寸相对传感器的水平尺寸放大了十倍。该弯曲是这样的，即元件 106c 的末端可用最少的焊料薄膜焊接到焊接平台 113 上，而元件 106c 的中心提供了约 1.5 密尔的最大电容间隙（在点 1102 和焊接平台 114 的上表面之间）。

在接头 121c 上可施加一定的力，刚好足够首先使主元件 106c 接触焊接平台 114。远离主元件 106c 的精确中心点 1102 两侧的电容间隙形成一定的锥度（tapering），以致该接触易于在所有点同时发生，所述所有点指主元件 106c 相对焊接平台 114 的所有点。

这种非均匀的间隙设计有助于提供具有最佳线性度的力传感器。总施加的力命名为“F”，并把传感器降至最低的最小力命名为“F_{max}”。假设间隙相比其横向尺寸很细小，并且符合 Hooke's 定律，对于间隙形状的所述状态需要间隙距离到处与 F_{max}—F 成比例。这样每个小区域加起来成为总电容，其与 1/（F_{max}—F）成比例。所施加力的函数关系式本身并不是位置的函数，因此就将限定总电容的面积分作为因子提出来了。所以，传感器总电容与 1/（F_{max}—F）成比例变化，并且其在给定频率下的容抗与 F_{max}—F 成比例。当然，对于用理想弹簧间隔的理想平行极板电容器，这是希望的行为。因此，对于全部范围的间隙变化，传递的垂直力的线性测量可通过在接触之前或之时（difference）电抗差得到。

主元件 106c 基本上是矩形的，且厚度均匀，在其末端通过焊接平台 113 刚

性地安装到互连线 105 或其他支撑体。而且,所有需要考虑的偏离相比主元件 106c 的厚度是很小的。因此,施加到接头 121c 上的垂直力会以这样的样式偏离主元件,所述样式就好像在末端受到约束的均匀梁在中心受力一样。该偏离样式可表示为 $d \times (3 \times x^2 - 2 \times x^3)$, 其中 d 是最大偏离, x 是沿着主元件 106c 的分数位置,由最后的固定点 1101 测得,其中 $x=0$, 在元件 106c 的点 1102 处 $x=1$ 。从点 1102 到点 1103 的曲线连续下去,是左面的镜像。

因此,主元件 106c 在其未受力条件下所需的形状是该偏离样式的阴像 (negative), 伸出了平的末端用于固定。如果末端约束具有有效的旋转柔软性,那么元件 106c 的适当形状可得自规定的偏离样式,其中点 1101 具有稍微大于 0 的 x 值。在简单的支撑末端的极限情况下, $x=0.5$ 可分配给点 1101, 同时 $x=1$ 仍然分配给点 1102。

为了便于说明,元件 106c 的曲线被限定在整个跨距的上方,所述跨距指点 1101 和点 1103 的连接点之间。但是,只有相对第二电容器极板(即焊接平台 114)的元件 116c 的区域需要遵循该曲线,只要其他区域在电容性面积降低到最小之前不降低到最小就可以了。

尽管提供了实质上的改进,但是该一维分析不是完全准确的,它假定接头 121c 近似一个点状形貌特征,而不是象图 9A—9B 中的支撑片 121b 那样是线状形貌特征。但是,通过本领域已知的分析方法,以及经验方法可得到更佳的准确度。这些方法也可同样用来线性化其他电容性力传感器变体的电抗响应,所述变体包括在本发明的范围内。例如,这些变体包括复杂的形状、非均匀的厚度、在一个电容器极板或两个电容器极板中的弯曲、支撑体或单一悬梁支撑体的许多区域等。无论如何,通过成形一个或两个电容器极板的表面来制造电容器间隙可得到所需的效果,所述间隙在所有点同时降低到最小。

参照图 12A—12D, 根据本发明的各种实例,描述了力传感器主元件的其他形状和安装排列。例如,图 12A—12D 所示的所有元件可制成均匀的厚度。主元件 106d、106e 和 106f 提供了各种形状窄的区域,从而在没有用作电容器极板的 1203a—c 中集中了弯曲,这降低了在电容性区域 1202a—c 中的弯曲,提高了电抗变化的线性度。接头 121d—f 接受了垂直力,所述力传递到支撑区域 1201a—c 以外的结构。对于给定的刚度,主元件 106d—f 的厚度大于尺寸相似但没有变窄区域

的元件，区域 1201a-c 的夹住支撑体可接受较少的集中扭应力。相反地，弯曲在区域 1203a-c 中的集中意味着区域 1201a-c 的简单支撑体会经历更大的转动。连接头 121d-f 可以是前述的凸起的形貌特征、下述的弹性形貌特征、或者其他任何耦合性形貌特征，只要它能为需要测量的力的传入提供一定的途径。

参照图 12c，主元件 106f 具有三个支撑区域 1201c，而主元件 106g（显示在图 12D 中）是一个简单的悬臂，所述悬臂只有一个支撑区域 1201d。当然，悬臂元件 106g 必须接受在区域 1201d 中的夹住支撑；而其他元件 106d-f 可分别根据在区域 1201a-c 中的简单或夹住的支撑进行校正。

参照图 13A-13B，根据本发明的实例，显示了传感器主元件的各种截面形状和厚度。例如，参照图 13A，显示了本发明的一个实例中的传感器 1300。图 13A 中的传感器 1300（以及图 13B 中所示的传感器 1310）的垂直尺寸相对传感器的水平尺寸在图示时约放大了十倍。主元件 106h 在安装区域 1301 和电容区域 1302 之间具有相当薄的区域 1303。这些可通过一种方法（如压印加工）从平面原料制备。它们可再次用来减少电容区域 1302 中的弯曲的相对量，从而改善响应线性度。参照图 13B，传感器 1301 的主元件 106i 可通过层压该部分来得到相似的电容性区域 1302 的相对硬化。如所示主元件 106h，支撑体区域 1301 相对较厚的主元件可降低支撑体连接件中的应力，所述应力由通过它们的力矩产生。

参照图 14A-14C，描述了本发明另一个实例的传感器例子，其中主元件是简单支撑的，并且第二元件是不连续的元件，它由与主元件同样的方法制造。

更具体地，参照图 14A，主元件 106j（如实线所示）可以是 300 密尔宽，并且可由 15 密尔厚的铍-铜合金压印或光刻制成。接头片 1401a-b 啮合了塑料垫片 1402，使主元件 106j 能够相对另一个同样制造的元件 1403 一起进行装配，该元件 1403 相对于 106j 是端对端地相同的一对垫片 1402 中。

图 14B 显示了塑料垫片 1402 的侧视图。矩形孔 1404a 中穿过一个元件（如元件 106j）的接头片 1401a，同时矩形孔 1404b 中穿过对置元件（如元件 1403）的接头片 1401b。凸起 1405 通过啮合在支撑体表面上的孔（图中没有显示）来定位力传感器，所述凸起 1405 位于远离主元件 106j 的垫片 1402 的横向上。因此，在力传感器的一端，支撑体表面对应于 1406a 的平面，而在另一端对应于 1406b 的平面。

图 14C 显示了一个部分截面图，其中主元件 106j 和元件 1403 用作接触定位设备中的一个力传感器。垫片 1402 可用在剖面的上方以及下方，且位于由外部框子 104c 提供的中间支撑体表面上。透明接触覆盖膜 1408 用接合剂 1411 固定在内部框子 1407 中。接着，该组合体用塑料力传递连接头 121h 垂直支撑，其中各个连接头与各个传感器相关联。连接头 121h 可压入内部框子 1407 中的孔中，它在正方形电容性区域的中心上排成一行，所述正方形电容性区域由所用的各个主元件 106j 提供。内部框子 1407 由组合密封以及横向约束装置 1409 在横向上受到支撑。如果需要的话，特大型间隙孔可位于内部框子 1407 中，以保证不接触未使用的凸起 1405，所述凸起 1405 位于垫片 1402 的表面上，并向上取向。不连续的配线 1410 可通过钎焊或线焊接连接接头 1401 的上表面。设备前盖 1412 相对横向约束装置 1409 和框子 104 放置。

当未受力时，主元件 106j 位于非弯曲元件 1403 表面的上方约 10 密尔。在垫片 1402 表面上的孔 1404a-b 稍微大一些，并且在其中中心逐渐缩小到最小截面，它的截面刚好匹配接头片 1401a-b。因此，当力施加到连接头 121h 上时，主元件 106j 作为具有摩擦最小的简单支撑的末端约束的部件发生弯曲。

图 14C 的排列提供了最小厚度的接触定位设备，但是引入了内部框子 1407 就增加了边界宽度。该传感器可按比例推广到其他包括更小尺寸的类型。

因为主元件 106j 可十分接近接触平面，所以对于处理切向力的特殊规定可忽略，且没有明显的负面结果。例如，横向约束装置 1409 的总横向刚度基本上不需要超过力传感器以及它们的连接头 121h 的总横向刚度。不过，应该注意的是横向约束装置 1409 提供了横向装配排列的新方法，所述排列具有高的垂直柔软性。

现在我们考虑根据本发明的实例制造的一种类型的传感器，其中主元件由具有导电涂覆区域的绝缘材料制成。

参照图 15A，环氧玻璃 PC 板 1501 包括一个这样的区域，所述区域包括主元件 106k。主元件 106k 包括焊接平台 113 和 114，以及环氧玻璃基材的这样的部分，所述部分可存储由于电容间隙变化而产生的显著弹性能量。

根据图 15B 的截面图可更清楚地进行描述，一条预定义的途径将施加的力从可接触结构 401，通过力耦合性弹性垫板 121i、上面的电容器极板 1503、以及间隔/连接焊料薄膜 1505 传递到主元件 106k 的中心区域 1506。中心区域 1506 的两

侧是槽 1502，所述槽用来提高 PC 基材中的弯曲并将其相对局部化。力从中心区域 1506 通过，并且围绕槽 1502 的末端，最后达到 PC 板支撑体 1504。当力离开电容性区域和槽 1502 的中间附近时，其产生的任何附加弯曲终止了在电容间隙中相对力引起的变化，从而不再通过力传感器。接近传感器放置的支撑体 1504（如果存在的话）可对响应的灵敏度和对称性具有一些影响。这些接近的支撑体的位置可以是对称分布的，如所示，但是并不是非常接近中心区域 1506。可以任何所需的样式放置得更远。

弹性垫板 121i 提供了横向软化和一定程度的旋转软化。同样地，垫板 121i 可用作图 10B 所示的突出形貌特征 121 和横向软化层 107 组合的替代物。垫板 121i 可粘性固定到下面的电容器极板 1503 上，但不粘结在其上面电容器极板上。上面的结构可如本文其他地方所述进行排列和预负载。另外，垫板 121i 提供了通过上下的粘性粘结保持排列和装配的可能性。

图 15C 中的变体中的途径不同，现在力通过了上面的电容器极板 1503 的长度。所述上面的板 1503 现在可对电容间隙中的弹性能储存作出明显的贡献；在这种情况下，可把上面的板 1503 看作其他的主元件 106q，与下面的主元件 106m 一起工作。力从元件 106q 通过焊料 1505b 传递到元件 106m，继续围绕槽 1502，传递到中心区域 1506，然后传递到支撑体 1504b。

因此，本发明电容性力传感器的许多变体对于本领域普通技术人员来说是很明显的。这些变体共有一些特定的特征，如：

传感器的主要组件可以是基本平的，并且可用平的材料制成。这提供了便宜的方法来得到高精度的平表面以及这样的表面，所述表面设计成稍微但准确控制其数量地偏离平面。本发明的各种实例的传感器可包括一个或多个基本平坦的主元件。这些可接受并且通过预定义的途径传递力，以及通过它们暴露的电容性表面的垂直位移响应这些力的垂直分量。这样暴露的电容性表面本身可具有一定程度的弯曲。需要注意的是力进入主元件的点可考虑是这样的点，即超过所述点传递的力会直接形成弯曲，从而影响测得的电容间隙。

本发明各种实例的传感器可具有非常小的间隙；因此，在某种程度上，它们相比包含接触定位的设备可制得很小。这些传感器的间隙限定机械途径相比接触定位装置的尺寸是很小的；因此，由于设备的弯曲，间隙仅仅具有微小的误差偏

离。此外，间隙限定途径的小尺寸可通过局部硬化和/或结构孤立来有效地减少其他误差。

为了更准确的理解在这里使用的术语“间隙限定途径”的意思，可从一个电容性区域的中心起始且终止于相对的电容性区域的中心在空间中画了一条曲线。使该曲线完全包含在固体材料中，从而充分帮助两个对置电容区域的机械耦合。术语“间隙限定途径”指该曲线的最短长度。

在本发明各种实例的传感器中，间隙限定途径的长度（在这里指间隙限定途径的总垂直分量）可几乎不大于间隙本身的厚度，所述间隙限定途径沿着垂直于传感器的直线伸出。因为传感器弹簧位于与相应的电容性区域相同的平面（即都包埋在主元件 106 中），并且是限定该区域平面的相同平面材料的延续部分，所以直接分隔间隙宽度的一些方法就是所有用来构造电容器的方法。在关于电容性力传感器设计的现有技术中，其中间隙限定途径的垂直分量基本上大于间隙本身，该间隙可通过两个较大数量的小差别进行有效测量。在使用非常小的间隙的情况下，以前这限制了精密度、稳定性和经济性。

制造本发明各种实例传感器的直接分隔间隙的精密度可使电容间隙具有高长宽比。当传感器小型化时，相比间隙间隔本身较大的宽度和长度可保持适当的绝对电容。

在一些实例中，可从初始基本平的材料区域上除去一些初始材料。因此，从支撑体焊接平台 113 和反电极焊接平台 114 之间可蚀刻掉 1 或 2 密尔的铜，以使它们电绝缘。但是，焊接平台 113 和 114 的表面可保持高共面的。因此，不管这个，以及在基本平坦的主元件 106 的电容性和支撑体区域之间进行的相似操作，所述主元件的操作可表面上提高间隙限制途径的垂直分量，末端表面继续提供相同的机会以确立高精密度，使用大约相同的垂直拉伸作为间隙间隔本身的偏移或间隔方法形成的直接分隔间隙。

在测量方向上的电容性力传感器刚度可与间隙宽度反相相关。因此，本发明各种实例的传感器提供了非常高的刚度，从而提高了支撑结构的共振频率，改进了覆盖力传感器的单元的性能。保持传感器移动非常小也需要减少力在寄生途径（这些没有通过传感器）上传递的问题。

本发明传感器的一些变体还开发了一种互连，如 PC 板，以给主元件提供基

本平坦的支撑体表面以及共面的第二电容器极板。

可以理解，尽管本发明如上述根据特殊的实例进行描述，但是前述实例只是用来进行说明，并没有限制或限定本发明的范围。由下面的权利要求书的范围定义的其他实例也包括在本发明的范围之内。

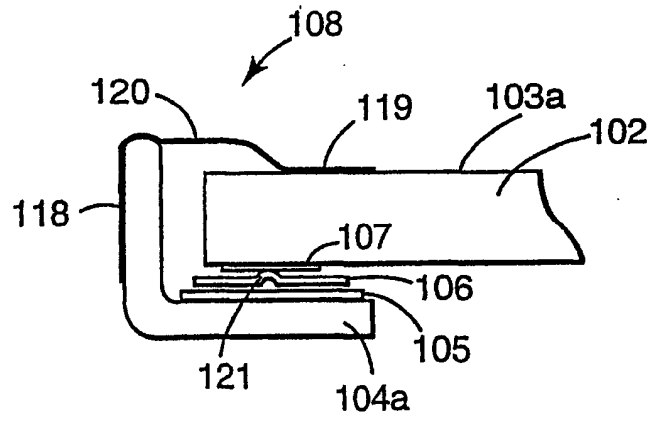


图 1B

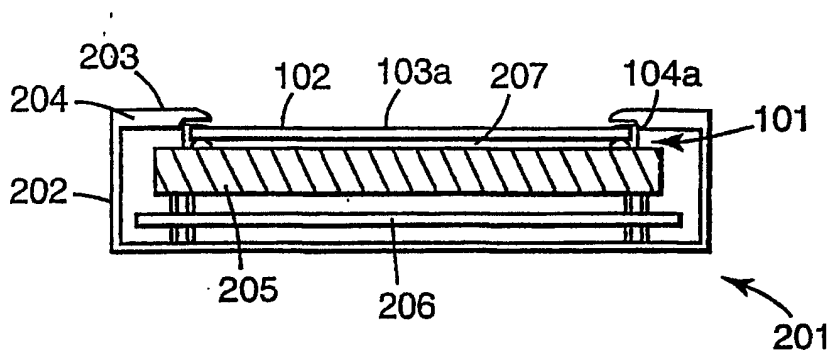


图 2

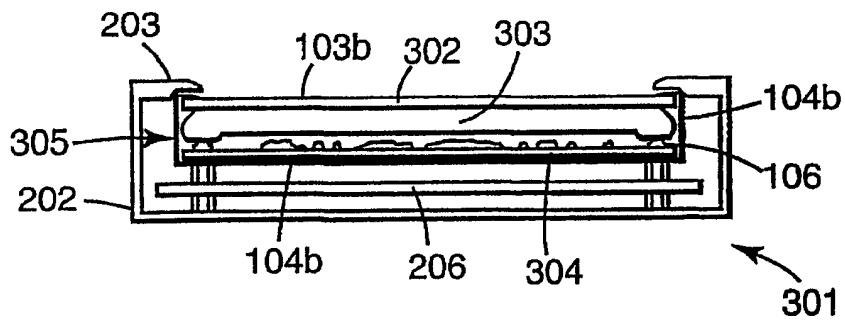


图 3

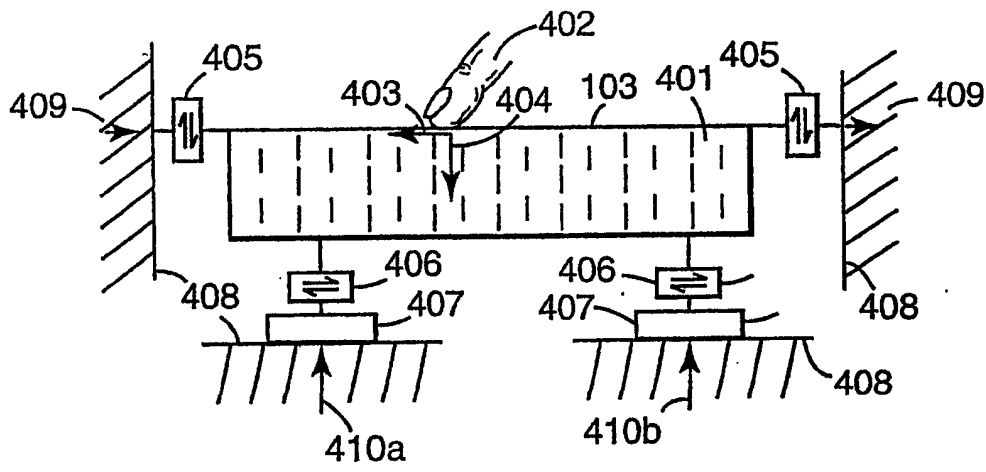


图 4

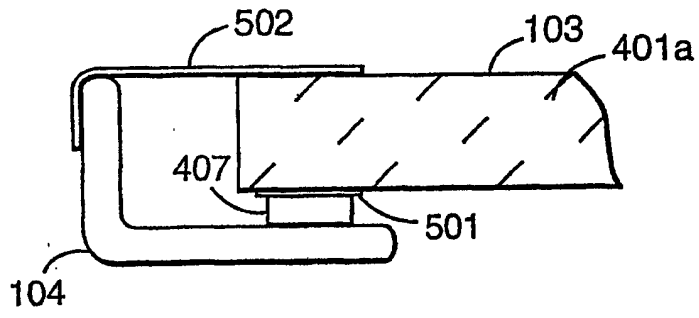


图 5A

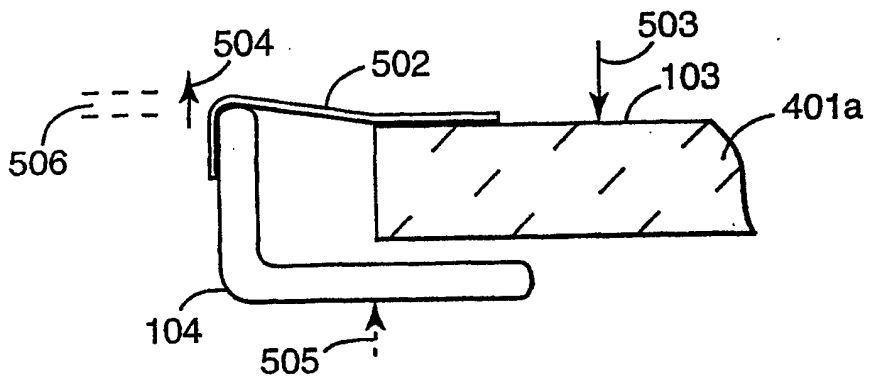


图 5B

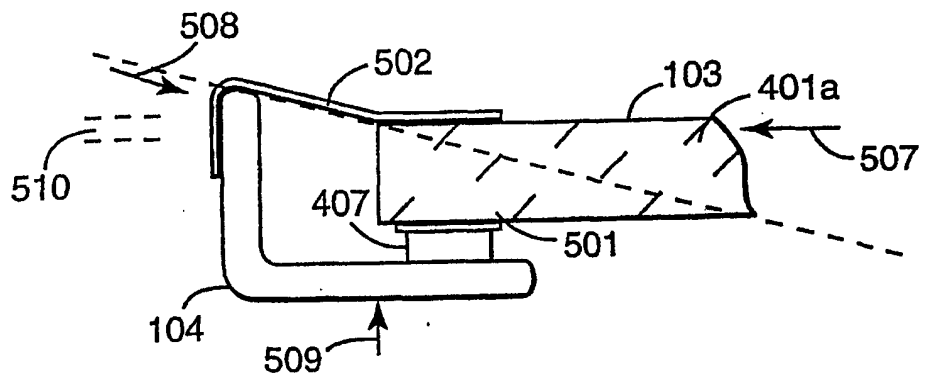


图 5C

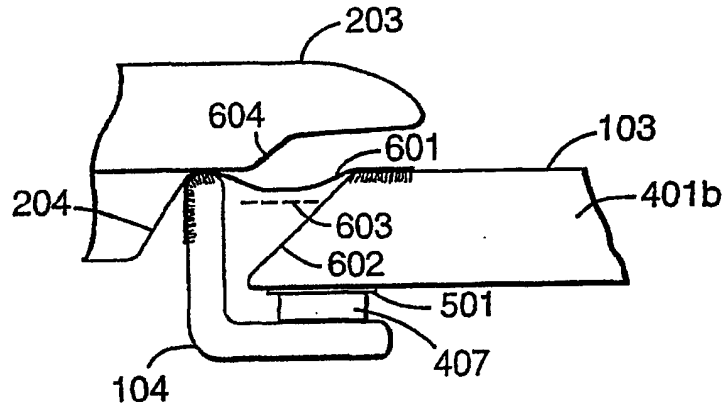


图 6

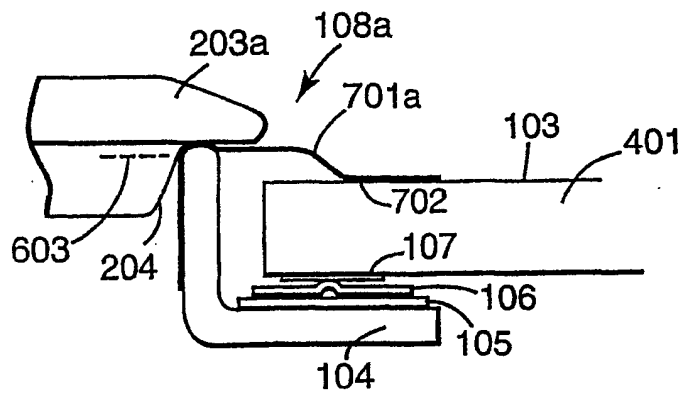


图 7A

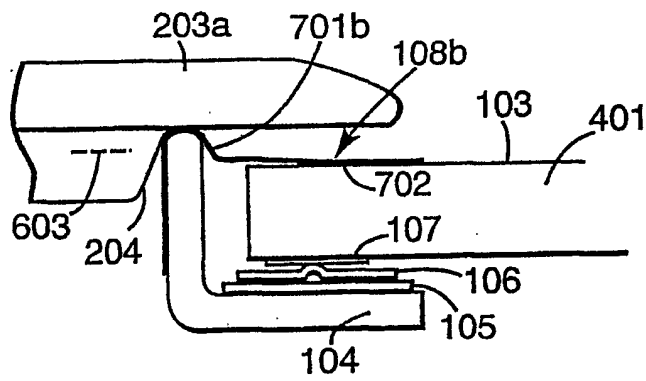


图 7B

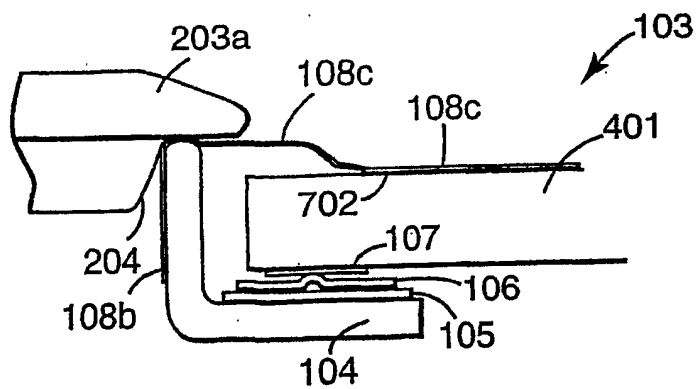


图 7C

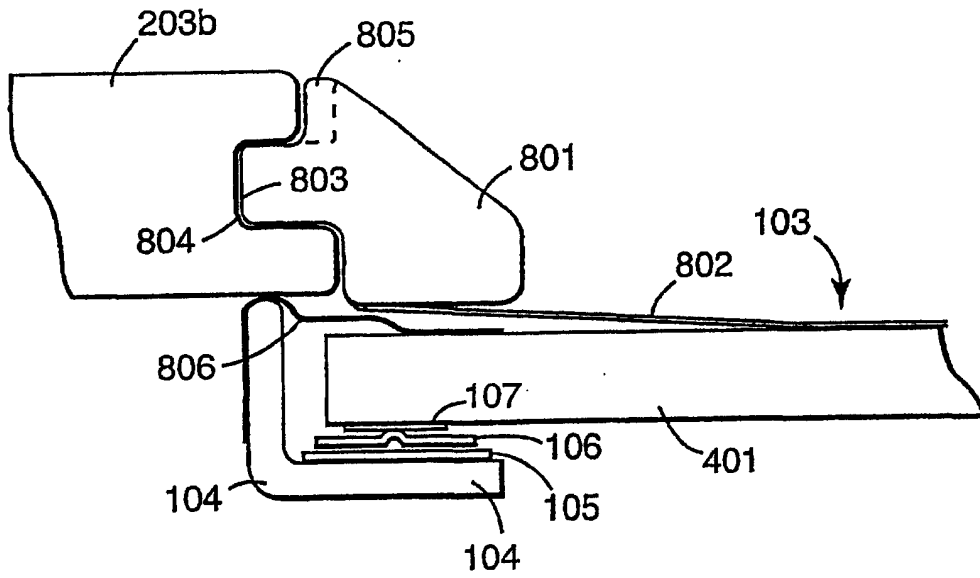


图 8

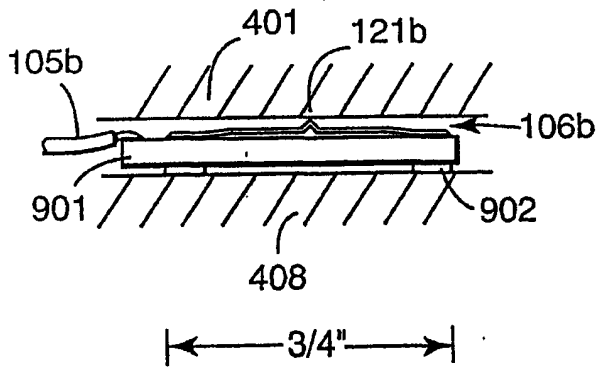


图 9A

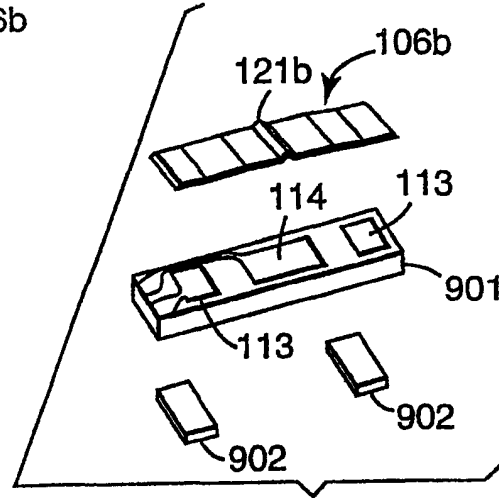


图 9B

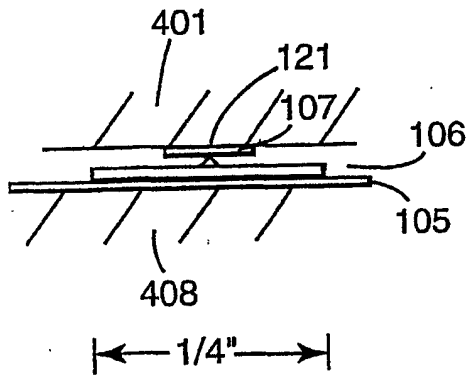


图 10A

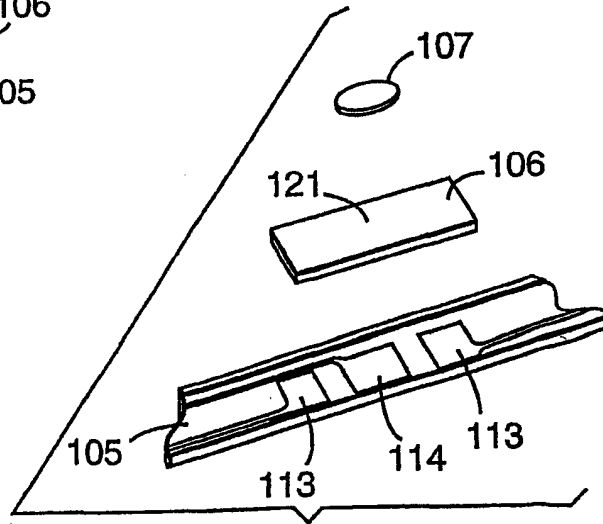


图 10B

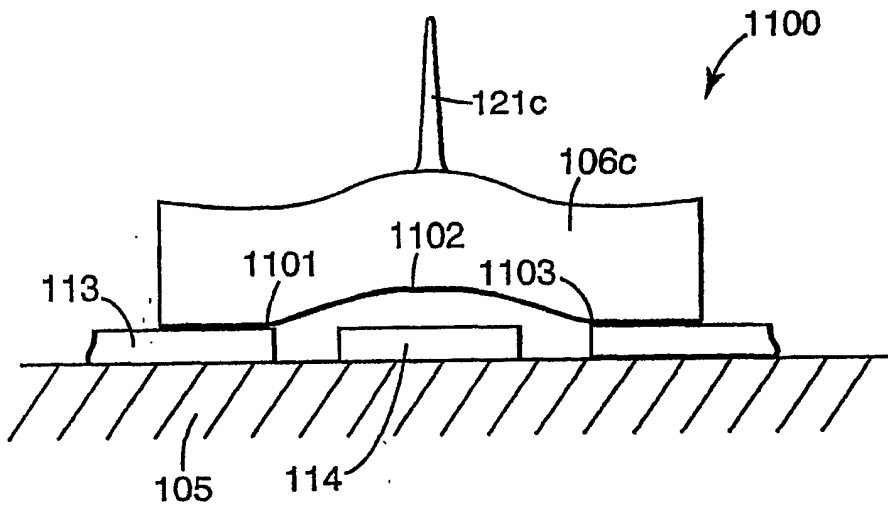


图 11

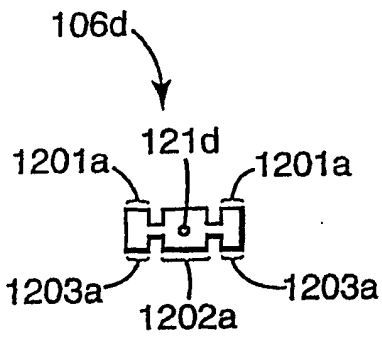


图 12A

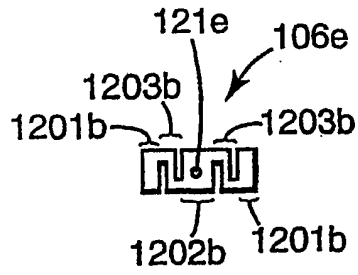


图 12B

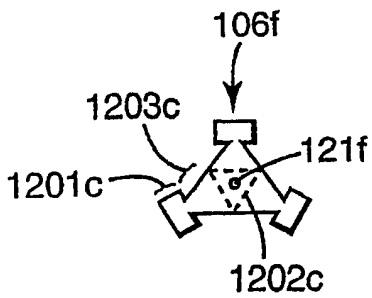


图 12C

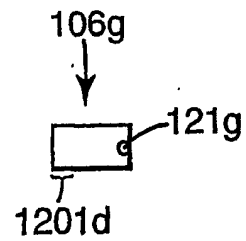


图 12D

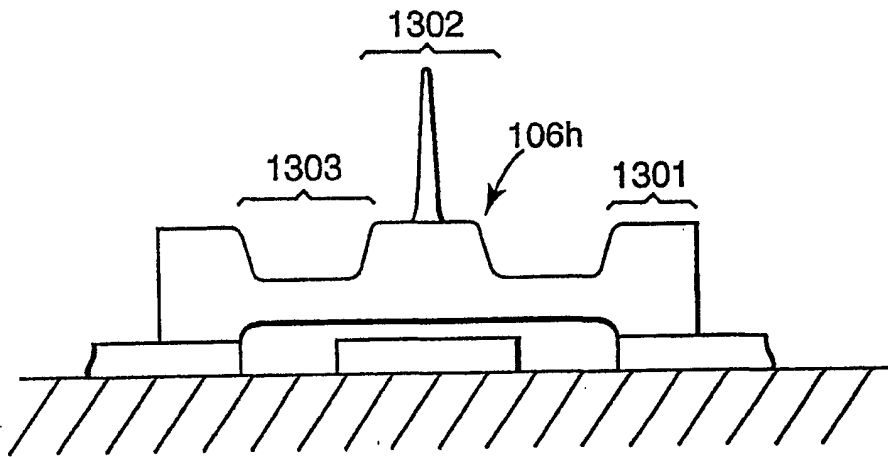


图 13A

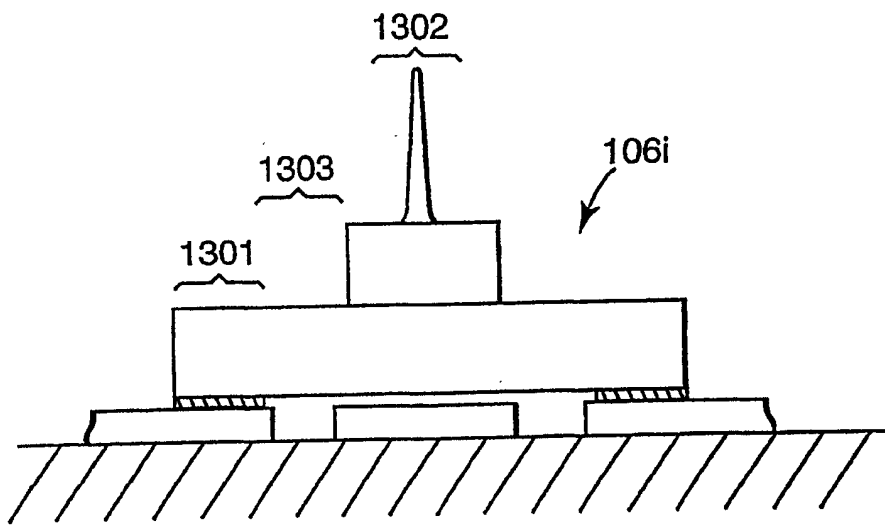


图 13B

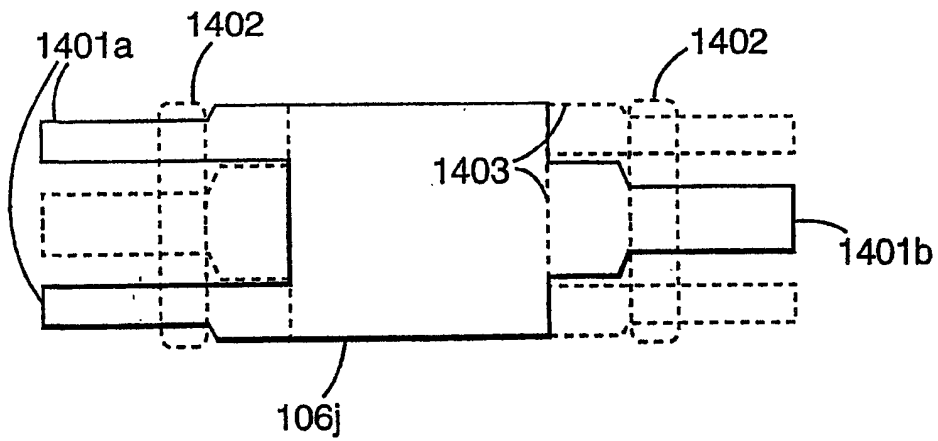


图 14A

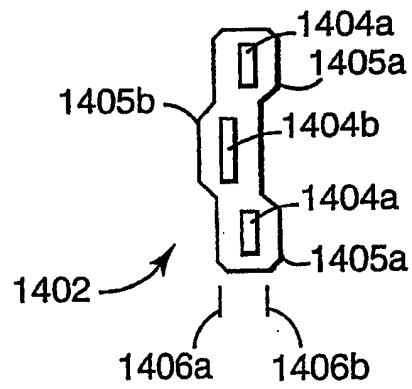


图 14B

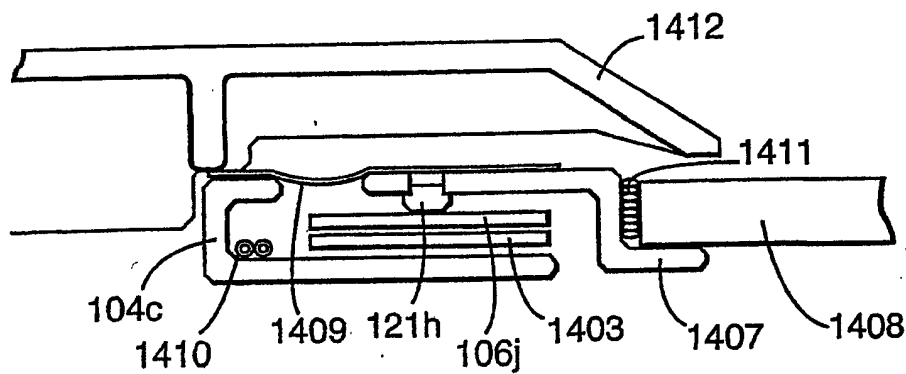


图 14C

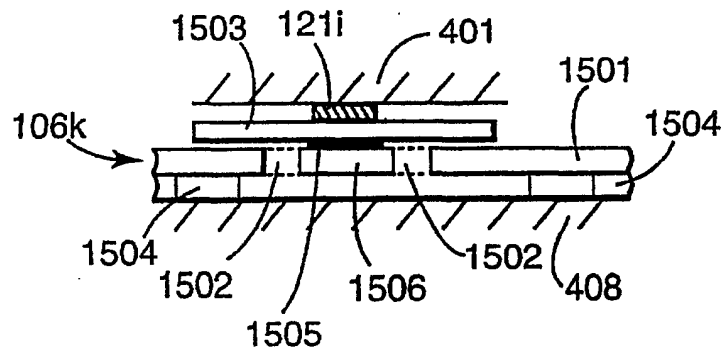


图 15B

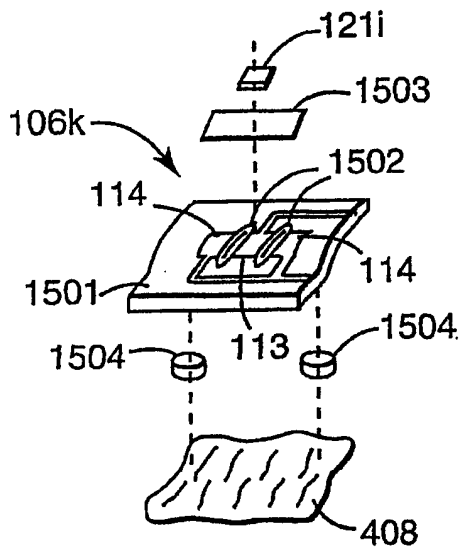


图 15A

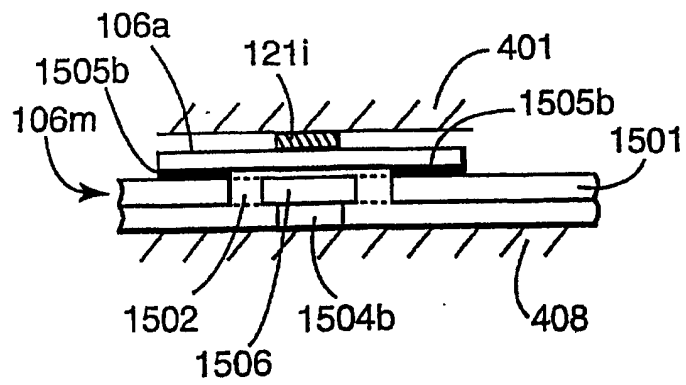


图 15C