[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C08F 114/18 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580011145.0

[43] 公开日 2008 年 5 月 28 日

[11] 公开号 CN 101189271A

[22] 申请日 2005.2.14
[21] 申请号 200580011145.0
[30] 优先权
[32] 2004. 2.13 [33] US [31] 60/544,905
[86] 国际申请 PCT/US2005/004421 2005.2.14
[87] 国际公布 WO2005/084191 英 2005.9.15
[85] 进入国家阶段日期 2006.10.13
[71] 申请人 北卡罗来纳大学查珀尔希尔分校
地址 美国北卡罗来纳
共同申请人 北卡罗来纳州大学
[72] 发明人 约瑟夫·M.·德西蒙
贾森·P.·罗兰德
金吉尔·M.·丹尼森

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 于 辉

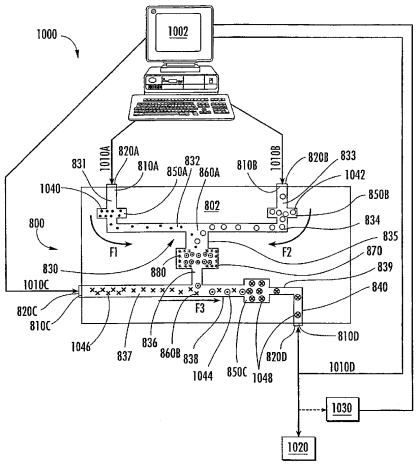
权利要求书 31 页 说明书 103 页 附图 10 页

[54] 发明名称

制造微流体设备的功能材料和新型方法

[57] 摘要

目前公开的主题提供用于制造和利用微量设备如微流体设备的一种官能化全氟聚醚(PFPE)材料。所述官能化 PFPE 材料可用于将 PFPE 材料层彼此粘合或粘合于其它基材上以形成微量设备。 此外，目前公开的主题提供将微流体通道和/或微滴定管的内表面官能化的方法。 目前公开的主题还提供通过使用可降解材料的牺牲层制备微量结构的方法。

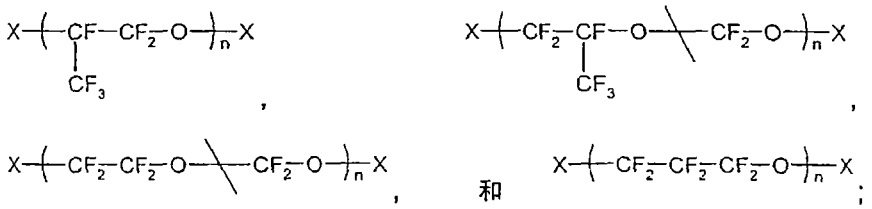


1. 包括全氟聚醚(PFPE)材料的微流体设备，其中，所述 PFPE 材料是由具有选自如下的特性的液体 PFPE 材料制备的：(i)大于约 100 厘沲(cSt)的粘度，(ii)低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料，和(iii)它们的组合。

2. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 前体由可聚合的基团封端。

3. 如权利要求 2 所述的微流体设备，其中，所述可聚合的基团选自丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、环氧基、氨基、羧基、酸酐、马来酰亚胺、异氰酸根、烯烃和苯乙烯基团。

4. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 前体材料包括骨架结构，其中，所述骨架结构选自：

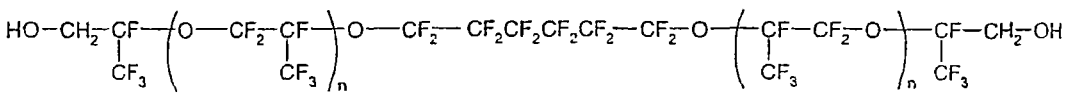


其中：

X 存在或不存在，并且当存在时包括封端基团，和

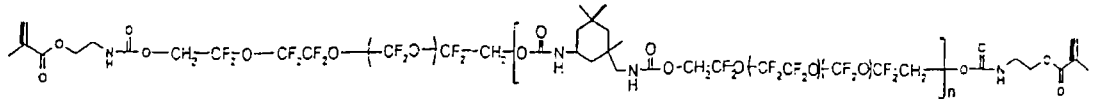
n 是从 1 到 100 的整数。

5. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 前体材料包括下面的结构：



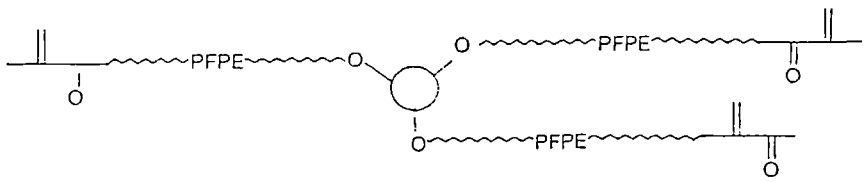
其中，n 是从 1 到 100 的整数。

6. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 前体材料包括下面的结构：



其中，n 是从 1 到 100 的整数。

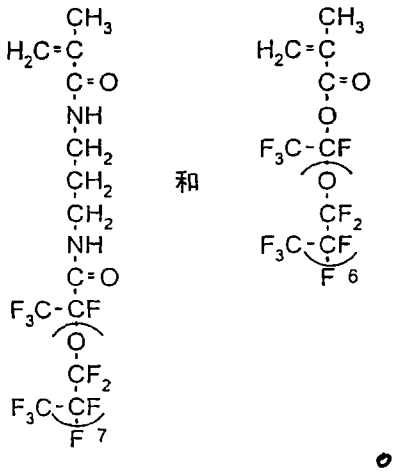
7. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 前体材料包括含有下面结构的化合物：



其中：式中的圆环包括多官能化的连接分子；和 PFPE 包括全氟聚醚链。

8. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 前体材料包括高度支化的 PFPE 液体前体材料。

9. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 材料包括选自如下的末端官能化的材料：



10. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 材料包括官能化单体。

11. 如权利要求 10 所述的微流体设备，其中，所述官能化单体选自苯乙烯类、甲基丙烯酸酯类、丙烯酸酯类、丙烯酰胺类、丙烯腈类和乙烯基吡啶类。

12. 如权利要求 11 所述的微流体设备，其中，所述苯乙烯类选自五氟苯乙烯、溴苯乙烯、氯苯乙烯、苯乙烯磺酸、氟苯乙烯和苯乙烯乙酸酯。

13. 如权利要求 11 所述的微流体设备，其中，所述甲基丙烯酸酯类选自甲基丙烯酸叔丁基酯、甲基丙烯酸二甲基氨基丙基酯、甲基丙烯酸缩水甘油酯、甲基丙烯酸羟基乙酯、甲基丙烯酸氨基丙基酯、氰基甲基丙烯酸酯、三甲氧基硅烷甲基丙烯酸酯、异氰酸根甲基丙烯酸酯、含内酯的甲基丙烯酸酯、含糖的甲基丙烯酸酯、聚乙二醇甲基丙烯酸酯、含降冰片烷的甲基丙烯酸酯、多面体低聚硅倍半氧烷甲基丙烯酸酯、2-三甲基甲硅烷氧基乙基甲基丙烯酸酯和 1H,1H,2H,2H-氟辛基甲基丙烯酸酯。

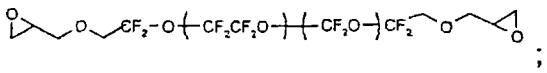
14. 如权利要求 11 所述的微流体设备，其中，所述丙烯酸酯类选自丙烯酸叔丁基酯、丙烯酸烯丙酯、氰基丙烯酸酯、三甲氧基硅烷丙烯酸酯、含内酯的丙烯酸酯、含糖的丙烯酸酯、聚乙二醇丙烯酸酯

和含降冰片烷的丙烯酸酯。

15. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 前体材料包括双组分液体 PFPE 前体体系，所述双组分体系包括按化学计量比混合的两种官能化 PFPE 组分的混合物。

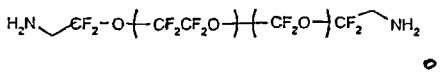
16. 如权利要求 15 所述的微流体设备，其中，所述双组分 PFPE 前体体系包括组分的混合物，所述混合物选自环氧基/胺混合物、羟基/异氰酸酯混合物、羟基/酰基氯混合物和羟基/氯硅烷混合物。

17. 如权利要求 16 所述的微流体设备，其中，所述环氧基/胺混合物包括包含以下结构的 PFPE 二环氧基化合物：



；

和，包括下列结构的 PFPE 二胺化合物：



18. 如权利要求 16 所述的微流体设备，其中，所述环氧基/胺混合物包括在约 4:1 环氧基:胺到约 1:4 环氧基:胺范围内的化学计量比。

19. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述液体 PFPE 前体材料与官能化物质混合，其中，所述官能化物质在固化之后机械地缠结到 PFPE 网络中。

20. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述全氟聚醚(PFPE)材料包括热固化的液体 PFPE 前体材料。

21. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述全氟聚醚(PFPE)材料包括化学固化的液体 PFPE 前体材料。

22. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述全氟聚醚(PFPE)

材料包括光致生酸剂固化的液体 PFPE 前体材料。

23. 如权利要求 1 所述的微流体设备，其中，所述 PFPE 材料对于 UV 光、可见光和它们的组合之中的一种是透明的。

24. 包括氟烯烃基弹性体的微流体设备，其中，所述氟烯烃基弹性体包括第一单体和至少一种另外的单体，其中，所述第一单体和所述至少一种另外的单体是不同的，其中：

(a) 所述第一单体选自偏二氟乙烯和四氟乙烯；和

(b) 所述至少一种另外的单体选自含氟的烯烃、含氟的乙烯基醚、烯烃和它们的组合。

25. 如权利要求 24 所述的微流体设备，其中，所述含氟的烯烃选自偏二氟乙烯、六氟丙烯(HFP)、四氟乙烯(TFE)、1,2,3,3,3-五氟丙烯(1-HPFP)、三氟氯乙烯(CTFE)和氟乙烯。

26. 如权利要求 24 所述的微流体设备，其中，所述含氟的乙烯基醚包括全氟(烷基乙烯基)醚。

27. 如权利要求 24 所述的微流体设备，其中，所述烯烃选自乙烯和丙烯。

28. 如权利要求 24 所述的微流体设备，其中，所述氟烯烃基弹性体包括如下物质的共聚合单元：

偏二氟乙烯和六氟丙烯；

偏二氟乙烯、六氟丙烯和四氟乙烯；

偏二氟乙烯、六氟丙烯、四氟乙烯和 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1；

偏二氟乙烯、六氟丙烯、四氟乙烯和 4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1；

偏二氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚、四氟乙烯和 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1；

偏二氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚、四氟乙烯和 4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1；

偏二氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚、四氟乙烯和 1,1,3,3,3-五氟丙

烯；

四氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚和乙烯；

四氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚、乙烯和 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1；

四氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚、乙烯和 4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1；

四氟乙烯、丙烯和偏二氟乙烯；

四氟乙烯和全氟(甲基乙烯基)醚；

四氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚和全氟(8-氰基-5-甲基-3,6-二氧杂-1-辛烯)；

四氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚和 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1；

四氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚和 4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1；和

四氟乙烯、全氟(甲基乙烯基)醚和全氟(2-苯氧基丙基乙烯基)醚。

29. 如权利要求 24 所述的微流体设备，其中，所述氟烯烃基弹性体包括至少一种固化部位单体。

30. 如权利要求 29 所述的微流体设备，其中，所述固化部位单体选自含溴的烯烃、含碘的烯烃、含溴的乙烯基醚、含碘的乙烯基醚、包括腈基的含氟的烯烃、包括腈基的含氟的乙烯基醚、1,1,3,3,3-五氟丙烯(2-HPFP)、全氟(2-苯氧基丙基乙烯基)醚和非共轭二烯。

31. 如权利要求 24 所述的微流体设备，其中，所述氟烯烃基弹性体对于 UV 光、可见光和它们的组合之中的一种是透明的。

32. 如权利要求 24 所述的微流体设备，其中，所述氟烯烃基弹性体具有低于约 40(ML1+10，在 121℃)的门尼粘度。

33. 如权利要求 24 所述的微流体设备，其中，所述氟烯烃基弹性体对于氧气、二氧化碳和氮气是可渗透的。

34. 微量设备的表面官能化的方法，所述方法包括形成官能化材料的层，其中，所述官能化材料选自液体 PFPE 前体材料和液体氟烯烃型前体材料。

35. 如权利要求 34 所述的方法，其中，所述官能化材料的层包

括在固化过程中不反应的潜在官能团。

36. 如权利要求 35 所述的方法，其中，所述潜在官能团包括甲基丙烯酸酯基团。

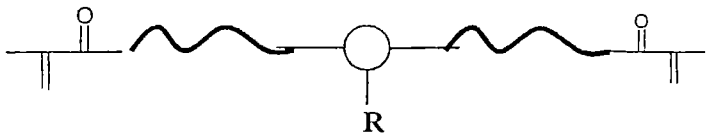
37. 如权利要求 34 所述的方法，其中，所述官能化材料的层包括在液体前体材料的生成中被引入的潜在官能团。

38. 如权利要求 37 所述的方法，其中，所述潜在官能团包括甲基丙烯酸酯基团。

39. 如权利要求 34 所述的方法，其中，所述官能化材料的层包括双组分液体 PFPE 前体材料，其中，所述双组分液体 PFPE 前体材料包括按化学计量比混合的两种官能化 PFPE 组分的混合物。

40. 如权利要求 34 所述的方法，其中，所述官能化材料的层包括化学连接剂基团。

41. 如权利要求 40 所述的方法，其中，所述化学连接剂基团包括下面的结构：



其中：

R 包括环氧基；

式中的圆环包括连接分子；和

式中的波形线包括 PFPE 链。

42. 如权利要求 34 所述的方法，其中，所述官能化材料的层包括官能化单体。

43. 如权利要求 42 所述的方法，其中，所述官能化单体选自甲基丙烯酸叔丁基酯、丙烯酸叔丁基酯、甲基丙烯酸二甲基氨基丙基酯、甲基丙烯酸缩水甘油酯、甲基丙烯酸羟基乙酯、甲基丙烯酸氨基丙基

酯、丙烯酸烯丙酯、氰基丙烯酸酯、氰基甲基丙烯酸酯、三甲氧基硅烷丙烯酸酯、三甲氧基硅烷甲基丙烯酸酯、异氰酸根甲基丙烯酸酯、含内酯的丙烯酸酯、含内酯的甲基丙烯酸酯、含糖的丙烯酸酯、含糖的甲基丙烯酸酯、聚乙二醇甲基丙烯酸酯、含降冰片烷的甲基丙烯酸酯、含降冰片烷的丙烯酸酯、多面体低聚硅倍半氧烷甲基丙烯酸酯、2-三甲基甲硅烷氧基乙基甲基丙烯酸酯、1H,1H,2H,2H-氟辛基甲基丙烯酸酯、五氟苯乙烯、乙烯基吡啶、溴苯乙烯、氯苯乙烯、苯乙烯磺酸、氟苯乙烯、苯乙烯乙酸酯、丙烯酰胺和丙烯腈。

44. 如权利要求 34 所述的方法，其中，所述官能化材料的层通过暴露于等离子体被官能化。

45. 如权利要求 44 所述的方法，其中，所述等离子体选自氩等离子体和氧等离子体。

46. 如权利要求 34 所述的方法，其中，所述官能化材料的层通过暴露于紫外线辐射被官能化。

47. 如权利要求 34 所述的方法，包括将官能化结构部分连接到所述官能化材料的层上。

48. 如权利要求 47 所述的方法，其中，所述官能化结构部分选自蛋白质、低聚核苷酸、药物、催化剂、染料、传感器、分析物和能够改变通道的可润湿性的带电荷物质。

49. 如权利要求 34 所述的方法，其中，所述官能化材料的层包括微流体通道。

50. 如权利要求 34 所述的方法，包括将所述官能化材料的层粘合到基材上。

51. 如权利要求 50 所述的方法，其中，所述基材包括微滴定管。

52. 由权利要求 34 所述的方法制备的官能化材料的层。

53. 形成多层设备的方法，所述方法包括：

(a) 提供材料的第一层，其中，所述材料的第一层包括选自如下

的材料：液体全氟聚醚(PFPE)前体、聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)前体、聚氨酯前体、包括 PDMS 嵌段的聚氨酯前体、包括 PFPE 和 PDMS 嵌段的前体和氟烯烃型前体；和

(b) 使所述材料的第一层与以下物质接触：

(i) 基材；

(ii) 材料的第二层，其中，所述材料的第二层包括选自如下的材料：全氟聚醚(PFPE)前体、聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)前体、聚氨酯前体、包括 PDMS 嵌段的聚氨酯前体、包括 PFPE 和 PDMS 嵌段的前体和氟烯烃型前体；和其中所述材料的第二层可以与所述材料的第一层相同或不同；和

(iii) 它们的组合；

以形成多层设备。

54. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述材料的第一层包括完全固化材料。

55. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述材料的第一层与基材接触形成可逆密封。

56. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述材料的第一层包括部分固化材料。

57. 如权利要求 56 所述的方法，其中，所述部分固化材料包括用甲基丙烯酸酯基团封端的部分固化 PFPE 前体材料。

58. 如权利要求 53 所述的方法，包括用硅烷偶联剂处理基材以形成已处理基材。

59. 如权利要求 58 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂选自单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷；和其中，所述单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷用选自如下的结构部分官能化：胺、甲基丙烯酸酯、丙烯酸酯、苯乙烯、环氧基、异氰酸酯、卤素、

醇、二苯甲酮衍生物、马来酰亚胺、羧酸、酯、酰基氯和烯烃。

60. 如权利要求 56 所述的方法，包括：

(a) 使部分固化材料的第一层与已处理基材进行接触；和

(b) 处理部分固化材料的第一层从而在部分固化材料的第一层和已处理基材之间形成粘结。

61. 如权利要求 53 所述的方法，其中：

(a) 所述材料的第一层包括第一部分固化材料；和

(b) 所述材料的第二层包括第二部分固化材料，其中，所述第一部分固化材料和所述第二部分固化材料可以相同的或不同。

62. 如权利要求 61 所述的方法，包括：

(a) 使部分固化材料的第一层与部分固化材料的第二层接触，形成部分固化的多层设备；和

(b) 处理所述部分固化的多层设备，形成完全固化多层设备。

63. 如权利要求 62 所述的方法，其中，所述处理包括选自如下的过程：热固化过程、化学固化过程、光致生酸剂固化过程和催化固化过程。

64. 如权利要求 62 所述的方法，其中，所述部分固化材料的第一层和所述部分固化材料的第二层各自包括可热固化的 PFPE 前体材料。

65. 如权利要求 62 所述的方法，其中，所述部分固化材料的第一层包括聚氨酯前体材料和所述部分固化材料的第二层包括 PFPE 前体材料。

66. 如权利要求 62 所述的方法，其中，所述部分固化材料的第一层包括包含聚(二甲基硅氧烷)嵌段的聚氨酯前体，和所述部分固化材料的第二层包括 PFPE 前体材料。

67. 如权利要求 62 所述的方法，其中，所述部分固化材料的第一层包括包含 PFPE 嵌段和 PDMS 嵌段的前体材料，和所述部分固化

材料的第二层包括 PFPE 前体材料。

68. 如权利要求 62 所述的方法，其中，所述部分固化材料的第一层包括 PDMS 前体，和所述部分固化材料的第二层包括 PFPE 前体材料。

69. 如权利要求 68 所述的方法，其中，所述 PFPE 前体材料由甲基丙烯酸酯基团封端。

70. 如权利要求 68 所述的方法，包括用等离子体处理法处理 PDMS 前体，随后用硅烷偶联剂处理。

71. 如权利要求 70 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂选自单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷；和其中所述单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷用选自如下的结构部分官能化：胺、甲基丙烯酸酯、丙烯酸酯、苯乙烯、环氧基、异氰酸酯、卤素、醇、二苯甲酮衍生物、马来酰亚胺、羧酸、酯、酰基氯和烯烃。

72. 如权利要求 62 所述的方法，包括：

(a) 使所述部分固化多层结构与基材接触，其中，所述基材涂有部分固化前体材料以形成第二部分固化多层设备；和

(b) 处理所述第二部分固化多层设备，形成第二完全固化多层设备。

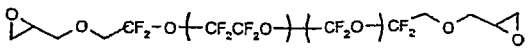
73. 如权利要求 72 所述的方法，其中，所述处理包括选自如下的过程：热固化过程、化学固化过程、光致生酸剂固化过程和催化固化过程。

74. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述材料的第一层和所述材料的第二层之中的至少一种包括由双组分 PFPE 前体材料形成的材料，其中，所述双组分 PFPE 前体材料包括按化学计量比混合的两种官能化 PFPE 组分的混合物。

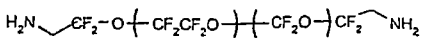
75. 如权利要求 74 所述的方法，其中，所述双组分 PFPE 前体体

系包括组分的混合物，所述混合物选自：环氧基/胺混合物、羟基/异氰酸酯混合物、羟基/酰基氯混合物和羟基/氯硅烷混合物。

76. 如权利要求 75 所述的方法，其中，所述环氧基/胺混合物包括包含以下结构的 PFPE 二环氧基化合物：



和，包含下列结构的 PFPE 二胺化合物：



77. 如权利要求 75 所述的方法，其中，所述环氧基/胺混合物包括在约 4:1 环氧基:胺到约 1:4 环氧基:胺范围内的化学计量比。

78. 如权利要求 77 所述的方法，其中，所述化学计量比是大约 4:1 环氧基:胺。

79. 如权利要求 78 所述的方法，包括：

(a) 提供基材，其中，所述基材用硅烷偶联剂处理；

(b) 使由包括约 4:1 环氧基:胺的化学计量比的双组分 PFPE 前体材料形成的材料的第一层与基材接触；和

(b) 处理材料的第一层和基材，形成多层设备。

80. 如权利要求 79 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂包括氨基丙基三乙氧基硅烷。

81. 如权利要求 77 所述的方法，其中，所述化学计量比是大约 1:4 环氧基:胺。

82. 如权利要求 81 所述的方法，包括：

(i) 提供包括约 1:4 环氧基:胺的化学计量比的材料的第一层；

(ii) 使包括约 1:4 环氧基:胺的化学计量比的材料的第一层与包括

约 4:1 环氧基:胺的化学计量比的材料的第二层接触；和

(iii) 处理所述材料的两层，从而形成多层设备。

83. 如权利要求 78 所述的方法，包括：

(i) 提供 PDMS 材料的第一层；

(ii) 用等离子体处理法处理 PDMS 材料的第一层，随后用硅烷偶联剂处理，形成 PDMS 材料的处理层；

(iii) 使 PDMS 材料的处理层与包括约 4:1 环氧基:胺的化学计量比的材料的第二层接触；和

(iv) 处理所述材料的两层，从而形成多层设备。

84. 如权利要求 83 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂包括氨基丙基三乙氧基硅烷。

85. 如权利要求 74 所述的方法，其包括：

(a) 提供由双组分 PFPE 前体材料形成的材料的第一层，其中，所述双组分 PFPE 前体材料包括按照化学计量比混合的两种官能化 PFPE 组分的混合物；

(b) 处理所述材料的第一层，形成部分固化材料的第一层；

(c) 使所述部分固化材料的第一层与下列之中的一种进行接触：

(i) 基材；

(ii) 材料的第二层；和

(iii) 它们的组合；和

(d) 处理所述部分固化材料的第一层以将部分固化材料粘合到基材、材料的第二层和它们的组合中的一种上。

86. 如权利要求 85 所述的方法，其中基材选自玻璃材料、石英材料、硅材料和熔融石英材料。

87. 如权利要求 86 所述的方法，包括用硅烷偶联剂处理基材。

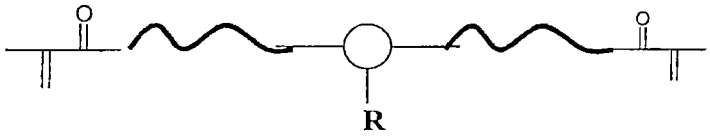
88. 如权利要求 87 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂选自单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷

氧基硅烷；和其中所述单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷用选自如下的结构部分官能化：胺、甲基丙烯酸酯、丙烯酸酯、苯乙烯、环氧基、异氰酸酯、卤素、醇、二苯甲酮衍生物、马来酰亚胺、羧酸、酯、酰基氯和烯烃。

89. 如权利要求 85 所述的方法，其中，所述材料的第二层包括 PFPE 前体材料。

90. 如权利要求 85 所述的方法，其中，所述材料的第二层包括聚(二甲基硅氧烷)材料，其中，所述聚(二甲基硅氧烷)材料用氧等离子体处理，随后用硅烷偶联剂处理。

91. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述 PFPE 前体材料包括下面结构：



其中：

R 包括环氧基；

式中的圆环包括连接分子；和

式中的波形线包括 PFPE 链。

92. 如权利要求 91 所述的方法，包括光固化所述 PFPE 前体材料以形成完全固化 PFPE 材料的层。

93. 如权利要求 92 所述的方法，包括：

(a) 使所述完全固化 PFPE 材料的层与下列中的一种进行接触：

(i) 基材；

(ii) 材料的第二层；和

(iii) 它们的组合；和

(b) 处理所述完全固化材料使之与基材、材料的第二层和它们的

组合中的一种粘结。

94. 如权利要求 93 所述的方法，其中，所述基材选自玻璃材料、石英材料、硅材料和熔融石英材料。

95. 如权利要求 94 所述的方法，包括用硅烷偶联剂处理所述基材。

96. 如权利要求 95 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂包括氨基丙基三乙氧基硅烷。

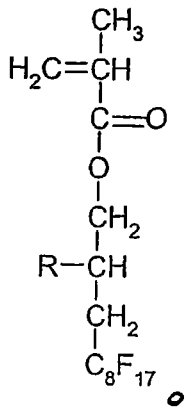
97. 如权利要求 93 所述的方法，其中，所述材料的第二层包括 PFPE 材料。

98. 如权利要求 93 所述的方法，其中，所述材料的第二层包括已处理 PDMS 材料，其中，所述已处理 PDMS 材料用氧等离子体处理，随后用硅烷偶联剂处理。

99. 如权利要求 98 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂选自单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷；和其中所述单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷用选自如下的结构部分官能化：胺、甲基丙烯酸酯、丙烯酸酯、苯乙烯、环氧基、异氰酸酯、卤素、醇、二苯甲酮衍生物、马来酰亚胺、羧酸、酯、酰基氯和烯烃。

100. 如权利要求 53 所述的方法，包括将 PFPE 前体与官能化单体混合以形成 PFPE 前体混合物。

101. 如权利要求 100 所述的方法，其中，所述官能化单体包括下面结构：



102. 如权利要求 100 所述的方法，包括光固化所述 PFPE 前体混合物以形成完全固化 PFPE 材料的层。

103. 如权利要求 102 所述的方法，包括：

(a) 使完全固化 PFPE 材料的层与下列中的一种进行接触：

(i) 基材；

(ii) 材料的第二层；和

(iii) 它们的组合；和

(b) 处理所述完全固化材料的层使之与基材、材料的第二层和它们的组合中的一种粘结。

104. 如权利要求 103 所述的方法，其中，所述基材选自玻璃材料、石英材料、硅材料和熔融石英材料。

105. 如权利要求 104 所述的方法，包括用硅烷偶联剂处理所述基材。

106. 如权利要求 105 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂选自单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷；和其中所述单卤硅烷、二卤硅烷、三卤硅烷、单烷氧基硅烷、二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷用选自如下的结构部分官能化：胺、甲基丙烯酸酯、丙烯酸酯、苯乙烯、环氧基、异氰酸酯、卤素、醇、二苯甲酮衍生物、马来酰亚胺、羧酸、酯、酰基氯和烯烃。

107. 如权利要求 103 所述的方法，其中，所述材料的第二层包

括 PFPE 材料。

108. 如权利要求 103 所述的方法，其中，所述材料的第二层包括已处理 PDMS 材料，其中，所述已处理 PDMS 材料用氧等离子体处理，随后用硅烷偶联剂处理。

109. 如权利要求 108 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂包括氨基丙基三乙氧基硅烷。

110. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述基材选自玻璃材料、石英材料、硅材料、熔融石英材料、弹性体材料和硬质热塑性材料。

111. 如权利要求 110 所述的方法，其中，所述弹性体材料选自聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)、Kratons、布纳橡胶、天然橡胶、氟弹性体、氯丁二烯、丁基橡胶、丁腈橡胶、聚氨酯和热塑性弹性体。

112. 如权利要求 110 所述的方法，其中，所述硬质热塑性材料选自聚苯乙烯、聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚酯、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚酰胺、聚氯乙烯、聚烯烃、聚(酮)、聚(醚醚酮)和聚(醚砜)。

113. 如权利要求 110 所述的方法，包括用硅烷偶联剂处理所述基材。

114. 如权利要求 113 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂选自甲基丙烯酸三甲基甲硅烷基丙基酯和氨基丙基三乙氧基硅烷。

115. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述基材包括微量滴定板。

116. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述材料的第一层包括至少一个微米级通道。

117. 如权利要求 53 所述的方法，其中，所述材料的第一层包括至少一个纳米级通道。

118. 由如权利要求 53 所述的方法形成的多层设备。

119. 如权利要求 118 所述的多层设备，其中，所述多层设备包括微流体设备。

120. 将微米级设备、纳米级设备和它们的组合中的一种粘合于基材上的方法，所述方法包括：

(a) 提供微米级设备、纳米级设备和它们的组合中的一种，其中，所述设备包括选自如下的材料：全氟聚醚材料和氟烯烃型材料；

(b) 使所述设备与基材接触；

(c) 用液体前体包封材料涂覆所述设备和所述基材；

(d) 固体化所述液体前体包封材料，从而机械地将所述设备粘结于所述基材上。

121. 如权利要求 120 所述的方法，其中，所述基材选自玻璃材料、石英材料、硅材料、熔融石英材料、弹性体材料和硬质热塑性材料。

122. 如权利要求 121 所述的方法，其中，所述弹性体材料选自聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)、Kratons、布纳橡胶、天然橡胶、氟弹性体、氯丁二烯、丁基橡胶、丁腈橡胶、聚氨酯和热塑性弹性体。

123. 如权利要求 121 所述的方法，其中，所述硬质热塑性材料选自聚苯乙烯、聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚酯、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚酰胺、聚氯乙烯、聚烯烃、聚(酮)、聚(醚醚酮)和聚(醚砜)。

124. 如权利要求 120 所述的方法，其中，所述基材用硅烷偶联剂处理。

125. 如权利要求 124 所述的方法，其中，所述硅烷偶联剂选自甲基丙烯酸三甲基甲硅烷基丙基酯和氨基丙基三乙氧基硅烷。

126. 如权利要求 120 所述的方法，其中固体化所述液体前体包封材料包括固化过程。

127. 如权利要求 120 所述的方法，其中，所述液体前体包封材料选自液体环氧基前体和聚氨酯。

128. 形成微米级结构、纳米结构和它们的组合中的一种的方法，所述方法包括：

(a) 将第一 PFPE 前体材料布置在基材上，从而在基材上形成液体 PFPE 前体材料的第一层；

(b) 处理 PFPE 前体材料的第一层，从而在基材上形成已处理 PPFE 材料的第一层；

(c) 将多维结构放置在已处理 PFPE 材料的第一层上，其中，所述多维结构具有选自以下的特性：(i) 可降解性；(ii) 选择性可溶；和 (iii) 它们的组合；

(d) 用液体 PFPE 前体材料的第二层包封所述多维结构；

(e) 处理 PFPE 前体材料的第二层，从而形成已处理 PFPE 材料的第二层；和

(f) 从已处理 PFPE 材料的第二层中除去所述可降解的或选择性可溶的材料，从而形成了微米级结构、纳米结构和它们的组合中的一种。

129. 如权利要求 128 所述的方法，其中，所述可降解的或选择性可溶的材料选自蜡、光致抗蚀剂、聚(乳酸)、聚内酯、聚砜、聚电解质、纤维素纤维、水溶性聚合物、溶剂可溶性聚合物、盐、固体有机化合物和固体无机化合物。

130. 如权利要求 128 所述的方法，其中，可降解的或选择性可溶的材料的除去包括选自如下的过程：热过程、光化学过程和溶解过程。

131. 如权利要求 128 所述的方法，包括将第一 PFPE 前体材料和第二 PFPE 前体材料中的至少一种与热自由基引发剂和光引发剂中的一种进行混合。

132. 如权利要求 128 所述的方法，其中 PFPE 前体材料的第一层和 PFPE 前体材料的第二层中的至少一层的处理包括固化过程。

133. 如权利要求 132 所述的方法，其中，所述固化过程选自热固化过程和光化学固化过程。

134. 如权利要求 128 所述的方法，其中用液体 PFPE 前体材料的第二层包封所述多维结构包括旋涂过程。

135. 由如权利要求 128 所述的方法制备的微米级结构。

136. 如权利要求 135 所述的微米级结构，其中，所述微米级结构包括微流体通道。

137. 由权利要求 128 所述的方法制备的纳米结构。

138. 如权利要求 137 所述的纳米结构，其中，所述纳米结构包括纳米级通道。

139. 形成微米级结构、纳米结构和它们的组合中的一种的方法，所述方法包括：

(a) 提供全氟化全氟聚醚(PFPE)材料的图案层，其中 PFPE 材料的图案层包括有图案的表面；

(b) 将预定体积的可降解的或选择性可溶的材料布置在 PFPE 材料的图案层的有图案的表面上；

(c) 将所述预定体积的可降解的或选择性可溶的材料包封在 PFPE 材料的图案层的有图案的表面上；和

(d) 从 PFPE 材料层的有图案的表面上除去所述预定体积的可降解的或选择性可溶的材料以形成微米级结构、纳米级结构和它们的组合中的一种。

140. 如权利要求 139 所述的方法，其中，所述可降解的或选择性可溶的材料选自蜡、光致抗蚀剂、聚(乳酸)、聚内酯、聚砜、聚电解质、纤维素纤维、水溶性聚合物、溶剂可溶性聚合物、盐、固体有机化合物和固体无机化合物。

141. 如权利要求 140 所述的方法，其中预定体积的可降解的或选择性可溶的材料的除去包括选自如下的过程：热过程、光化学过程和溶解过程。

142. 由权利要求 139 所述的方法制备的微米级结构。

143. 如权利要求 142 所述的微米级结构，其中，所述微米级结构包括微流体通道。

144. 由权利要求 139 所述的方法制备的纳米结构。

145. 如权利要求 144 所述的纳米结构，其中，所述纳米结构包括纳米级通道。

146. 使材料在微流体设备中流动的方法，所述方法包括：

(a) 提供微流体设备，其包括选自如下材料的至少一层：

(i) 具有选自如下的特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘沲(cSt)的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料；

(ii) 官能化 PFPE 材料；

(iii) 氟烯烃基弹性体；和

(iv) 它们的组合；和

(b) 使材料在微米级通道中流动。

147. 如权利要求 146 所述的方法，其中，所述材料的至少一层覆盖了一个或多个微米级通道中的至少一个通道的表面。

148. 如权利要求 147 所述的方法，其中，所述材料的至少一层包括官能化表面。

149. 如权利要求 146 所述的方法，其中，所述一个或多个微米级通道包括微米级通道的集成网络。

150. 如权利要求 149 所述的方法，其中，所述集成网络的微米级通道在预定点交叉。

151. 如权利要求 146 所述的方法，其中，所述微流体设备包括第一聚合物材料的一个或多个图案层，和其中所述第一聚合物材料的一个或多个图案层界定了一个或多个微米级通道。

152. 如权利要求 151 所述的方法，其中，所述微流体设备进一

步包括第二聚合物材料的图案层，其中，所述第二聚合物材料的图案层与第一聚合物材料的一个或多个图案层中的至少一个实现运作方式的连通。

153. 如权利要求 151 所述的方法，其中，所述材料的至少一个图案层包括官能化表面。

154. 如权利要求 151 所述的方法，其中，所述一个或多个微米级通道包括微米级通道的集成网络。

155. 如权利要求 154 所述的方法，其中，所述集成网络的微米级通道在预定点交叉。

156. 如权利要求 151 所述的方法，其中，所述第一聚合物材料的图案层包括多个孔。

157. 如权利要求 156 所述的方法，其中，所述多个孔中的至少一个包括入口孔。

158. 如权利要求 156 所述的方法，其中，所述多个孔中的至少一个包括出口孔。

159. 如权利要求 156 所述的方法，其中，所述微流体设备包括一个或多个阀门。

160. 如权利要求 146 所述的方法，其中，所述材料选自流体、有机溶剂、水溶液、分散在基本上非水性溶剂中的水溶液、表面活性剂混合物和反应混合物。

161. 如权利要求 146 所述的方法，其中，所述材料沿着微米级通道在预定方向上流动。

162. 如权利要求 146 所述的方法，包括施加驱动力来沿着所述微米级通道移动所述材料。

163. 混合两种或多种材料的方法，所述方法包括：

(a) 提供微米级设备，其包括选自如下材料的至少一层：

(i) 具有选自如下的特性的的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100

厘沲(cSt)的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料；

(ii) 官能化 PFPE 材料；

(iii) 氟烯烃基弹性体；和

(iv) 它们的组合；和

(b) 使第一材料和第二材料在设备中接触，以混合第一和第二材料。

164. 如权利要求 163 所述的方法，其中，所述微米级设备选自微流体设备和微量滴定板。

165. 如权利要求 164 所述的方法，其中，所述微流体设备包括一个或多个微米级通道。

166. 如权利要求 165 所述的方法，其中，所述材料的至少一层覆盖了所述一个或多个微米级通道中的至少一个通道的表面。

167. 如权利要求 166 所述的方法，其中，所述材料的至少一层包括官能化表面。

168. 如权利要求 165 所述的方法，其中，所述微流体设备包括第一聚合物材料的至少一个图案层，和其中所述第一聚合物材料的图案层界定了一个或多个微米级通道。

169. 如权利要求 168 所述的方法，其中，所述微流体设备进一步包括第二聚合物材料的图案层，其中，所述第二聚合物材料的图案层与第一聚合物材料的一个或多个图案层中的至少一个实现运作方式的连通。

170. 如权利要求 168 所述的方法，其中，所述第一聚合物材料的图案层包括官能化表面。

171. 如权利要求 165 所述的方法，其中，所述一个或多个微米级通道包括微米级通道的集成网络。

172. 如权利要求 171 所述的方法，其中，所述集成网络的微米级通道在预定点交叉。

173. 如权利要求 165 所述的方法，其中，第一材料和第二材料的接触是在所述一个或多个微米级通道中界定的混合区中进行。

174. 如权利要求 173 所述的方法，其中，所述混合区包括选自如下的几何结构：T 形连接、盘管、长通道、微米级室和缩颈。

175. 如权利要求 165 所述的方法，其中，第一材料和第二材料布置在微流体设备的分开的通道中。

176. 如权利要求 175 所述的方法，其中，第一材料和第二材料的接触是在由通道的交叉所界定的混合区中进行的。

177. 如权利要求 176 所述的方法，其中，所述混合区包括选自如下的几何结构：T 形连接、盘管、长通道、微米级室和缩颈。

178. 如权利要求 164 所述的方法，包括使第一材料和第二材料在微流体设备中在预定方向上流动。

179. 如权利要求 164 所述的方法，包括使混合的材料在微流体设备中在预定方向上流动。

180. 如权利要求 164 所述的方法，包括使混合的材料与第三材料接触以形成第二混合材料。

181. 如权利要求 164 所述的方法，包括使混合的材料流动到微流体设备的出口孔。

182. 如权利要求 164 所述的方法，包括施加驱动力促使所述材料运动通过所述微流体设备。

183. 如权利要求 164 所述的方法，其中，所述微量滴定板包括一个或多个管。

184. 如权利要求 183 所述的方法，其中，所述材料的至少一层覆盖了所述一个或多个管中的至少一个管的表面。

185. 如权利要求 184 所述的方法，其中，所述材料的至少一层

包括官能化表面。

186. 如权利要求 163 所述的方法，包括回收所述混合的材料。

187. 针对特性筛选样品的方法，所述方法包括：

(a) 提供微米级设备，其包括选自如下材料的至少一层：

(i) 具有选自如下的特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘沲(cSt)的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料；

(ii) 官能化 PFPE 材料；

(iii) 氟烯烃基弹性体；和

(iv) 它们的组合；

(b) 提供靶材料；

(c) 将样品置于微米级设备中；

(d) 使所述样品与所述靶材料接触；和

(e) 检测在所述样品和所述靶材料之间的相互作用，

其中，相互作用的存在或不存在是样品的特性的指示。

188. 如权利要求 187 所述的方法，其中，所述微米级设备选自微流体设备和微量滴定板。

189. 如权利要求 188 所述的方法，其中，所述微流体设备包括一个或多个微米级通道。

190. 如权利要求 189 所述的方法，其中，所述材料的至少一层覆盖了所述一个或多个微米级通道中的至少一个通道的表面。

191. 如权利要求 189 所述的方法，其中，微流体设备包括第一聚合物材料的至少一个图案层，和其中，所述第一聚合物材料的图案层界定了所述一个或多个微米级通道。

192. 如权利要求 191 所述的方法，其中，微流体设备进一步包括第二聚合物材料的图案层，其中，所述第二聚合物材料的图案层与

第一聚合物材料的一个或多个图案层中的至少一个实现运作方式的连通。

193. 如权利要求 191 所述的方法，其中，所述一个或多个微米级通道包括微米级通道的集成网络。

194. 如权利要求 193 所述的方法，其中，所述集成网络的微米级通道在预定点交叉。

195. 如权利要求 188 所述的方法，其中，所述微量滴定板包括一个或多个管。

196. 如权利要求 195 所述的方法，其中，所述材料的至少一层覆盖了所述一个或多个管中的至少一个管的表面。

197. 如权利要求 187 所述的方法，包括将靶材料置于微米级设备中。

198. 如权利要求 197 所述的方法，其中，靶材料结合于官能化表面上。

199. 如权利要求 187 所述的方法，其中，所述靶材料包括抗原、抗体、酶、限制酶、染料、荧光染料、序列试剂、PCR 试剂、引物、受体、配位体、化学试剂或它们的组合中的一种或多种。

200. 如权利要求 187 所述的方法，其中，样品结合于所述官能化表面上。

201. 如权利要求 187 所述的方法，其中，所述样品选自治疗剂、诊断剂、研究试剂、催化剂、金属配位体、非生物有机材料、无机材料、食品、土壤、水和空气。

202. 如权利要求 187 所述的方法，其中样品包括化学或生物化合物或组分的一个或多个库的一种或多种组成成员。

203. 如权利要求 187 所述的方法，其中，所述样品包括核酸模板、序列试剂、引物、引物延伸产品、限制酶、PCR 试剂、PCR 反应产物或它们的组合中的一种或多种。

204. 如权利要求 187 所述的方法，其中，所述样品包括抗体、细胞受体、抗原、受体配位体、酶、酶的底物、免疫化学品、免疫球蛋白、病毒、病毒结合组分、蛋白质、细胞因子、生长因子、抑制剂或它们的组合中的一种或多种。

205. 如权利要求 187 所述的方法，包括将多个样品置于微米级设备中。

206. 如权利要求 187 所述的方法，其中，所述相互作用包括结合相互作用。

207. 如权利要求 187 所述的方法，其中，所述相互作用的检测是通过分光光度计、荧光计、光电二极管、光电倍增管、显微镜、闪烁计数器、相机、CCD 摄像机、膜、光学检测系统、温度传感器、电导率计、电位计、安培计、pH 计或它们的组合中的至少一种或多种来进行。

208. 分离材料的方法，所述方法包括：

(a) 提供微流体设备，其包括选自如下材料的至少一层：

(i) 具有选自如下的特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘沲(cSt)的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料；

(ii) 官能化 PFPE 材料；

(iii) 氟烯烃基弹性体；和

(iv) 它们的组合；和其中，所述微流体设备包括一个或多个微米级通道，和其中所述一个或多个微米级通道中的至少一个包括分离区；

(b) 将包括至少第一材料和第二材料的混合物置于所述微流体设备中；

(c) 使所述混合物流过所述分离区域；和

(d) 在所述分离区域中将第一材料与第二材料分离而形成至少一种分离的材料。

209. 如权利要求 208 所述的方法，其中，所述材料的至少一层的材料覆盖了所述一个或多个微米级通道中的至少一个通道的表面。

210. 如权利要求 208 所述的方法，其中，所述一个或多个微米级通道包括微米级通道的集成网络。

211. 权利要求 209 的方法，其中，所述集成网络的微米级通道在预定点交叉。

212. 如权利要求 208 所述的方法，其中，微流体设备包括第一聚合物材料的一个或多个图案层，和其中所述第一聚合物材料的一个或多个图案层界定了所述一个或多个微米级通道。

213. 如权利要求 212 所述的方法，其中，微流体设备进一步包括第二聚合物材料的图案层，其中，所述第二聚合物材料的图案层与第一聚合物材料的一个或多个图案层中的至少一个层实现运作方式的连通。

214. 如权利要求 212 所述的方法，其中，所述一个或多个微米级通道包括微米级通道的集成网络。

215. 如权利要求 214 所述的方法，其中，所述集成网络的微米级通道在预定点交叉。

216. 如权利要求 208 所述的方法，其中，所述分离区域包括官能化表面。

217. 如权利要求 208 所述的方法，其中，所述分离区域包括色谱材料。

218. 如权利要求 217 所述的方法，其中，所述色谱材料选自尺寸分离基体、亲合性分离基体、和凝胶排阻基体或它们的组合。

219. 如权利要求 208 所述的方法，其中，第一或第二材料包括化学或生物化合物或组分的一个或多个库的一种或多种组成成员。

220. 如权利要求 208 所述的方法，其中，第一或第二材料包括核酸模板、序列试剂、引物、引物延伸产品、限制酶、PCR 试剂、PCR 反应产物或它们的组合中的一种或多种。

221. 如权利要求 208 所述的方法，其中，第一或第二材料包括抗体、细胞受体、抗原、受体配位体、酶、酶的底物、免疫化学品、免疫球蛋白、病毒、病毒结合组分、蛋白质、细胞因子、生长因子、抑制剂或它们的组合中的一种或多种。

222. 如权利要求 208 所述的方法，包括检测所分离的材料。

223. 如权利要求 222 所述的方法，其中所分离材料的检测是通过分光光度计、荧光计、光电二极管、光电倍增管、显微镜、闪烁计数器、相机、CCD 摄像机、膜、光学检测系统、温度传感器、电导率计、电位计、安培计、pH 计或它们的组合中的至少一种或多种来进行。

224. 分配材料的方法，所述方法包括：

(a) 提供微流体设备，其包括选自如下材料的至少一层：

(i) 具有选自如下的特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘泊(cSt)的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料；

(ii) 官能化 PFPE 材料；

(iii) 氟烯烃基弹性体；和

(iv) 它们的组合；和其中，所述微流体设备包括一个或多个微米级通道，和其中所述一个或多个微米级通道中的至少一个包括出口孔；

(b) 提供至少一种材料；

(c) 将所述至少一种材料置于一个或多个微米级通道中的至少一个中；和

(d) 经由所述出口孔分配所述至少一种材料。

225. 如权利要求 224 所述的方法，其中，所述材料的至少一层覆盖了一个或多个微米级通道中的至少一个通道的表面。

226. 如权利要求 225 所述的方法，其中，所述一个或多个微米级通道包括微米级通道的集成网络。

227. 如权利要求 226 所述的方法，其中，所述集成网络的微米级通道在预定点交叉。

228. 如权利要求 224 所述的方法，其中，微流体设备包括第一聚合物材料的一个或多个图案层，和其中第一聚合物材料的一个或多个图案层界定了所述一个或多个微米级通道。

229. 如权利要求 228 所述的方法，其中，微流体设备进一步包括第二聚合物材料的图案层，其中，所述第二聚合物材料的图案层与第一聚合物材料的一个或多个图案层中的至少一个层实现运作方式的连通。

230. 如权利要求 228 所述的方法，其中，材料的至少一个图案层包括官能化表面。

231. 如权利要求 228 所述的方法，其中，所述一个或多个微米级通道包括微米级通道的集成网络。

232. 如权利要求 231 所述的方法，其中，所述集成网络的微米级通道在预定点交叉。

233. 如权利要求 224 所述的方法，其中，所述材料包括药物。

234. 如权利要求 233 所述的方法，包括计量加入预定剂量的药物。

235. 如权利要求 234 所述的方法，包括分配预定剂量的药物。

236. 如权利要求 224 所述的方法，其中，所述材料包括油墨组合物。

237. 如权利要求 236 所述的方法，包括分配所述油墨组合物在

基材上。

238. 如权利要求 237 所述的方法，其中，油墨组合物分配在基材上形成打印图象。

制造微流体设备的功能材料和新型方法

相关申请的交叉引用

本申请是以 2004 年 2 月 13 日提交的美国临时专利申请序列号 No. 60/544,905 为基础的并要求了它的优先权，以引用的方式将其全部内容加入于本文。

政府权益

本发明是按照协议 No. CHE-9876674，在来自海军调查局 No. N000140210185 和国家科学基金会的 STC 项目的美国政府支持下进行的。美国政府在本发明中具有某些权利。

技术领域

目前公开的主题涉及功能材料和它们用于制造和利用微米级和纳米级设备的用途。

缩写

AC	=	交流电
Ar	=	氩气
℃	=	摄氏度
cm	=	厘米
8-CNVE	=	全氟代(8-氰基-5-甲基-3,6-二氧杂-1-辛烯)
CSM	=	固化部位单体(cure site monomer)
CTFE	=	三氟氯乙烯
g	=	克
h	=	小时
1-HPFP	=	1,2,3,3,3-五氟丙烯
2-HPFP	=	1,1,3,3,3-五氟丙烯
HFP	=	六氟丙烯
HMDS	=	六甲基二硅氮烷
IL	=	压印平版印刷术
MCP	=	微接触印刷
Me	=	甲基

MEA	=	膜电极组件
MEMS	=	微电子-机械系统
MeOH	=	甲醇
MIMIC	=	在毛细管中微米模塑
mL	=	毫升
mm	=	毫米
mmol	=	毫摩尔
Mn	=	数均分子量
m. p.	=	熔点
mW	=	毫瓦
NCM	=	纳米接触模塑
NIL	=	纳米压印平版印刷术
nm	=	纳米
Pd	=	钯
PAVE	=	全氟代(烷基乙烯基)醚
PDMS	=	聚(二甲基硅氧烷)
PEM	=	质子交换膜
PFPE	=	全氟聚醚
PMVE	=	全氟代(甲基乙烯基)醚
PPVE	=	全氟代(丙基乙烯基)醚
PSEPVE	=	全氟-2-(2-氟磺酰基乙氧基)丙基乙烯基醚
PTFE	=	聚四氟乙烯
SAMIM	=	溶剂协助的微模塑
SEM	=	扫描电子显微镜法
Si	=	硅
TFE	=	四氟乙烯
μm	=	微米
UV	=	紫外线
W	=	瓦特
ZDOL	=	聚(氧化四氟亚乙基-共-氧化二氟亚甲基)α,ω-二醇 (poly(tetrafluoroethylene oxide-co-difluoromethylene oxide) α,ω-diol)

背景技术

在二十世纪九十年代早期开放的微流体设备是通过使用光刻法和蚀刻技术由硬质材料如硅和玻璃制造的。参见，Ouellette, J., The Industrial Physicist 2003, 8月/9月, 14-17; Scherer, A.等人, Science 2000, 290, 1536-1539。然而光刻法和蚀刻技术是成本高和劳动强度大的，需要清洁的室内条件，并且从材料的角度考虑具有一些缺点。为此，软质材料已经作为用于微流体设备制造的替代材料出现。软质材料的使用使得包含阀门、泵和混合器的设备的制造和驱动成为可能。参见，例如，Ouellette, J., The Industrial Physicist 2003, August/September, 14-17; Scherer, A., et al., Science 2000, 290, 1536-1539; Unger, M. A., et

al., Science 2000, 288, 113-116; McDonald, J. C., et al., Acc. Chem. Res. 2002, 35, 491-499 和 Thorsen. T., et al., Science 2002, 298, 580-584。例如，一种此类的微流体设备可以在不使用机械阀门下控制溢流方向。参见 Zhao，B.等人, Science 2001, 291, 1023-1026。

微流体设备的日渐复杂已经产生了将此类设备用于迅速增长的大量应用中的要求。为此目的，软质材料的使用已经促使微流体发展成有用的技术，该技术已经发现在基因组图谱，快速分离，传感器，纳米反应，喷墨印刷，给药，芯片上实验(Lab-on-a-Chip)，活体外诊断，注射管嘴，生物研究，和药物筛选中的应用。参见,例如，Ouellette, J., The Industrial Physicist 2003, August/September, 14-17; Scherer, A., 等， Science 2000, 290, 1536-1539; Unger, M. A., et al., Science 2000, 288, 113-116; McDonald, J. C., et al., Acc. Chem. Res. 2002, 35, 491-499; Thorsen, T., et al., Science 2002, 298, 580-584 和 Liu, J., et al., Anal. Chem. 2003, 75, 4718-4723。

聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)对于许多微流体设备的应用是首选的软质材料。参见 Scherer. A. , et al., Science 2000, 290, 1536-1539; Unger, M.A., et al., Science 2000, 288, 113-116； McDonald, J. C., et al., Acc. Chem. Res, 2002, 35, 491-499； Thorsen, T., et al., Science 2002, 298, 580-584 和 Liu, J., et al., Anal. Chem. 2003, 75, 4718-4723。PDMS 材料在微流体应用中提供很多有吸引力的性能。在交联后，PDMS 变成具有低杨氏模量，例如大约 750 kPa 的弹性体材料。参见 Unger, M.A., et al., Science 2000, 288, 113-116。这一性能允许 PDMS 与表面一致并形成可逆的密封。此外，PDMS 具有低表面能，例如，大约 20 erg/cm^2，这有利于在形成图案之后从模具中松脱。参见 Scherer. A.等， Science 2000, 290, 1536-1539； McDonald, J. C.等， Acc. Chem. Res. 2002, 35, 491-499。

PDMS 的另一个重要特征是它突出的气体渗透性。这一性能允许

在微流体设备的通道内的气泡从设备中渗透出来。这一性能在微流体设备的结构特征内部维持细胞和微生物也是有用的。聚硅氧烷如PDMS 的无毒性质在这方面也是有益的并且在医用植入物的领域中有应用的可能。McDonald. J. C.等, Acc. Chem. Res. 2002, 35, 491-499。

许多当前 PDMS 微流体设备是基于 SYLGARD®184(Dow Corning, Midland, 美利坚合众国密歇根州)。SYLGARD®184 是通过铂催化的硅氢化反应热固化。SYLGARD®184 的完全固化可以经历长达五小时。然而最近已经报导了具有与用于软质平版印刷术的SYLGARD®184 的机械性能类似的光可固化的 PDMS 材料的合成。参见 Choi. K. M.等，J. Am. Chem. Soc. 2003, 125, 4060-4061。

虽然有上述优点，PDMS 在微流体应用中的缺点是它在大多数的有机溶剂中溶胀。因此，PDMS 型微流体设备与各种有机溶剂之间具有有限的相容性。参见 Lee, J. N.等，Anal. Chem. 2003, 75, 6544-6554。溶胀 PDMS 的有机溶剂是己烷，乙醚，甲苯，二氯甲烷，丙酮和乙腈。参见 Lee, J.N.等, Anal. Chem. 2003, 75, 6544-6554。PDMS 微流体设备被有机溶剂的溶胀可能干扰它的微米级结构特征，例如通道或多个通道，并且可能限制或完全地切断有机溶剂流过通道。因此，对于PDMS 型设备的微流体应用限于使用不溶胀 PDMS 的流体如水。结果，需要使用有机溶剂的那些应用有可能需要使用由硬质材料如玻璃和硅制造的微流体系统。参见 Lee, J. N.等, Anal. Chem. 2003, 75, 6544-6554。然而，这一方案受到由硬质材料制造的微流体设备的缺点的限制。

另外，PDMS 型设备和材料没有足够的惰性来足以使它们甚至用于水性化学过程中。例如，PDMS 容易与弱和强的酸和碱反应。PDMS 型设备也已知含有可抽提物，尤其是可抽提的低聚物和环状硅氧烷，特别是在暴露于酸和碱之后。因为 PDMS 容易被有机物溶胀，所以疏水性材料，即使那些微溶于水中的疏水性材料，会分配到用于构造

PDMS 型微流体设备的 PDMS 型材料中。

因此，显示出 PDMS 的有吸引力的机械性能并且结合了在普通有机溶剂中的溶胀耐性的弹性体材料将使微流体设备的应用延伸到由目前 PDMS 型设备无法达到的各种新化学应用。因此，由目前公开的主题所说明的方案使用弹性体材料，更具体地说是官能化全氟聚醚(PFPE)材料，它在普通的有机溶剂中耐溶胀，从而可以制造微流体设备。

官能化 PFPE 材料在室温下是液体，显示出低的表面能，低模量，高的气体渗透性，和低毒性，并且增加的特征是极其的化学耐性。参见 Scheirs, J. , Modem Fluoropolymers; John Wiley&Sons, Ltd.: New York, 1997; pp 435-485。此外，PFPE 材料显示出疏水性和疏液性。因此，PFPE 材料常常用作在苛刻条件下操作的高性能机器上的润滑剂。已经报导了 PFPE 材料在超临界二氧化碳中的合成和溶解度。参见 Bunyard, W.等，Macromolecules 1999, 32, 8224-8226。除 PFPE 外，含氟弹性体也可以包括以氟烯烃为基础的材料，其中包括但不限于，四氟乙烯，六氟丙烯，偏二氟乙烯和烷基乙烯基醚的共聚物，常常为了交联添加有附加的固化部位单体。

PFPE 微流体设备以前已经由 Rolland, J.等人，JACS 2004, 126, 2322-2323 报道。该设备是由官能化 PFPE 材料(例如，PFPE 二甲基丙烯酸酯(MW=4,000 g/mol))制造，该官能化材料具有大约 800 cSt 的粘度。该材料由自由基可聚合的甲基丙烯酸酯基团封端-官能化并且用光引发剂进行自由基方式的 UV 光固化。在 Rolland, J.等人的上文中，通过使用特定的部分 UV 固化技术生成多层 PFPE 设备，粘合作用是弱的并且对于许多应用来说通常不足够牢固。此外，由 Roland, J. 等人描述的粘合技术不提供对于其它基材如玻璃的粘合。

目前公开的主题描述了使用含氟弹性体，尤其是官能化全氟聚醚，其作为制造耐溶剂的微米级和纳米级结构如微流体设备的材料。

含氟弹性体和官能化全氟聚醚尤其作为用于制造微流体设备的材料的用途解决了由从其它聚合物材料如 PDMS 制造的微流体设备所显示出的在有机溶剂中溶胀的问题。因此，PFPE 基微流体设备可用来控制小体积的流体如有机溶剂的流动，并且可用于进行对于其它聚合的微流体设备来说不适合的微米级和纳米级的化学反应。

发明内容

目前公开的主题提供了用于制造微流体设备的官能化全氟聚醚(PFPE)材料。在一些实施方式中，目前公开的主题提供了将二维的和三维的微米和/或纳米级结构，如微流体网络，粘合于基材上的方法。此外，在一些实施方式中，目前公开的主题提供了形成混合型微流体设备(例如，包括粘合于第二聚合物层上的全氟聚醚层的微流体设备，其中第二聚合物层包括例如聚(二甲基硅氧烷)层)的方法。

目前公开的主题还提供了通过使用可降解材料的牺牲层，来制造微米级和/或纳米级结构例如微流体设备的方法。更具体地说，目前公开的主题提供了通过使用可降解的或选择性可溶的聚合物作为用于生产复杂的、二维(2-D)和三维(3-D)的微流体网络的支架(scaffold)，来制造微米级和/或纳米级结构的方法。

此外，目前公开的主题提供了用于将生物的和其它“可变换的”分子连接到微流体通道的内表面上的官能化材料。例如，将生物分子如生物高分子连接到微流体通道的内表面上可以确保酶-蛋白质相互作用的组合肽合成和/或快速筛选。此外，在微流体通道衬有催化剂可以允许快速的催化剂筛选。同样，将可变换的有机分子引入微流体通道中可以实现允许包括亲水性通道和疏水性通道的微流体设备的制造。

在一些实施方式中，目前公开的主题提供了将官能化全氟聚醚网络用作气体分离膜的方法。

因此，目前公开的主题的目的是提供用于制造和利用微米级和纳米级设备(包括微流体设备)的官能化全氟聚醚材料。这一目的和其它目的可以通过目前公开的主题完全地或部分地实现。

以上描述的目前公开的主题的目的，其它方面和目的当与附图和在下面详细描述的实施例相结合并进行描述时将变得十分清楚。

附图说明

图 1A-1C 是描绘根据目前公开的主题的形成聚合物材料的图案层的一系列示意性端视图。

图 2A-2D 是描绘根据目前公开的主题的形成包括两个聚合物材料的图案层的微流体设备的一系列示意性端视图。

图 3A-3C 是用于将官能化微流体设备粘合到已处理基材上的目前公开方法的实施方式的示意图。

图 4A-4C 是用于制造多层微流体设备的目前公开方法的实施方式的示意图。

图 5A 和 5B 是用于将微流体通道的内表面和微滴定管的表面官能化的目前公开方法的实施方式的示意图。

图 5A 是用于将微流体通道的内表面官能化的目前公开方法的实施方式的示意图。

图 5B 是用于将微滴定管的表面官能化的目前公开方法的实施方式的示意图。

图 6A-6D 是利用可降解的和/或选择性可溶的材料制造微米级结构的目前公开方法的实施方式的示意图。

图 7A-7C 是利用可降解的和/或选择性可溶的材料在微米级和/或纳米级设备中制造复杂结构的目前公开方法的实施方式的示意图。

图 8 是根据目前公开的主题的微流体设备的示意性平面图。

图 9 是用于生物高分子合成的集成微流体系统的示意图。

图 10 是用于在根据目前公开的主题的微流体设备中流动溶液或进行化学反应的系统的示意图。微流体设备 800 被描绘成在图 8 中所示的示意性平面图。

发明详述

目前公开的主题提供了用于形成微流体设备和用于为微流体设备赋予化学官能团的材料和方法。在一些实施方式中，目前公开的方法包括引入化学官能团，所述化学官能团促进和/或提高在微流体设备的各个层之间的粘合作用。在一些实施方式中，化学官能团促进和/或提高在微流体设备的层与另一个表面之间的粘合作用。因此，在一些实施方式中，目前公开的主题提供了将二维的和三维的微流体网络粘合于基材上的方法。在一些实施方式中，目前公开的方法可用于将全氟聚醚(PFPE)材料粘结到其它材料如聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)材料、聚氨酯材料、含聚硅氧烷的聚氨酯材料和 PFPE-PDMS 嵌段共聚物材料上。因此，在一些实施方式中，目前公开的主题提供了形成混合型微流体设备(例如，包括粘合于聚二甲基硅氧烷层、聚氨酯层、含聚硅氧烷的聚氨酯层和 PFPE-PDMS 嵌段共聚物层上的全氟聚醚层的微流体设备)的方法。

在一些实施方式中，所述方法包括将化学官能团引入到微流体通道和/或微滴定管的内表面。在一些实施方式中，化学官能团在微流体通道和/或微滴定管的内表面上的引入提供了生物高分子和其它小的有机“可变换的”分子的连接，所述分子能够影响该微流体通道和/或微滴定管的疏水性或反应性。

在一些实施方式中，目前公开的主题提供了形成微米级和/或纳米级结构的方法，其中可降解的或选择性可溶的聚合物的支架用于例如在微流体设备内部形成通道。因此，在这里公开的模塑方法可以在一个步骤的过程中形成微流体通道的复杂三维网络。

在一些实施方式中，目前公开的主题提供了将官能化全氟聚醚网络用作气体分离膜的方法。

现在参考附图和实施例来更全面地描述目前公开的主题，其中显示了代表性的实施方式。然而目前公开的主题能够以不同的形式概括，并且不应该认为限于在此陈述的实施方式。提供这些实施方式是使本公开彻底和完全，并且将这些实施方式的范围完全地表达给本领域中的那些技术人员。

除非另外限定，否则在这里使用的全部技术和科学术语具有与由目前描述的主题所属于的技术领域中的技术人员通常理解的相同的意义。在这里提到的全部出版物，专利申请，专利，和其它参考文献以引用的方式将它们的全部内容引入本文。

贯穿整个说明书和权利要求，给出的化学式或名称应该包括全部的光学和立体异构体，以及存在此类异构体和混合物的外消旋混合物。

定义

在这里使用的术语“微流体设备”一般是指材料，尤其含流体的材料(如液体)能够被输送通过的设备，在一些实施方式中是微米级的，和在一些实施方式中是纳米级的。因此，由目前公开的主题所描述的微流体设备能够包括微米级结构特征，纳米级结构特征以及它们的组合。

因此，微流体设备典型地包括尺寸在毫米级或更少的数量级上的结构化或官能化特征，这些特征能够按照在微升/min 或更低的数量级上的流速来操纵流体。典型地，此类特征包括，但不限于通道，流体贮器，反应室，混合室，和分离区。在一些实施例中，该通道包括在约 0.1 μm 到约 500 μm 范围内的至少一个横截面尺寸。在这一数量级上的尺寸的使用可以允许在较小面积中引入更多数量的通道，并利用

较小体积的流体。

微流体设备能够单独存在或可以是微流体系统的一部分，包括但不限于：将流体例如样品、试剂、缓冲剂等引入到系统中和/或引入通过该系统的泵；检测设备或系统；试剂、产品或数据储存系统；和用于在设备内控制流体输送和/或方向，监测和控制在设备中的流体所经受的环境条件例如温度、电流等的控制系统。

在这里使用的术语“设备”包括，但不限于，微流体设备，微量滴定板，管道，软管等等。

在这里使用的术语“通道”、“微米级通道”和“微流体通道”可互换地使用，并且指通过将来自有图案的基材中的图案传递到材料中或通过任何合适的材料除去技术而在材料中形成的凹穴或空腔，或指与在凹穴或空腔中设置的任何合适的流体传导用结构如管、毛细管或类似结构的结合的凹穴或空腔。

在这里使用的术语“流动流道”和“控制通道”可互换地使用和能够指在微流体设备中的通道，其中材料如流体(例如，气体或液体)能够流过它。更具体地说，该术语“流动通道”指所述材料例如溶剂或化学试剂能够流过的通道。此外，该术语“控制通道”指流动通道，其中材料如流体(例如气体或液体)能够以操纵阀门或泵的方式流过它。

在这里使用的术语“阀门”除非另有说明否则指一种构型，其中两个通道被弹性体片段例如 PFPE 片段分开，这些片段能够响应于施加在另一个通道例如控制通道上的驱动力偏转伸入到这些通道当中的一个通道例如流动通道之中或从该通道中回缩。该术语”阀门“还包括单向阀，它包括被珠子分开的通道。

在这里使用的术语“图案”指通道或微流体通道，或微流体通道的集成网络，在一些实施方式中它们能够在预定点上交叉。图案还能够包括微米级或纳米级流体贮器，微米级或纳米级反应室，微米级或

纳米级混合室，以及微米级或纳米级分离区中的一种或多种。

在这里使用的术语“交叉”指在一个点上会合，在一个点上会合并贯穿或跨越，或在一个点上会合并重叠。更具体地说，在这里使用的术语“交叉”描述了一个实施方式，其中两个通道在一个点上会合，在一个点上会合并贯穿或跨越彼此，或在一个点上会合并彼此重叠。因此，在一些实施方式中，两个通道能够交叉，即，在一个点上会合或在一个点上会合并贯穿彼此，以及彼此之间实现流体连通。在一些实施方式中，两个通道能够交叉，即，在一个点上会合和彼此重叠，并且彼此不实现流体连通，这是当流动通道和控制通道交叉时的情况。

在这里使用的术语“连通”(例如，第一组分“与”第二组分“连通”或“与”第二组分“实现连通”)以及它的在语法上的变化形式用于表示在两种或多种组分或元件之间的在结构上、功能上、机械上、电学上、光学上或流体上的相互关系，或这些相互关系的任何结合。同样地，一种组分被说成与第二组分实现连通的事实不旨在排除附加组分在第一和第二组分之间存在和/或与第一和第二组分在操作上相关或与第一和第二组分相互配合的可能性。

在谈及微流体设备用于处置流体的容纳或运动的用途时，该术语“在”设备“中”，“在”设备“上”，“进入到”设备“中”，“到”设备“上”，“通过”和“跨越”设备一般具有等同的含义。

在这里使用的术语“整体单块(monolithic)”指包括或用作单一、均匀结构的一种结构。

在这里使用的术语“非生物有机材料”指除了生物材料以外的有机材料，即，具有共价碳-碳键的那些化合物。在这里使用的术语“生物材料”包括核酸聚合物(例如，DNA，RNA)，氨基酸聚合物(例如，酶，蛋白质等)和小的有机化合物(例如，甾类，激素)，其中该小的有机化合物具有生物活性，尤其对于人或有商业意义的动物如宠物和家

畜具有生物活性，并且其中该小的有机化合物主要地用于治疗或诊断目的。尽管生物材料对于药物和生物工艺学应用是有利的，但是大量的应用涉及由除生物材料之外的那些，即非生物有机材料增强的化学过程。

在这里使用的术语“部分固化”指其中低于约 100%的该可聚合的基团发生反应的过程。因此，该术语“部分固化的材料”指经历部分固化过程的材料。

在这里使用的术语“完全固化”指其中约 100%的该可聚合的基团发生反应的过程。因此，该术语“完全固化的材料”指经历完全固化过程的材料。

按照长期存在的专利法惯例，当用于本申请(包括权利要求)中时，术语“a”，“an”和“the”指“一个或多个”。因此，例如，对于“微流体通道”的引用包括多个的此类微流体通道，依此类推。

II. 材料

目前公开的主题广泛地描述和使用了耐溶剂的、低表面能的聚合物材料，尤其通过将液体 PFPE 前体材料浇铸到已形成图案的基材上和然后固化该液体 PFPE 前体材料产生官能化 PFPE 材料的有图案的层而形成的材料，它可用于形成微流体设备。

代表性耐溶剂的弹性体基材料包括但不限于氟化弹性体型材料。在这里使用的术语“耐溶剂的”指既不溶胀于也不溶于普通的烃类有机溶剂或酸性或碱性水溶液中的弹性体材料。代表性氟化弹性体型材料包括但不限于全氟聚醚(PFPE)基材料。

官能化液体 PFPE 材料显示出所需性能使之用于微流体设备中。例如，官能化 PFPE 材料典型地具有低表面能(例如，约 12 mN/m)；是无毒的，UV 和可见光透明的，并且是高度气体可渗透的；并固化成具有优异脱模(realease)性能和耐溶胀性的韧性的、耐久的、高度氟

化的弹性或玻璃状材料。这些材料的性能能够通过对添加剂，填料，反应活性共聚单体和官能化试剂的合适选择来在宽范围内调节。希望改变的此类性能包括，但不限于，模量，撕裂强度，表面能，渗透性，官能度，固化的模式，溶解度和溶胀性，等等。目前公开的 PFPE 材料的不溶胀性质和易脱模性能可以制造出微流体设备。

II. A. 从具有低于约 100 厘沲的粘度的液体 PFPE 前体材料制备的全氟聚醚材料。

本领域中的技术人员将会认识到，全氟聚醚(PFPE)已经在过去 25 年中用于许多应用中。商品 PFPE 材料是通过全氟化单体的聚合反应来制备的。这一类型的第一成员是通过六氟丙烯氧化物(hexafluoropropene oxide) (HFPO)的氟化铯催化聚合反应制得的，得到命名为 KRYTOX®(DuPont, Wilmington, 美国特拉华州)的一系列支化聚合物。类似的聚合物是由六氟丙烯的 UV 催化光致氧化所生产的(FOMBLIN®Y) (Solvay Solexis, Brussels, Belgium)。此外，线性聚合物(FOMBLIN®Z) (Solvay)是由类似方法制备的，但采用四氟乙烯。最后，第四种聚合物(DEMNUM®) (Daikin Industries, Ltd., Osaka, Japan)是通过四氟氧杂环丁烷的聚合反应和随后直接氟化所生产的。这些流体的结构列于表 I 中。表 II 含有 PFPE 类型的润滑剂的一些成员的性能数据。同样地，官能化 PFPE 的物理性能提供于表 III 中。除了这些商购的 PFPE 流体之外，新系列的结构是通过直接氟化技术来制备的。这些新 PFPE 材料的代表性结构给出在表 IV 中。在上述 PFPE 流体当中，只有 KRYTOX®和 FOMBLIN®Z 已经广泛用于这些应用中。参见 Jones, W. R., Jr., The Properties of Perfluoropolyethers Used for Space Applications, NASA Technical Memorandum 106275 (July 1993)，将其全部内容以引用的方式加入本文。因此，此类 PFPE 材料的应用提供在目前公开的主题中。

表 I. 商购 PFPE 流体的名称和化学结构

名称	结构
DEMNUM®	$C_3F_7O(CF_2CF_2CF_2O)_xC_2F_5$
KRYTOX®	$C_3F_7O[CF(CF_3)CF_2O]_xC_2F_5$
FOMBLIN® Y	$C_3F_7O[CF(CF_3)CF_2O]_x(CF_2O)_yC_2F_5$
FOMBLIN® Z	$CF_3O(CF_2CF_2O)_x(CF_2O)_yCF_3$

表 II. PFPE 物理性能

润滑剂	平均分子量	20℃粘度, (cSt)	粘度指数	倾点, ℃	蒸气压，托	
					20℃	100℃
FOMBLIN® Z-25	9500	255	355	-66	$2.9x10^{-12}$	$1x10^{-8}$
KRYTOX® 143AB	3700	230	113	-40	$1.5x10^{-6}$	$3x10^{-4}$
KRYTOX® 143AC	6250	800	134	-35	$2x10^{-8}$	$8x10^{-6}$
DEMNUM® S-200	8400	500	210	-53	$1x10^{-10}$	$1x10^{-7}$

表 III. 官能化 PFPE 的 PFPE 物理性能

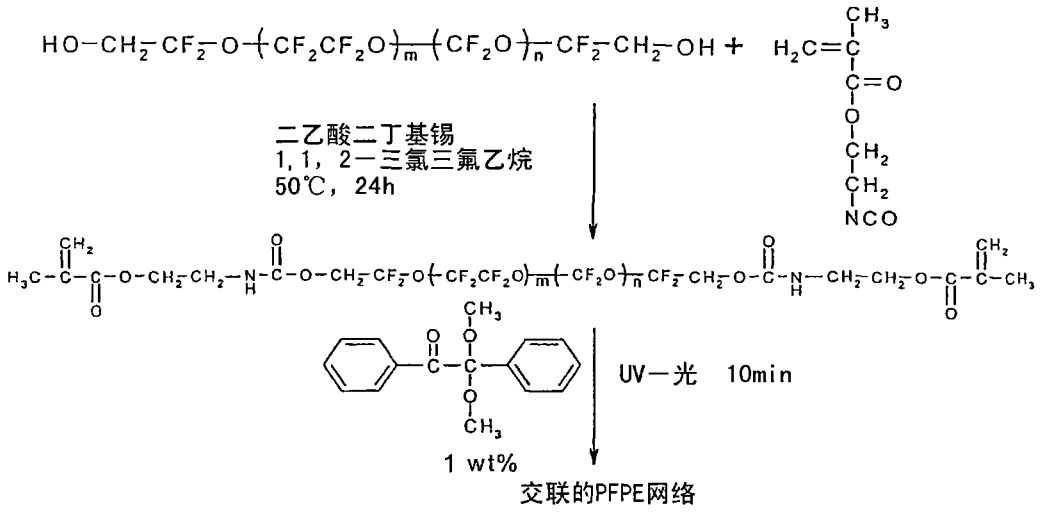
润滑剂	平均分子量	20℃粘度, (cSt)	蒸气压，托	
			20℃	100℃
FOMBLIN® Z-DOL 2000	2000	85	$2.0x10^{-5}$	$2.0x10^{-5}$
FOMBLIN® Z-DOL 2500	2500	76	$1.0x10^{-7}$	$1.0x10^{-4}$
FOMBLIN® Z-DOL 4000	4000	100	$1.0x10^{-8}$	$1.0x10^{-4}$
FOMBLIN® Z-TETROL	500	2000	$5.0x10^{-7}$	$2.0x10^{-4}$

表 IV. 代表性 PFPE 流体的名称和化学结构

名称	结构[a]
全氟聚(氧化亚甲基) (PMO)	$CF_3O(CF_2O)_xCF_3$
全氟聚(环氧乙烷)(PEO)	$CF_3O(CF_2CF_2O)_xCF_3$
全氟聚(二氧戊环)(DIOX)	$CF_3O(CF_2CF_2OCF_2O)_xCF_3$
全氟聚(三氧辛环)(TRIOX)	$CF_3O[(CF_2CF_2O)_2CF_2O]_xCF_3$

[a]其中 x 是任何整数。

在一些实施方式中，该全氟聚醚前体包括聚(氧化四氟亚乙基-共-氧化二氟亚甲基)α,ω-二醇，它在一些实施方式中能够光固化形成全氟聚醚二甲基丙烯酸酯和全氟聚醚二苯乙烯化合物中的一种。用于官能化全氟聚醚的合成和光固化的代表性历程提供于流程 1 中。



流程 1. 官能化全氟聚醚的合成和光固化

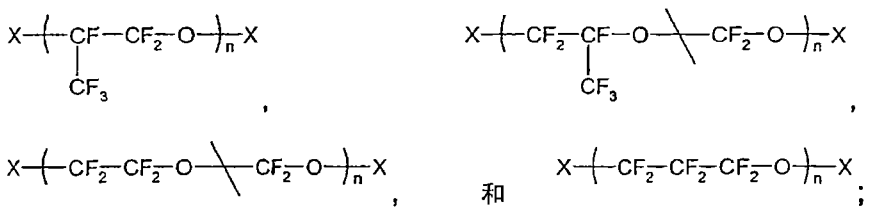
II.B. 从具有大于约 100 厘沲的粘度的液体 PFPE 前体材料制备的全氟聚醚材料。

这些方法在下面被提供来促进和/或增大在 PFPE 材料的层和另一种材料和/或基材之间的粘合性以及为包括 PFPE 材料的表面加上化学官能团，该 PFPE 材料具有选自如下的特性：大于约 100 厘沲(cSt)

的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料。正如在这里所提供，液体 PFPE 前体材料的粘度指在官能化(例如用甲基丙烯酸酯或苯乙烯基团的官能化)之前该材料的粘度。

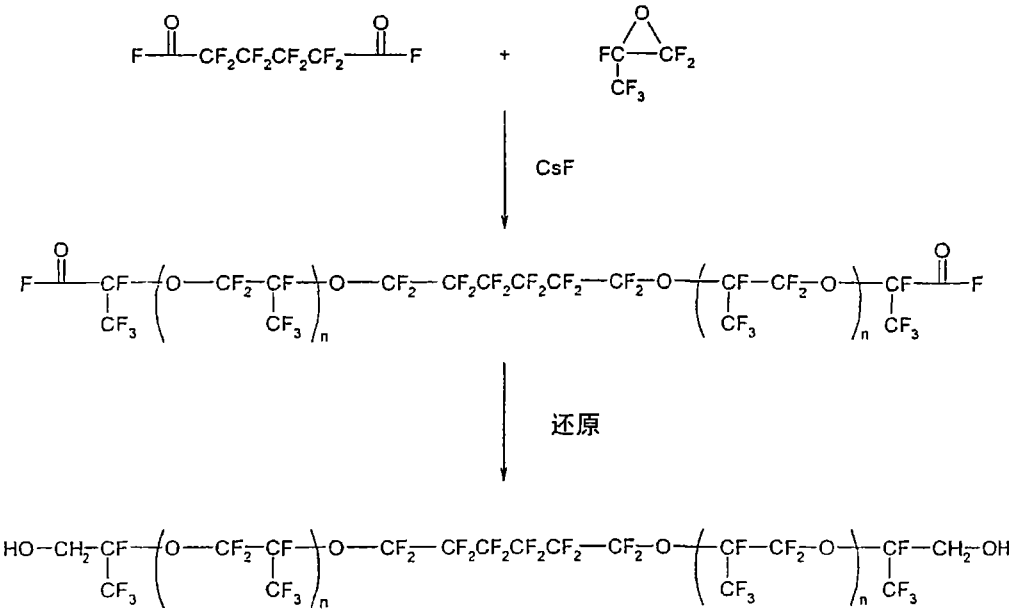
因此，在一些实施方式中，PFPE 材料是从具有大于约 100 厘沲(cSt)的粘度的液体 PFPE 前体材料制备的。在一些实施方式中，该液体 PFPE 前体由可聚合的基团封端。在一些实施方式中，该可聚合的基团选自丙烯酸酯，甲基丙烯酸酯，环氧基，氨基，羧基，酸酐，马来酰亚胺，异氰酸根，烯烃和苯乙烯基团。

在一些实施方式中，该全氟聚醚材料包括选自以下的骨架结构：



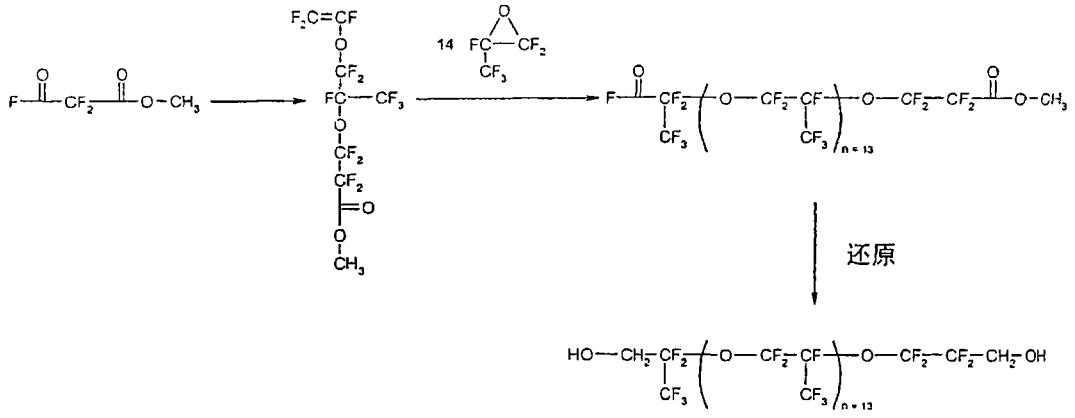
其中 x 存在和不存在，并且当存在时包括封端基团，和 n 是从 1 到 100 的整数。

在一些实施方式中，该 PFPE 液体前体是由六氟环氧丙烷合成的，如流程 2 中所示。



流程 2. 从六氟环氧丙烷合成液体 PFPE 前体材料

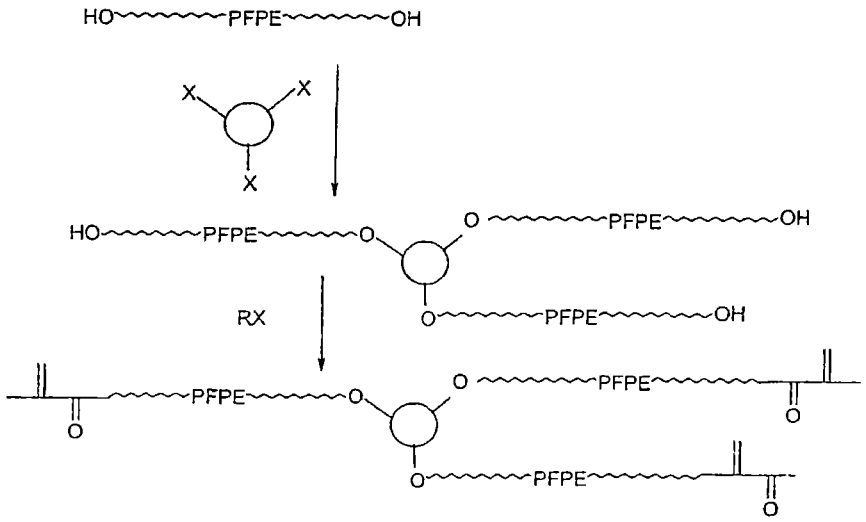
在一些实施方式中，该液体 PFPE 前体是由六氟环氧丙烷合成的，如流程 3 中所示。



流程 3. 从六氟环氧丙烷合成液体 PFPE 前体材料

在一些实施方式中，该液体 PFPE 前体包括扩链的材料，使得在加成可聚合基团之前两个或多个链连在一起。因此，在一些实施方式中，“连接剂基团”将两个链连在一起形成一个分子。在一些实施方

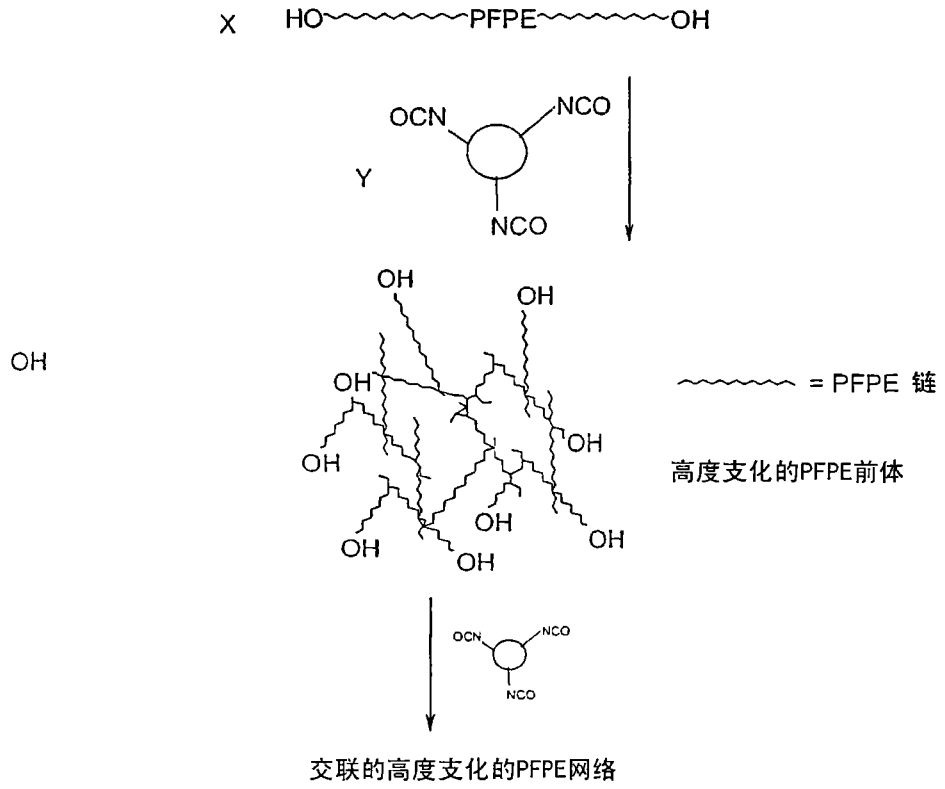
式中，如流程 4 中所示，该连接剂基团将三个或更多个链连接在一起。



流程 4. 将 3 个 PFPE 链连接一起的连接剂基团

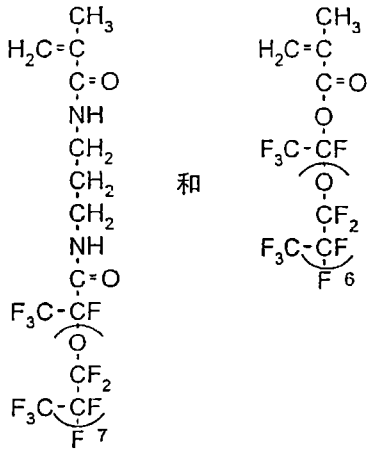
在一些实施方式中，X 选自异氰酸酯，酰基氯，环氧基和卤素。在一些实施方式中，R 选自丙烯酸酯，甲基丙烯酸酯，苯乙烯，环氧基，羧基，酸酐，马来酰亚胺，异氰酸酯，烯烃，和胺。在一些实施方式中，圆环表示任何多官能团分子。在一些实施方式中，多官能团分子包括环状分子。PFPE 指在上文提供的任何 PFPE 材料。

在一些实施方式中，该液体 PFPE 前体包括在流程 5 中提供的高度支化聚合物，其中 PFPE 指在上文提供的任何 PFPE 材料。



流程 5. 高度支化的 PFPE 液体前体材料

在一些实施方式中，该液体 PFPE 材料包括选自下列中的末端官能化材料：

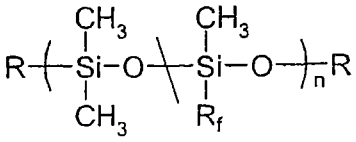


在一些实施方式中，该PFPE液体前体由环氧基结构部分来封端，

它能够使用光致生酸剂(photoacid generator)进行光固化。适合用于目前公开的主题中的光致生酸剂包括，但不限于：双(4-叔-丁基苯基)碘鎓对-甲苯磺酸盐，双(4-叔-丁基苯基)碘鎓三氟甲磺酸盐(triflate)，(4-溴苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，(叔-丁氧基羰基甲氧基萘基)-二苯基锍三氟甲磺酸盐，(叔-丁氧基羰基甲氧基苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，(4-叔-丁基苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，(4-氯苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，二苯基碘鎓-9,10-二甲氧基蒽-2-磺酸盐，二苯基碘鎓六氟磷酸盐，二苯基碘鎓硝酸盐，二苯基碘鎓全氟-1-丁烷磺酸盐，二苯基碘鎓对-甲苯磺酸盐，二苯基碘鎓三氟甲磺酸盐，(4-氟苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，N-羟基萘二甲酰亚胺(N-hydroxynaphthalimide)三氟甲磺酸盐，N-羟基-5-降冰片烯-2,3-二羧酰亚胺全氟-1-丁烷磺酸盐，N-羟基邻苯二甲酰亚胺三氟甲磺酸盐，[4-[(2-羟基十四烷基)氧基]苯基]苯基碘鎓六氟锑酸盐，(4-碘苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，(4-甲氧基苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，2-(4-甲氧基苯乙烯基)-4,6-双(三氯甲基)-1,3,5-三嗪，(4-甲基苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，(4-甲基硫苯基)甲基苯基锍三氟甲磺酸盐，2-萘基二苯基锍三氟甲磺酸盐，(4-苯氧基苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，(4-苯基硫基苯基)二苯基锍三氟甲磺酸盐，硫代双(三苯基锍六氟磷酸盐)，三芳基锍六氟锑酸盐，三芳基锍六氟磷酸盐，三苯基锍全氟-1-丁烷磺酸盐，三苯基锍三氟甲磺酸盐，三(4-叔-丁基苯基)锍全氟-1-丁烷磺酸盐，和三(4-叔-丁基苯基)锍三氟甲磺酸盐。

在一些实施方式中，该液体PFPE前体固化成高度UV和/或高度可见光透明的弹性体。在一些实施方式中，该液体PFPE前体固化成对氧气，二氧化碳，和氮气高度渗透的弹性体，该渗透性是能够促进位于其中的生物流体/细胞的生存能力的一种性能。在一些实施方式中，添加添加剂或形成各种层以增强设备对于诸如氧气，二氧化碳，氮气，染料，试剂等的分子的阻隔性能。

在一些实施方式中，适合为目前公开的主题所使用的材料包括包含具有以下结构的氟烷基官能化聚二甲基硅氧烷(PDMS)的一种聚硅氧烷材料：



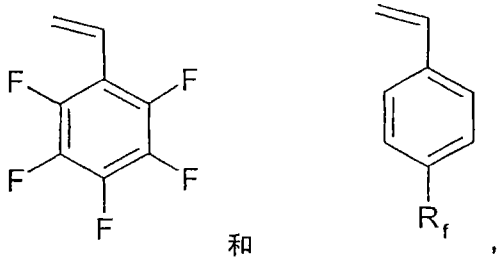
其中：

R 选自丙烯酸酯，甲基丙烯酸酯，和乙烯基；

R_f 包括氟烷基链；和

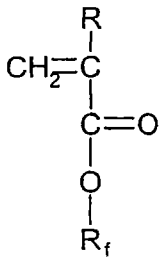
n 是从 1 到 100,000 的整数。

在一些实施方式中，适合为目前公开的主题所使用的材料包括苯乙烯类材料，所述苯乙烯类材料包括选自下列这些中的氟化苯乙烯单体：



其中 R_f 包括氟烷基链。

在一些实施方式中，适合为目前公开的主题所使用的材料包括丙烯酸酯类材料，所述丙烯酸酯类材料包括具有下面结构的氟化丙烯酸酯或氟化甲基丙烯酸酯：



其中：

R 选自 H，烷基，取代的烷基，芳基，和取代的芳基；和

R_f 包括在全氟烷基链和酯键之间具有-CH_2-或-CH_2-CH_2-间隔基的氟烷基链。在一些实施方式中，该全氟化烷基具有氢取代基。

在一些实施方式中，适合为目前公开的主题所使用的材料包括含有氟化单体的三嗪氟聚合物。

在一些实施方式中，能够由易位聚合反应进行聚合或交联的氟化单体或氟化低聚物包括官能化烯烃。在一些实施方式中，该官能化烯烃包括官能化环烯烃。

II. C. 氟烯烃基材料

此外，在一些实施方式中，在这里所使用的材料选自高度氟化的氟弹性体，例如按照在美国专利 No. 6,512,063(授权于 Tang)中所述的包括至少 58 重量%氟的氟弹性体，以引用的方式将其全部内容引入本文。此类氟弹性体能够部分地氟化或全氟化和含有 25-70 重量%(基于氟弹性体的重量)的第一单体例如偏二氟乙烯(VF_2)或四氟乙烯(TFE)的共聚合单元。该氟弹性体的剩余单元包括一种或多种附加共聚合单体，后者与第一单体不同，并且选自含氟的烯烃，含氟的乙烯基醚，烯烃和它们的组合。

这些氟弹性体包括 VITON®(DuPont Dow Elastomers, Wilmington, 美国特拉华州)和 Kel-F 型聚合物，对于微流体应用已描述在授权于

Unger 等人的 US 专利 No. 6,408,878 中。然而这些商购的聚合物具有从约 40 到 65(ML1+10，121℃)的门尼(Mooney)粘度，使得它们具有发粘的，胶状的粘性。当固化时，它们变为硬的、不透明固体。目前可获得的 VITON®和 Kel-F 对于微米级模塑加工具有有限的实用性。在这里所述的应用的领域中需要具有类似组成但具有更低粘度和更高光学透明度的可固化物质。对于在 20℃下较低粘度(例如，2-32(ML1+10，在 121℃下))或更优选低至 80-2000 cSt 的粘度，组合物得到可倾倒的液体，实现更有效的固化。

更具体地说，含氟的烯烃包括，但不限于，偏二氟乙烯，六氟丙烯(HFP)，四氟乙烯(TFE)，1,2,3,3,3-五氟丙烯(1-HPFP)，三氟氯乙烯(CTFE)和氟乙烯。

含氟的乙烯基醚包括，但不限于全氟代(烷基乙烯基)醚(PAVE)。更具体地说，用作单体的全氟代(烷基乙烯基)醚包括下列通式的全氟代(烷基乙烯基)醚：

$$CF_2=CFO(R_fO)_n(R_fO)_mR_f$$

其中，各 R_f 独立地是线性或支化 C_1-C_6 全氟亚烷基基团，以及 m 和 n 各自独立地是 0 到 10 的整数。

在一些实施方式中，该全氟代(烷基乙烯基)醚包括下列通式的单体：

$$CF_2=CFO(CF_2CFXO)_nR_f$$

其中，X 是 F 或 CF_3，n 是 0 到 5 的整数，以及 R_f 是线性或支化的 C_1-C_6 全氟亚烷基基团。在一些实施方式中，n 是 0 或 1 并且 R_f 包括 1 到 3 个碳原子。此类全氟代(烷基乙烯基)醚的代表性例子包括全

氟(甲基乙烯基)醚(PMVE)和全氟(丙基乙烯基)醚(PPVE)。

在一些实施方式中，该全氟(烷基乙烯基)醚包括下列通式的单体：

$$CF_2=CFO[(CF_2)_mCF_2CFZO]_nR_f$$

其中，R_f是具有1-6个碳原子的全氟化烷基，m是0或1的整数，n是从0到5的整数，以及Z是F或CF_3。在一些实施方式中，R_f是C_3F_7，m是0，和n是1。

在一些实施方式中，该全氟代(烷基乙烯基)醚单体包括以下通式的化合物：

$$CF_2=CFO[(CF_2CF\{CF_3\}O)_n\ (CF_2CF_2CF_2O)_m\ (CF_2)_p]\ C_xF_{2x+1}$$

其中，m和n各自独立地是0到10的整数，p是0到3的整数，和x是从1到5的整数。在一些实施方式中，n是0或1，m是0或1，和x是1。

有用的全氟代(烷基乙烯基醚)的其它例子包括：

$$CF_2=CFOCF_2CF(CF_3)O(CF_2O)_mC_nF_{2n+1}$$

其中，n是从1到5的整数，m是1到3的整数。在一些实施方式中，n是1。

在全氟(烷基乙烯基)醚(PAVE)的共聚合单元存在于目前描述的氟弹性体中的实施方式中，PAVE含量一般是基于氟弹性体的总重量的25-75重量%。如果PAVE是全氟代(甲基乙烯基)醚(PMVE)，则该氟弹性体含有30-55重量%的共聚合PMVE单元。

可用于目前所述氟弹性体中的烯烃包括，但不限于乙烯(E)和丙

烯(P)。在其中烯烃的共聚合单元存在于当前所述的氟弹性体中的实施方式中，该烯烃含量一般是 4-30 重量%。

此外，在一些实施方式中，目前所述的氟弹性体能够包括一种或多种固化部位单体的单元。合适的固化部位单体的例子包括：i)含溴的烯烃；ii)含碘的烯烃；iii)含溴的乙烯基醚；iv)含碘的乙烯基醚；v)具有腈基的含氟的烯烃；vi)具有腈基的含氟的乙烯基醚；vii) 1,1,3,3,3-五氟丙烯(2-HPFP)；viii)全氟(2-苯氧基丙基乙烯基)醚；和 ix)非共轭二烯。

该溴化的固化部位单体能够含有其它卤素，优选氟。溴化的烯烃固化部位单体的例子是 CF_2=CFO$CF_2CF_2CF_2OCF_2CF_2$Br；一溴三氟乙烯；4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1 (BTFB)；和其它单体，如乙烯基溴，1-溴-2,2-二氟乙烯；全氟烯丙基溴化物；4-溴-1,1,2-三氟丁烯-1；4-溴-1,1,3,3,4,4-六氟丁烯；4-溴-3-氯-1,1,3,4,4-五氟丁烯；6-溴-5,5,6,6-四氟己烯；4-溴全氟丁烯-1 和 3,3-二氟烯丙基溴化物。溴化的乙烯基醚固化部位单体包括 2-溴-全氟乙基全氟乙烯基醚和 CF_2Br-R_f-O-CF=CF_2(其中 R_f 是全氟亚烷基基团)的氟化化合物，如 CF_2BrCF_2O-CF=CF_2，和 ROCF=CFBr 或 ROCBr=CF_2(其中 R 是低级烷基或氟烷基基团)的氟乙烯基醚，如 CH_3OCF=CFBr 或 CF_3CH_2OCF=CFBr。

合适的碘化的固化部位单体包括以下通式的碘化烯烃：CHR=CH-Z-CH_2CHR-I，其中 R 是-H 或-CH_3；Z 是 C_1-C_{18}(全)氟亚烷基基团，线性或支化的，任选含有一个或多个醚氧原子，或(全)氟聚氧化烯基团，如在美国专利 No. 5,674,959 中所公开。有用的碘化的固化部位单体的其它例子是以下通式的不饱和醚：I($CH_2CF_2CF_2$)$_n$OCF=CF_2 和 ICH_2CF_2O[CF(CF_3)CF_2O]$_n$CF=CF_2 等，其中 n 是从 1 到 3 的整数，如在美国专利 No. 5,717,036 中所公开。另外，包括碘乙烯，4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1(ITFB)；3-氯-4-碘-3,4,4-三氟丁

烯；2-碘-1,1,2,2-四氟-1-(乙烯基氧基)乙烷；2-碘-1-(全氟乙烯基氧基)-1,1,2,2-四氟乙烯；1,1,2,3,3,3-六氟 2-碘-1-(全氟乙烯基氧基)丙烷；2-碘乙基乙烯基醚；3,3,4,5,5,5-六氟 4-碘戊烯；和一碘三氟乙烯在内的合适的碘化的固化部位单体已公开在 US 专利 No. 4,694,045 中。烯丙基碘和 2-碘-全氟乙基全氟乙烯基醚也是有用的固化部位单体。

有用的含腈的固化部位单体包括以下所示通式的那些：

$$CF_2=CF-O(CF_2)_n-CN$$

其中，n 是从 2 到 12 的整数。在一些实施方式中，n 是从 2 到 6 的整数。

$$CF_2=CF-O[CF_2-CF(CF)-O]_n-CF_2-CF(CF_3)-CN$$

其中，n 是从 0 到 4 的整数。在一些实施方式中，n 是从 0 到 2 的整数。

$$CF_2=CF-[OCF_2CF(CF_3)]_x-O-(CF_2)_n-CN$$

其中，x 是 1 或 2，和 n 是从 1 到 4 的整数；和

$$CF_2=CF-O-(CF_2)_n-O-CF(CF_3)-CN$$

其中，n 是从 2 到 4 的整数。在一些实施方式中，该固化部位单体是具有腈基和三氟乙烯基醚基团的全氟化聚醚。

在一些实施方式中，该固化部位单体是：

$CF_2=CFOCF_2CF(CF_3)OCF_2CF_2CN$

即，全氟(8-氰基-5-甲基-3,6-二氧杂-1-辛烯)或 8-CNVE。

非共轭二烯固化部位单体的例子包括，但不限于 1,4-戊二烯；1,5-已二烯；1,7-辛二烯；3,3,4,4-四氟-1,5-已二烯；以及其它类似单体，如公开在加拿大专利 No. 2,067,891 和欧洲专利 No. 0784064 A1 中的那些。合适三烯是 8-甲基-4-亚乙基-1,7-辛二烯。

在其中氟弹性体由过氧化物固化的实施方式中，该固化部位单体优选选自 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1 (BTFB)；4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1 (ITFB)；烯丙基碘；一溴三氟乙烯和 8-CNVE。在其中该氟弹性体由多元醇固化的实施方式中，2HPFP 或全氟代(2-苯氧基丙基乙烯基)醚是优选的固化部位单体。在其中氟弹性体由四胺固化的实施方式中，双(氨基苯酚)或双(硫代氨基酚)，8-CNVE 是优选的固化部位单体。

固化部位单体的单元，当存在于目前公开的氟弹性体中时，典型地是以 0.05-10 重量% (以氟弹性体的总重量为基础)，优选 0.05-5 重量%和最优选 0.05-3 重量%的水平存在。

可用于目前公开的主题中的氟弹性体包括，但不限于，具有至少 58 重量%氟并包括以下单体的共聚合单元的那些弹性体：i) 偏二氟乙烯和六氟丙烯；ii) 偏二氟乙烯，六氟丙烯和四氟乙烯；iii) 偏二氟乙烯，六氟丙烯，四氟乙烯和 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1；iv) 偏二氟乙烯，六氟丙烯，四氟乙烯和 4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1；v) 偏二氟乙烯，全氟代(甲基乙烯基)醚，四氟乙烯和 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1；vi) 偏二氟乙烯，全氟(甲基乙烯基)醚，四氟乙烯和 4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1；vii) 偏二氟乙烯，全氟代(甲基乙烯基)醚，四氟乙烯和 1,1,3,3,3-五氟丙烯；viii) 四氟乙烯，全氟代(甲基乙烯基)醚和乙烯；ix) 四氟乙烯，全氟代(甲基乙烯基)醚，乙烯和 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1；x) 四氟乙烯，全氟代(甲基乙烯基)醚，乙烯和 4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1；xi) 四

氟乙烯，丙烯和偏二氟乙烯；xii) 四氟乙烯和全氟代(甲基乙烯基)醚；xiii) 四氟乙烯，全氟代(甲基乙烯基)醚和全氟(8-氰基-5-甲基-3,6-二氧杂-1-辛烯)；xiv) 四氟乙烯，全氟代(甲基乙烯基)醚和 4-溴-3,3,4,4-四氟丁烯-1；xv) 四氟乙烯，全氟(甲基乙烯基)醚和 4-碘-3,3,4,4-四氟丁烯-1；和 xvi) 四氟乙烯，全氟代(甲基乙烯基)醚和全氟(2-苯氧基丙基乙烯基)醚。

另外，由于在氟弹性体的制备过程中链转移剂或分子量调节剂的使用，含碘的端基，含溴的端基或它们的组合能够任选地存在于氟弹性体聚合物链端的一端或两端。当使用时，计算链转移剂的量以使得在氟弹性体中的碘或溴的水平是在 0.005-5 重量%，优选 0.05-3 重量%的范围内。

链转移剂的例子包括使得在聚合物分子的一端或两端引入键合的碘的含碘化合物。二碘甲烷；1,4-二碘全氟-正丁烷；和 1,6-二碘-3,3,4,4-四氟己烷是此类试剂的代表。其它碘化链转移剂包括 1,3-二碘全氟丙烷；1,6-二碘全氟己烷；1,3-二碘-2-氯全氟丙烷；1,2-二(碘二氟甲基)全氟环丁烷；单碘全氟乙烷；单碘全氟丁烷；2-碘-1-氢全氟乙烷，等等。还包括的是公开在欧洲专利 No. 0868447A1 中的氰基-碘链转移剂。特别优选的是二碘化的链转移剂。

溴化的链转移剂的例子包括 1-溴-2-碘全氟乙烷；1-溴-3-碘全氟丙烷；1-碘-2-溴-1,1-二氟乙烷和其它类似物，如在 US 专利 No. 5,151,492 中所公开。

适合使用的其它链转移剂包括在US专利No. 3,707,529中公开的那些。此类试剂的例子包括异丙醇，丙二酸二乙基酯，乙酸乙酯，四氯化碳，丙酮和十二烷基硫醇。

III. 通过热自由基固化过程形成微流体设备的方法

在一些实施方式中，目前公开的主题提供了形成微流体设备的方

法，通过该方法让官能化液体全氟聚醚(PFPE)前体材料与已形成图案的基材，即母板(master)接触，然后使用自由基引发剂进行热固化。正如下面所详细提供的，在一些实施方式中，液体 PFPE 前体材料完全固化形成完全固化的 PFPE 网络，然后从已形成图案的基材上除去并与第二基材接触形成可逆的密封封接。

在一些实施方式中，该液体 PFPE 前体材料部分地固化而形成部分固化的 PFPE 网络。在一些实施方式中，该部分固化的网络与 PFPE 材料的第二个部分固化的层接触，然后该固化反应进行到完成，由此在这两个 PFPE 层之间形成永久的粘结。

此外，该部分固化的 PFPE 网络能够与包括另一种聚合物材料如聚(二甲基硅氧烷)或另一种聚合物的层或基材接触，然后热固化，以使 PFPE 网络粘合至另一种聚合物材料上。另外，该部分固化的 PFPE 网络能够与固体基材如玻璃、石英或硅接触，并通过使用硅烷偶联剂键合于基材上。

III. A. 形成弹性体材料的有图案的层的方法

在一些实施方式中，目前公开的主题提供了形成弹性体材料的有图案的层的方法。目前公开的方法适合用于在 II.A.和 II.B.部分中描述的全氟聚醚材料和在 II.C 部分中描述的以氟烯烃为基础的材料。使用更高粘度 PFPE 材料的优势在于可以在交联点之间有更高的分子量。在交联点之间的更高分子量能够改进该材料的弹性性能，防止形成裂纹。现在参见图 1A-1C，显示了目前公开的主题的实施方式的示意图。描绘了具有包括升高的突起 104 的带图案表面 102 的基材 100。因此，基材 100 的带图案表面 102 包括至少一个升高的突起 104，它形成了图案的形状。在一些实施方式中，基材 100 的带图案表面 102 包括多个的升高的突起 104，它形成了复杂图案。

正如在图 1B 中最佳地看出，液体前体材料 106 配置在基材 100

的有图案的表面 102 上。如图 1B 中所示，液体前体材料 106 用处理过程 Tr 来处理。在液体前体材料 106 的处理之后，形成了弹性体材料的带图案层 108(如图 1C 中所示)。

如图 1C 中所示，弹性体材料的带图案层 108 包括在带图案层 108 的底部表面中形成的凹穴 110。凹穴 110 的尺寸对应于基材 100 的带图案表面 102 的升高的突起 104 的尺寸。在一些实施方式中，凹穴 110 包括至少一个通道 112，它在目前公开的主题的一些实施方式中包括微米级通道。带图案层 108 从基材 100 的图案表面 102 上除去，得到微流体设备 114。

在一些实施方式中，该已形成图案的基材包括蚀刻的硅晶片。在一些实施方式中，已形成图案的基材包括光致抗蚀的图案的基材。对于目前公开的主题的目的，已形成图案的基材能够通过本领域已知的加工方法中的任何一种来制造，其中包括但不限于，光刻法，电子束平印术和离子铣削(ion milling)。

在一些实施方式中，全氟聚醚的有图案的层具有在约 0.1 微米和约 100 微米之间的厚度。在一些实施方式中，全氟聚醚的有图案的层具有在约 0.1 毫米和约 10 毫米之间的厚度。在一些实施方式中，全氟聚醚的有图案的层具有在约 1 微米和约 50 微米之间的厚度。在一些实施方式中，全氟聚醚的有图案的层具有大约 20 微米厚度。在一些实施方式中，全氟聚醚的有图案的层具有大约 5 毫米厚度。

在一些实施方式中，全氟聚醚的有图案的层包括许多的微米级通道。在一些实施方式中，该通道具有从约 0.01 μm 到约 1000 μm 的宽度；从约 0.05 μm 到约 1000 μm 的宽度；和/或从约 1 μm 到约 1000 μm 的宽度。在一些实施方式中，该通道具有从约 1 μm 到约 500 μm 的宽度；从约 1 μm 到约 250 μm 的宽度；和/或从约 10 μm 到约 200 μm 的宽度。举例的通道宽度包括，但不限于，0.1 μm，1 μm，2 μm，5 μm，10 μm，20 μm，30 μm，40 μm，50 μm，60 μm，70 μm，80 μm，90 μm，

100 μm，110 μm，120 μm，130 μm，140 μm，150 μm，160 μm，170 μm，180 μm，190 μm，200 μm，210 μm，220 μm，230 μm，240 μm，和 250 μm。

在一些实施方式中，该通道具有从约 1 μm 到约 1000 μm 的深度范围；和/或从约 1 μm 到 100 μm 的深度范围。在一些实施方式中，该通道具有从约 0.01 μm 到约 1000 μm 的深度范围；从约 0.05 μm 到约 500 μm 的深度范围；从约 0.2 μm 到约 250 μm 的深度范围；从约 1 μm 到约 100 μm 的深度范围；从约 2 μm 到约 20 μm 的深度范围；和/或从约 5 μm 到约 10 μm 的深度范围。举例的通道深度包括，但不限于，0.01 μm，0.02 μm，0.05 μm，0.1 μm，0.2 μm，0.5 μm，1 μm，2 μm，3 μm，4 μm，5 μm，7.5 μm，10 μm，12.5 μm，15 μm，17.5 μm，20 μm，22.5 μm，25 μm，30 μm，40 μm，50 μm，75 μm，100 μm，150 μm，200 μm 和 250 μm。

在一些实施方式中，该通道具有从约 0.1:1 到约 100:1 的宽深比。在一些实施方式中，该通道具有从约 1:1 到约 50:1 的宽深比。在一些实施方式中，该通道具有从约 2:1 到约 20:1 的宽深比。在一些实施方式中，该通道具有从约 3:1 到约 15:1 的宽深比。在一些实施方式中，该通道具有约 10:1 的宽深比。

本领域中的普通技术人员会认识到，目前公开的主题的通道的尺寸不局限于上述的举例性质的范围并且能够在宽度和深度上改变以影响为了让材料流过通道和/或为了操纵阀门来控制材料在其中的流动所需要的力的大小。此外，正如在下面更详细描述，更大宽度的通道被设计为流体贮器，反应室，混合通道，分离区等。

III. B. 形成多层带图案材料的方法

在一些实施方式中，目前公开的主题描述了形成多层带图案材料，例如，多层带图案的 PFPE 材料的方法。在一些实施方式中，多

层带图案全氟聚醚材料被用来制造整体单块 PFPE 基微流体设备。

现在参见图 2A-2D，显示了目前公开的主题的实施方式的制备方法的示意图。提供了带图案的层 200 和 202，在一些实施方式中，它们中的每一种包括由具有大于约 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料制备的全氟聚醚材料。在这一实例中，带图案层 200 和 202 中的每一种包括多个通道 204。在目前公开的主题的这一实施方式中，多个通道 204 包括微米级通道。在形成图案的层 200 中，该通道在图 2A-2C 中由虚线即，阴影线表示，。有图案的层 202 按照预定的取向排列方式重叠在有图案的层 200 上。在这一实例中，预定的取向排列使得处于图案层 200 和 202 中的通道基本上彼此垂直。在一些实施方式中，如在图 2A-2D 中所描绘，有图案层 200 重叠在无图案的层 206 上。无图案的层 206 可以包括全氟聚醚。

继续参考图 2A-2D，带图案层 200 和 202，和在一些实施方式中无图案的层 206，通过处理方法 Tr 来处理。正如下面更详细描述，层 200、202，和在一些实施方式中无图案的层 206，通过处理方法 Tr 来处理，以促进带图案层 200 和 202 彼此的粘合，和在一些实施方式中，促进带图案层 200 与无图案的层 206 的粘合，如在图 2C 和 2D 中所示。所得微流体设备 208 包括微米级通道 204 的集成网络 210，微米级通道 204 在预定交叉点 212 上交叉，正如在图 2D 中提供的横截面中最佳地看出。在图 2D 中还显示的是包括带图案层 200 的通道 204 的顶面的膜 214，它将图案层 202 的通道 204 与图案层 200 的通道 204 分开。

继续参考图 2A-2C，在一些实施方式中，图案层 202 包括多个的孔，并且该孔标明为输入孔 216 和输出孔 218。在一些实施方式中，该孔，例如，输入孔 216 和输出孔 218 与通道 204 实现流体连通。在一些实施方式中，该孔包括了包括 PFPE 材料的薄膜的一种侧-激励(side-actuated)阀门结构，它能够激励以限制在邻接的通道(未显示)中

的流动。

在一些实施方式中，光固化 PFPE 材料的第一带图案层是以一定的厚度进行浇铸，为该 PFPE 结构赋予一定程度的机械稳定性。因此，在一些实施方式中，光固化 PFPE 材料的第一带图案层具有大约 50 μm 到几个厘米的厚度。在一些实施方式中，光固化 PFPE 材料的第一带图案的层具有在 50 μm 和约 10 毫米之间的厚度。在一些实施方式中，光固化 PFPE 材料的第一带图案的层是 5 mm 厚度。在一些实施方式中，光固化 PFPE 材料的第一带图案的层是大约 4 mm 厚度。此外，在一些实施方式中，PFPE 材料的第一带图案层的厚度是约 0.1 μm 到约 10 cm；从约 1 μm 到约 5 cm；从约 10 μm 到约 2 cm；和从约 100 μm 到约 10 mm 的范围。

在一些实施方式中，光固化 PFPE 材料的第二带图案的层具有在约 1 微米和约 100 微米之间的厚度。在一些实施方式中，光固化 PFPE 材料的第二带图案的层具有在约 1 微米和约 50 微米之间的厚度。在一些实施方式中，光固化材料的第二带图案的层具有大约 20 微米厚度。

虽然图 2A-2C 公开了其中 PFPE 材料的两个图案层相结合的微流体设备的形成，但是在目前公开的主题的一些实施方式中有可能形成包括 PFPE 材料的一个带图象的层和一个无图案的层的微流体设备。因此，第一图象层能够包括微米级通道或微米级通道的集成网络和然后第一图象层能够重叠在无图案的层的上方并使用光固化步骤，如在这里公开的施加紫外光，来粘合至无图案的层，从而形成在其中包括封闭的通道的单块整体结构。

因此，在一些实施方式中，光固化全氟聚醚材料的第一和第二图案层，或另外地，光固化全氟聚醚材料的第一图案层和光固化全氟聚醚材料的无图案的层，彼此粘合，因此形成整体单块 PFPE 基微流体设备。

III. C. 通过热自由基固化方法形成有图案的 PFPE 层的方法

在一些实施方式中，热自由基引发剂(包括但不限于，过氧化物和/或偶氮化合物)与由可聚合的基团(包括但不限于，丙烯酸酯，甲基丙烯酸酯，和苯乙烯单元)官能化的液体全氟聚醚(PFPE)前体混合，形成混合物。如图 1A-1C 中所示，该混合物然后与已形成图案的基材即“母板”接触，然后加热将该 PFPE 前体固化成网络。

在一些实施方式中，PFPE 前体完全固化形成完全固化的 PFPE 前体。在一些实施方式中，该自由基固化反应仅仅部分地进行，形成部分固化的网络。

III. D. 通过热自由基固化过程将 PFPE 材料的层粘合于基材上的方法

在一些实施方式中将该完全固化的 PFPE 前体从已形成图案的基材即母板上揭下(例如剥离)，然后与第二基材接触而形成可逆的密封封接。

在一些实施方式中，该部分固化的网络与 PFPE 材料的第二个部分固化的层接触，然后该固化反应进行到完成，由此在这两个 PFPE 层之间形成永久的粘结。

在一些实施方式中，该部分自由基固化方法被用于将部分固化的 PFPE 材料的至少一个层粘结于基材上。在一些实施方式中，该部分自由基固化方法被用于将部分固化的 PFPE 材料的多个层粘结于基材上。在一些实施方式中，基材选自玻璃材料，石英材料，硅材料，熔融石英材料和塑料。在一些实施方式中，基材用硅烷偶联剂处理。

用于将 PFPE 材料的层粘合于基材上的目前公开的方法的实施方式已在图 3A-3C 中示出。现在参见图 3A，提供了基材 300，其中，在一些实施方式中，基材 300 选自玻璃材料，石英材料，硅材料，熔融石英材料和塑料。基材 300 通过处理过程 T_{r1} 来处理。在一些实施

方式中，处理过程 T_{r1} 包括用碱/醇混合物，例如 KOH/异丙醇，处理基材，以为基材 300 赋予羟基官能团。

现在参见图 3B，官能化基材 300 与硅烷偶联剂，例如，$R\text{-}SiCl_3$ 或 $R\text{-}Si(OR_1)_3$，其中 R 和 R_1 表示以上所述用于形成硅烷化基材 300 的官能团进行反应。在一些实施方式中，该硅烷偶联剂选自单卤硅烷，二卤硅烷，三卤硅烷，单烷氧基硅烷，二烷氧基硅烷，和三烷氧基硅烷；和其中该单卤硅烷，二卤硅烷，三卤硅烷，单烷氧基硅烷，二烷氧基硅烷和三烷氧基硅烷用选自胺，甲基丙烯酸酯，丙烯酸酯，苯乙烯，环氧基，异氰酸酯，卤素，醇，二苯甲酮衍生物，马来酰亚胺，羧酸，酯，酰基氯，和烯烃中的结构部分来官能化。

现在参见图 3C，硅烷化的基材 300 与部分固化的 PFPE 材料 302 的图案层接触并由处理过程 T_{r2} 处理以在 PFPE 材料 302 的图案层与基材 300 之间形成永久的粘结。

在一些实施方式中，部分自由基固化被用于将 PFPE 层粘合于第二聚合物材料如聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)材料，聚氨酯材料，含聚硅氧烷的聚氨酯材料，和 PFPE-PDMS 嵌段共聚物材料上。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括官能化聚合物材料。在一些实施方式中，第二聚合物材料由可聚合的基团封端。在一些实施方式中，该可聚合的基团选自丙烯酸酯，苯乙烯，和甲基丙烯酸酯。此外，在一些实施方式中，第二聚合物材料用等离子体和硅烷偶联剂处理，以便将所需的官能团引入到第二聚合物材料中。

用于将 PFPE 材料的图案层粘合于聚合物材料的另一个图案层上的目前公开方法的实施方式已在图 4A-4C 中示出。现在参见图 4A，提供了第一聚合物材料 400 的图案层。在一些实施方式中，第一聚合物材料包括 PFPE 材料。在一些实施方式中，第一聚合物材料包括选自聚(二甲基硅氧烷)材料，聚氨酯材料，含聚硅氧烷的聚氨酯材料，和 PFPE-PDMS 嵌段共聚物材料中的聚合物材料。第一聚合物材料

400 的图案层通过处理过程 Tr1 来处理。在一些实施方式中，处理过程 T_{r1} 包括在 O_3 和 R 官能团存在下让第一聚合物材料 400 的图案层暴露于 UV 光，为聚合物材料 400 的图案层加入 R 官能团。

现在参见图 4B，第一聚合物材料 400 的官能化图案层与 PFPE 材料 402 的官能化图案层的顶面接触，然后通过处理过程 T_{r2} 处理以形成两层混合型组件 404。因此，第一聚合物材料 400 的官能化图案层粘结于 PFPE 材料 402 的官能化图案层上。

现在参见图 4C，在一些实施方式中，两层混合型组件 404 与基材 406 接触以形成多层混合型结构 410。在一些实施方式中，基材 406 涂有液体 PFPE 前体材料 408 的涂层。多层混合型结构 410 通过处理过程 T_{r3} 来处理，以便将两层组件 404 粘结到基材 406 上。

IV. 通过双组分固化过程形成微流体设备的方法

目前公开的主题提供了形成微流体设备的方法，通过该方法官能化全氟聚醚(PFPE)前体与图案表面接触，然后通过双组分如环氧基/胺，羟基/异氰酸酯，羟基/酰基氯，和羟基/氯硅烷的反应来固化，形成完全固化或部分固化的 PFPE 网络。在一些实施方式中，该部分固化的 PFPE 网络与另一种基材接触，然后让固化进行到完成，以便将该 PFPE 网络粘合于基材上。这一方法可用于将 PFPE 材料的多个层粘合于基材上。

此外，在一些实施方式中，基材包括第二聚合物材料，如 PDMS，或另一种聚合物。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，其中包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚

酮)，和聚(醚砜)。

在一些实施方式中，该PFPE层利用硅烷偶联剂粘附于固体基材，如玻璃材料，石英材料，硅材料和熔融石英材料上。

IV. A. 通过双组分固化方法形成有图案的PFPE层的方法

在一些实施方式中，PFPE 网络是通过双组分官能化液体前体体系的反应来形成的。利用如图 1A-1C 中所示的形成聚合物材料的图案层的一般方法，包括二组分体系的液体前体材料与已形成图案的基材接触并形成PFPE材料的有图案的层。在一些实施方式中，双组分液体前体体系选自环氧基/胺体系，羟基/异氰酸酯体系，胺/异氰酸酯体系，羟基/酰基氯体系，和羟基/氯硅烷体系。该官能化液体前体按照合适的比率混合，然后与形成图案的表面或母板接触。该固化反应通过使用热，催化剂等来进行，直到形成网络。

在一些实施方式中，形成了完全固化的PFPE前体。在一些实施方式中，该双组分反应仅仅部分地进行，由此形成部分固化的 PFPE网络。

IV. B. 通过双组分固化过程将PFPE层粘合于基材上的方法

IV. B. 1. 用双组分固化过程的完全固化

在一些实施方式中，将该完全固化的PFPE双组分前体从母板上除去(例如剥离)，然后与基材接触形成可逆的密封封接。在一些实施方式中，该部分固化的网络与PFPE的另一个部分固化层接触，然后反应进行到完成，由此在这两个层之间形成永久的粘结。

IV. B. 2. 二组分体系的部分固化

如图 3A-3C 中所示，在一些实施方式中，该双组分部分固化方

法被用于将部分固化 PFPE 材料的至少一个层粘结于基材上。在一些实施方式中，该双组分部分固化方法被用于将部分固化 PFPE 材料的多个层粘结于基材上。在一些实施方式中，基材选自玻璃材料，石英材料，硅材料，熔融石英材料和塑料。在一些实施方式中，基材用硅烷偶联剂处理。

如图 4A-4C 中，在一些实施方式中，双组分部分固化被用于将 PFPE 层粘合于第二聚合物材料如聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)材料上。在一些实施方式中，PDMS 材料包括官能化 PDMS 材料。在一些实施方式中，PDMS 用等离子体和硅烷偶联剂处理，以便将所需的官能团引入到 PDMS 材料中。在一些实施方式中，PDMS 材料用可聚合的基团封端。在一些实施方式中，该可聚合的基团包括环氧基。在一些实施方式中，该可聚合的基团包括胺。

在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，其中包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

IV. B. 3. 二组分体系的过度固化

目前公开的主题提供了形成微流体设备的方法，通过该方法官能化全氟聚醚(PFPE)前体与已形成图案的基材进行接触，然后通过双组分如环氧基/胺，羟基/异氰酸酯，羟基/酰基氯，和羟基/氯硅烷的反应来固化，形成固化 PFPE 材料的层。在这一特殊方法中，固化 PFPE 材料的层能够粘合于第二基材上，这通过用过量的一种组分来完全固化该层和让固化 PFPE 材料的层与包括过量第二组分的第二基材接触

以使过量的这些基团反应来粘合两层而实现。

因此，在一些实施方式中，混合二组分体系，如环氧基/胺体系，羟基/异氰酸酯体系，胺/异氰酸酯体系，羟基/酰基氯体系，或羟基/氯硅烷体系。在一些实施方式中，双组分体系中的至少一种组分相对于另一种组分是过量的。反应然后通过加热、使用催化剂等来进行到完成，其中剩下的固化网络包括由过量组分的存在所产生的许多官能团。

在一些实施方式中，包括互补的过量基团的完全固化 PFPE 材料的两层彼此接触，其中该过量基团进行反应，由此在两层之间形成永久的粘结。

如图 3A-3C 中所示，在一些实施方式中，包括过量官能团的完全固化的 PFPE 网络与基材进行接触。在一些实施方式中，基材选自玻璃材料，石英材料，硅材料，熔融石英材料和塑料。在一些实施方式中，基材由硅烷偶联剂处理，使得在偶联剂上的官能团与在完全固化的网络上的过量官能团是互补的。因此，在基材上形成永久的粘结。

如图 4A-4C 所示，在一些实施方式中，双组分过量固化被用于将 PFPE 网络粘结于第二聚合物材料如聚(二甲基硅氧烷) PDMS 材料上。在一些实施方式中，PDMS 材料包括官能化 PDMS 材料。在一些实施方式中，PDMS 材料用等离子体和硅烷偶联剂处理，从而引入了所需的官能团。在一些实施方式中，PDMS 材料由可聚合的基团封端。在一些实施方式中，该可聚合的材料包括环氧基。在一些实施方式中，该可聚合的材料包括胺。

在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰

亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

V. 将微米级和/或纳米级设备的表面官能化的方法

在一些实施方式中，目前公开的主题提供了将在微流体设备和/或微滴定管中的通道官能化的材料和方法。在一些实施方式中，此类官能化包括，但不限于，肽和其它天然聚合物的合成和/或粘合于在微流体设备中通道的内表面上。因此，目前公开的主题能够用于微流体设备，如由 Rolland, J.等人, JACS 2004, 126, 2322-2323 描述的那些设备，它的公开内容以引用的方式全部引入本文。

在一些实施方式中，该方法包括将小分子粘合于微流体通道的内表面或微滴定管的表面上。在此类实施方式中，一旦粘结，该小分子能够用作各种官能团。在一些实施方式中，该小分子用作可分裂的基团，它在活化时能够改变该通道的极性并因此增加该通道的可润湿性。在一些实施方式中，该小分子用作结合部位。在一些实施方式中，该小分子用作催化剂，药物，药物的底物，分析物，和传感器之中的一种的结合部位。在一些实施方式中，该小分子用作反应活性官能团。在一些实施方式中，该反应活性官能团反应得到两性离子。在一些实施方式中，该两性离子提供极性、离子的通道。

用于官能化微流体通道和/或微滴定管的内表面的目前公开方法的实施方式已在图 5A 和 5B 中示出。现在参见图 5A，提供微流体通道 500。在一些实施方式中，微流体通道 500 是由如这里所述的包括 R 官能团的官能化 PFPE 材料形成的。在一些实施方式中，微通道 500 包括 PFPE 网络，它经历固化后处理过程，其中官能团 R 被引入微流体通道 500 的内表面 502 中。

现在参见图 5B，提供微滴定管 504。在一些实施方式中，微滴定管 504 涂有一层的官能化 PFPE 材料 506，它包括 R 官能团，以赋予微滴定管 504 官能团。

V. A. 官能团连接于 PFPE 网络上的方法

在一些实施方式中，包括过量官能团的 PFPE 网络用来将微流体通道的内表面或微滴定管的表面加以官能化。在一些实施方式中，微流体通道的内表面或微滴定管的表面通过连接选自蛋白质，低聚核苷酸，药物，配位体，催化剂，染料，传感器，分析物，和能够改变通道的可润湿性的带电荷物质中的官能化结构部分来官能化。

在一些实施方式中，潜在的官能团被引入至该完全固化的 PFPE 网络中。在一些实施方式中，潜在的甲基丙烯酸酯基团存在于已经以光化学法或加热法进行自由基固化的该 PFPE 网络的表面上。完全固化的 PFPE 的多个层然后与 PFPE 网络的官能化表面接触，形成密封并通过例如加热进行反应来让潜在的官能团反应并在这些层之间形成永久的粘结。

在一些实施方式中，潜在的官能团光化学法地在与用于那些固化 PFPE 前体的波长不同的波长下彼此反应。在一些实施方式中，这一方法用来将完全固化的层粘合于基材上。在一些实施方式中，基材选自玻璃材料，石英材料，硅材料，熔融石英材料和塑料。在一些实施方式中，基材由与潜在的官能团互补的硅烷偶联剂进行处理。

在一些实施方式中，此类潜在的官能团用来将完全固化的 PFPE 网络粘合于第二聚合物材料如聚(二甲基硅氧烷) PDMS 材料上。在一些实施方式中，PDMS 材料包括官能化 PDMS 材料。在一些实施方式中，PDMS 用等离子体和硅烷偶联剂处理，从而引入所需的官能团。在一些实施方式中，PDMS 材料由可聚合的基团封端。在一些实施方式中，该可聚合的基团选自丙烯酸酯，苯乙烯，和甲基丙烯酸酯。

在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二

聚合物材料包括硬质热塑性材料，包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

V. B. 在液体 PFPE 前体的产生中引入官能团的方法

目前公开的主题提供形成微流体设备的方法，通过该方法，将光化学法固化的 PFPE 层与第二基材接触贴合，因此形成密封。该 PFPE 层然后在升高的温度下加热以便通过潜在的官能团将该层粘合于基材上。在一些实施方式中，第二基材还包括固化 PFPE 层。在一些实施方式中，第二基材包括第二聚合物材料，如聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)材料。

在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

在一些实施方式中，该潜在基团包括甲基丙烯酸酯单元，其在光固化过程中不反应。此外，在一些实施方式中，该潜在基团是在该液体 PFPE 前体的产生中被引入的。例如，在一些实施方式中，甲基丙烯酸酯单元通过甲基丙烯酸缩水甘油酯的使用被加至 PFPE 二醇中，羟基和环氧基的反应产生仲醇，它能够用作引入化学官能团的一种手段。在一些实施方式中，完全固化的 PFPE 的多个层通过这些潜在官能团彼此粘合。在一些实施方式中，潜在的官能团用来将完全固化的 PFPE 层粘合于基材上。在一些实施方式中，基材选自玻璃材料，石英材料，硅材料，熔融石英材料和塑料。在一些实施方式中，基材用硅烷偶联剂处理。

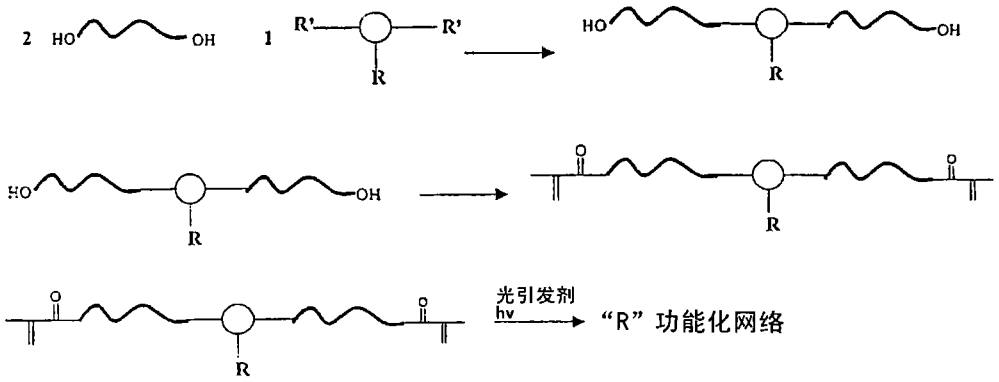
此外，这一方法可用于将完全固化的 PFPE 层粘合于第二聚合物材料，如聚(二甲基硅氧烷)(PDMS)材料上。在一些实施方式中，PDMS 材料包括官能化 PDMS 材料。在一些实施方式中，PDMS 用等离子体和硅烷偶联剂处理，从而引入所需的官能团。在一些实施方式中，PDMS 材料由可聚合的基团封端。在一些实施方式中，该可聚合的材料选自丙烯酸酯，苯乙烯，和甲基丙烯酸酯。

在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

在一些实施方式中，含有潜在官能团的 PFPE 网络被用来对微流体通道或微滴定管的内表面官能化。其实例包括蛋白质，低聚核苷酸，药物，配位体，催化剂，染料，传感器，分析物，和能够改变通道的可润湿性的带电荷物质的连接。

V. C. 将 PFPE 材料的多个链与官能化连接剂基团连接的方法

在一些实施方式中，目前公开方法通过在弹性体本身上加上化学“连接剂”结构部分来为微流体通道或微滴定管增加官能团。在一些实施方式中，沿着前体材料的骨架加上官能团。这一方法的实例在流程 6 中示出。



流程 6. 沿着前体材料的骨架加上官能团的代表性方法

在一些实施方式中，该前体材料包括含有羟基官能团的大分子。在一些实施方式中，如在流程 6 中所描绘，羟基官能团包括二醇官能团。在一些实施方式中，两个或多个的该二醇官能团通过三官能的“连接剂”分子相连。在一些实施方式中，该三官能的连接剂分子具有两个官能团，R 和 R’。在一些实施方式中，该 R’基团与大分子的羟基反应。在流程 6 中，该环可以表示连接分子；和该波形线可以表示 PFPE 链。

在一些实施方式中，该 R 基团为微流体通道的内表面或微滴定管的表面提供所需的官能团。在一些实施方式中，该 R’基团选自如下非限制性的基团：酰基氯，异氰酸酯，卤素和酯结构部分。在一些实施方式中，该 R 基团选自受保护的胺和受保护的醇之中的一种，但不限于此。在一些实施方式中，该大分子二醇由可聚合的甲基丙烯酸酯基团官能化。在一些实施方式中，官能化大分子通过由 Rolland, J.等人, JACS 2004, 126, 2322-2323 描述的光化学过程来固化和/或模塑，它的公开内容以引用的方式全部引入本文。

因此，目前公开的主题提供了通过官能化连接剂基团将潜在官能团加入到光可固化的 PFPE 材料中的方法。因此，在一些实施方式中，PFPE 材料的多个链在由可聚合的基团将该链封端之前被连接在一起。在一些实施方式中，该可聚合的基团选自甲基丙烯酸酯，丙烯酸

酯，和苯乙烯。在一些实施方式中，潜在官能团被化学地连接于所述“连接剂”分子上，使得它们存在于该完全固化的网络中。

在一些实施方式中，以这一方式引入的潜在官能团用于将 PFPE 的多个层、将完全固化的 PFPE 层粘结于基材如已用硅烷偶联剂处理的玻璃材料或硅材料上，或将完全固化的 PFPE 层粘结到第二聚合物材料如 PDMS 材料上。在一些实施方式中，PDMS 材料用等离子体和硅烷偶联剂处理，从而引入所需的官能团。在一些实施方式中，PDMS 材料由可聚合的基团封端。在一些实施方式中，该可聚合的基团选自丙烯酸酯，苯乙烯，和甲基丙烯酸酯。

在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

在一些实施方式中，包括连接于“连接剂”分子上的官能团的 PFPE 网络可用于将微流体通道的内表面和/或微滴定管的表面官能化。在一些实施方式中，微流体通道的内部通过连接选自蛋白质，低聚核苷酸，药物，配位体，催化剂，染料，传感器，分析物，和能够改变通道的可润湿性的带电荷物质中的官能化结构部分来官能化。

VI. 将官能化单体加到 PFPE 前体材料上的方法

在一些实施方式中，该方法包括将官能化单体加到未固化的前体材料上。在一些实施方式中，该官能化单体选自官能化的苯乙烯，甲基丙烯酸酯和丙烯酸酯。在一些实施方式中，该前体材料包括氟聚合物。在一些实施方式中，该官能化单体包括高度氟化单体。在一些实施方式中，该高度氟化单体包括全氟乙基乙烯基醚(EVE)。在一些实

施方式中，该前体材料包括聚(二甲基硅氧烷) (PDMS)弹性体。在一些实施方式中，该前体材料包括聚氨酯弹性体。在一些实施方式中，该方法进一步包括通过固化步骤将该官能化单体加入到网络中。

在一些实施方式中，官能化单体直接被加到液体 PFPE 前体以在交联之后被引入到网络中。例如，单体可以被引入到能够反应-后交联的网络中以便将 PFPE 的多个层粘合于、将完全固化的 PFPE 层粘结于基材如已用硅烷偶联剂处理的玻璃材料或硅材料上，或将完全固化的 PFPE 层粘结到第二聚合物材料如 PDMS 材料上。在一些实施方式中，PDMS 材料用等离子体和硅烷偶联剂处理，从而引入所需的官能团。在一些实施方式中，PDMS 材料用可聚合的基团封端。在一些实施方式中，该可聚合的材料选自丙烯酸酯，苯乙烯，和甲基丙烯酸酯。

在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

在一些实施方式中，官能化单体被直接加到液体 PFPE 前体上并用于连接选自蛋白质，低聚核苷酸，药物，配位体，催化剂，染料，传感器，分析物，和能够改变通道的可润湿性的带电荷物质中的官能化结构部分。

此类单体包括，但不限于，甲基丙烯酸叔丁基酯，丙烯酸叔丁基酯，甲基丙烯酸二甲基氨基丙基酯，甲基丙烯酸缩水甘油酯，甲基丙烯酸羟基乙酯，甲基丙烯酸氨基丙基酯，丙烯酸烯丙酯，氰基丙烯酸酯，氰基甲基丙烯酸酯，三甲氧基硅烷丙烯酸酯，三甲氧基硅烷甲基丙烯酸酯，异氰酸根甲基丙烯酸酯，含内酯的丙烯酸酯和甲基丙烯酸

酯，含糖的丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯，聚乙二醇甲基丙烯酸酯，含降冰片烷的甲基丙烯酸酯和丙烯酸酯，多面体低聚硅倍半氧烷甲基丙烯酸酯，甲基丙烯酸 2-三甲基硅氧基乙基酯，1H,1H,2H,2H-氟辛基甲基丙烯酸酯，五氟苯乙烯，乙烯基吡啶，溴苯乙烯，氯苯乙烯，苯乙烯磺酸，氟苯乙烯，苯乙烯乙酸酯，丙烯酰胺，和丙烯腈。

在一些实施方式中，已连接了以上试剂的单体直接与液体 PFPE 前体混合，以在交联之后被引入到网络之中。在一些实施方式中，该单体包括选自可聚合的基团，所需试剂，和氟化片段中的基团，从而使得与该 PFPE 液体前体之间有混溶性。在一些实施方式中，该单体不包括为了与该 PFPE 液体前体之间有混溶性所需要的可聚合的基团，所需试剂，和氟化片段。

在一些实施方式中，单体被加入以调节该完全固化的弹性体的机械性能。此类单体包括，但不限于：全氟(2,2-二甲基-1,3-间二氧杂环戊烯)，含有羟基、脲烷、脲或其它此类结构部分的氢键单体，含有大的侧基的单体，如甲基丙烯酸叔丁基酯。

在一些实施方式中，官能化物质如上述的单体被引入并在固化之后发生机械缠结，即，非共价键键合而进入到网络中。例如，在一些实施方式中，官能团被引入到不含有可聚合的单体的 PFPE 链中以及此类单体与可固化 PFPE 物质混合。在一些实施方式中，此类缠结物质可用于将固化 PFPE 的多个层粘合在一起，如果有两种物质是反应活性的，如：环氧基/胺，羟基/酰基氯，羟基/异氰酸酯，胺/异氰酸酯，胺/卤化物，羟基/卤化物，胺/酯，和胺/羧酸。通过加热，该官能团将反应并将两层粘合在一起。

另外，此类缠结的物质可用于将 PFPE 层粘合于另一种材料的层之上，如玻璃，硅，石英，PDMS，Kratons，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，其中

包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

在一些实施方式中，此类缠结的物质可用于为了上文所述目的来将微流体通道的内部官能化。

VII. 将官能团引入到 PFPE 表面的其它方法

在一些实施方式中，氩等离子体被用来通过使用由 Chen, Y.和 Momose, Y. Surf. Interface. Anal. 1999, 27, 1073-1083 所述的将聚(四氟乙烯)表面官能化的方法，沿着完全固化的 PFPE 表面引入官能团，该文献以引用的方式将全部内容引入本文。更具体地说，不受任何一种特定理论的束缚，完全固化的 PFPE 材料暴露于氩等离子体一段时间后可以沿着该氟化骨架加入官能团。

此类官能团可用于将 PFPE 的多个层、将完全固化的 PFPE 层粘结于基材如已用硅烷偶联剂处理的玻璃材料或硅材料上，或将完全固化的 PFPE 层粘结到第二聚合物材料如 PDMS 材料上。在一些实施方式中，PDMS 材料包括官能化材料。在一些实施方式中，PDMS 材料用等离子体和硅烷偶联剂处理，从而引入所需的官能团。此类官能团还可用于连接蛋白质，低聚核苷酸，药物，催化剂，染料，传感器，分析物和能够改变通道的可润湿性的带电荷物质。

在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。

在一些实施方式中，完全固化的 PFPE 层与固体基材接触贴合。

在一些实施方式中，固体基材选自玻璃材料，石英材料，硅材料，熔融石英材料和塑料。在一些实施方式中，该 PFPE 材料用 UV 光，例如 185-nm UV 光来辐射，它能够从骨架上夺去氟原子并与基材之间形成化学键，如 Vurens，G.等人 Langmuir 1992，8，1165-1169 所述。因此，在一些实施方式中，该 PFPE 层在氟原子的夺去之后通过自由基偶联，以共价键方式键合于固体基材上。

VIII. 微米级或纳米级设备通过包封聚合物粘合于基材上

在一些实施方式中，通过将完全固化的设备与基材贴合接触来放置并将“包封聚合物”(encasing polymer)倾倒在整个设备上，来将微米级设备、纳米级设备或它们的组合粘合于基材上。在一些实施方式中，该包封用聚合物选自液体环氧前体和聚氨酯。该包封聚合物然后通过固化或其它方法来固体化。该包封用于机械地将各层粘结在一起并将各层粘结于基材上。

在一些实施方式中，微米级设备，纳米级设备或它们的组合物包括在以上 II.A 部分和 II.B.部分中所述的全氟聚醚材料和在以上 II.C.部分中所述的氟烯烃类材料之中的一种。

在一些实施方式中，基材选自玻璃材料，石英材料，硅材料，熔融石英材料和塑料。此外，在一些实施方式中，基材包括第二聚合物材料，如聚(二甲基硅氧烷) (PDMS)，或另一种聚合物。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括除 PDMS 之外的弹性体，如 Kraton，布纳橡胶，天然橡胶，氟弹性体，氯丁二烯，丁基橡胶，丁腈橡胶，聚氨酯，或热塑性弹性体。在一些实施方式中，第二聚合物材料包括硬质热塑性材料，包括但不限于：聚苯乙烯，聚(甲基丙烯酸甲酯)，聚酯，如聚(对苯二甲酸乙二醇酯)，聚碳酸酯，聚酰亚胺，聚酰胺，聚氯乙烯，聚烯烃，聚(酮)，聚(醚醚酮)，和聚(醚砜)。在一些实施方式中，基材的表面用硅烷偶联剂官能化，以使它与包封聚合物反应形

成不可逆的键。

IX. 使用牺牲层形成微米级结构的方法

目前公开的主题提供了通过使用包括可降解的或选择性可溶的材料的牺牲层，来形成用作微流体设备的微通道或微米级结构的方法。在一些实施方式中，该方法包括使液体前体材料与二维的或三维的牺牲结构接触，处理(例如固化)该前体材料，和除去该牺牲结构以形成微流体通道。

因此，在一些实施方式中，PFPE 液体前体布置在多维支架(multidimensional scaffold)上，其中该多维支架是由在 PFPE 网络的固化之后能够降解或洗去的一种材料制造的。这些材料保护通道当另一个弹性体层浇铸在其上时不被填充。此类可降解的或选择性可溶的材料的例子包括，但不限于蜡，光致抗蚀剂，聚砜，聚内酯，纤维素纤维，盐，或任何固体有机或无机化合物。在一些实施方式中，该牺牲层通过加热法，光化学法，或通过用溶剂洗涤而除去。重要地，在这里公开的材料和设备与有机溶剂的相容性提供了将牺牲聚合物结构用于微流体设备中的能力。

用于通过使用牺牲层来形成微米级结构的该 PFPE 材料包括以上在目前公开的主题的 II 部分中描述的那些 PFPE 和氟烯烃基材料。

图 6A-6D 和图 7A-7C 显示了通过使用可降解的和/或选择性可溶的材料的牺牲层来形成微米级结构的目前公开方法的实施方式。

现在参见图 6A，提供了已形成图案的基材 600。将液体 PFPE 前体材料 602 安置于已形成图案的基材 600 上。在一些实施方式中，液体 PFPE 前体材料 602 利用旋涂法被涂布在已形成图案的基材 600 上。液体 PFPE 前体材料 602 通过处理过程 T_{rl} 进行处理以形成已处理的液体 PFPE 前体材料 604 的层。

现在参见图 6B，将已处理的液体 PFPE 前体材料 604 的层从已

形成图案的基材 600 上除去。在一些实施方式中，已处理的液体 PFPE 前体材料 604 的层与基材 606 接触。在一些实施方式中，基材 606 包括平面基材或基本上平面的基材。在一些实施方式中，已处理的液体 PFPE 前体材料的层通过处理过程 T_{r2} 被处理以形成两层组件 608。

现在参见图 6C，将预定体积的可降解的或选择性可溶的材料 610 安置于两层组件 608 上。在一些实施方式中，将预定体积的可降解的或选择性可溶的材料 610 利用旋涂法涂布在两层组件 608 上。再一次参见图 6C，液体前体材料 602 安置于两层组件 608 上并经过处理形成 PFPE 材料 612 的层，其覆盖了预定体积的可降解的或选择性可溶的材料 610。

现在参见图 6D，将预定体积的可降解的或选择性可溶的材料 610 通过处理过程 T_{r3} 被处理以除去预定体积的可降解的或选择性可溶的材料 610，由此形成微米级结构 616。在一些实施方式中，微米级结构 616 包括微流体通道。在一些实施方式中，处理过程 T_{r3} 选自热处理过程，辐射过程和溶解过程。

在一些实施方式中，已形成图案的基材 600 包括蚀刻的硅晶片。在一些实施方式中，已形成图案的基材包括光致抗蚀的已形成图案的基材。对于目前公开的主题的目的，已形成图案的基材能够通过在本领域中已知的加工方法中的任何一种来制造，包括但不限于，光刻法，电子束平印术和离子铣削。

在一些实施方式中，可降解的或选择性可溶的材料 610 选自聚烯烃砜，纤维素纤维，聚内酯和聚电解质。在一些实施方式中，该可降解的或选择性可溶的材料 610 选自能够降解或溶解掉的材料。在一些实施方式中，可降解的或选择性可溶的材料 610 选自盐，水溶性聚合物和溶剂可溶性的聚合物。

除简单通道之外，目前公开的主题还提供制造出多重的复杂结构，其能够被“注射塑模”或提前被制造然后被包埋到材料中并如上

所述被除去。

图 7A-C 说明了通过使用牺牲层形成微通道或微米级结构的目前公开方法的实施方式。现在参见图 7A，提供基材 700。在一些实施方式中，基材 700 涂有液体 PFPE 前体材料 702。牺牲结构 704 位于基材 700 上。在一些实施方式中，液体 PFPE 前体材料 702 通过处理过程 T_{r1} 处理。

现在参见图 7B，第二液体 PFPE 前体材料 706 布置在牺牲结构 704 上，以将牺牲结构 704 包封在第二液体前体材料 706 中。第二液体前体材料 706 通过处理过程 T_{r2} 进行处理。现在参见图 7C，牺牲结构 704 通过处理过程 T_{r3} 来处理，以降解和/或除去牺牲结构，由此形成微米级结构 708。在一些实施方式中，微米级结构 708 包括微流体通道。

在一些实施方式中，基材 700 包括硅晶片。在一些实施方式中，牺牲结构 704 包括可降解的或选择性可溶的材料。在一些实施方式中，牺牲结构 704 选自聚烯烃砜，纤维素纤维，聚内酯和聚电解质。在一些实施方式中，该牺牲结构 704 选自能够降解或溶解掉的材料。在一些实施方式中，牺牲结构 704 选自盐，水溶性聚合物，和溶剂可溶性的聚合物。

X. 微流体单元操作

微流体控制设备对于有效的芯片实验室操作的开发所需要的。在微米级水平上的阀门结构和激励，流体控制，混合，分离和检测必须经过设计以从大型转变成小型化。为了构造此类设备，必须发展各个组件在普通平台上的集成化，以使能够完全地控制溶剂和溶质。

微流体流量控制器在传统上是外部泵型，其中包括水动力学型，往复型，声波型，和蠕动型泵，以及可以是简单的注射器(参见授权于 Mcbride 等人的 US 专利 No. 6,444,106，授权于 Blakley 的美国专

利No. 6,811,385, Ko 等人的US 已出版的专利申请No. 20040028566)。近来，电渗，一种不需要活动部件的方法，已经作为流体流动驱动器并取得成功(参见 Moles 的美国专利 No. 6,406,605，Parse 的美国专利 No. 6,568,910)。不需要活动部件的其它流体流动设备利用重力(参见美国专利 No. 6,743,399, Weigl 等人)，离心力(参见美国专利 No. 6,632,388, Sanae 等人)，毛细管作用(参见美国专利 No. 6,591,852, McNeely 等人)，或热(参见美国已出版的专利申请 No. 20040257668, Ito)来驱动液体流过该微通道。其它发明通过外力的施加来产生液体流，如桨叶(参见美国专利 No. 6,068,751, 授权于 Neukermans)。

阀门也用于流体流量控制。阀门能够通过对弹性体通道施加外力(如桨叶，悬臂，或堵头)来激励(参见授权于 Neukermans 的美国专利 No. 6,068,751)。弹性通道也能够含有膜，其能够通过气压和/或液体压力，例如，水压，静电，或磁性来发生偏转(参见授权于 Unger 等人的 US 专利 No. 6,408,878)。其它两通阀通过光(参见美国已出版的专利申请 No. 20030156991, Halas 等)，压电晶体(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2003/089,138, Davis 等人)，颗粒偏转(参见美国专利 No. 6,802,489, Marr 等人)，或在通道内以电化学方式形成的气泡(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2003/046,256, Hua 等人)来激励。单向阀或“止回阀”也可以由球体、翼片或隔膜在微通道中形成(参见 Cox 等人的美国专利 No. 6,817,373；Dai 等人的美国专利 No. 6,554,591；已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2002/053, 290, Jeon 等人)。旋转型开关阀用于复杂反应(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2002/055,188, Powell 等人)。

微米级混合和分离组分是促进反应和评价产品所需要的。在微流体设备中，混合最常常通过扩散作用，在长的、弯曲的、有可变宽度的或引起湍流的通道中进行(参见 O' Conner 等人的 US 专利 No. 6,729,352, 美国已出版的专利申请 No. 20030096310, Hansen 等人)。

混合也能够通过电渗透法(参见 US 专利 No. 6,482,306, Yager 等人)或超声波法(参见 US 专利 No. 5,639,423, Northrup 等人)来实现。在微米级通道中的分离典型地使用 3 种方法：电泳，在通道内的填充柱或凝胶，或通道壁的官能化。电泳通常是用带电荷的分子，如核酸，肽，蛋白质，酶，和抗体等来进行的，并且是最简单的技术(参见 Regnier 等人的 US 专利 No. 5,958,202, Chow 等人的美国专利 No. 6,274,089)。通道形柱能够填充多孔的或涂覆了静止相的珠粒或凝胶以促进分离(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2003/068,402 (Koehler 等人)，美国已出版的专利申请 No. 20020164816 (Quake 等人)，美国专利 No. 6,814,859 (Koehler 等人))。可能的填充材料包括硅酸盐，滑石，漂白土，玻璃绒，炭，活性炭，塞里塑料，硅胶，矾土，纸，纤维素，淀粉，硅酸镁，硫酸钙，硅酸，硅酸镁载体，氧化镁，聚苯乙烯，对-氨基苄基纤维素，聚四氟乙烯树脂，聚苯乙烯树脂，SEPHADEX™ (Amersham Biosciences, Corp., Piscataway, 美国新泽西州)，SEPHAROSE™ (Amersham Biosciences, Corp., Piscataway, 美国新泽西州)，控制孔度的玻璃珠粒，琼脂糖，本领域中技术人员已知的其它固体树脂以及任何前述物质中的两种或多种的结合物。能磁化的材料，如氧化铁，氧化镍，亚铁酸钡或氧化亚铁，也能够嵌入，包封或另外引入至固相填充材料中。

微流体室的壁也能够用各种的配位体官能化，它们能够相互作用或结合于分析物上或结合于在分析物溶液中的污染物上。此类配位体包括：亲水性或疏水性小分子，甾类，激素，脂肪酸，聚合物，RNA，DNA，PNA，氨基酸，肽，蛋白质(其中包括抗体结合蛋白质如 G 蛋白)，抗体或抗体片段(FAB，等等)，抗原，酶，碳水化合物(包括糖蛋白或糖脂)，外源凝集素，细胞表面受体(或它的部分)，带有正或负电荷的物质，和类似物(参见美国已出版的专利申请 No. 20040053237(Liu 等人)，已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2004/007,582

(Augustine 等人)，美国已出版的专利申请 No. 20030190608 (Blackburn))。

因此，在一些实施方式中，目前公开的主题描述了让材料在 PFPE 基微流体设备中流动和/或在 PFPE 基微流体设备中混合两种或多种材料的方法。在一些实施方式中，目前公开的主题描述了进行化学反应的方法，其中包括但不限于合成生物高分子，如 DNA。在一些实施方式中，目前公开的主题描述了针对特性来筛选样品的方法。在一些实施方式中，目前公开的主题描述分配材料的方法。在一些实施方式中，目前公开的主题描述了分离材料的方法。

X. A. 让材料在 PFPE 基微流体设备中流动和/或在 PFPE 基微流体设备中混合两种材料的方法

现在参见图 8，显示了目前公开的主题的微流体设备的示意图。该微流体设备用 800 表示。微流体设备 800 包括图案层 802，和多个的孔 810A、810B、810C 和 810D。这些孔能够进一步描述为入口孔 810A，入口孔 810B，和入口孔 810C，和出口孔 810D。孔 810A、810B、810C 和 810D 中的每一个被密封件 820A、820B、820C 和 820D 所覆盖，它们优选是可逆的密封件。提供密封件 820A、820B、820C 和 820D，以使包括但不限于，溶剂，化学试剂，生物化学体系的组分，样品，油墨，反应产物，和/或溶剂，化学试剂，生物化学体系的组分，样品，油墨，反应产物的混合物，以及它们的组合在内的材料根据需要能够在微流体设备 800 中贮存、运输或在微流体设备 800 中维持。密封件 820A、820B、820C 和 820D 能够是可逆的，即，是可拆卸的，这样微流体设备 800 能够用于化学反应中或作其它用途，然后根据需要能够密封。

继续参考图 8，在一些实施方式中，孔 810A、810B 和 810C 进一步包括压力促动阀(包括未显示的交叉、重叠流动通道)，其能够激

励来密封与该孔相联的微流体通道。

继续参考图 8，微流体设备 800 的图案层 802 包括微米级通道的集成网络 830。任选地，图案层 802 包括官能化表面，如在图 5A 中所示的表面。集成网络 830 能够包括一系列的由下面参考符号标明的以流动方式连通的微米级通道：831，832，833，834，835，836，837，838，839 和 840。因此，入口孔 810A 与微米级通道 831 实现流体连通，后者延伸远离孔 810A 并经由弯曲部与微米级通道 832 实现流体连通。在图 8 中描绘的集成网络 830 中，为了方便起见而显示了一系列的 90 度弯曲部。然而，应该指出的是，在集成网络 830 的通道中提供的通路和弯曲部能够包括任何所需的构型，角度，或其它特性(比如但不限于盘管的节段)。实际上，如果需要的话，流体贮器 850A 和 850B 能够分别沿着微米级通道 831，832，833 和 834 来提供。如图 8 中所示，流体贮器 850A 和 850B 包括至少一个尺寸，该尺寸大于紧邻它们的通道的尺寸。

然后，继续参见图 8，微米级通道 832 和 834 在交点 860A 上交叉并伸入到单个微米级通道 835 中。微米级通道 835 伸入到室 870 中，它在图 8 中所示的实施方式中所具有的尺寸宽于微米级通道 835。在一些实施方式中，室 870 包括反应室。在一些实施方式中，室 870 包括混合区。在一些实施方式中，室 870 包括分离区。在一些实施方式中，分离区域包括通道的给定尺寸，例如长度，其中该材料通过电荷，或质量(mass)，或它们的组合，或任何其它物理特性来分离，其中分离能够在给定的尺寸上发生。在一些实施方式中，分离区域包括活性材料 880。本领域中的技术人员可以理解，该术语“活性材料”在这里为了方便起见而使用并且不暗示该材料必须被活化以用于其预定目的。在一些实施方式中，活性材料包括色谱材料。在一些实施方式中，活性材料包括靶材料。

继续参见图 8，需要指出的是室 870 不必需要具有比相邻的微米

级通道更宽的尺寸。实际上室 870 能够简单地包括微米级通道的给定段，在其中至少两种材料被分离，混合，和/或反应。基本上与微米级通道 835 相反地从室 870 延伸的是微米级通道 836。微米级通道 836 与微米级通道 837 形成 T 形连接，它延伸远离孔 810C 并与孔 810C 实现流体连通。因此，微米级通道 836 和 837 的会合处形成交叉点 860B。微米级通道 838 在基本上与微米级通道 837 相反的方向上从交叉点 860B 延伸并到达流体贮器 850C。在预定的长度上流体贮器 850C 在尺寸上比微米级通道 838 更宽。然而，如上所述，微米级通道的给定段能够用作流体贮器，无需改变微米级通道这一段的尺寸。另外，微米级通道 838 能够作为反应室，这在于从微米级通道 837 流入到交叉点 860B 的试剂与从微米级通道 836 运动到交叉点 860B 的试剂进行反应并进入到微米级通道 838。

继续参考图 8，微米级通道 839 基本上沿着与微流体通道 838 相反方向从流体贮器 850C 延伸并穿过弯曲部进入到微米级通道 840。微米级通道 840 以流动方式被连接到出口孔 810D。出口孔 810D 能够任选地经由密封件 820D 来可逆地密封，如以上所讨论。再次，对于在微流体设备 800 中形成反应产物和该反应产物希望运输到在微流体设备 800 中的另一个位置的实施方式，出口孔 810D 的可逆密封是所想望的。

材料的流动能够通过使用现有技术中已知的压力促动阀和类似设备，例如在 Unger 等人的 US 专利 No. 6,408,878 中描述的那些设备(该专利以引用的方式将其全部内容引入本文)，被引导穿过微米级通道的集成网络 830，其中包括通道、流体贮器和反应室。目前公开的主题因此提供了让材料流过 PFPE 基微流体设备的方法。在一些实施方式中，该方法包括：提供微流体设备，其包括(i) 具有选自下列的特性的特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘沲(cSt)的粘度；低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是粘度低于 100 cSt 的液体 PFPE 前体

材料不是自由基光可固化的 PFPE 材料；(ii) 官能化 PFPE 材料；(iii) 氟烯烃基弹性体；和(iv) 它们的组合，和其中该微流体设备包括一个或多个微米级通道；和让材料在微米级通道中流动。

还提供的是混合两种或多种材料的方法。在一些实施方式中，该方法包括：提供微米级设备，其包括(i) 具有选自下列特性的特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘泊(cSt)的粘度；低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是粘度低于 100 cSt 的液体 PFPE 前体材料不是自由基光可固化的 PFPE 材料；(ii) 官能化 PFPE 材料；(iii) 氟烯烃基弹性体；和(iv) 它们的组合；和让第一材料和第二材料在该设备中接触以混合第一和第二材料。任选地，该微米级设备选自微流体设备和微量滴定板。

在一些实施方式中，该方法包括将材料置于该微流体设备中。在一些实施方式中，正如在图 10 中最佳地显示和在下面更详细地讨论，该方法包括施加驱动力以使该材料沿着该微米级通道运动。

在一些实施方式中，PFPE 材料的层覆盖一个或多个微米级通道当中的至少一个的表面。任选地，PFPE 材料的层包括官能化表面。在一些实施方式中，该微流体设备包括 PFPE 材料的一个或多个图案层，并且 PFPE 材料的一个或多个图案层界定一个或多个微米级通道。在这种情况下 PFPE 的图案层能够包括官能化表面。在一些实施方式中，该微流体设备能够进一步包括第二聚合物材料的图案层，其中第二聚合物材料的图案层与 PFPE 材料的一个或多个图案层之中的至少一个实现运作方式的连通。参见图 2。

在一些实施方式中，该方法包括至少一个阀门。在一些实施方式中该阀门是压力促动阀，其中该压力促动阀是由下面之中的一种所界定：(a) 微米级通道；和(b) 多个孔之中的至少一个。在一些实施方式中，该压力促动阀通过将加压流体引入到下列之中的一个来激励：(a) 微米级通道；和(b) 多个孔之中的至少一个。

在一些实施方式中，该加压流体具有在约 10 psi 和约 40 psi 之间的压力。在一些实施方式中，该压力是大约 25 psi。在一些实施方式中，该材料包括流体。在一些实施方式中，该材流体包括溶剂。在一些实施方式中，溶剂包括有机溶剂。在一些实施方式中，该材料在沿着微米级通道的预定方向上流动。

对于混合两种材料的情况，在一些实施方式中能够包括混合两种反应物以进行化学反应，第一材料和第二材料的接触是在一个或多个微米级通道中界定的混合区中进行的。该混合区能够包括选自 T 形连接，盘管，长通道，微米级室，和缩颈之中的几何结构。任选地，第一材料和第二材料置于该微流体设备的单独通道中。另外，第一材料和第二材料的接触能够在由通道的交叉所界定的混合区中进行。

对于混合方法，该方法能够包括使第一材料和第二材料沿着微流体设备中的预定方向流动，并能够包括让混合的材料沿着该微流体设备中的预定方向流动。在一些实施方式中，混合的材料能够与第三材料接触以形成第二混合材料。在一些实施方式中该混合材料包括反应产物，和该反应产物随后与第三试剂反应。本领域中技术人员在阅读目前公开的主题之后将会认识到，紧接着在以上提供的混合方法的描述是为了举例说明目的而没有限制意味。因此，目前公开的混合材料的方法能够用于混合多种材料并形成多种的混合材料和/或多种的反应产物。该混合材料，包括但不限于反应产物，能够流入到该微流体设备的出口孔中。能够施加驱动力让该材料通过该微流体设备。参见图 10。在一些实施方式中该混合材料被回收。

在一个实施方式中使用微量滴定板，该微量滴定板能够包括一个或多个孔。在一些实施方式中，PFPE 材料的层覆盖一个或多个孔当中的至少一个孔的表面。PFPE 材料的层能够包括官能化表面。参见图 5B。

X. B. 在 PFPE 基微流体设备中合成生物高分子的方法

在一些实施方式中，目前公开的 PFPE 基微流体设备可用于生物高分子合成，例如，用于合成低聚核苷酸，蛋白质，肽，DNA，等等。在一些实施方式中，此类生物高分子合成系统包括集成化系统，其包括：贮器的阵列，用于选择来自特点贮器的流动的流体逻辑，通道、贮器和反应室(在其中进行合成)的阵列，以及决定所选择的试剂流入哪一个通道的流体逻辑电路。

现在参见图 9，多个的贮器，例如，贮器 910A、910B、910C 和 910D，分别具有位于其中的底座 A、C、T 和 G。四个流动通道 920A，920B，920C 和 920D 连接到贮器 910A，910B，910C 和 910D。四个控制通道 922A，922B，922C 和 922D(在虚线显示)横越放置，其中当控制通道 922A 增压时，控制通道 922A 允许仅仅流过流动通道 920A(即，密封流动通道 920B、920C 和 920D)。类似地，当增压时，控制通道 922B 允许仅仅流过通道 920B。同样地，控制通道 922A、922B、922C 和 922D 的选择性加压顺序地选择所需贮器 910A、910B、910C 或 910D 的所需底座 A、C、T 和 G。该流体然后穿过流动通道 920E 进入多路通道流动控制器 930，(包括，例如，在图 8 中所示的任何系统)，其进而引导流体流入多个合成通道当中的一个或多个或反应室 940A、940B、940C、940D 或 940E 之中，在其中进行固相合成。

在一些实施方式中，代替从所需底座 A，C，T 和 G 开始，将选自核苷酸和多核苷酸当中的一种的试剂置于贮器 910A、910B、910C 和 910D 当中的至少一个中。在一些实施方式中，反应产物包括多核苷酸。在一些实施方式中，多核苷酸是 DNA。

因此，在阅读本公开后，本领域中的技术人员将会认识到，目前公开的PFPE基微流体设备可用于合成生物高分子，如在授权于Unger等人的 US 专利 No 6,408,878 和授权于 O' Conner 等人的 US 专利

6,729,352 中所述，和/或如在授权于 van Dam 等人的 US 专利 No. 6,508,988 中所述的组合合成系统中所述，这些专利中的每一个以引用的方式将其全部内容引入本文。

X. C. 将 PFPE 基微流体设备引进到集成流体流动系统中的方法。

在一些实施方式中，进行化学反应或让材料在 PFPE 基微流体设备内流动的方法包括将微流体设备引入到集成的流体流动系统中。现在参见图 10，用图解法描绘了根据目前公开的主题的用于进行让材料在微流体设备中流动的方法和/或进行化学反应的方法的一种系统。该系统本身泛指为 1000。系统 1000 能够包括中央处理单元 1002，一个或多个驱动力激励器 1010A、1010B、1010C 和 1010D，收集器 1020，和检测器 1030。在一些实施方式中，检测器 1030 与微流体设备(以虚线显示)实现流体连通。图 8 的系统微流体设备 1000 以及图 8 的这些参考编号可用于图 10。中央处理单元(CPU)1002 能够是，例如，具有相关的监视器，键盘或其它所需用户界面的通用型个人电脑。驱动力激励器 1010A、1010B、1010C 和 1010D 能够是本领域中普通技术人员在阅读目前公开的主题之后所了解的任何合适的驱动力激励器。例如，驱动力激励器 1010A、1010B、1010C 和 1010D 能够是泵，电极，注射器(injectors)，注射器(syringes)，或能够用于迫使材料流过微流体设备的其它此类设备。代表性的驱动力本身因此包括毛细管作用，泵驱动的流体流动，电泳型流体流动，pH 梯度驱动流体流动，或其它梯度驱动流体流动。

在图 10 的示意图中驱动力激励器 1010D 被显示在出口孔 810D 连接，将在下面描述，以说明在溶液、试剂和类似物的所需流动的终点能够提供该驱动力的至少一部分。还提供收集器 1020，表明反应产物 1048(下面将讨论)能够在系统流程的终点被收集。在一些实施方式中，收集器 1020 包括流体贮器。在一些实施方式中，收集器 1020

包括基质(substrate)。在一些实施方式中，收集器 1020 包括检测器。在一些实施方式中，收集器 1020 包括需要治疗的处理的目标。为了方便起见，系统流程在图 10 中一般由指向箭头 F1、F2 和 F3 表示。

继续参考图 10，在一些实施方式中在集成的流动系统 1000 中进行化学反应。在一些实施方式中，材料 1040，例如化学试剂，通过孔 810A 被引入到微流体设备 1000 中，而第二材料 1042，例如，第二化学试剂，经由入口孔 810B 被引入到微流体设备 1000 中。任选地，微流体设备 1000 包括官能化表面(参见图 5A)。驱动力激励器 1010A 和 1010B 分别将化学试剂 1040 和 1042 推进到微流体通道 831 和 833 中。化学试剂 1040 和 1042 继续流动到流体贮器 850A 和 850B 中，储备的试剂 1040 和 1042 被收集在其中。化学试剂 1040 和 1042 连续流动进入微流体通道 832 和 834 到达交叉点 860A，在其中进行在化学试剂 1040 和 1042 之间的初始接触。化学试剂 1040 和 1042 然后继续流入到反应室 870 中，在其中进行在化学试剂 1040 和 1042 之间的化学反应。

继续参考图 10，反应产物 1044 流入到微米级通道 836，然后流动到交叉点 860B。化学试剂 1046 然后与反应产物 1044 在交叉点 860B 开始进行反应，穿过反应室 838 和进入到流体贮器 850C。形成第二反应产物 1048。第二反应产物 1048 连续流过微米级通道 840 到达孔 810D 和最后进入收集器 1020。因此需要指出，CPU 1002 激励驱动力激励器 1010C，使得化学试剂 1046 在合适的时间释放以在交叉点 860B 接触到反应产物 1044。

X. D. 微流体设备的代表性应用

在一些实施方式中，目前公开的主题公开了针对特性来筛选样品的方法。在一些实施方式中，目前公开的主题公开了分配材料的方法。在一些实施方式中，目前公开的主题公开了分离材料的方法。因此，

本领域中的普通技术人员将认识到在这里描述的微流体设备能够用于许多应用，其中包括但不限于，基因组图谱，快速分离，传感器，纳米级反应，喷墨打印，给药，芯片实验室，活体外诊断，注射喷嘴，生物研究，高通量筛选技术，如用于药物发现和材料科学，诊断和治疗工具，研究工具，以及食品和天然资源如用便携式的或静止的监控装置采集的土壤、水和/或空气样品的生物化学监测。

X.D.1. 针对特性筛选样品的方法

在一些实施方式中，目前公开的主题公开了针对特性来筛选样品的方法。在一些实施方式中，该方法包括：

(a) 提供微米级设备，它包括：

(i) 具有选自如下特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘沲(cSt)的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料；

(ii) 官能化 PFPE 材料；

(iii) 氟烯烃基弹性体；和

(iv) 它们的组合；

(b) 提供靶材料；

(c) 将样品置于微米级设备中；

(d) 让样品与靶材料接触；和

(e) 检测在样品和靶之间的相互作用，其中相互作用的存在或不存在是样品的特性的指示。

再一次参见图 10，材料 1040 和 1042 中的至少一种包括样品。在一些实施方式中，材料 1040 和 1042 中的至少一种包括靶材料。因此，“样品”一般指任何材料，其中需要关于它们的与特性相关的信息。同时，“靶材料”指能够用于提供以靶材料和样品之间的相互作

用为基础的与样品的特性相关的信息的任何材料。在一些实施方式中，例如，当样品 1040 接触靶材料 1042 时，发生相互作用。在一些实施方式中，该相互作用生成反应产物 1044。在一些实施方式中，该相互作用包括结合相互作用(binding event)。在一些实施方式中，该结合相互作用包括，例如，在抗体和抗原之间，在酶和底物之间，或更具体地，在受体和配位体之间，或在催化剂和一种或多种化学试剂之间的相互作用。在一些实施方式中，反应产物由检测器 1030 检测。

在一些实施方式中，该方法包括将该靶材料置于多个通道中的至少一个中。再一次参考图 10，在一些实施方式中，该靶材料包括活性材料 880。在一些实施方式中，该靶材料，样品，或靶材料和样品两者结合于官能化表面上。在一些实施方式中，该靶材料包括基材，例如无图案的层。在一些实施方式中，基材包括半导体材料。在一些实施方式中，微流体设备的多个通道中的至少一个与基材，例如无图案的层，实现流体连通。在一些实施方式中，该靶材料布置在基材例如无图案的层上。在一些实施方式中，微流体设备的一个或多个通道中的至少一个与布置在基材上的靶材料实现流体连通。

在一些实施方式中，该方法包括将多个样品置于多个通道的至少一个中。在一些实施方式中，样品选自治疗剂，诊断剂，研究试剂，催化剂，金属配位体，非生物有机材料，无机材料，食品，土壤，水，和空气。在一些实施方式中，样品包括化学或生物化合物或组分的一个或多个库的一种或多种组成成员。在一些实施方式中，样品包括核酸模板(mucleic acid template)，序列试剂(sequencing reagent)，引物(primer)，引物延伸产品，限制酶(restriction enzyme)，PCR 试剂，PCR 反应产物，或它们的组合中的一种或多种。在一些实施方式中，样品包括抗体，细胞受体，抗原，受体配位体，酶，底物，免疫化学品，免疫球蛋白，病毒，病毒结合组分，蛋白质，细胞因子，生长因子，抑制剂，或它们的组合中的一种或多种。

在一些实施方式中，该靶材料包括抗原，抗体，酶，限制酶，染料，荧光染料，序列试剂，PCR 试剂，引物，受体，配位体，化学试剂，或它们的组合中的一种或多种。

在一些实施方式中，该相互作用包括结合相互作用。在一些实施方式中，相互作用的检测是通过分光光度计，荧光计，光电二极管，光电倍增管，显微镜，闪烁计数器，相机，CCD 摄像机，膜，光学检测系统，温度传感器，电导率计，电位计，安培计，pH 计，或它们的组合中的至少一种或多种来进行。

因此，在阅读本公开之后，本领域中的普通技术人员将认识到目前公开的PFPE基微流体设备可用于各种筛选技术，如在授权于Bergh等人的美国专利No 6,749,814，Bergh 等人的 6,737,026，Parce 等人的6,630,353，Wolk 等人的 6,620,625，Parce 等人的 6,558,944，Kopf-Sill等人的 6,547,941，Wada 等人的 6,529,835，Kercso 等人的 6,495,369，和 Parce 等人的 6,150,180 中描述的那些，它们中的每一个以引用的方式将其全部内容引入本文。此外，在阅读本公开之后，本领域中的普通技术人员将认识到目前公开的 PFPE 基微流体设备例如能够用于检测 DNA，蛋白质，或与特定的生物化学体系相关的其它分子，如在授权于 Quake 等人的 US 专利 No.6,767,706 中所述，以引用的方式将其全部内容引入本文。

X. D. 2. 分配材料的方法

另外，目前公开的主题描述分配材料的方法。在一些实施方式中，该方法包括：

(a) 提供微流体设备，其包括：

(i) 具有选自如下特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘沲(cSt)的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材

料；

(ii) 官能化 PFPE 材料；

(iii) 氟烯烃基弹性体；和

(iv) 它们的组合；和其中该微流体设备包括一个或多个微米级通道，和其中一个或多个微米级通道中的至少一个包括出口孔；

(b) 提供至少一种材料；

(c) 将至少一种材料置于一个或多个微米级通道中的至少一个中；和

(d) 经由该出口孔分配至少一种材料。

在一些实施方式中，PFPE 材料的层覆盖一个或多个微米级通道当中的至少一个的表面。

再一次参见图 10，在一些实施方式中，材料，例如，材料 1040，第二材料 1042，化学试剂 1046，反应产物 1044，和/或反应产物 1048，流过出口孔 810D 并分配在收集器 1020 之中或之上。在一些实施方式中，该靶材料，样品，或靶和样品两者结合于官能化表面上。

在一些实施方式中，该材料包括药物。在一些实施方式中，该方法包括计量加入预定剂量的药物。在一些实施方式中，该方法包括分配预定剂量的药物。

在一些实施方式中，该材料包括油墨组合物。在一些实施方式中，该方法包括将油墨组合物分配在基材上。在一些实施方式中，油墨组合物在基材上的分配形成了打印图像。

因此，在阅读本公开之后，本领域中的普通技术人员将认识到目前公开的 PFPE 基微流体设备能够用于在授权于 Kaszczuk 等人的 US 专利 No 6,334,676, DeBoer 等人的 6,128,022，和 Wen 的 6,091,433 中描述的微流体打印中，它们中的每一个以引用的方式将其全部内容引入本文。

X. D. 3 分离材料的方法

在一些实施方式中，目前公开的主题描述了分离材料的方法，该方法包括：

(a) 提供微流体设备，其包括：

(i) 具有选自如下特性的全氟聚醚(PFPE)材料：大于约 100 厘沲(cSt)的粘度；和低于约 100 cSt 的粘度，前提条件是所述具有低于 100 cSt 的粘度的液体 PFPE 前体材料不是可自由基光固化的 PFPE 材料；

(ii) 官能化 PFPE 材料；

(iii) 氟烯烃基弹性体；和

(iv) 它们的组合；和其中该微流体设备包括一个或多个微米级通道，其中一个或多个微米级通道中的至少一个包括分离区；

(b) 将包括至少第一材料和第二材料的混合物置于该微流体设备中；

(c) 让混合物流过该分离区域；和

(d) 在分离区域中将第一材料与第二材料分离而形成至少一种分离的材料。

再一次参见图 10，在一些实施方式中，材料 1040 和第二材料 1042 中的至少一种包括混合物。例如，材料 1040 例如混合物流过该微流体系统进入到室 870，其在一些实施方式中包括分离区。在一些实施方式中，分离区域包括活性材料 880，例如，色谱材料。材料 1040 例如混合物在室 870(例如分离室)中分离，形成第三材料 1044，例如分离的材料。在一些实施方式中，分离的材料 1044 由检测器 1030 检测。

在一些实施方式中，分离区域包括色谱材料。在一些实施方式中，该色谱材料选自尺寸分离基体(size-separation matrix)，亲合性分离基体(affinity-separation matrix)，和凝胶排阻基体(gel-exclusion matrix)，

或它们的组合。

在一些实施方式中，第一或第二材料包括化学或生物化合物或组分的一个或多个库的一种或多种组成成员。在一些实施方式中，第一或第二材料包括核酸模板，序列试剂，引物，引物延伸产品，限制酶，PCR 试剂，PCR 反应产物，或它们的组合中的一种或多种。在一些实施方式中，第一或第二材料包括抗体，细胞受体，抗原，受体配位体，酶，底物，免疫化学品，免疫球蛋白，病毒，病毒结合组分，蛋白质，细胞因子，生长因子，抑制剂，或它们的结合物中的一种或多种。

在一些实施方式中，该方法包括检测所分离的材料。在一些实施方式中，所分离材料的检测是通过分光光度计，荧光计，光电二极管，光电倍增管，显微镜，闪烁计数器，相机，CCD 摄像机，膜，光学检测系统，温度传感器，电导率计，电位计，安培计，pH 计，或它们的组合中的至少一种或多种来进行。

因此，在阅读本公开之后，本领域中的普通技术人员将认识到目前公开的 PFPE 基微流体设备可用于分离各种材料，如在授权于 Huang 等人的 US 专利 No 6,752,922、授权于 Chow 等人的 US 6,274,089 和授权于 Knapp 等人的 US 6,444,461 中所述，这些专利中的每一个以引用的方式将其全部内容引入本文。

XI. 官能化微流体设备的应用

流体微芯片技术逐渐地用作传统化学和生物实验室功能的替代物。已经制造出在单个设备上进行复杂化学反应，分离，和检测的微芯片。这些“芯片实验室”应用促进了流体和分析物运输，具有减少时间和化学品消耗以及易于自动化的优点。

各种的生化分析，反应，和分离已经在微通道系统内进行。合成分子和天然产物的高通量筛选分析具有很大的意义。以它们抑制在酶

和荧光标记的底物之间的相互作用的能力为基础的筛选各种分子的微流体设备已经被描述(授权于 Parse 等人的 US 专利 No. 6,046,056)。如由 Parse 等人所述，此类设备可以通过潜在药物的拮抗或促效性能来筛选潜在药物的天然或合成库。能够被筛选的分子的类型包括，但不限于，小的有机或无机分子，多糖，肽，蛋白质，核酸或生物材料的提取物如细菌、真菌、酵母、植物和动物细胞。该分析物化合物能够在溶液中保持自由或附着于固体载体如琼脂糖，纤维素，葡聚糖，聚苯乙烯，羧甲基纤维素，聚乙二醇(PEG)，滤纸，硝化纤维，离子交换树脂，塑料膜，玻璃珠，聚胺甲基乙烯基醚马来酸共聚物，氨基酸共聚物，乙烯-马来酸共聚物，尼龙，蚕丝，和类似物上。化合物能够作为纯化合物或在池中被测试。例如，授权于 Nelson 等人的 US 专利 No. 6,007,690 涉及从全血样品中提纯 DNA 的微流体分子诊断学。该设备使用富集通道，其清理或浓缩该分析物样品。例如，该富集通道能够容纳涂覆抗体的珠粒以便利用它们的抗原性组分来除去各种细胞部分，或能够容纳色谱组分，如离子交换树脂或疏水性或亲水性膜。该设备还能够包括反应器室，其中各种反应能够在该分析物上进行，如标记的反应或在蛋白质分析物的情况下的消化反应。此外，US 已出版的专利申请 No.20040256570(Beebe 等人)描述了一种设备，当该相互作用引起该脂质体的消散和脂质体释放出可检测分子时，在该设备中检测抗体与涂覆在脂质体外部的抗原性分析物材料之间的相互作用。Miller 等人的美国已出版的专利申请 No. 20040132166 提供了感测环境因素如 pH，湿度和对于细胞生长关键的 O_2 水平的微流体设备。在这些设备中的反应室能够用作用于生长细胞的生物反应器，允许它们用于让细胞转染 DNA 并生产出蛋白质，或通过测量药物物质穿过 CACO-2 细胞层的吸收率来测试该药物物质的可能的生物利用率。

除了生长细胞之外，微流体设备也已经用于拣选(sort)细胞。Wada

等人的美国专利 No. 6,592,821 描述了专注于拣选细胞和亚细胞组分(包括单个分子，如核酸，多肽或其它有机分子，或较大的细胞组分如细胞器官)的流体动力学。该方法能够拣选细胞生存能力或其它的细胞表达功能(expression functions)。

核酸和蛋白质的放大，分离，排序和鉴定是普通的微流体设备应用。例如，授权于 Loewy 等人的 US 专利 No. 5,939,291 说明了使用静电技术进行等温核酸放大的微流体设备。该设备能够与许多的普通放大反应策略相结合使用，其中包括 PCR(聚合酶链式反应)，LCR(连接酶链式反应)，SDA(链置换放大(strand displacement amplification))，NASBA(核酸序列基放大)，和 TMA(转录媒介的放大)。Moroney 等人的 US 专利 No.5,993,611 描述了使用电容性充电来分析、放大或另外操纵核酸的设备。已经设计出设备，它可以由尺寸来拣选 DNA，分析限制性片段长度多态性(参见 Quake 等人的美国专利 No.6,833,242)。设备也能够在法院应用中有特定的用途，如 DNA 指纹分析。Jensen 等人的美国专利 No. 6,447,724 描述了微流体设备，它能够以附着于混合物的各个组成成员上的标记物的不同荧光寿命为基础来鉴定混合物的组分。此类设备可用于分析核酸，蛋白质或低聚糖的序列反应或检查或查询有机分子的组合库(combinatorial library)的组成成员。

集中到特定蛋白质应用上的其它微流体设备包括促进在微流体通道中的蛋白质晶体生长的设备(参见授权于 Weigl 等人的 US 专利 No.6,409,832)。在该设备，蛋白质样品和溶剂被引导至具有形成扩散区段的层流特性的通道中，这些扩散区段提供轮廓分明的结晶。Pugia 等人的 US 已出版的专利申请 No.2004/0121449 说明了一种设备，它能够在小至 5 微升的样品尺寸上使用最小离心力从血浆中分离红细胞。设备特别可用于临床诊断学和还可用于从液体中分离任何颗粒状物质。

正如以上部分地描述，微流体设备已经用作各种化学和生物应用

的微型反应器。在这些设备中的室能够用于序列化，限制酶消化，限制片段长度多态性(RFLP)分析，核酸放大，或凝胶电泳(参见 Handique 等人的 US 专利 No. 6,130,098)。许多的化学滴定反应能够在设备中进行(参见 US 已出版的专利申请 No.20040258571，Lee 等人)，其中包括酸基滴定或以沉淀为基础的滴定(例如，Ag(I)用 Cl^-，Br^-，I^-，或 SCN^- 滴定)，络合物形成(例如，Ag(I)与 CN^-)，或氧化还原反应(如 Fe(II)/Fe(III)与 Ce(III)/Ce(IV))。此外，用于电位测定法，电流分析法，分光光度测定法，浊度分析法，荧光测定法或量热法的传感器能够连接于该设备上。蛋白质分级(fractionation)(参见 US 已出版的专利申请 No. 20040245102, Gilbert 等人)型物理或生物学性能可用于蛋白质表达分析(寻找分子标记物，确定引起疾病的分子基础或分布或解释蛋白质结构/官能团相互关系)。各种的电泳技术(其中包括毛细管等电聚焦，毛细管区带电泳，和毛细管凝胶电泳)已经用于分级蛋白质的微流体设备中(参见 Schneider 等人的 US 专利 No. 6,818,112)。不同的电泳技术能够串联使用，有或者没有标记步骤，以帮助定量，和与各种洗脱技术(如流体动力学盐流动化，pH 流动化，或电渗流)相结合使用来进一步分离蛋白质。各种的其它材料已经用于协助在微流体设备中的分离过程。此类材料可以是附着于在设备中的通道壁上或作为单独的基质存在于通道内(参见 Paul 的美国专利 No. 6,581,441；Wada 等人的美国专利 No. 6,613,581)。能够存在平行分离通道以便同时分离许多样品。固体分离介质能够作为离散的微粒或作为有孔隙的整体单块固体而存在。可能的材料包括硅胶，琼脂糖基凝胶，聚丙烯酰胺凝胶，胶体溶液，如明胶，淀粉，非离子的大网状和大孔树脂(如 AMBERCHROM™(Rohm and Haas Co，美国宾夕法尼亚州费城)，AMBERLITE™(Rohm and Haas Co，美国宾夕法尼亚州费城)，DOWEX™(The Dow Chemical Company，美国密歇根州 Midland)，DUOLITE® (Rohm and Haas Co，美国宾夕法尼亚州费城)，和类似树

脂)，或作为珠粒存在的材料(玻璃，金属，硅石，丙烯酸树脂，SEPHAROSE™，纤维素，陶瓷，聚合物，和类似物)。这些材料也能够在它们的表面上存在各种生物学意义上的分子以协助分离(例如，外源凝集素结合于碳水化合物上和抗体能够结合于在不同蛋白质上的抗原性基团上)。在微通道内的膜已经用于电渗透的分离(参见授权于 Moles 的美国专利 No. 6,406,605)。合适的膜能够由诸如径迹蚀刻(track etched)的聚碳酸酯或聚酰亚胺之类的材料组成。

温度，浓度和流动梯度也已经用于协助在微流体设备中的分离。美国已出版的专利申请 No. 20040142411(Kirk 等人)公开了趋化性(chemotaxis) (由可溶性趋化性刺激物的浓度梯度诱导的细胞运动)，趋触性(hapatotaxis) (响应于基质结合刺激物的浓度梯度的细胞运动)和化学侵入性(响应于刺激而进入和/或通过阻隔或凝胶基质的细胞运动)的利用。趋化性刺激(物)包括化学拒斥剂(chemorepellants)和化学吸引剂(chemoattractants)。化学吸引剂是吸引细胞的任何物质。例子包括，但不限于，激素如肾上腺素和抗利尿激素；免疫学试剂如白细胞间素-2(interleukein-2)；生长因子，趋化因子(chemokines)，细胞活素(cytokines)，以及各种肽，小分子和细胞。化学拒斥剂包括刺激物(irritants)，如洁尔灭(benzalkonium chloride)，丙二醇，甲醇，丙酮，十二烷基硫酸钠，过氧化氢，1-丁醇，乙醇和二甲亚砜；毒素，如氰化物，羰基氰化物，氯苯基腙(chlorophenylhydrozone)；内毒素和细菌脂多糖；病毒；致病菌；和热原。能够由这些技术操纵的细胞的非限制性例子包括淋巴细胞，单核细胞，白细胞，巨噬细胞，肥大细胞，T 细胞，B 细胞，中性粒细胞，嗜碱性白细胞，纤维原细胞，肿瘤细胞和许多其它细胞。

作为传感器的微流体设备在近几年引起了人们的关注。此类微流体传感器能够包括染料型检测系统，亲合性型检测系统，微型化制造的重量分析器，CCD 摄像机，光检测器，光学显微系统，电学系统，

热电偶，与温度有关的电阻器，和压力传感器。此类设备已经用于检测生物分子(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2004/094,986, Althaus 等人)，其中包括多核苷酸，蛋白质和病毒，这通过它们与能够提供电化学信号的探针分子之间的相互作用来实现。例如，核酸样品用探针分子如亚德利亚霉素(doxorubicin)的插入能够减少与电极接触的游离亚德利亚霉素的量；和在电信号结果上的变化。已经描述了如下设备，它含有用于检测和控制在设备反应室内部的环境因素如湿度，pH，溶解的 O_2 和溶解的 CO_2 的传感器(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2004/069,983, Rodgers 等人)。此类设备特别可用于生长和维持细胞。样品的碳含量能够在设备(参见 Thomas 等人的 US 专利 No. 6,444,474)中测量，其中紫外线照射将有机物氧化成 CO_2，它通过导电率测量法或红外方法定量分析。用于微流体设备的电容传感器(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2004/085,063，Xie 等人)可用于测量压力，流动，流体液面和离子浓度。

微流体系统的另一种应用包括细胞的高通量注入(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 00/20554, Garman 等人)。在此类设备中，细胞被推入注射针中，这样它们能够与包括分子和大分子，基因，染色体，或细胞器官在内的各种材料一起注射。设备还可用于从细胞中提取物质并且可用于各种领域，如基因治疗，药物或农用化学品研究，和诊断学。微流体设备也已经在喷墨打印中用作输送墨水的设备(参见 US 专利 No. 6,575,562, Anderson 等人)，和将样品溶液引导至用于质谱分析法的电喷射离子化尖头(参见 US 专利 No. 6,803,568, Bousse 等人)。透皮给药的系统也已经报导(参见已出版的 PCT 国际申请 No. WO 2002/094,368, Cormier 等人)，以及用于光谱学应用中的含有光改变元件的设备(参见美国专利 No.6,498,353, Nagle 等人)。

XII. 官能化微量滴定板的应用

目前公开的材料和方法也能够用于以微量滴定板的方式使用的设备的设计和制造中。微量滴定板在蛋白代谢(proteomics)、基因组(genomics)和药物发现，环境化学分析，平行合成，细胞培养，分子生物学和免疫测定法的高通量筛选领域中具有各种用途。用于微量滴定板的普通基础材料包括疏水性材料，如聚苯乙烯和聚丙烯，和亲水性材料，如玻璃。硅，金属，聚酯，聚烯烃和聚四氟乙烯表面层也已经用于微量滴定板。

表面层能够基于它们的溶剂和温度相容性的特殊应用和对于它们与所要分析或操纵的分子或生物分子之间的相互作用的能力(或缺少该能力)来进行选择。基础材料的化学改性常常可用于通过改进表面特性或通过为分子或生物分子的共价连接提供部位，来将该微量滴定板特意地定制成它所需的功能。目前公开的材料的可官能化性质非常适合于这些目的。

一些应用需要具有低结合特性的表面。蛋白质和许多其它生物分子(如真核生物细胞和微生物细胞)能够通过疏水性相互作用或离子相互作用被动地吸附到聚苯乙烯上。已经开发了一些表面改性的基础材料来解决这一问题。Corning® Ultra Low Attachment (Corning Incorporated-Life Sciences, Acton, 美国麻萨诸塞州)是涂覆水凝胶的聚苯乙烯。该水凝胶涂层致使该表面变成中性和亲水性，防止几乎所有细胞的附着。从该表面层制造的容器可用于防止血清蛋白吸收，用于防止依赖于贴壁的细胞(MDCK，VERO，C6 等等)发生分离，用于有选择地培养肿瘤或病毒转变的细胞作为未附着的群落，用于防止干细胞发生附着媒介的变异，和用于研究巨噬细胞的活化和钝化机理。NUNC MINISORP™(Nalgene Nunc International, Naperville, 美国伊利诺州)是聚乙烯类产品，它具有低的蛋白亲合性和可用于其中非特异性的结合成为问题的 DNA 探针和血清型分析。

对于其它应用基础，材料已经改性来增强它们粘附于细胞和其它

生物分子上的能力。NUNCLONA ™(Nalgene Nunc International)是通过电晕或等离子体放电处理以添加表面羧基，使该材料变成亲水性和带负电荷的一种聚苯乙烯表面层。该材料已经用于各种细胞的细胞培养。聚烯烃和聚酯材料也已经处理来增强它们的亲水性和因此变成了供细胞的粘合和生长用的良好表面(例如 PERMANOX™ 和 THERMANOX™，也从 Nalgene Nunc International 获得)。基础材料能够用聚 D-赖氨酸，胶原或粘连蛋白(fibronectin)涂覆以产生带正电荷的表面，它还能够增强细胞附着，生长和变异。

此外，其它分子能够吸收到微滴定板状的板体上。Nunc MAXISORP™ (Nalgene Nunc)是对于极性分子具有高亲合性的改性聚苯乙烯基础物并被推荐用于表面层，其中抗体需要吸收至该表面层上，就象许多 ELISA 分析的情况一样。表面层也能够改性，以便以更特定的方式与分析物相互作用。此类官能化改性物的例子包括用于组氨酸标识融合蛋白质的定量分析和检测镍-螯合物的改性表面和用于 GST-标识融合蛋白质的捕捉的谷胱甘肽的改性表面。当与生物素酰化的蛋白质作用时，可以使用涂覆抗生物素蛋白链菌素的表面层。

一些改性表面为各种分子或生物分子的共价连接提供位点。COVALINK™ NH 仲胺表面(Nalgene Nunc International)是覆盖了仲胺的聚苯乙烯表面，它能够利用它们的羧基经由碳二亚胺化学过程结合蛋白质和肽或通过 5'磷酰胺键的形成(再次使用碳二亚胺化学过程)来结合 DNA。含有或经过改性之后含有羧酸根的其它分子，碳水化合物，激素，小分子等也能够结合于该表面上。环氧基是以共价键方式将基团连接到表面层上的另一种有用的结构部分。环氧基改性表面已经用于利用氨基修饰的寡核苷酸与该表面的反应来产生 DNA 芯片。具有固定的低聚核苷酸的表面层能够用于高通量的 DNA 和 RNA 检测系统和用于自动的 DNA 放大应用。

微量滴定板的其它用途在于改性该表面使之变得更疏水性，使之

变得与有机溶剂更相容或减少药物(通常小的有机分子)的吸收。例如，总药物分析试验一般依赖使用乙腈从血浆或血清样品中沉淀蛋白质和盐。所要试验的药物必须保留在溶液中以供后续定量分析。有机溶剂相容的微量滴定板也可用作高效液相色谱法(HPLC)或液相色谱法/质谱分析法/质谱分析法(LC/MS/MS)预备设备和用作组合化学过程或平行合成反应容器(用于溶液型或固相型化学过程)。这些类型的用途的表面的例子包括MULTICHEM™微板(Whatman, Inc., Florham Park, 美国新泽西州)和 MULTISCREEN® Solvinert(Millipore, Billerica, 美国麻萨诸塞州)。

XIII. 使用官能化全氟聚醚网络作为气体分离膜的方法

目前公开的主题提供将官能化全氟聚醚(PFPE)网络用作气体分离膜。在一些实施方式中，该官能化 PFPE 网络用作气体分离膜以分离出气体，该气体选自 CO_2，甲烷，H_2，CO，CFC，CFC 替代品，有机物，氮气，甲烷，H_2S，胺，碳氟化合物，氟烯烃，和 O_2。在一些实施方式中，该官能化 PFPE 网络用来在水提纯过程中分离气体。在一些实施方式中，气体分离膜包括自持膜(stand-alone film)。在一些实施方式中，气体分离膜包括复合膜。

在一些实施方式中，气体分离膜包括共聚单体。在一些实施方式中，该共聚单体调节气体分离膜的渗透性能。此外，此类膜的机械强度和耐久性能够通过将复合填料如硅石微粒以及其它填料添加到该膜中来细调节。因此，在一些实施方式中，该膜还包括复合填料。在一些实施方式中，该复合填料包括硅石微粒。

实施例

下列实施例用于为本领域中普通技术人员提供指导来实施目前公开的主题的代表性实施方式。鉴于本公开和本领域的一般常识，本

领域中的技术人员会认识到，下列实施例旨在举例，在不脱离目前公开的主题的范围的前提下能够作出很多的变化和改进。

一般考虑因素

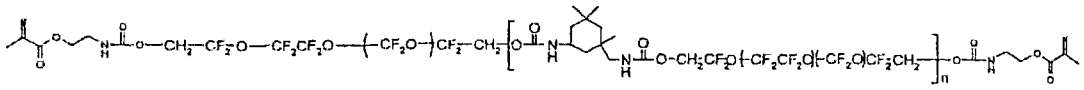
PFPE 微流体设备已经先前由 Rolland, J.等人, JACS 2004, 126, 2322-2323 报导，以引用的方式将其全部内容引入本文。在 Rolland, J. 等中公开的特定 PFPE 材料没有进行扩链和因此不具有当 PFPE 用二异氰酸酯连接剂扩链时所存在的多个氢键。该材料也不具有在交联点之间的更高的分子量，该分子量是为了改进对于各种微流体应用而言十分关键的机械性能如模量和撕裂强度所需要的。此外，这一材料没有官能化来引入各种结构部分，如带电荷物质，生物高分子，或催化剂。

在这里描述了解决这些问题的各种方法。包括在这些改进中的是这样一些方法，该方法描述了扩链，对于多个 PFPE 层和对于其它基材如玻璃、硅、石英和其它聚合物的改进粘合以及引入官能化单体的能力，该单体能够改变湿润性或能够附着催化剂，生物分子或其它物质。还描述的是固化 PFPE 弹性体的改进方法，它包括热自由基固化，双组分固化化学过程，和使用光致生酸剂的光固化。

实施例 1

具有以下所示结构(其中 n=2)的液体 PFPE 前体与 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二个母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室

中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。第三，通过用刮刀将小滴的液体 PFPE 前体刮在玻璃载物片上形成光滑、平坦的 PFPE 层。然后将载物片放入 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。前述较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器(luer stub)穿通它形成入口孔。然后将该层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将复合层放入到烘箱中，在 120℃下加热 2 小时。前述薄层然后修边并将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将所粘结的层放置于在玻璃载物片上的完全固化的 PFPE 光滑层上并在 120℃下加热 15 小时。然后将小的针放入到该入口中以引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。



实施例 2

热自由基方式

玻璃

用甲基丙烯酸酯基团封端的液体 PFPE 前体与 1 重量%的 2,2-偶氮二异丁腈混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 20 小时。固化的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器(luer stub)穿通它形成入口孔。然后将该层放置于清洁的玻璃载片上并通过入口孔引入流体。

实施例 3

热自由基方式-部分固化

层与层粘合

用甲基丙烯酸酯基团封端的液体 PFPE 前体与 1 重量%的 2,2-偶氮二异丁腈混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。第三，通过用刮刀将小滴的液体 PFPE 前体刮在玻璃载物片上形成光滑、平坦的 PFPE 层。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。然后将该层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 10 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将所粘结的层放置于玻璃载物片上的部分固化的PFPE光滑层上并在65℃下加热 10 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。

实施例 4

热自由基方式-部分固化

与聚氨酯的粘合

含有甲基丙烯酸酯基团的光可固化的液体聚氨酯前体与 1 重量%的 2,2-偶氮二异丁腈混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到大约 3 mm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放

置 2-3 小时。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。第三，通过用刮刀将小滴的液体 PFPE 前体刮在玻璃载物片上形成光滑、平坦的 PFPE 层。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。然后将该层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 10 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将所粘结的层放置于在玻璃载物片上的部分固化 PFPE 光滑层上并在 65℃下加热 10 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。

实施例 5

热自由基方式-部分固化

与含聚硅氧烷的聚氨酯的粘合

含有 PDMS 嵌段和甲基丙烯酸酯基团的光可固化的液体聚氨酯前体与 1 重量%的 2,2-偶氮二异丁腈混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到大约 3 mm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。第三，通过用刮刀将小滴的液体 PFPE 前体刮在玻璃载物片上形成光滑、平坦的 PFPE 层。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。较厚的层然后被

揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器(luer stub)穿通它形成入口孔。然后将该层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 10 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将所粘结的层放置于在玻璃载物片上的部分固化 PFPE 光滑层上并在 65℃下加热 10 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。

实施例 6

热自由基方式-部分固化

与 PFPE-PDMS 嵌段共聚物的粘合

被甲基丙烯酸酯基团封端的同时含有 PFPE 和 PDMS 嵌段的液体前体与 1 重量%的 2,2-偶氮二异丁腈混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到大约 3 mm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。第三，通过用刮刀将小滴的液体 PFPE 前体刮在玻璃载物片上形成光滑、平坦的 PFPE 层。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。然后将该层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 10 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将所粘结的层放置于在玻璃载物片上的部分固化

PFPE 光滑层上并在 65℃下加热 10 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。

实施例 7

热自由基方式-部分固化

玻璃粘合

用甲基丙烯酸酯基团封端的液体 PFPE 前体与 1 重量%的 2,2-偶氮二异丁腈混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。将部分固化的层从晶片上揭下，使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。然后将该层放置在已用硅烷偶联剂，甲基丙烯酸三甲氧基甲硅烷基丙基酯，处理过的玻璃载物片的表面上。然后将该层放入烘箱中并在 65℃下加热 20 小时，让该 PFPE 层永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入该入口中引入流体。

实施例 8

热自由基方式-部分固化

PDMS 粘合

将液体聚(二甲基硅氧烷)前体倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。然后将晶片放入 80℃的烘箱中达 3 小时。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的用甲基丙烯酸酯单元封端的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。PDMS 的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。该层然后用氧等离子体处理

20 分钟，随后用硅烷偶联剂，甲基丙烯酸三甲氧基甲硅烷基丙基酯处理。将已处理的 PDMS 层放置于该部分固化 PFPE 薄层的表面上和在 65℃下加热 10 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将所粘结的层放置于在玻璃载物片上的部分固化PFPE光滑层上并在65℃下加热 10 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。

实施例 9

热自由基方式

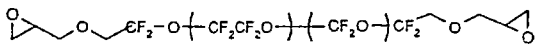
使用 SYLGARD 184®和官能化 PDMS 的 PDMS 粘合性。

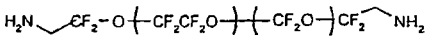
设计液体聚(二甲基硅氧烷)前体，从而它可以是 SYLGARD 184®的基础或固化组分的部分。该前体含有潜在官能团如环氧基，甲基丙烯酸酯，或胺并与标准固化剂混合和倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。然后将晶片放入 80℃的烘箱中达 3 小时。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的用甲基丙烯酸酯单元封端的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片在 65℃的烘箱中在氮气吹扫下放置 2-3 小时。PDMS 的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。将 PDMS 层放置于该部分固化 PFPE 薄层的表面上和在 65℃下加热 10 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将所粘结的层放置于在玻璃载物片上的部分固化的 PFPE 光滑层上并在 65℃下加热 10 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。

实施例 10

环氧基/胺

含有 PFPE 二环氧基和 PFPE 二胺的如下所示的双组分液体 PFPE 前体体系按照化学计量比混合在一起并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将晶片放入 65℃的烘箱中达 5 小时。固化的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。然后将该层放置于清洁的玻璃载片上并通过入口孔引入流体。



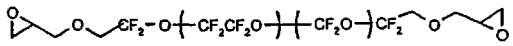


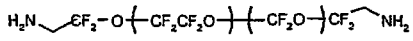
实施例 11

环氧基/胺-过量

粘合于玻璃

将含有 PFPE 二环氧基和 PFPE 二胺的如下所示的双组分液体 PFPE 前体体系按照 4:1 环氧基:胺比率，使得环氧基过量，被混合在一起，然后倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将晶片放入 65℃的烘箱中达 5 小时。固化的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。该层然后被放置在清洁玻璃载片的表面上，该表面已经用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理。该载物片然后在 65℃下加热 5 小时，永久地将设备粘结到玻璃载物片上。流体然后通过该入口孔被引入。



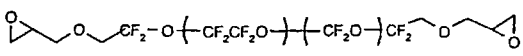


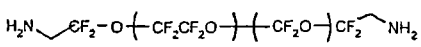
实施例 12

环氧基/胺-过量

粘合于 PFPE 层

将含有 PFPE 二环氧基和 PFPE 二胺的如下所示的双组分液体 PFPE 前体体系按照 1:4 环氧基:胺比率，使得胺过量，被混合在一起，然后倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板用小滴的按照 4:1 环氧基:胺比率使得环氧基单元过量进行混合所得到的液体 PFPE 前体涂覆，然后在 3700 rpm 转速下旋转涂敷 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将晶片放入 65℃的烘箱中达 5 小时。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。将厚的层放置于该固化 PFPE 薄层的表面上和在 65℃下加热 5 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。粘结的层然后被放置在已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理过的玻璃载物片上，然后在 65℃的烘箱中加热 5 小时将设备粘合于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。



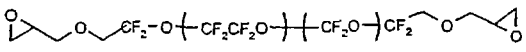


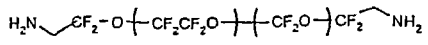
实施例 13

环氧基/胺-过量

粘合于 PDMS 层

将液体聚(二甲基硅氧烷)前体倾倒在含有通道形状的100 μm结构特征的微流体母板上。然后将晶片放入80℃的烘箱中达3小时。独立地，含有通道形状的100-μm结构特征的第二母板用小滴的按照4:1环氧基:胺比率使得环氧基单元过量进行混合所得到的液体PFPE前体涂覆，然后在3700 rpm转速下旋转涂敷1分钟，形成约20 μm的厚度。然后将晶片放入65℃的烘箱中达5小时。PDMS的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。该层然后用氧等离子体处理20分钟，随后用硅烷偶联剂，氨基丙基三乙氧基硅烷处理。将已处理的PDMS层放置于该PFPE薄层的表面上和在65℃下加热10小时来粘合两层。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将粘结的层放置于已用氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在65℃下加热10小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6所报道。





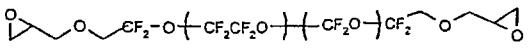
实施例14

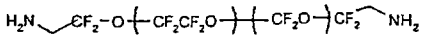
环氧基/胺-过量

粘合于PFPE层，生物分子的连接

含有 PFPE 二环氧基和 PFPE 二胺的如下所示的双组分液体 PFPE

前体体系按照 1:4 环氧基:胺比率使得胺过量被混合在一起，然后倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板用小滴的按照 4:1 环氧基:胺比率使得环氧基单元过量进行混合所得到的液体 PFPE 前体涂覆，然后在 3700 rpm 转速下旋转涂敷 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将晶片放入 65℃的烘箱中达 5 小时。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。将厚的层放置于该固化 PFPE 薄层的表面上和在 65℃下加热 5 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。粘结的层然后被放置在已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理过的玻璃载物片上，然后在 65℃的烘箱中加热 5 小时将设备粘合于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。含有用游离胺官能化的蛋白质的水溶液然后流过衬有未反应的环氧基结构部分的通道，以使该通道被蛋白质官能化。





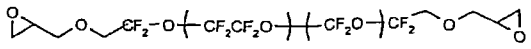
实施例 15

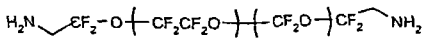
环氧基/胺-过量

粘合于 PFPE 层，带电荷物质的连接

将含有 PFPE 二环氧基和 PFPE 二胺的如下所示的双组分液体 PFPE 前体体系按照 1:4 环氧基:胺比率，使得胺过量，被混合在一起，然后倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用

PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板用小滴的按照 4:1 环氧基:胺比率使得环氧基单元过量进行混合所得到的液体 PFPE 前体涂覆，然后在 3700 rpm 转速下旋转涂敷 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将晶片放入 65℃的烘箱中达 5 小时。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。将厚的层放置于该固化 PFPE 薄层的表面上和在 65℃下加热 5 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。粘结的层然后被放置在已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理过的玻璃载物片上，然后在 65℃的烘箱中加热 5 小时将设备粘合于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。含有用游离胺官能化的带电荷分子的水溶液然后流过衬有未反应的环氧基结构部分的通道，以使该通道被带电荷分子官能化。





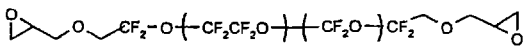
实施例 16

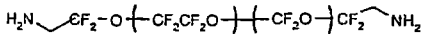
环氧基/胺-部分固化

粘合于玻璃

含有 PFPE 二环氧基和 PFPE 二胺的如下所示的双组分液体 PFPE 前体体系按照化学计量比混合在一起并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。该晶片然后在 65℃的烘箱放置 0.5 小时，使得它部分地固化。部分固化的层然后被揭下，修边，并使用路

厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。然后将该层放置在已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上，然后在 65℃下加热 5 小时以使它粘附于玻璃载物片上。然后将小的针放入该入口中引入流体。





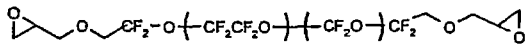
实施例 17

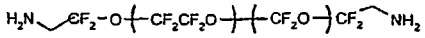
环氧基/胺-部分固化

层与层粘合

含有 PFPE 二环氧基和 PFPE 二胺的如下所示的双组分液体 PFPE 前体体系按照化学计量比混合在一起并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。该晶片然后在 65℃的烘箱放置 0.5 小时，使得它部分地固化。部分固化的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。该晶片然后在 65℃的烘箱放置 0.5 小时，使得它部分地固化。然后将该厚的层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。该两层然后被放入烘箱中并在 65℃下加热 1 小时来粘合两层。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将粘结的层放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 10 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等

人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。



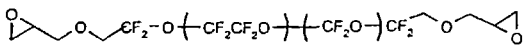


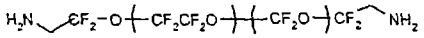
实施例 18

环氧基/胺-部分固化

PDMS 粘合

将液体聚(二甲基硅氧烷)前体倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。然后将晶片放入 80℃的烘箱中达 3 小时。固化 PDMS 层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。该层然后用氧等离子体处理 20 分钟，随后用硅烷偶联剂，氨基丙基三乙氧基硅烷处理。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板用小滴的按照化学计量比率混合的液体 PFPE 前体在 3700 rpm 转速下旋转涂敷 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将晶片在 60℃的烘箱中放置 0.5 小时。将已处理的 PDMS 层放置于该部分固化 PFPE 薄层的表面上和在 65℃下加热 1 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将粘结的层放置于已用氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 10 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。



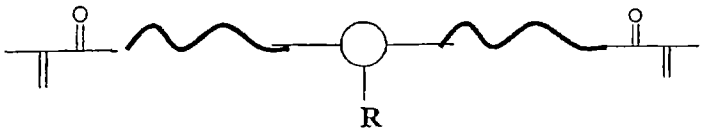


实施例 19

用可实施后固化的潜在官能团的光固化

粘合于玻璃

具有以下所示结构(其中 R 是环氧基，曲线是 PFPE 链，和该环是连接分子)的液体 PFPE 前体与 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。完全固化的层然后从该母板上揭下和通过使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。然后将该设备放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 15 小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入该入口中引入流体。



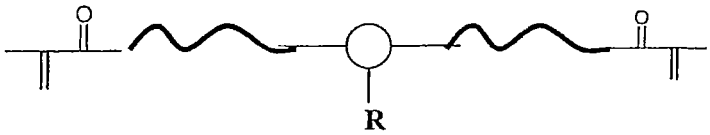
实施例 20

用可实施后固化的潜在官能团的光固化

粘合于 PFPE

具有以下所示结构(其中R是环氧基，曲线是PFPE链，和该环是连接分子)的液体PFPE前体与1重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的100 μm结构特征的微流体母板上。使用PDMS模具以在所需的面积中包含液体，达到约3 mm的厚度。然后将该晶片放入到UV室中并在氮气吹扫下暴露于UV光(λ=365)达到10分钟。完全固化的层然后从该母板上揭下和通过使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。独立地，含有通道形状的100-μm结构特征的第二母板在其表面

上在3700 rpm转速下旋转涂敷小滴的液体PFPE前体(其中R是胺基)达到1分钟，形成约20 μm的厚度。然后将该晶片放入到UV室中并在氮气吹扫下暴露于UV光(λ=365)达到10分钟。然后将该厚的层放置在20-μm厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在65℃下加热2小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将该粘结的层放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在65℃下加热15小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6所报道。



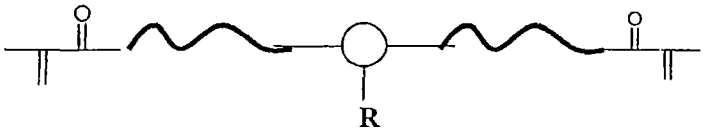
实施例 21

用可实施后固化的潜在官能团的光固化

粘合于 PDMS

将液体聚(二甲基硅氧烷)前体倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。然后将晶片放入 80℃的烘箱中达 3 小时。固化 PDMS 层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。该层然后用氧等离子体处理 20 分钟，随后用硅烷偶联剂，氨基丙基三乙氧基硅烷处理。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体(其中 R 是环氧基)达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。然后将较厚的 PDMS 层放置在 20-μm 厚度层的表面上并

在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在65℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将该粘结的层放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在65℃下加热15小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M. 等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。



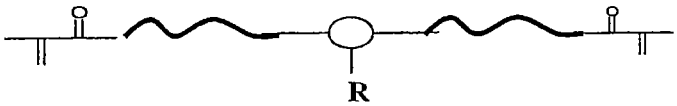
实施例 22

用可实施后固化的潜在官能团的光固化

生物分子的连接

具有以下所示结构(其中 R 是胺基，曲线是 PFPE 链，和该环是连接分子)的液体 PFPE 前体与 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。完全固化的层然后从该母板上揭下和通过使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体(其中 R 是环氧基)达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。然后将该较厚的层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 2 小时。

该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将该粘结的层放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 15 小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。含有用游离胺官能化的蛋白质的水溶液然后流过衬有未反应的环氧基结构部分的通道，以使该通道被蛋白质官能化。



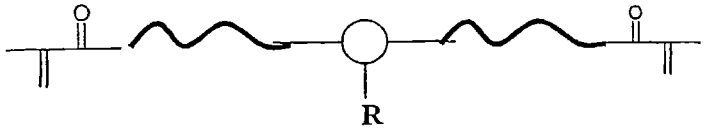
实施例 23

用可实施后固化的潜在官能团的光固化

带电荷物质的连接

具有以下所示结构(其中 R 是胺基，曲线是 PFPE 链，和该环是连接分子)的液体 PFPE 前体与 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。完全固化的层然后从该母板上揭下和通过使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体(其中 R 是环氧基)达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。然后将该较厚的层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲

孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将该粘结的层放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 15 小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。含有用游离胺官能化的带电荷分子的水溶液然后流过衬有未反应的环氧基结构部分的通道，以使该通道被带电荷分子官能化。

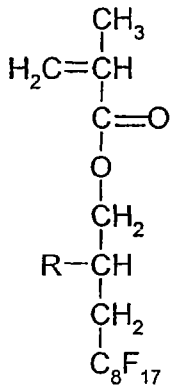


实施例 24

用可实施后固化的官能化单体的光固化

粘合于玻璃

液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体或单甲基丙烯酸酯 PFPE 大单体与具有以下所示结构(其中 R 是环氧基)的单体和 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。完全固化的层然后从该母板上揭下和通过使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。然后将该设备放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 15 小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入该入口中引入流体。



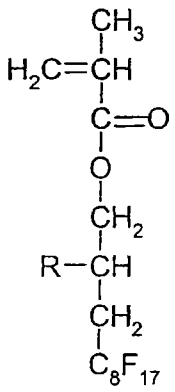
实施例 25

用可实施后固化的官能化单体的光固化

粘合于 PFPE

液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体与具有以下所示结构(其中 R 是环氧基)的单体和 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。完全固化的层然后从该母板上揭下和通过使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的加上官能化单体(其中 R 是胺基)的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。然后将该较厚的层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将该粘结的层放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 15 小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000,

288, 113-6 所报道。



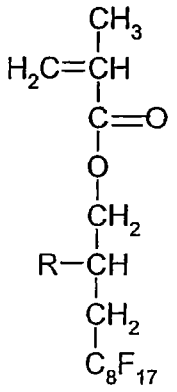
实施例 26

用可实施后固化的官能化单体的光固化

粘合于 PDMS

将液体聚(二甲基硅氧烷)前体倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。然后将晶片放入 80℃的烘箱中达 3 小时。固化 PDMS 层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。该层然后用氧等离子体处理 20 分钟，随后用硅烷偶联剂，氨基丙基三乙氧基硅烷处理。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的加上官能化单体(其中 R 是环氧基)加上光引发剂的液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。然后将该较厚的 PDMS 层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将该粘结的层放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 15 小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针

放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。



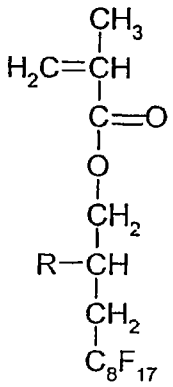
实施例 27

用可实施后固化的官能化单体的光固化

生物分子的连接

液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体与具有以下所示结构(其中 R 是胺基)的单体和 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。完全固化的层然后从该母板上揭下和通过使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的加上官能化单体(其中 R 是环氧基)的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。然后将该较厚的层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将该粘结的层放置于已用硅烷偶

联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 15 小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。含有用游离胺官能化的蛋白质的水溶液然后流过衬有未反应的环氧基结构部分的通道，以使该通道被蛋白质官能化。



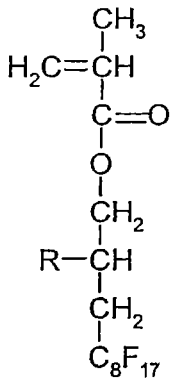
实施例 28

用可实施后固化的潜在官能团的光固化

带电荷物质的连接

液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体与具有以下所示结构(其中 R 是胺基)的单体和 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。完全固化的层然后从该母板上揭下和通过使用路厄氏冲孔器穿孔形成入口孔。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的加上官能化单体(其中 R 是环氧基)的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。然后将该较厚的层放置在 20 μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排

列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 65℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将该粘结的层放置于已用硅烷偶联剂即氨基丙基三乙氧基硅烷处理的玻璃载物片上并在 65℃下加热 15 小时，让设备永久地粘结于玻璃载物片上。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。含有用游离胺官能化的带电荷分子的水溶液然后流过衬有未反应的环氧基结构部分的通道，以使该通道被带电荷分子官能化。



实施例 29

使用牺牲通道制造 PFPE 微流体设备

通过用刮刀将小滴的液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体刮在玻璃载物片上形成光滑、平坦的 PFPE 层。然后将载物片放入 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。由通道形状的聚(乳酸)组成的支架(scaffold)布置在 PFPE 的平坦的、光滑的层上。液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体与 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在该支架上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该装置放入 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。设备然后在 150℃下加热 24 小时以降解聚(乳

酸)，因此露出了以通道形状的剩下的空隙。

实施例 30

使用 185 nm 光将 PFPE 设备粘合于玻璃上

液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体与 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。然后将该层放置在 20 μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 120℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将粘结的两层放置在清洁的玻璃载片上，以形成密封件。该装置暴露于 185 nm UV 光达 20 分钟，在设备和玻璃之间形成永久的粘结。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。

实施例 31

包封设备的“环氧套封”方法

液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体与 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。PDMS 模所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。独立

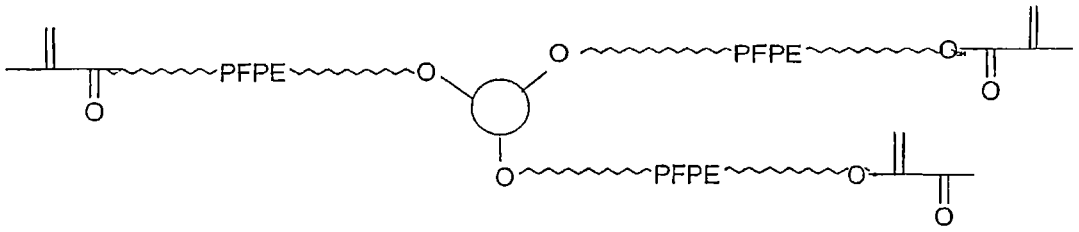
地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。然后将该层放置在 20-μm 厚度层的表面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 120℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将粘结的层放置在清洁的玻璃载片上，要求形成密封件。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。该整个装置然后被包裹在液体环氧前体中，该前体被倾倒在设备上让其固化。该套封用于机械地粘结设备和基材。

实施例 32

从三臂(three-armed)PFPE 前体制造 PFPE 设备

具有以下所示结构(其中该环是连接分子)的液体 PFPE 前体与 1 重量%的自由基光引发剂混合并倾倒在含有通道形状的 100 μm 结构特征的微流体母板上。使用 PDMS 模具以在所需的面积中包含液体，达到约 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。独立地，含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。第三，通过用刮刀将小滴的液体 PFPE 前体刮在玻璃载物片上形成光滑、平坦的 PFPE 层。然后将载物片放入 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。较厚的层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。然后将该层放置在 20-μm 厚度层的表

面上并在所需的面积上取向排列形成密封件。然后将该层放入到烘箱中，在 120℃下加热 2 小时。该薄层然后修边和将所粘附的各层从母板上提起。通过使用路厄氏冲孔器冲切流体入口孔和出口孔。然后将所粘结的层放置于在玻璃载物片上的完全固化的 PFPE 光滑层上并在 120℃下加热 15 小时。然后将小的针放入到该入口中引入流体并激励膜片阀，如 Unger, M.等人, Science. 2000, 288, 113-6 所报道。



实施例 33

光固化 PFPE/PDMS 杂化

含有通道形状的 100-μm 结构特征的第二母板在其表面上在 3700 rpm 转速下旋转涂敷小滴的液体 PFPE 二甲基丙烯酸酯前体达到 1 分钟，形成约 20 μm 的厚度。然后将含有光引发剂的 PDMS 二甲基丙烯酸酯倾倒在薄的 PFPE 层的表面上形成 3 mm 的厚度。然后将该晶片放入到 UV 室中并在氮气吹扫下暴露于 UV 光(λ=365)达到 10 分钟。该层然后被揭下，修边，并使用路厄氏冲孔器穿通它形成入口孔。该混合型设备然后被放置在玻璃载物片上和形成密封件。然后将小的针放入该入口中引入流体。

可以理解，在不脱离目前公开的主题的范围前提下目前公开的主题的各种细节能够加以变化。此外，上述描述仅仅为了举例说明目的，不是为了限制目的。

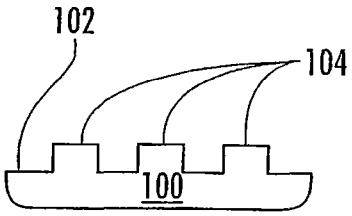


图 1A

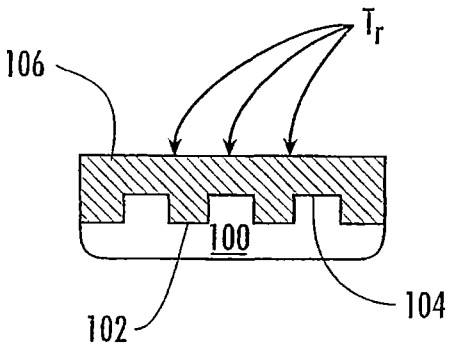


图 1B

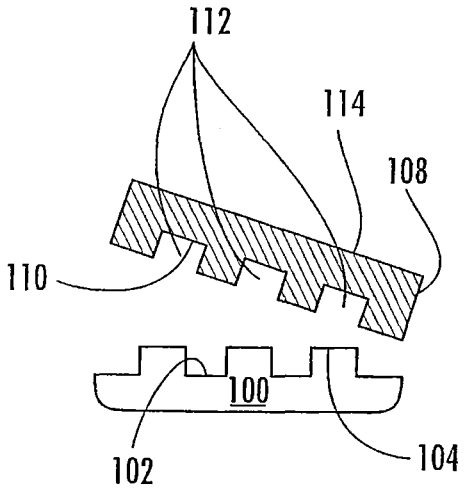


图 1C

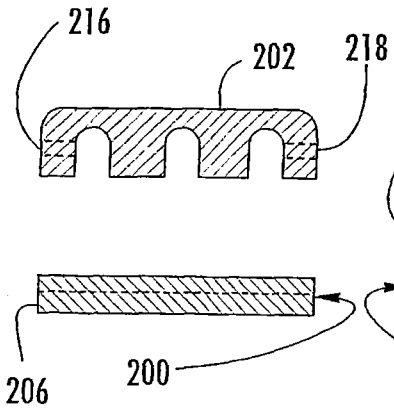


图 2A

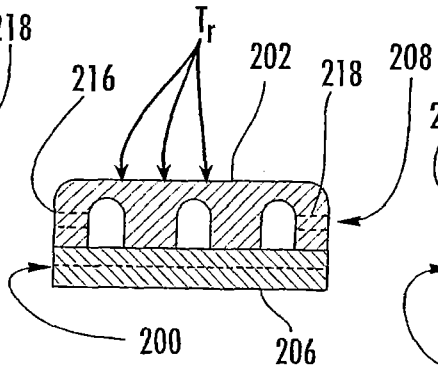


图 2B

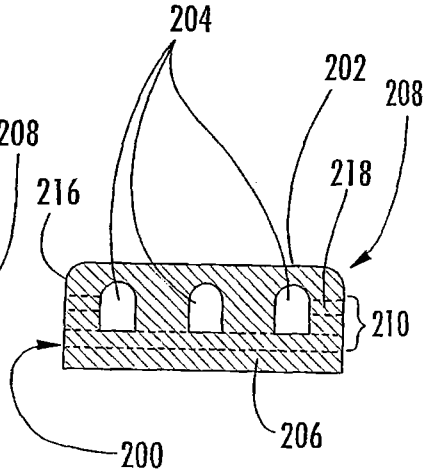


图 2C

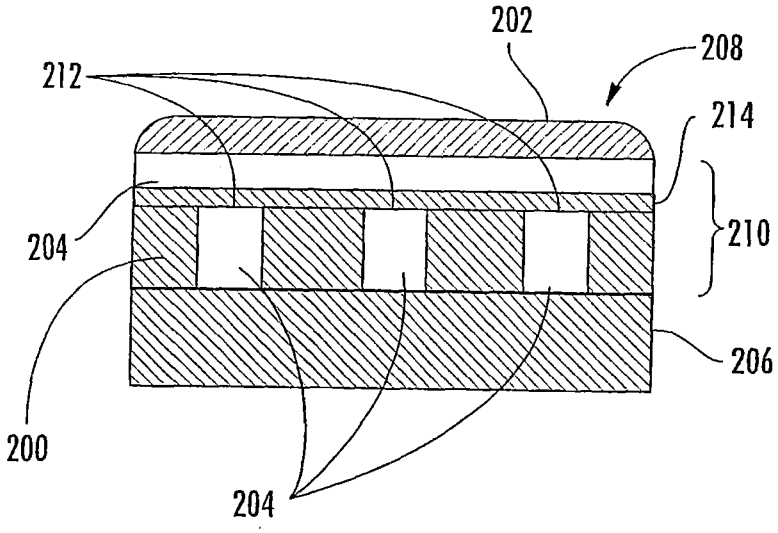


图 2D

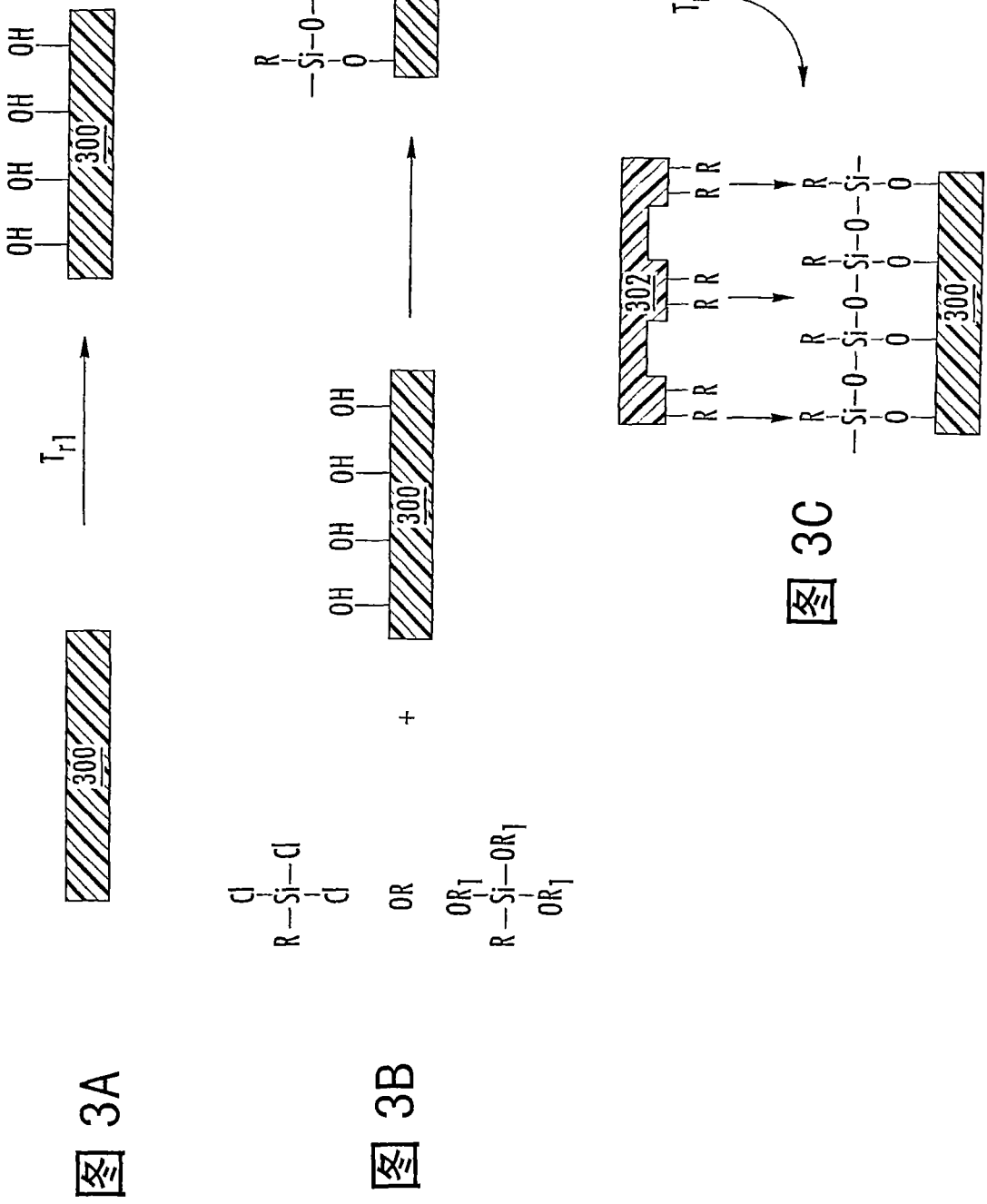


图 3A

图 3B

图 3C

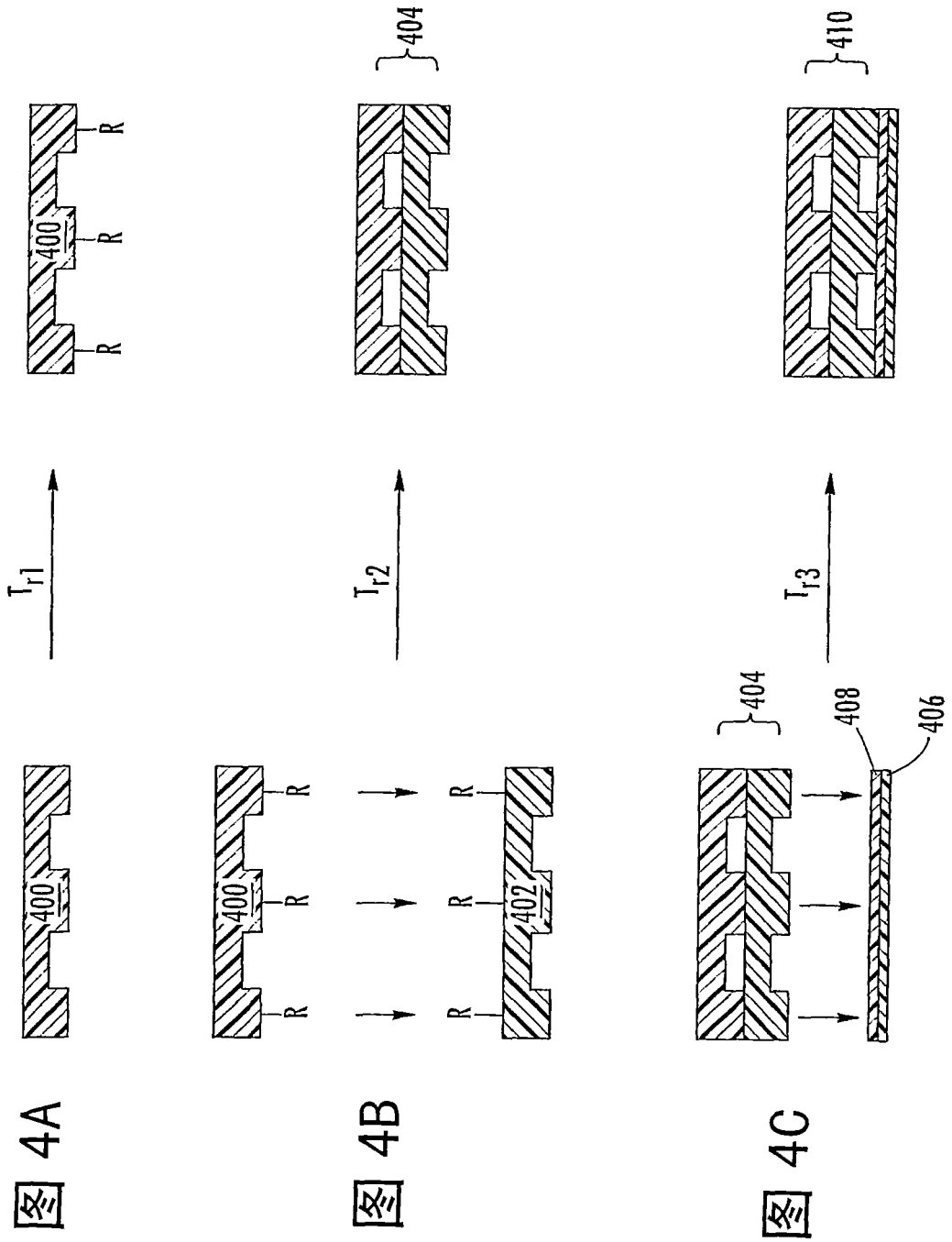


图 4A

图 4B

图 4C

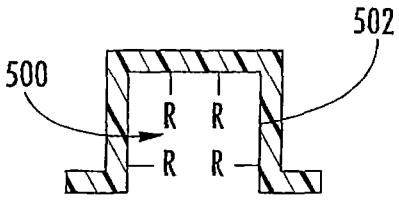


图 5A

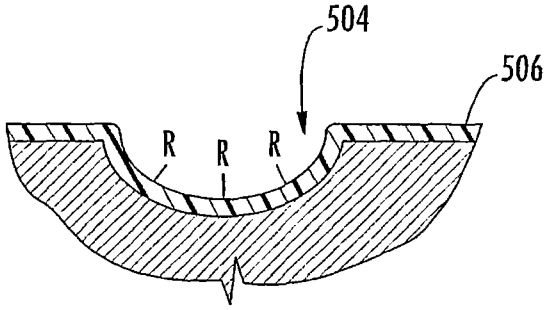


图 5B

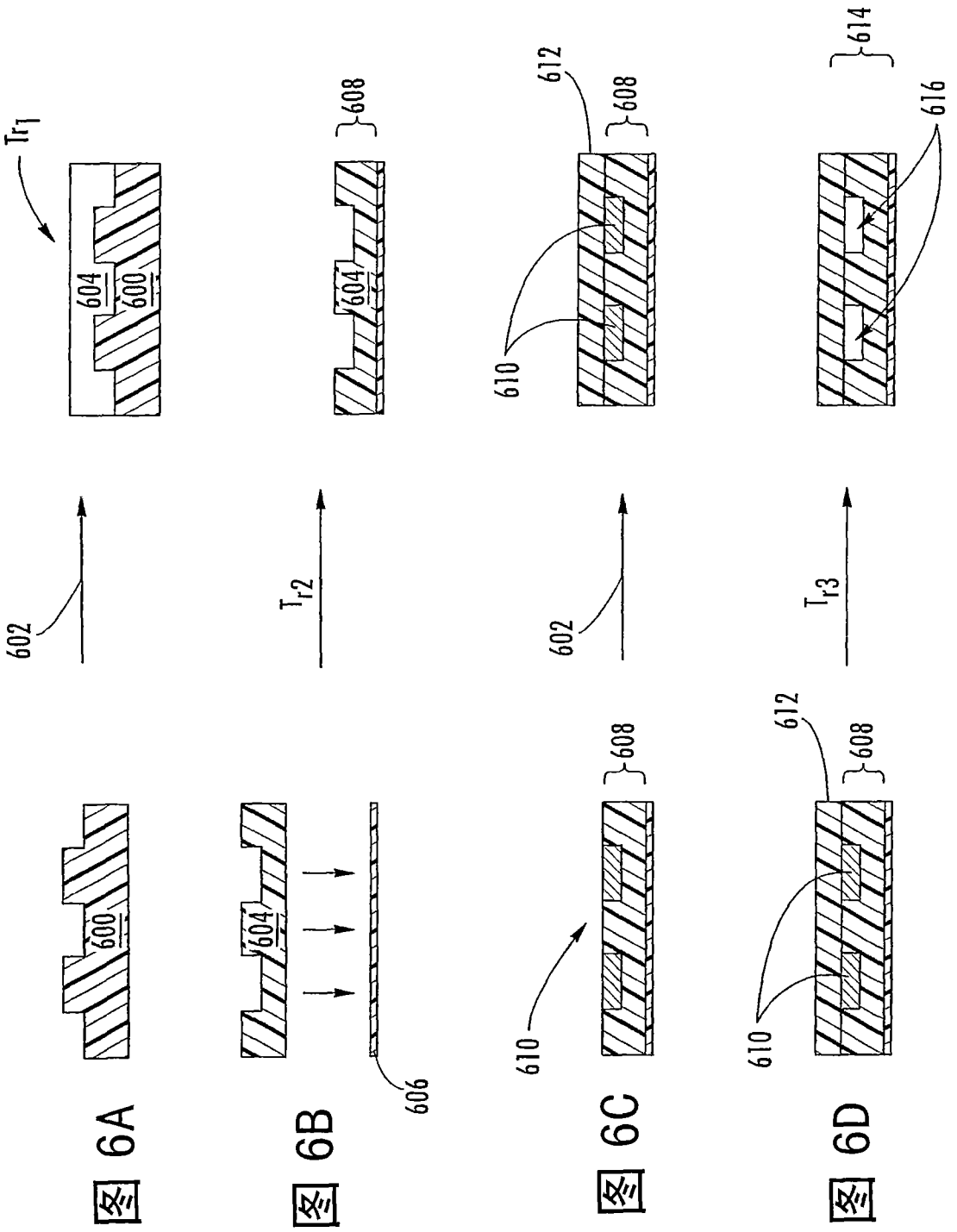


图 6A 图 6B 图 6C 图 6D

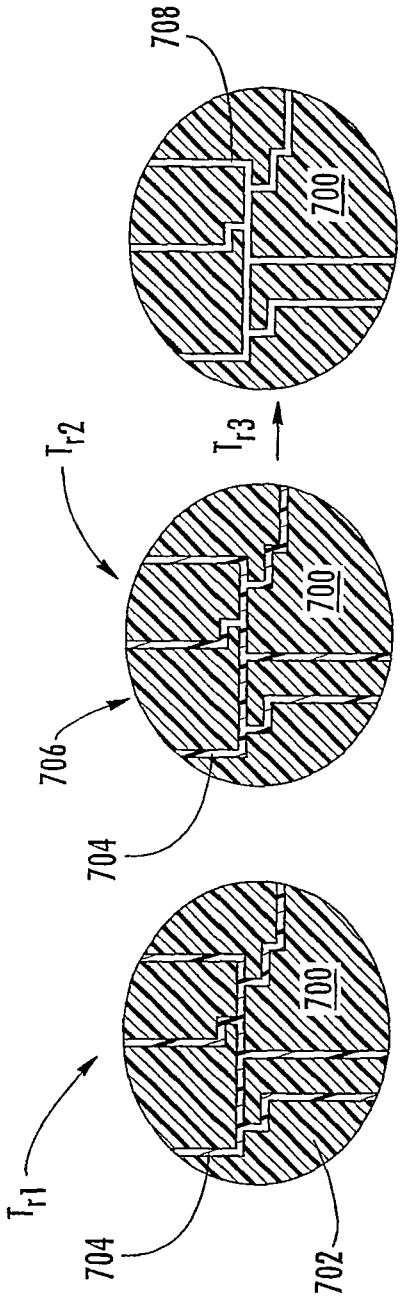


图 7C

图 7B

图 7A

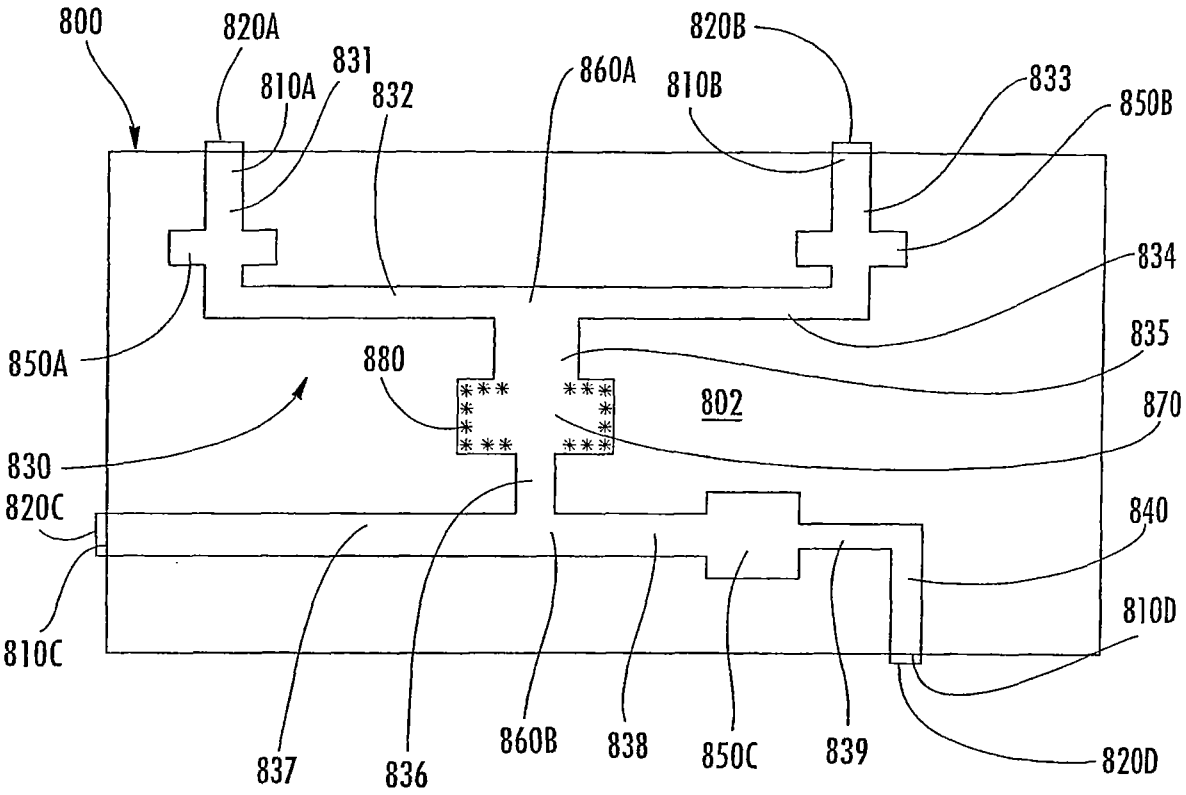

800
820A
831
810A
832
860A
820B
810B
833
850B
834
835
850A
880
802
870
830
820C
840
810C
810D
837
836
860B
838
850C
839
820D

图 8

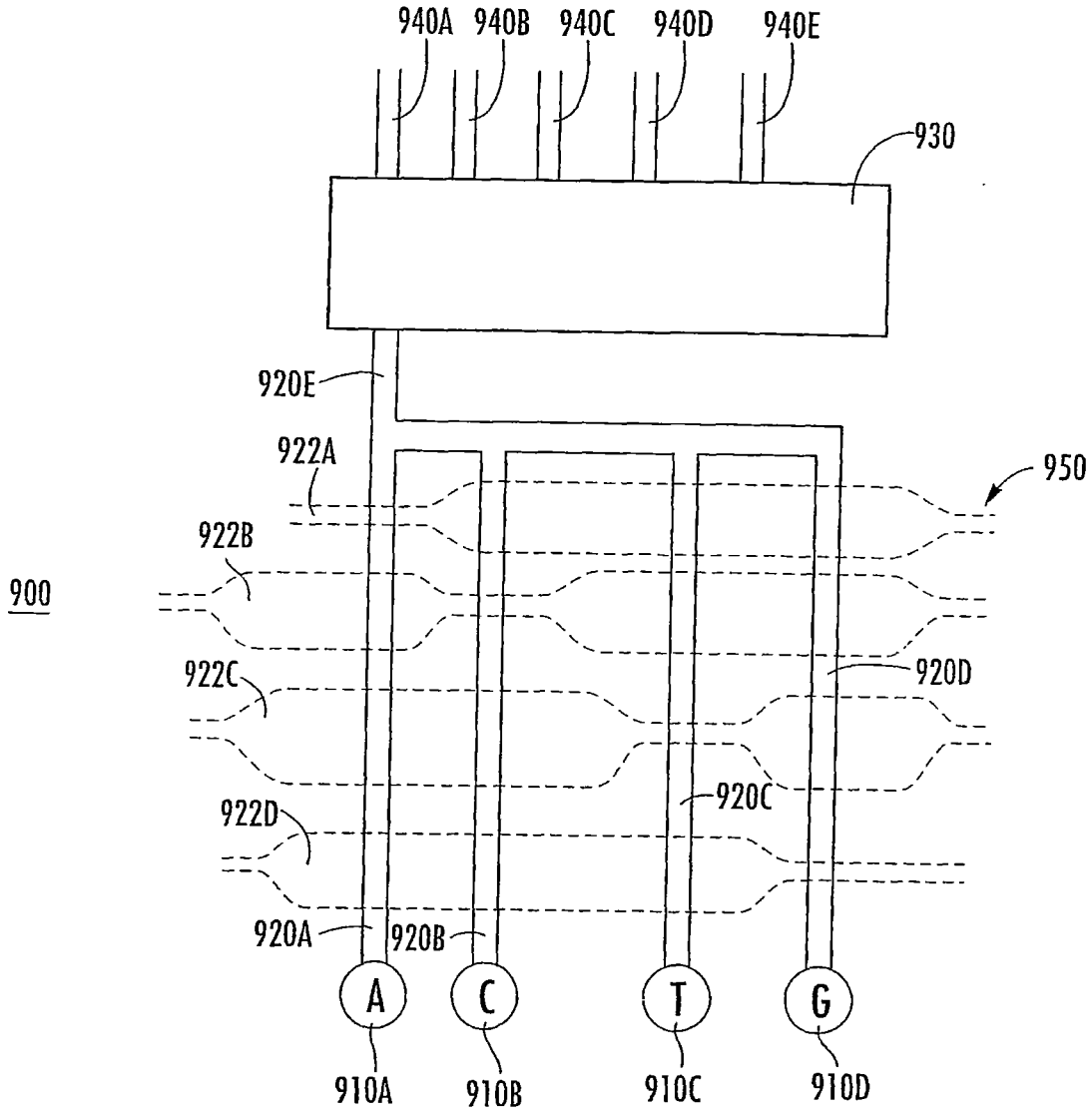

940A
940B
940C
940D
940E
930
920E
922A
950
922B
900
922C
920D
922D
920C
920A
920B
A
C
T
G
910A
910B
910C
910D

图 9

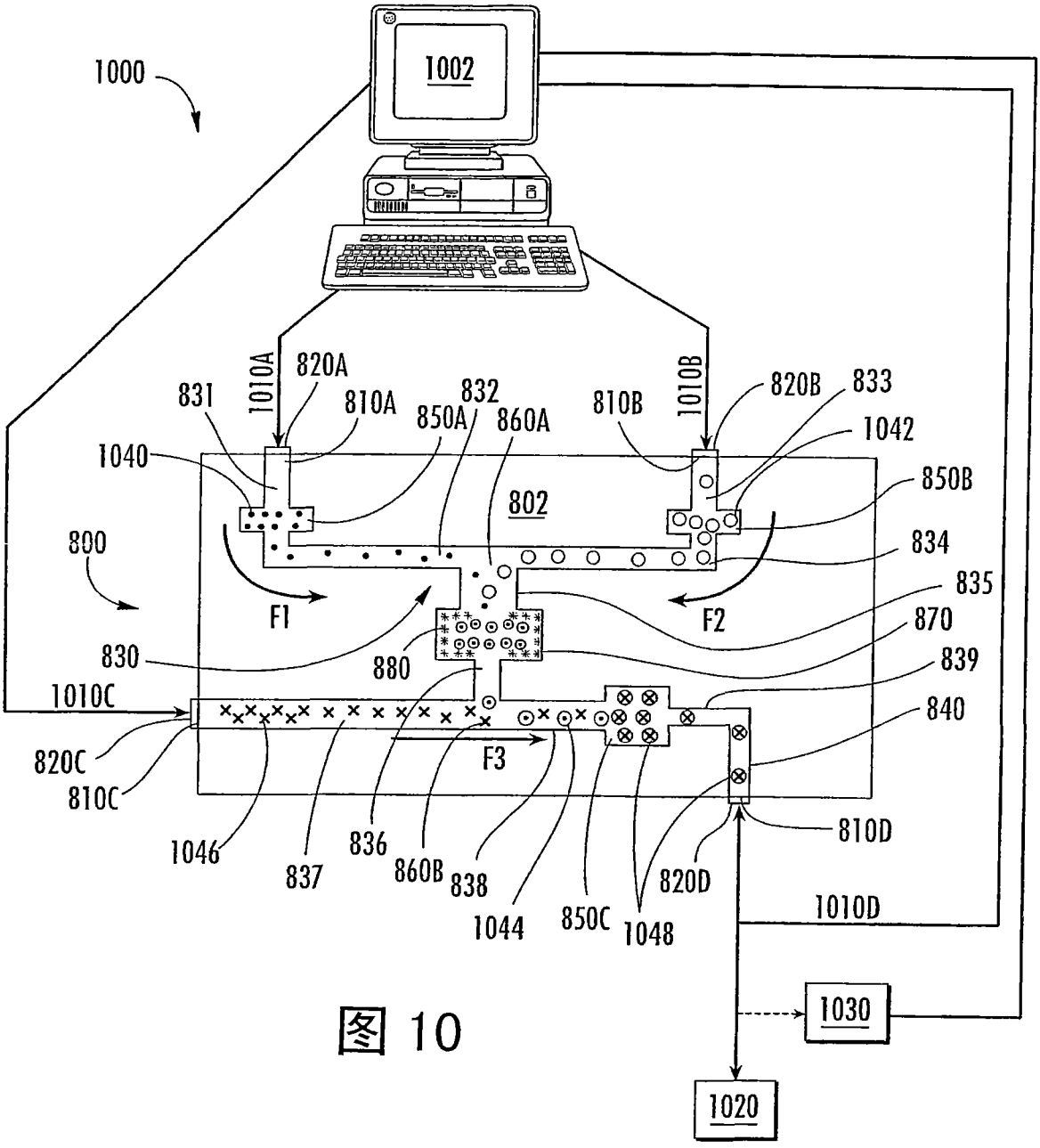

1000
1002
1010A
820A
831
810A
832
850A
860A
810B
1010B
820B
833
1042
1040
850B
802
800
834
835
F1
F2
870
830
880
839
1010C
840
F3
820C
810C
1046
837
836
860B
838
1044
850C
1048
820D
810D
1010D
1030
1020

图 10