

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 3/042 (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680007494.X

[43] 公开日 2008年6月4日

[11] 公开号 CN 101194222A

[22] 申请日 2006.2.7

[21] 申请号 200680007494.X

[30] 优先权

[32] 2005.2.7 [33] US [31] 60/650,790

[86] 国际申请 PCT/AU2006/000152 2006.2.7

[87] 国际公布 WO2006/081633 英 2006.8.10

[85] 进入国家阶段日期 2007.9.7

[71] 申请人 RPO 私人有限公司

地址 澳大利亚澳大利亚首都直辖区

[72] 发明人 卢比·查特 本杰明·科尼什

巴里·卢瑟-戴维斯

达克斯·库库尔加

格拉哈姆·阿特金斯

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所
代理人 蒋世迅

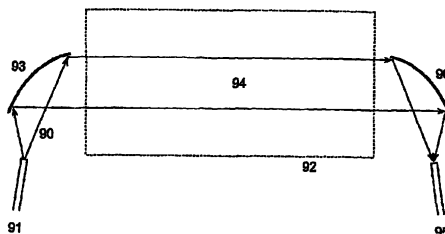
权利要求书 8 页 说明书 25 页 附图 13 页

[54] 发明名称

包含反射光学元件的波导设计

[57] 摘要

本发明涉及一种利用反射光学元件(93, 96)以基本上独立于温度的方式在光波导(91, 95)与光学元件之间耦合光(90)的装置。优选的实施例包含抛物型, 准抛物型, 椭圆型, 或准椭圆型反射元件(93, 96)。最好是, 发射和接收元件以及相关的波导(91, 95)包含可以利用光学方法制成图形的聚合物。



1. 一种用于电子装置的输入装置，包括：
至少一个光源；
至少一个多单元光检测器，用于检测多个光检测单元处的光强；
限定一个平面的输入区；和
一种包含第一组波导和第二组波导的波导结构，第一组波导有相关的第一组反射单元，每组波导是由第一折射率的材料制成，其中：
所述光源耦合光进入有相关的第一组反射单元的所述第一组波导；
所述第一组波导引导该光到所述相关的第一组反射单元；
所述相关的第一组反射单元准直输入区平面上的光，用于产生第一网格光束；和
所述第一网格光束沿第一方向横过输入区，并被所述第二组波导引导到所述多单元光检测器的光检测单元。
2. 按照权利要求1的输入装置，其中有相关的第一组反射单元的所述第一组波导发送光束跨越输入区到所述第二组波导中的对应波导。
3. 按照权利要求1的输入装置，其中所述第二组波导包含相关的第二组反射单元，用于聚焦输入区平面上的光束。
4. 按照权利要求1的输入装置，其中相关的第一组反射单元中的每个单元包含有弯曲反射面和输出面的平面条形区，其中：
光从相关的波导进入所述平面条形区，从所述弯曲反射面上反射，从而被准直和再引导，并沿所述第一方向从所述输出面射出。
5. 按照权利要求3的输入装置，其中相关的第二组反射单元中的每个单元包含有输入面和弯曲反射面的平面条形区，其中：
光沿所述第一方向通过所述输入面进入所述平面条形区，遇到所述弯曲反射面，从而被再引导和聚焦进入相关的波导。
6. 按照权利要求4的输入装置，其中光通过全内反射从所述弯

曲反射面上反射。

7. 按照权利要求 4 的输入装置, 其中所述弯曲反射面是凹面。

8. 按照权利要求 4 的输入装置, 其中所述弯曲反射面是抛物面。

9. 按照权利要求 4 的输入装置, 其中所述弯曲反射面是离轴抛物型反射镜元件。

10. 按照权利要求 4 的输入装置, 其中所述弯曲反射面是椭球面。

11. 按照权利要求 5 的输入装置, 其中光通过全内反射从所述弯曲反射面上反射。

12. 按照权利要求 5 的输入装置, 其中所述弯曲反射面是凹面。

13. 按照权利要求 5 的输入装置, 其中所述弯曲反射面是抛物面。

14. 按照权利要求 5 的输入装置, 其中所述弯曲反射面是离轴抛物型反射镜元件。

15. 按照权利要求 5 的输入装置, 其中所述弯曲反射面是椭球面。

16. 一种用于电子装置的输入装置, 包括:

至少一个光源;

至少一个多单元光检测器, 用于检测多个光检测单元处的光强;

限定一个平面的输入区; 和

一种包含第一组波导, 第二组波导, 第三组波导, 和第四组波导的波导结构, 第一组波导有相关的第一组反射单元, 第三组波导有相关的第三组反射单元, 每组波导是由第一折射率的材料制成, 其中:

所述光源耦合光进入有相关的第一组反射单元的所述第一组波导和有相关的第三组反射单元的所述第三组波导;

所述第一组波导和第三组波导引导该光到所述相关的第一组反射单元和相关的第三组反射单元;

所述相关的第一组反射单元和第三组反射单元准直输入区平面

上的光，用于产生第一网格光束和第二网格光束；

所述第一网格光束沿第一方向横过输入区，并被所述第二组波导引导到所述多单元光检测器的第一组光检测单元；和

所述第二网格光束沿不同于第一方向的第二方向横过输入区，并被所述第四组波导引导到所述多单元光检测器的第二组光检测单元。

17. 按照权利要求 16 的输入装置，其中第一组波导和第三组波导以及相关的第一组反射单元和第三组反射单元发送光束跨越输入区到所述第二组波导和第四组波导中的对应波导。

18. 按照权利要求 17 的输入装置，其中第二组波导和第四组波导包含相关的第二组反射单元和第四组反射单元，用于聚焦输入区平面上的光束。

19. 按照权利要求 16 的输入装置，其中：

相关的第一组反射单元中的每个单元包括有弯曲反射面和输出面的平面条形区，其中光从相关的波导进入所述平面条形区，从所述弯曲反射面上反射，从而被准直和再引导，并沿所述第一方向从所述输出面射出；和

相关的第三组反射单元中的每个单元包括有弯曲反射面和输出面的平面条形区，其中光从相关的波导进入所述平面条形区，从所述弯曲反射面上反射，从而被准直和再引导，并沿所述第二方向从所述输出面射出。

20. 按照权利要求 18 的输入装置，其中：

相关的第二组反射单元中的每个单元包括有输入面和弯曲反射面的平面条形区，其中光沿所述第一方向通过所述输入面进入所述平面条形区，遇到所述弯曲反射面，从而被再引导和聚焦进入相关的波导；和

相关的第四组反射单元中的每个单元包括有输入面和弯曲反射面的平面条形区，其中光沿所述第二方向通过所述输入面进入所述平面条形区，遇到所述弯曲反射面，从而被再引导和聚焦进入相关的波导。

21. 按照权利要求 19 的输入装置,其中光通过全内反射从所述弯曲反射面上反射。

22. 按照权利要求 19 的输入装置,其中所述弯曲反射面是凹面。

23. 按照权利要求 19 的输入装置,其中所述弯曲反射面是抛物面。

24. 按照权利要求 19 的输入装置,其中所述弯曲反射面是离轴抛物型反射镜元件。

25. 按照权利要求 19 的输入装置,其中所述弯曲反射面是椭球面。

26. 按照权利要求 20 的输入装置,其中光通过全内反射从所述弯曲反射面上反射。

27. 按照权利要求 20 的输入装置,其中所述弯曲反射面是凹面。

28. 按照权利要求 20 的输入装置,其中所述弯曲反射面是抛物面。

29. 按照权利要求 20 的输入装置,其中所述弯曲反射面是离轴抛物型反射镜元件。

30. 按照权利要求 20 的输入装置,其中所述弯曲反射面是椭球面。

31. 按照权利要求 18 的输入装置,其中所述输入区是四边形,有相关的第一组反射单元和第三组反射单元的所述第一组波导和第三组波导是沿输入区的相邻第一边缘和第三边缘安排的,而有相关的第二组相关反射单元和第四组相关反射单元的所述第二组波导和第四组波导是沿输入区的相邻第二边缘和第四边缘安排的。

32. 按照权利要求 31 的输入装置,其中所述输入区是矩形,而第二方向基本上垂直于第一方向。

33. 按照权利要求 31 的输入装置,其中有相关的第一组反射单元,第二组反射单元,第三组反射单元和第四组反射单元的第一组

波导，第二组波导，第三组波导和第四组波导终止在竖直和平行于输入区的对应边缘的端面上。

34. 按照权利要求 32 的输入装置，其中第一方向基本上垂直于输入区的第一边缘和第二边缘，而第二方向基本上垂直于输入区的第三边缘和第四边缘。

35. 按照权利要求 1 的输入装置，其中用户通过与输入区的相互作用提供输入到电子装置。

36. 按照权利要求 35 的输入装置，其中用户利用手指或输入笔与输入区相互作用。

37. 按照权利要求 1 的输入装置，其中所述波导结构是利用光刻技术制成的结构。

38. 按照权利要求 1 的输入装置，其中所述波导结构是模制结构。

39. 按照权利要求 1 的输入装置，其中具有第一折射率的所述材料是电介质材料。

40. 按照权利要求 39 的输入装置，其中电介质材料是聚合物。

41. 按照权利要求 16 的输入装置，其中用户通过与输入区的相互作用提供输入到电子装置。

42. 按照权利要求 41 的输入装置，其中用户利用手指或输入笔与输入区相互作用。

43. 按照权利要求 16 的输入装置，其中所述波导结构是利用光刻技术制成的结构。

44. 按照权利要求 16 的输入装置，其中所述波导结构是模制结构。

45. 按照权利要求 16 的输入装置，其中具有第一折射率的所述材料是电介质材料。

46. 按照权利要求 45 的输入装置，其中电介质材料是聚合物。

47. 按照权利要求 1 的输入装置，其中所述相关的第一组反射单元以基本上独立于温度的方式准直光。

48. 按照权利要求 3 的输入装置,其中所述相关的第二组反射单元以基本上独立于温度的方式聚焦光束。

49. 按照权利要求 16 的输入装置,其中所述相关的第一组反射单元和第三组反射单元以基本上独立于温度的方式准直光。

50. 按照权利要求 18 的输入装置,其中所述相关的第二组反射单元和第四组反射单元以基本上独立于温度的方式聚焦光束。

51. 按照权利要求 1 的输入装置,还包括:与第一组波导和第二组波导的端面紧邻的第一外部透镜和第二外部透镜,用于沿垂直于输入区平面的方向准直第一网格光束。

52. 按照权利要求 51 的输入装置,其中第一组波导和第二组波导的端面是直的端面,并位于第一外部透镜和第二外部透镜的焦平面上。

53. 按照权利要求 52 的输入装置,还包括:在第一组波导和第二组波导的端面与第一外部透镜和第二外部透镜之间的具有第二折射率的透明材料。

54. 按照权利要求 53 的输入装置,其中所述第二折射率基本上等于所述第一折射率。

55. 按照权利要求 53 的输入装置,其中具有第二折射率的所述透明材料是粘合剂,用于粘合每个外部透镜到其各自一组的波导。

56. 按照权利要求 55 的输入装置,其中所述第二折射率基本上等于所述第一折射率。

57. 按照权利要求 16 的输入装置,还包括:与第一组波导,第二组波导,第三组波导和第四组波导的端面紧邻的第一外部透镜,第二外部透镜,第三外部透镜和第四外部透镜,用于沿垂直于输入区平面的方向准直第一网格光束和第二网格光束。

58. 按照权利要求 57 的输入装置,其中第一组波导,第二组波导,第三组波导和第四组波导的端面是直的端面,并位于第一外部透镜,第二外部透镜,第三外部透镜和第四外部透镜的焦平面上。

59. 按照权利要求 58 的输入装置,还包括:在第一组波导,

第二组波导，第三组波导和第四组波导的端面与第一外部透镜，第二外部透镜，第三外部透镜和第四外部透镜之间的具有第二折射率的透明材料。

60. 按照权利要求 59 的输入装置，其中所述第二折射率基本上等于所述第一折射率。

61. 按照权利要求 59 的输入装置，其中具有第二折射率的所述透明材料是粘合剂，用于粘合每个外部透镜到其各自一组的波导。

62. 按照权利要求 61 的输入装置，其中所述第二折射率基本上等于所述第一折射率。

63. 一种光学传输装置，包括第一光学波导，该光学波导是与反射端面结构形成整体并制成在基片上，其中所述反射端面结构包含弯曲的内反射面，用于在第一光波导与光学元件之间耦合光。

64. 按照权利要求 63 的光学传输装置，其中弯曲的内反射面聚焦光在基片平面上。

65. 按照权利要求 63 的光学传输装置，其中弯曲的内反射面是抛物面。

66. 按照权利要求 63 的光学传输装置，其中弯曲的内反射面是离轴抛物型反射镜元件。

67. 按照权利要求 63 的光学传输装置，其中弯曲的内反射面是椭球面。

68. 按照权利要求 63 的光学传输装置，其中所述第一光波导和整体形成的反射端面结构包含电介质材料。

69. 按照权利要求 68 的光学传输装置，其中电介质材料是聚合物。

70. 按照权利要求 69 的光学传输装置，其中所述第一光波导和整体形成的反射端面结构是利用光刻技术制成的。

71. 按照权利要求 69 的光学传输装置，其中所述第一光波导和整体形成的反射端面结构是利用模制技术制成的。

72. 按照权利要求 63 的光学传输装置，其中所述反射端面结

构以基本上独立于温度的方式耦合所述第一光波导与所述光学元件之间的光。

73. 按照权利要求 63 的光学传输装置, 其中光学装置包括光源, 而所述反射端面结构耦合所述光源的光进入所述第一光波导。

74. 按照权利要求 73 的光学传输装置, 还包括: 在所述第一光波导与所述光源之间的外部透镜, 用于沿垂直于基片的方向聚焦光。

75. 按照权利要求 63 的光学传输装置, 其中光学装置包括检测器, 而所述反射端面结构耦合所述第一光波导的光进入所述检测器。

76. 按照权利要求 75 的光学传输装置, 还包括: 在所述第一光波导与所述检测器之间的外部透镜, 用于沿垂直于基片的方向聚焦光。

77. 按照权利要求 63 的光学传输装置, 其中光学元件包括具有整体形成的反射端面结构并制成在第二基片上的第二光波导, 其中所述反射端面结构包含弯曲的内反射面。

78. 按照权利要求 77 的光学传输装置, 还包括: 与所述第一光波导端面紧邻的第一外部透镜, 和与所述第二光波导端面紧邻的第二外部透镜, 其中第一外部透镜和第二外部透镜沿垂直于基片的方向聚焦光。

79. 按照权利要求 77 的光学传输装置, 还包括: 在所述第一光波导和所述第二光波导之间的输入区。

80. 一种用于电子装置的输入装置, 包括: 至少一个按照权利要求 79 的光学传输装置。

81. 按照权利要求 80 的输入装置, 其中用户通过与输入区的相互作用提供输入到电子装置。

82. 按照权利要求 81 的输入装置, 其中用户利用手指或输入笔与输入区相互作用。

包含反射光学元件的波导设计

技术领域

本发明涉及用于波导基光触摸屏传感器中发射和接收光学元件的改进设计。这种改进设计包含反射光学元件，并有减小温度灵敏性和减小光学损耗的优点。然而，可以理解，本发明不局限于这个具体的使用领域，而可应用于光在任何两个光学元件之间的耦合，其中至少一个光学元件是波导。

背景技术

在整个说明书中对现有技术的讨论不应当看成是确认这种现有技术是众所周知的或构成该领域中共同的普通知识部分。

图 1 说明在 US Patent No. 5,914,709, 6,181,842, 和 6,351,260, 以及 US Patent Application No. 2002/0088930 A1 和 2004/0201579 A1 中描述的光触摸屏传感器的运行（其内容合并在这个说明书中作为参照）。在这种光触摸屏传感器设计中，集成光波导 2, 3 用于发射一个光束阵列 4 跨越屏幕，然后，在该屏幕的另一侧收集并引导它们到位置灵敏的传感器。触摸事件 5（例如，利用手指或输入笔）被检测为一个阴影 6，其位置是由触摸物体阻挡的具体光束确定。触摸屏传感器通常是二维和矩形传感器，其中两个发射波导阵列（X, Y）是沿屏幕的相邻侧，而两个对应的接收波导阵列是沿该屏幕的其他两侧。在一个实施例中，作为发射侧部分，单个光源（例如，发光二极管（LED）或垂直腔表面发射激光器（VCSEL））发射光进入构成 X 和 Y 发射阵列的多个波导。在另一个实施例中，单独的光源用于每个 X 和 Y 发射阵列。在发射侧的现有设计中，波导阵列引导光源的光到多行透镜 7，这些透镜沿水平面（即，xy 平面）的方向扩展被引导的光束，然后，在发射这些光束跨越屏幕面时，这些透镜沿水平面的方向准直这些光束。利用外部垂直的准直透镜（VCL），例如，图 1 中

未画出的柱面透镜，可以实现沿垂直面方向的准直。接收侧的情况是基本相同的，并在屏幕窗口内的每一侧放置波导阵列和透镜。

US Patent Application No. 2004/0201579 A1 说明，横过屏幕的光束最好形成一个薄片光，更好的是，一个基本均匀强度的薄片光。与被黑暗区分开的离散光束的方案比较，一个薄片光可以减小与 X, Y 接收阵列相关的光电检测器的所需动态范围，提高位置检测算法的灰度级内插，和减小光束可能没有照射到薄触摸物体的机会。离散光束的情况还使制造过程复杂化，因为接收侧波导需要与发射侧波导精确地对准（沿水平面的方向）；而利用一个薄片光，接收侧波导的水平定位是不严格的。因此，虽然这种类型的光触摸屏传感器可以利用离散光束工作，但最好是该光束尽可能近似一个薄片光束。

图 2 说明在 US Patent Application No. 2002/0197010 A1 中描述的一种光传输装置 20 的运行，该内容合并在这个说明书中此作为参照。图 2 所示的装置 20 用于在两个集成光波导 21 与 22 之间耦合光，这两个光波导制成在分开的基片上（未画出）。专业人员可以理解，由于光波导通常是小的结构（数量级为 $10\ \mu\text{m}\times 10\ \mu\text{m}$ ），在这两个波导之间有效地耦合光而不求助于昂贵的有源对准部件是困难的。所以，最好利用某种类型的扩束装置以减小对准容差，例如，图 2 所示的扩束装置。在图 2 所示的具体装置中，沿波导 21 传播的光束 23 被与波导 21 形成整体的平面型透镜 24 沿水平（页面）面扩束和准直，然后，被外部的柱面透镜 25 沿垂直面准直以产生扩展的光束 26。一对类似的柱面透镜 27 和平面型透镜 28 可以聚焦该光束进入波导 22。

如在 US 2002/0197010 A1 中所公开的，可以把图 2 中所示的基本设计扩展为制成多信道传输装置，其中在一个共同的基片上制成多个输入波导 21 和平面型透镜 24，而在另一个共同的基片上制成多个输出波导 22 和平面型透镜 28，所有的输入波导 21 有单个柱面透镜 25，而所有的输出波导 22 有单个柱面透镜 27。可以理解，在这种情况下，图 1 和 2 所示装置中的光学元件有许多相似性。在相关的传输装置中，可以利用另一种光学元件，例如，光源或检测器，代替有平

面型透镜 28 和外部透镜 27 的波导 22。

考虑到制作成本和容易程度的因素,在许多光波导应用中优选的是,利用可光刻图形的聚合物材料制作波导和/或相关的透镜。众所周知,聚合物有很大的热光系数,即,折射率随温度的变化率(dn/dT),其数量级是 -1 至 $-4\times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ 。这些很大的 dn/dT 数值在热光装置中是有用的,例如,开关,可调光栅和可变光衰减器(例如,见 US Patent No. 6,434,318,和“Advances in polymer integrated optics”, L. Eldada and L.W.Shacklette, *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics* vol. 6, No. 1, pp. 54-68 (2000))。然而,在某些应用中,例如,图 1 中的光触摸屏传感器和图 2 中的传输装置,大的 dn/dT 是不利的,因为环境温度的适度变化,例如,在 -10°C 至 50°C 的工作范围内,由于它改变在聚合物/空气界面上的折射角,可以对图 1 和 2 中的平面型透镜的水平准直产生不利的影响。这是因为光的折射是由 Snell 定律确定($n_i\sin\theta_i=n_t\sin\theta_t$),而温度诱发的一个或两个折射率 n_i 和 n_t 的变化可以改变折射角 θ_t ,除非入射角 θ_i 等于 0 (即,正入射)。在图 1 中所示的光触摸屏运行时,这种折射率与温度之间的关系意味着,由聚合物材料制成的光学元件和设计成发射准直光束跨越触摸屏并在另一侧接收该光束仅能在某个温度范围内实现。若温度漂移太大,则在发射侧的发射角变化和/或在接收侧的接收角变化可以降低收集效率,这代表该系统中光损耗的源。此外,杂散光可以被相邻的接收透镜收集,这可能造成确定触摸事件位置的差错。类似地,若在图 2 所示传输装置中的波导 21 和 22 以及平面型透镜 24 和 28 是由聚合物制成,则温度的变化可以对波导 21 与 22 之间的耦合效率产生不利的影响。US 2002/0197010 A1 的发明者考虑到温度变化对外部柱面透镜 25 和 27 的影响,但是,他们没有考虑到对平面型透镜 24 和 28 的影响,即使它们是利用优选的聚合物材料制成。

于是,人们需要一个解决这种灵敏性问题的方案。一个可能的方案是使用有很小热光系数的波导材料,例如,硅($dn/dT\sim+1\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)。然而,硅玻璃波导的制作是十分昂贵的,它需要昂贵的制造设备和大

量的处理时间，这简直不可能是一个可用于大规模生产用户电子装置的选择，例如，光触摸屏传感器。另一个可能的方案是使用这样的聚合物，其热光系数是在聚合物范围的低端，例如，约 $-1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ 。然而，这仍然是在远远大于石英的热光系数的数量级上，因此，温度灵敏性仍然是很高的。此外，若聚合物有低的 dn/dT ，则在它的玻璃的转变温度 (T_g) 以下是不变的，即，在它的玻璃状态，如 US Patent No. 6,236,774 所陈述的情况，为了使聚合物波导有长期稳定性，它最好是工作在 T_g 以上，在这种情况下， dn/dT 就到了聚合物范围的高端。

现有光触摸屏设计中的发射和接收透镜还遇到沿垂直面方向准直的困难，为了便于组装，方便的是在沿光触摸屏各侧的每个阵列中所有的发射或接收透镜使用单个 VCL。图 3a (平面图) 和 3b (侧视图) 分别表示相对于现有技术发射透镜 30 的弯曲端面 31 的 VCL 的定位。可以看出，整个弯曲端面 31 定位在 VCL 33 的焦平面 32 上是不可能的。所以，虽然出射光线 34 沿垂直方向可以完全地被准直，但是，光线 35 和 36 就不可能是这种情况。光束沿垂直方向发生不可避免的扩展是现有技术设计中光功率损耗的另一个原因。可以理解，相同的问题也适用于图 2 所示的现有技术传输装置。

另一个困难出现在基片被引入到图像中的情况。在现有技术发射透镜 30 中，图 4a (平面图) 和 4b (侧视图) 分别表示在基片 41 上的引导层 4，其中 (任选的) 光缓冲层 42 是在与 VCL 33 相邻的基片 41 与引导层 40 之间。可以理解，虽然基片 41 可以被切割 (例如，利用钻石轮划片机或利用激光切割) 成接近弯曲的端面 31，但是该端面是必须保持其完整性的光学面。图 4b 说明，由于端面是弯曲的，避免一些出射光线 43 被基片 41 和缓冲层 42 阻挡 (“形成阴影”) 是困难的，特别是在接近于透镜边缘的位置上。这代表现有技术系统中另一种光损耗的源，虽然在理论上通过切割基片有所需的形状可以避免阴影效应，但是这要求极其精确的激光切割，而对于制造低成本的装置而言简直是不切实际的。

现有设计中发射和接收透镜的另一个问题是，弯曲端面必须有空

气/透镜材料界面。所以，在沉积上包层（利用机械方式保护波导是十分需要的）时，必须对它制作图形而使它不覆盖弯曲的端面，如在 US Patent Application No. 2005/0089298 A1 中所讨论的。然而，存在着弯曲端面可能被损坏的风险，例如，在组装光触摸屏传感器的期间。

本发明的目的是克服或改善现有技术中的至少一个缺点，或提供一个有用的解决方案。

发明内容

为此目的，本发明的第一方面提供一种用于电子装置的输入装置，包括：

至少一个光源；

至少一个多单元光检测器，用于检测多个光检测单元的光强；

限定一个平面的输入区；和

一种包含第一组波导和第二组波导的波导结构，第一组波导有相关的第一组反射单元，每组波导是由第一折射率的材料制成，其中：

所述光源耦合光进入有相关的第一组反射单元的所述第一组波导；

所述第一组波导引导该光到所述相关的第一组反射单元；

所述相关的第一组反射单元准直输入区平面上的光，用于产生第一网格光束；和

所述第一网格光束沿第一方向横过输入区，并被所述第二组波导引导到所述多单元光检测器的光检测单元。

在一个实施例中，有相关的第一组反射单元的第一组波导发送光束跨越输入区到第二组波导中的对应波导。最好是，第二组波导包含相关的第二组反射单元，用于聚焦输入区平面上的光束。

最好是，相关的第一组反射单元中的每个单元包含有弯曲反射面和输出面的平面条形区，其中：

光从相关的波导进入所述平面条形区，从所述弯曲反射面上反射，从而被准直和再引导，并沿所述第一方向从所述输出面射出。

最好是，光通过全内反射从所述弯曲反射面上反射。

在一个实施例中，所述弯曲反射面是凹型反射面。

在一个实施例中，所述弯曲反射面是抛物型反射面。最好是，所述弯曲反射面是离轴抛物型反射镜元件。

在另一个实施例中，所述弯曲反射面是椭圆型反射面。

最好是，相关的第二组反射单元中的每个单元包含有输入面和弯曲反射面的平面条形区，其中：

光沿所述第一方向通过所述输入面进入所述平面条形区，遇到所述弯曲反射面，从而被再引导和聚焦进入相关的波导。

最好是，光通过全内反射从所述弯曲反射面上反射。

最好是，所述弯曲反射面是凹型反射面。

在一个实施例中，所述弯曲反射面是抛物型反射面。最好是，所述弯曲反射面是离轴抛物型反射镜元件。

在另一个实施例中，所述弯曲反射面是椭圆型反射面。

本发明的第二方面提供一种用于电子装置的输入装置，包括：
至少一个光源；

至少一个多单元光检测器，用于检测多个光检测单元的光强；
限定一个平面的输入区；和

一种包含第一组波导，第二组波导，第三组波导，和第四组波导的波导结构，第一组波导有相关的第一组反射单元，第三组波导有相关的第三组反射单元，每组波导是由第一折射率的材料制成，其中：

所述光源耦合光进入有相关的第一组反射单元的所述第一组波导和有相关的第三组反射单元的所述第三组波导；

所述第一组波导和第三组波导引导该光到所述相关的第一组反射单元和相关的第三组反射单元；

所述相关的第一组反射单元和第三组反射单元准直输入区平面上的光，用于产生第一网格光束和第二网格光束；

所述第一网格光束沿第一方向横过输入区，并被所述第二组波导引导到所述多单元光检测器的第一组光检测单元；和

所述第二网格光束沿第二方向横过输入区，并被所述第四组波导

引导到所述多单元光检测器的第二组光检测单元。

最好是，第一组波导和第三组波导以及相关的第一组反射单元和第三组反射单元发送光束跨越输入区到第二组波导和第四组波导中的对应波导。

最好是，第二组波导和第四组波导包含相关的第二组反射单元和第四组反射单元，用于聚焦输入区平面上的光束。

最好是，相关的第一组反射单元中的每个单元包含有弯曲反射面和输出面的平面条形区，其中：

光从相关的波导进入所述平面条形区，从所述弯曲反射面上反射，从而被准直和再引导，并沿所述第一方向从所述输出面上射出；和相关的第三组反射单元中的每个单元包含有弯曲反射面和输出面的平面条形区，其中：

光从相关的波导进入所述平面条形区，从所述弯曲反射面上反射，从而被准直和再引导，并沿所述第二方向从所述输出面上射出。

最好是，光通过全内反射从所述弯曲反射面上反射。

最好是，所述弯曲反射面是凹型反射面。在一个实施例中，所述弯曲反射面是抛物型反射面。

最好是，所述弯曲反射面是离轴抛物型反射镜元件。

在另一个实施例中，所述弯曲反射面是椭圆型反射面。

最好是，相关的第二组反射单元中的每个单元包含有输入面和弯曲反射面的平面条形区，其中：

光沿所述第一方向通过所述输入面进入所述平面条形区，遇到所述弯曲反射面，从而被再引导和聚焦进入相关的波导；和相关的第四组反射单元中的每个单元包含有输入面和弯曲反射面的平面条形区，其中：

光沿所述第二方向通过所述输入面进入所述平面条形区，遇到所述弯曲反射面，从而被再引导和聚焦进入相关的波导。

最好是，光通过全内反射从所述弯曲反射面上反射。

最好是，所述弯曲反射面是凹型反射面。

在一个实施例中，所述弯曲反射面是抛物型反射面。最好是，所述弯曲反射面是离轴抛物型反射镜元件。

在另一个实施例中，所述弯曲反射面是椭圆型反射面。

最好是，所述输入区是四边形，有相关的第一组反射单元的所述第一组波导和有相关的第三组反射单元的第三组波导是沿输入区的相邻第一边缘和第三边缘安排的，而有相关的第二组反射单元的所述第二组波导和有相关的第四组反射单元的第四组波导是沿输入区的相邻第二边缘和第四边缘安排的。

最好是，所述输入区是矩形，而第二方向基本上垂直于第一方向。

最好是，有相关的第一组反射单元，第二组反射单元，第三组反射单元和第四组反射单元的第一组波导，第二组波导，第三组波导和第四组波导终止在竖直和平行于输入区对应边缘的端面上。

最好是，第一方向基本上垂直于输入区的第一边缘和第二边缘，而第二方向基本上垂直于输入区的第三边缘和第四边缘。

在一个实施例中，用户通过与输入区的相互作用提供输入到电子装置。最好是，用户利用手指或输入笔与输入区相互作用。

在一个实施例中，所述波导结构是利用光刻技术制成的结构。或者，所述波导结构是模制结构。

在一个实施例中，第一折射率的所述材料是电介质材料。最好是，电介质材料是聚合物。

在一个实施例中，所述相关的第一组反射单元以基本上独立于温度的方式准直光。

最好是，所述相关的第二组反射单元以基本上独立于温度的方式聚焦光束。

最好是，所述相关的第三组反射单元以基本上独立于温度的方式准直光。

最好是，所述相关的第四组反射单元以基本上独立于温度的方式聚焦光束。

在一个实施例中，本发明还包括：与第一组波导和第二组波导的

端面紧邻的第一外部透镜和第二外部透镜，用于沿垂直于输入区平面的方向准直第一网格光束。

在一个实施例中，本发明还包括：与第三组波导和第四组波导的端面紧邻的第三外部透镜和第四外部透镜，用于沿垂直于输入区平面的方向准直第二网格光束。

在一个实施例中，本发明还包括：

与第一组波导和第二组波导的端面紧邻的第一外部透镜和第二外部透镜，用于沿垂直于输入区平面的方向准直第一网格光束；和

与第三组波导和第四组波导的端面紧邻的第三外部透镜和第四外部透镜，用于沿垂直于输入区平面的方向准直第二网格光束，其中第一组波导，第二组波导，第三组波导和第四组波导的端面是直的端面，并位于第一外部透镜，第二外部透镜，第三外部透镜和第四外部透镜的焦平面上。

在一个实施例中，本发明还包括：在第一组波导，第二组波导，第三组波导和第四组波导的端面与第一外部透镜，第二外部透镜，第三外部透镜和第四外部透镜之间有第二折射率的透明材料。最好是，所述第二折射率基本上等于所述第一折射率。

最好是，第二折射率的所述透明材料是粘合剂，用于粘合每个外部透镜到其各自一组的波导。最好是，所述第二折射率基本上等于所述第一折射率。

本发明的第三方面提供一种包含第一光波导的光学传输装置，该波导是与反射的端面结构形成整体并制成在基片上，其中所述反射的端面结构包含弯曲的内反射面，用于在第一光波导与光学元件之间耦合光。

最好是，所述弯曲的内反射面聚焦基片平面上的光。

在一个实施例中，所述弯曲的内反射面是抛物型反射面。最好是，所述弯曲的内反射面是离轴抛物型反射镜元件。

在另一个实施例中，所述弯曲的内反射面椭圆型反射面。

最好是，所述第一光波导和整体形成的反射端面结构包含电介质

材料。最好是，电介质材料是聚合物。

最好是，所述第一光波导和整体形成的反射端面结构是利用光刻技术制成的。或者，它们是利用模制技术制成的。

最好是，所述反射端面结构以基本上独立于温度的方式耦合所述第一光波导与所述光学元件之间的光。

在一个实施例中，光学元件包含光源，而所述反射端面结构耦合所述光源的光进入所述第一光波导。最好是，本发明还包括：在所述第一光波导与所述光源之间的外部透镜，用于沿垂直于基片的方向聚焦光。

在另一个实施例中，光学元件包括检测器，而所述反射端面结构耦合所述第一光波导的光进入所述检测器。最好是，本发明还包括：在所述第一光波导与所述检测器之间的外部透镜，用于沿垂直于基片的方向聚焦光。

在另一个实施例中，所述光学元件包括与反射端面结构形成整体并制成在第二基片上的第二光波导，其中所述反射端面结构包含弯曲的内反射面。最好是，本发明还包括：与所述第一光波导端面紧邻的第一外部透镜，和与所述第二光波导端面紧邻的第二外部透镜，其中第一外部透镜和第二外部透镜沿垂直于基片的方向聚焦光。

最好是，本发明还包括：在所述第一光波导和所述第二光波导之间的输入区。

本发明的第四方面提供一种用于电子装置的输入装置，该装置至少包含一个光学传输装置，包括：有整体形成反射端面结构并制成在基片上的第一光波导，其中所述反射端面结构包含弯曲的内反射面；有整体形成反射端面结构并制成在基片上的第二光波导，其中所述反射端面结构包含弯曲的内反射面；和位于所述第一光波导与所述第二光波导之间的输入区。

在一个实施例中，用户通过与输入区的相互作用提供输入到电子装置。最好是，用户利用手指或输入笔与输入区相互作用。

附图说明

现在参照附图描述仅仅作为例子的本发明，其中：

图 1 说明包含形成光束面内聚焦的透镜的现有技术波导基光触摸屏传感器的运行；

图 2 说明用于在两个波导之间耦合光的现有技术传输装置的运行；

图 3a（平面图）和 3b（侧视图）分别表示关于现有技术发射透镜端面的垂直准直透镜的定位；

图 4a（平面图）和 4b（侧视图）分别表示现有技术发射透镜在与垂直准直透镜紧邻的基片上产生的阴影；

图 5 是波导基光触摸屏传感器中现有技术的一对球面发射透镜和接收透镜对的平面图；

图 6 说明现有技术球面接收透镜的运行；

图 7a 和 7b 分别表示一对现有技术球面发射透镜/接收透镜在工作温度 25°C，-10°C 和 50°C 下的接收侧的收集效率；

图 8 说明椭圆型透镜的光束准直性质；

图 9 说明在波导基光触摸屏传感器的发射和接收元件中包含反射光学元件的通用方法；

图 10 是包含抛物型反射面的发射元件的平面图；

图 11a 和 11b 分别表示波导基光触摸屏传感器中反射器基发射元件的两种叠式配置；

图 12a（平面图）和 12b（侧视图）分别表示相对于抛物型反射器基发射元件端面的垂直准直透镜的定位；

图 13a（平面图）和 13b（侧视图）分别表示在与垂直准直透镜相邻的基片上抛物型反射器基发射元件；

图 14 说明一对有椭圆型反射面的发射元件和接收元件的运行；

图 15 是包含椭圆型反射面的发射元件的平面图；和

图 16 表示上包层上制成合适图形的反射器基发射元件。

具体实施方式

图 1 说明 US Patent No. 5,914,709, 6,181,842, 和 6,351,260, 以

及 US Patent Application No. 2002/0088930 A1 和 2004/0201579 A1 中公开的波导基光触摸屏传感器在各种用户电子装置中有潜在的应用，其中包括移动电话，计算机，游戏机，和个人数字辅助器（PDA）。为了使这些装置可以被接受，重要的是在可接受的成本水平上制作和组装各种部件。与有成对的光源和检测器阵列的方法比较，例如，在 US 4,301,447 中所公开的，这种波导基技术仅需要一个光源和一个检测器，因此，它具有很大的成本优点。使用波导和相关的准直光学元件作为这种触摸屏传感器技术的可用部件，能够以低成本的方式批量生产这些部件是必需的，只有利用聚合物材料才能满足这个要求。

可以利用光刻技术/湿式显影方法处理光固化聚合物是特别优选的，这是由于制作图形的容易程度和合适的条件（例如，UV 曝光之后的溶剂显影），并且它有相对低成本的处理设备。制作聚合物波导的其他低成本方法是基于模制和/或模压技术（例如，见 US 5,230,990 和 US 5,265,184），其中一旦制成了靠模或模具，可以重复地制作波导。光固化聚合物特别适合于这种方法，因为它们可以在模制过程中根据需要进行固化。

光固化聚合物的例子包括丙烯酸盐和硅氧烷。一种特别合适类型的材料是 UV 固化的硅氧烷聚合物，例如，它是利用在 US Patent No. 6,800,724 和 6,818,721 中公开的冷凝反应合成的。硅氧烷聚合物对于各种基片材料有极好的粘附力，其中包括硅，玻璃和塑料。可以添加光引发剂或热引发剂以增大固化速率。商品化光引发剂的例子包括：1-羟基-环己基-苯基-酮（Irgacure 184），2-甲基-1[4-甲硫基-苯基]-2-吗啉代丙醛-1-酮（Irgacure 907），2,2-二甲氧基-1,2-偏二苯基乙烷-1-酮（Irgacure 651），2-苯甲基-二甲胺基-1-（4-吗啉代苯基）-丁酮-1（Irgacure 369），4-（二甲胺基）二苯甲酮，2-羟基-甲基-1-苯基-丙烷-1-酮（Darocur 1173），二苯甲酮（Darocur BP），1-[4-（羟基乙氧基）-苯基]-2-羟基-甲基-1-丙烷-1-酮（Irgacure 2959），4,4'-双（二乙氧基）二苯甲酮（DEAB），2-chlorothioxanthone, 2-methyloxanthone, 2-isopropylthioxanthone, 苯偶姻和 4,4'-二甲氧基苯偶姻。为了利用

可见光固化，例如，引发剂可以樟脑醌。也可以使用两种或多种光引发剂的混合物。例如，Irgacure 1000 是 80% Darocur 1173 和 20% Irgacure 184 的混合物。在热固化时，可以使用过氧化物形式的有机过氧化物（例如，过氧二苯酰），过氧碳酸氢钠，过酸酯（t-丁基过苯酸盐），perketals，氢过氧化物，以及 AIBN（偶氮二异丁睛）作为引发剂。

可以根据需要增加其他的添加剂，例如，稳定剂，增塑剂，对比度增强剂，染料或填充剂，用于增强聚合物的性质。

利用各种方法借助于光刻图形或模制技术可以沉积适合于波导制作的薄膜聚合物材料到基片上，其中包括旋转涂敷，浸渍涂敷，凹凸涂敷，挤压涂敷，和缝隙涂敷。在光刻图形技术中，这些薄膜或可以通过掩模曝光，即，在掩模光刻机或步进器中，或利用激光直接写入步骤；在需要高的生产量时，通过掩模的曝光通常是优选的。

以下我们假设，光触摸屏传感器的工作波长是 850 nm，而波薄和相关的准直/聚焦光学元件是利用硅氧烷聚合物 A 制成，其折射率（在 850 nm）在 25°C 下是 1.5315，而它的热光系数 $dn/dT = -2.8 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ 。专业人员可以理解，若使用有不同折射率和 dn/dT 数值的另一种类型聚合物，则可以重新设计现有技术折射率的发射和接收光学元件，但是温度灵敏性的问题仍然存在。

例 1

设计这个例子是为了说明现有技术一对发射和接收透镜组的温度灵敏性，该对透镜组构成部分的光触摸屏传感器。图 5 表示发射透镜 50 和接收透镜 51，每个透镜是利用聚合物 A 制成，并互相成为镜像。在这个例子中，假设这两个透镜沿水平面是完全对准的，即，它们有共同的光轴 52。触摸屏的宽度是 65 mm，即，两个透镜前端面的间隔 53，而为了清晰起见，我们省略了沿垂直（离开页面）方向用于准直光束的柱面透镜。在点 502 和 503 进入透镜 50 和 51 的端面的波导 54 和 55 都是 8 μm 宽，并与各自透镜的对称轴对准。每个透镜 50，51 的直线段长度 56 为 1460 μm 和宽度 57 为 750 μm ，并终止在弯曲

面 58, 501 上, 它是曲率半径为 $570 \mu\text{m}$ 的圆弧。理想的是, 光源的光 59 进入发射透镜 50 的端面, 该光在 2ϕ 角度内发散, 并在弯曲面 58 上被准直 (沿水平面) 成横过触摸屏到弯曲面 501 的光束, 其中它被聚焦进入波导 55 并被引导到检测器单元。如上所述, 最好是, 横过触摸屏的光束形成一个薄片光而不是离散的光束。参照图 5, 这意味着发散角 ϕ 应当尽可能接近于这样一个数值 (在这个例子中是 14.4°), 它可以使弯曲面 58 充满光。实际上, 发散角主要是由波导 54 的宽度和其中光导模的数目确定, 而聚合物材料的折射率仅起很小的作用。

为了简单起见, 在这个例子以及所有随后的例子中, 采用几何光线的数学方法对光的传播做模型。忽略光横过触摸屏时产生的衍射, 并假设光源是点光源 (在图 5 中的点 502)。我们还假设光在垂直平面上是完全准直的。

图 6 画出接收透镜 51 和被选取的输入光线 60, 61 和 62, 这些光线是从发射透镜 (未画出) 射出并已横过触摸屏。理想的情况是光线 60 所示, 该光线入射到弯曲面 501 上并发生折射而可以进入波导 55 (即, 在对称轴的 $4 \mu\text{m}$ 内入射到后表面 63 上)。有两种可能的情况, 其中入射光线没有进入波导 55, 因此, 这些光线在发射/接收系统中是光损失的潜在源。第一, 光线 61 没有入射到弯曲面 501 上, 第二, 光线 62 在弯曲面 501 上被折射, 但它没有进入波导 55。没有进入接收透镜的光线 61 是特别成问题的, 因为它们可以被相邻的接收透镜收集。

我们计算一对发射/接收透镜系统的性能, 其中选取光线偏离最大值 $\phi=14.4^\circ$ 的发散角 ϕ 的增量为 0.2° , 并传播这些光线通过该系统以确定它们是否被接收波导收集; 被接收波导收集的部分光线可以确定系统的效率。请注意, 这个方法假设最简单的情况, 进入发射透镜的光强分布 $I(\phi)$ 是均匀的。 $I(\phi)$ 的实际形式取决于在发射波导 54 中的光模数目, 由于该波导被设计成多模波导, $I(\phi)$ 很可能是一个复杂的函数。一般地说, 波导中的高级模越多, 则 $I(\phi)$ 就越均匀。与 $I(\phi)$ 的实

际形式无关，计算的目的是说明温度的变化对系统效率的影响。首先在标准的工作温度 25°C 下完成这种计算，并在 50°C 和 -10°C 下重复这种计算，这两个温度限制是在合理的工作温度范围内。以下的表 1 给出聚合物 A 在这些温度下的折射率：

表 1

温度/ $^{\circ}\text{C}$	聚合物 A 的折射率
-10	1.5413
25	1.5315
50	1.5245

图 7a 表示在 25°C (曲线 70)， -20°C (曲线 71)，和 50°C (曲线 72) 下接收透镜的收集效率 (即，从发射透镜 50 发射的光线入射到弯曲面 501 上的百分比) 作为发散角 ϕ 的函数。类似地，图 7b 表示在 25°C (曲线 73)， -20°C (曲线 74)，和 50°C (曲线 75) 下整个系统的效率 (即，入射到弯曲面 501 上的光线并进入接收波导 55 的百分比)。以下的表 2 给出在每个温度下被接收透镜收集的最大光线角 ϕ (即，曲线 70, 71 和 72 下降到 100% 以下的角度)。从发射波导射出的角度 ϕ 大于这个数值的光线就会丢失，并可能被相邻的接收波导收集。根据这个测量结果可以看出，该系统的性能在 50°C 下是最佳的，虽然温度的影响是适度的。

表 2

温度/ $^{\circ}\text{C}$	接收透镜收集的最大光线角 ϕ
-10	9.6°
25	10.4°
50	11.0°

现在研究整个发射/接收系统的收集效率 (图 7b)，表 3 给出在每个温度下接收波导的 100% 收集效率的最大光线角，以及发射透镜填充因子是 $1/3$ ($\phi=4.8^{\circ}$)， $2/3$ ($\phi=9.6^{\circ}$) 和 1 ($\phi=14.4^{\circ}$) 情况下的系

统效率。可以看出，在 -10°C 至 50°C 内工作范围的温度变化可以有非常大的影响。对于填充因子为 $2/3$ ，其中所有的光线是被接收透镜收集（表2），接收波导的收集效率在 25°C 下几乎保持 100% 。然而，这个收集效率在 -10°C 下减小到 83% ，而在 50°C 下减小到 48% ，它指出光功率有很大的损失。

表3

温度 / $^{\circ}\text{C}$	接收波导的 100%收集的 最大光线角 ϕ	发射透镜填 充因子= $1/3$ 的系统效率	发射透镜填 充因子= $2/3$ 的系统效率	发射透镜填 充因子= 1 的 系统效率
-10	8.0°	100%	83%	56%
25	9.4°	100%	98%	65%
30	1.2°	54%	48%	36%

令人惊讶的是，系统效率在 50°C 下是最差（表3），即使接收透镜的收集效率在这个温度下是最佳的（表2）。显而易见，我们不能假设所有进入接收透镜的光线是被合适地折射而进入接收波导。

在例1中，透镜的弯曲面是圆弧形。众所周知的几何光学结果是（参阅“Optics”，E. Hecht, 2nd edn, Addison-Wesley (1987), pp. 130-131），从位于高折射率媒体 n_2 （例如，聚合物）中的点光源射出的所有光线以完全准直的方式可以被椭圆型透镜表面折射进入低折射率媒体 n_1 （例如，空气），只要该点光源是椭圆的远焦点上，且椭圆的偏心率 e 等于 n_1/n_2 。图8说明这种情况，而相反的情况显然也是成立的（准直光束的完全聚焦）。根据这个结果可以知道，在给定的温度下，若透镜表面是由合适偏心率的各段椭圆构成，则对于任何高达1和包括1的填充因子，可以在发射/接收透镜系统中实现 100% 的收集效率。利用光刻处理技术，一旦得到合适的掩模，这个结果是显而易见的。然而，温度的变化可以改变 n_2 ，因此，透镜的表面不再形成完全的准直和聚焦，从而再一次得到减小的收集效率。

在波导基光触摸屏传感器中，发射/接收透镜系统的温度灵敏性

的根本原因是，聚合物透镜材料的折射率是与温度有关，因为当光线是在两个媒体的界面上发生折射时，入射角正弦和折射角正弦是与两种媒体的折射率之比有关（Snell 定律）。与此对比，当光线在两个媒体的界面上发生反射时，入射角和反射角总是相等的，它与两种媒体的折射率无关。所以，若反射装置设计成在发射侧用于准直光，而在接收侧用于收集光，则系统基本上是与温度无关的。特别有利的情况是，若在聚合物/空气界面上的入射角大于临界角，其中临界角 $\theta_c = \sin^{-1}(n_{\text{air}}/n_{\text{polymer}})$ ，则反射率是 100%（一种称之为全内反射或 TIR 的条件）。以下的表 4 给出在 -10°C ， 25°C 和 50°C 下的聚合物 A 与空气之间界面的临界角，其中 $n_{\text{air}}=1$ 。 θ_c 在 -10°C 至 50°C 之间的温度关系是不重要的，因此，在入射角总是大于 θ_c 的情况下，可以证明，设计反射的发射/接收系统是容易的。

表 4

温度/ $^\circ\text{C}$	n_{polymer}	θ_c
-10	1.5413	40.45 $^\circ$
25	1.5315	40.76 $^\circ$
50	1.5245	40.99 $^\circ$

图 9 说明光触摸屏传感器的发射和接收元件中包含反射光学元件的一般原理。在发射侧，从发射波导 91 射出的光 90 被反射器 93 引导跨越显示区 92 而形成光束 94，然后被反射器 96 聚焦进入接收波导 95。一般地说，反射器 93 和 96 可以有任何凹型弯曲的形状，它适合于产生准直光束或会聚光束 94。例如，每个反射器可以包含部分的圆形，椭圆形，抛物线形或双曲线形，或由多项式方程产生的任何曲线。每个反射器还可以包括多个直线段，这些直线段近似一个弯曲面。在一个优选实施例中，反射器 93 和 96 是抛物型反射器。在另一个优选实施例中，反射器 93 和 96 是椭圆型反射器。

本发明描述有减小温度灵敏性的光触摸屏传感器中的发射和接收元件。然而，可以理解，本发明原理可以更普遍地应用于任何的光

学系统，该系统包含有相关透镜的一个或多个波导，例如，图 2 所示的传输装置，由于温度变化引起透镜的折射率（和它的折射本领）变化可以造成对该装置的危害。

众所周知的几何光学结果是（参阅“Optics”，E. Hecht, 2nd edn, Addison-Wesley (1987), pp. 156-158），抛物型反射镜可以完全准直在抛物线焦点放置的点光源发射的光。原则上，包含 TIR 离轴抛物型聚合物/空气界面的发射和接收光学元件可以提供与温度基本无关的光触摸屏传感器的运行。专业人员可以明白，离轴抛物型界面是优选的，因此，光源和接收波导不会影响图 9 所示的准直光束 94。

例 2

按照本发明，图 10 表示包含抛物型反射器的发射元件 100。发射波导 102 引导光 101 通过在弯曲部分 1007 的角度 $\beta=33.1^\circ$ ，沿直线段 1008 前进，并进入在点 104 的聚合物条形区 103，在此之后，它以发散角 2ϕ 扩散并遇到是部分抛物线的弯曲侧边 106，该抛物线的焦点是在点 104 并有垂直于光轴 105 的准线。入射角 θ_i 的范围是从在点 107 的 63° 至在点 108 的 68° ，且总是大于临界角（见表 4），因此，它满足全内反射的条件。在从弯曲边 106 上反射之后，光是沿光轴 105 的方向被准直。聚合物条形区 103 的直线段 109，1000 和 1001 的长度分别是 $204\ \mu\text{m}$ ， $687\ \mu\text{m}$ 和 $220\ \mu\text{m}$ ，而弯曲边 1002 和 106 的长度都是 $3493\ \mu\text{m}$ 。在从弯曲边 106 上反射之后，光被准直成平行光线 1009，该光线从发射元件 100 的端面 1003 射出并形成发射光束 1004。端面 1003 的宽度是 $709\ \mu\text{m}$ ，而两个直边段 1005 和 1006 的长度都是 $110\ \mu\text{m}$ 。接收元件是发射元件的镜像，此处不再详细地描述。

为了形成发射阵列，需要把发射元件紧密地重叠在一起。图 11a 表示叠式的反射型发射元件 100 的典型设计；如图 1 和 5 所示，为了清晰起见，我们省略了垂直准直透镜。可以理解，这种叠式设计要求直线段 1008 的长度是逐段变化的。在另一种叠式设计中，直线段 1008 的长度可以保持恒定，而侧边 1005 和 1006 的长度是逐段变化的。请注意，侧边 1005 和 1006 在发射元件 100 运行时是不起任何的作用，

并可以被省略,如图 11b 所示,因此,在该阵列中的所有发射元件 100 分享共同的端面 1003。由于在各个元件端面之间没有间隙,外来物质不可能进入该端面和玷污反射面,这种配置优于图 11a 所示的配置。

在图 10 中,重要的是注意到,平行光线 1009 总是以正入射的方式与端面 1003 相遇,根据 Snell 定律,聚合物的折射率与温度的关系是没有影响的($\theta_i=\theta_t=0$)。有利的是,这种安排还产生图 3a, 3b, 4a 和 4b 中所示现有技术发射和接收透镜的垂直准直困难的解决方案。图 12a (平面图)和 12b (侧视图)分别表示关于单个抛物型反射器基发射元件 100 的端面 1003 的垂直准直透镜(VCL) 33 的定位。可以理解,因为端面 1003 是直的端面,它可以放置在 VCL 33 的焦平面 32 上,因此,沿垂直方向发散的出射光束 120 可以在它整个宽度上被均匀地聚焦而产生垂直的准直光束 121。这种情况与有图 3a 和 3b 中所示有透镜的情况形成对比,其中仅仅部分的弯曲端面 31 可以放置在 VCL 33 的焦平面上。此外,由于端面 1003 是直的端面,利用钻石轮划片机或激光器可以容易地对它进行切割,从而可以避免图 4a 和 4b 中所示的阴影效应。图 13a (平面图)和 13b (侧视图)表示,对于抛物型反射器基发射元件 100,基片 41 和缓冲层 42 不可能在途中阻挡到达 VCL 33 的出射光线 43。

参照图 12a,本发明方法的另一个优点是,在组装期间,可以在端面 1003 与 VCL 33 之间的空间 122 填充粘合剂,从而使 VCL 粘附到该元件阵列上。利用现有技术透镜方法是不可能的,因为弯曲的端面 31 依靠聚合物/空气的折射率对比度。根据以下的讨论可以更清楚地知道,优选的是用于制成发射和接收元件的粘合剂和材料是折射率匹配的,即,它们的折射率是基本相同的。

参照图 10,可以理解,若要求沿光轴 105 的光是完全准直的,则在制作过程中需要仔细设计和重新制作例 2 中的弯曲面 106。例如,若弯曲面 106 不是完全的抛物型,或者若源点 104 不是在焦点上,则出射光束是略微会聚或发散的。或者,若抛物型反射面的准线不垂直于光轴 105,则出射光束是在略微偏离光轴的方向上被准直。由于制

造容差，可能需要设计另一个实施例，其中发射光束被聚焦到发射元件与接收元件之间的一个点上。若光触摸屏传感器中的发射元件和接收元件有相同的尺寸，则焦点应当位于二者的中点，如图 14 所示。专业人员可以明白，在这种情况下，发射侧反射器 141 必须是一段椭圆形，它的两个焦点是在源点 142 和中点 143，而接收侧反射器 144 必须是一段椭圆形，它的两个焦点是在接收点 145 和中点 143。与有抛物型反射器的实施例比较，有椭圆型反射器的实施例特征是，反射器的设计是与触摸屏传感器的实际尺寸有关，具体地说，它是与从发射元件和接收元件到中点 143 的距离有关。

例 3

图 15 表示包含椭圆型反射器和设计成用于 65 mm 宽触摸屏的发射元件 150。发射波导 152 引导光 151 通过在弯曲部分 1507 的角度 $\beta=33.1^\circ$ ，沿直线段 1508 前进，并进入在点 154 的聚合物条形区 153，在此之后，它以发散角 2ϕ 扩散并遇到是部分椭圆段的弯曲边 156，该椭圆的一个焦点是在点 154，而另一个焦点是在与端面 1503 相距 32.5 mm 的点 1504。入射角 θ_i 的范围是从在点 157 的 63° 至在点 158 的 68° ，且总是大于临界角（见表 4），因此，它满足全内反射的条件。聚合物条形区 153 的直线段 159，1500 和 1501 的长度分别是 204 μm ，687 μm 和 220 μm ，而弯曲边 1502 和 156 的长度都是 3493 μm 。在从弯曲边 156 上反射之后，光被聚焦成光束 1509，该光束从发射元件 150 的端面 1503 上射出，并会聚到光轴 155 上的点 1504。端面 1503 的宽度是 709 μm ，而其余直线段 1505 和 1506 的长度都是 110 μm 。接收元件是发射元件的镜像，此处不再详细地描述。可以理解，由于发射元件 150（有椭圆型反射器）与发射元件 110（有抛物型反射器）在总体形状上几乎是相同的，图 11a 和 11b 中所示的叠式设计也可应用于发射元件 150，直线段 1508 的长度是逐段增加的。

为了减小与温度的依赖性，端面 1503 应当包含在中心点 1504 上的一段圆弧；因此，光束 1509 中的所有光线是以正入射的方式与端面 1503 相遇。由于端面 1503 的曲率半径通常是远远大于它的宽度

(触摸屏的尺寸远远大于单个发射和接收元件), 端面 1503 与直线度仅有微小的偏差。然而, 若在组装期间利用折射率匹配的粘合剂填充该端面与 VCL 之间的空间, 如在以上图 12a 中所提到的, 则端面 1503 的形状就与它的光学性能无关, 所以, 它可以有利地做成笔直的。另一方面, 若在空间 122 中没有填充粘合剂, 则仍然可以设计弯曲边 156, 因此, 在保持光束 1509 聚焦到点 1504 的同时, 而端面 1503 可以是笔直的。虽然弯曲边 156 不是完全椭圆型的, 但它仍然是“准椭圆型”弯曲面, 这也是在本发明的范围内。

一旦考虑到光束的衍射(在以上例子所用的几何光线方法中是被忽略的), 也可能需要对反射器的设计作微小的调整。专业人员可以知道, 在光束横过显示区时, 衍射可以使该光束产生附加和不可避免的扩展。在简单的高斯光束情况下, 以下的两个例子说明, 当光束横过 65 mm 宽的触摸屏时, 它对包含抛物型反射器的发射元件发射的光束产生衍射效应。

例 4

在这个例子中, 发射元件设计成发射波长 $\lambda=850$ nm 的 1 mm 宽的光束(即, 光束腰 $w_0=0.5$ mm)。按照基本的高斯光学原理, 瑞利范围的定义是光束半径增大因子 $\sqrt{2}$ 的距离, 它是由以下的公式给出 $z_R=\pi w_0^2/\lambda$ 。在这个例子中, z_R 是 920 mm, 它远远大于触摸屏的宽度(65 mm)。或者, 在传输通过距离 65 mm 之后, 光束的宽度仅有轻微的扩展, 即, 从 1 mm 扩展到 1.034 mm。从这个例子中可以看出, 光束衍射是可忽略的。

例 5

在这个例子中, 发射元件设计成发射波长 $\lambda=850$ nm 的 0.25 mm 宽的光束(即, 光束腰 $w_0=0.125$ mm)。可以理解, 为了提高触摸屏传感器的空间分辨率, 我们需要有较窄的光束。在这种情况下, z_R 仅为 58 mm, 它小于触摸屏的宽度, 而在 65 mm 之后, 该光束的宽度就从 0.25 mm 扩展到 0.364 mm(增大 50%), 因此, 光束衍射当然是不可忽略的。

为了补偿光束衍射，可能需要略微调整反射器的设计。例如，反射器的最佳形状可以略微偏离完全的抛物型或椭圆型。然而，应当明白，这种准抛物型或准椭圆型的曲线形状是在本发明的范围内。

与反射面的具体形状无关，图 11a 和 11b 所示的叠式布局优于图 1 所示的现有技术布局，其中涉及位于屏幕窗口中发射侧和接收侧波导的弯曲部分损耗。如图 1 所示，现有技术布局要求发射侧波导 2 和接收侧波导 3 的弯曲角度为 90° ，而反射光学元件布局要求这些波导有较小的弯曲角度；在例 2 和例 3 的具体情况下，这个角度是 33.1° 。若所有其他的因子（波长，波导尺寸和折射率对比度）是相同的，则在反射光学元件布局中的弯曲损耗较小，这种情况代表可以额外地节省光功率的预算。

应当注意，例 2 和例 3 中反射光学元件的设计不是绝对与温度无关的，因为仍然存在两个涉及聚合物折射率与温度关系的效应。在聚合物条形区 103 或 152 内的发散角 2ϕ 和通过端面 1003 或 1503 的透射率是与聚合物折射率有关。第一效应是很小的，但是很难对它进行量化，对于给定宽度的发射波导 102 或 152，发散角取决于发射进入聚合物条形区 103 或 152 的光模数目和类型。这个效应可以略微改变光束的宽度（通过在点 107, 108, 157 和 158 的位置），但是它不影响光束的准直或聚焦。

根据已知的费涅耳公式（参阅“Optics”，E. Hecht, 2nd edn, Addison-Wesley (1987), pp. 94-104），可以容易地量化第二效应。光从折射率为 n_i 的媒体传播进入折射率为 n_t 的媒体的透射率公式在正入射情况下是特别简单的，它是由公式 $T=4n_i n_t / (n_i + n_t)^2$ 给出，而与光的偏振状态无关。因为 $n_{\text{air}}=1$ ，光从聚合物 A 在正入射并在 -10°C ， 25°C 和 50°C 时传播进入空气（以及相反的情况）的透射率是由以下的表 5 给出。这说明在每个发射和接收聚合物/空气界面上光的反射有小于 4.6% 的损失，而在选取的工作温度范围内与温度的关系是可忽略的。当然，在组装期间，若在端面与 VCL 之间的空间内填充折射率匹配的粘合剂，如在讨论图 12a 中所描述的，则在聚合物/空气界面

上就没有反射损失。

表 5

温度/ $^{\circ}\text{C}$	n_{polymer}	T
-10	1.5413	0.9546
25	1.5315	0.9559
50	1.5245	0.9568

我们容易明白，上述两个与温度有关的效应也出现在图 5 所示现有技术的折射光学方案中。此外，在考虑通过聚合物/空气界面的透射率时，图 10 和 15 所示本发明的反射光学方案代表对现有技术折射光学方案的简化。与本发明中的反射光学方案不同，其中在端面的入射角总是为零（正入射），而在折射光学方案中，入射角 θ_i 是可变的，它与光线射角 ϕ 有关，因此，这给通过界面的透射率引入一个可变的因子（按照费涅耳公式）。请注意，在偏离正入射的情况下，费涅耳公式还与光的偏振态有关，但是这种效应在此处是可忽略的，因为预期的偏振态是随机的。净效应是透射率随光线射角 ϕ 的增大而单调地下降，它代表另一个光损耗的源。在 ϕ 被限制在 14.4° 的例 1 的透镜设计中，在 25°C 下的透射率绝不低于正入射时数值的 1%，因此，这个效应是可忽略的。然而，对于可能有较大光线射角 ϕ 的透镜设计，它就未必是这种情况。发射侧透镜是特别容易受损的，因为（从几何角度考虑） θ_i 的增大比 ϕ 的增大得更快（例如，在例 1 的设计中，当 $\phi=14.4^{\circ}$ 时， $\theta_i=26.7^{\circ}$ ），而若 θ_i 接近于临界角（ $\sim 40.5^{\circ}$ ），则通过聚合物/空气界面的透射率快速地接近于零。最后，除非是本发明反射器基发射和接收元件的情况，利用折射率匹配的粘合剂填充端面与 VCL 之间的空间，不可能消除光反射损耗。

例 6

这个例子描述利用光刻图形方法制作抛物型反射器基发射元件的阵列。在 US Patent No. 6,818,721 中公开的合成步骤之后，制备具有粘滞度为 2400 cP（在 20°C 下）和折射率为 1.498（在室温的 20°C

的 Abbe 折射仪上测量)的低折射率聚合物 B。制备具有粘滞度为 2300 cP (在 20°C 下) 和折射率为 1.524 (在 20°C 下) 的高折射率聚合物 A。在聚合物 A 和聚合物 B 中都添加合适的光引发剂。

聚合物 B 被旋转涂敷到硅晶片上, 并利用水银灯的 UV 光进行固化, 用于制成 20 μm 厚和折射率为 1.5045 (在 25°C 和 850 nm) 的缓冲层 20。聚合物 A 被旋转涂敷到缓冲层上, 用于制成 11 μm 厚的芯层, 并利用 UV 光通过合适的掩模制成图形。然后, 未曝光的聚合物 A 材料在异丙醇中溶解而留下曝光的芯材料, 其形式是抛物型反射器基发射元件的阵列, 如图 11a 或 11b 中所示。曝光聚合物 A 材料的折射率为 1.5315 (在 25°C 和 850 nm)。最后, 通过旋转涂敷第二层聚合物 B, 利用 UV 光通过另一个合适的掩模对它制作图形, 并利用异丙醇溶解未曝光的材料, 可以沉积上包层。

请注意, 需要对上包层制作图形(如在 US Patent Application No. 2005/0089298 A1 中所公开的), 因此, 每个发射元件的反射弯曲面 106 可以保存全内反射所需的聚合物/空气界面。图 16 说明对上包层 160 制作图形的一种可能的方式, 在反射的弯曲边 106 周围有成形孔 161。图 16 还画出上包层 160 可以向上延伸到发射元件 100 的端面 1003。这种特征展示本发明反射光学方法的另一个优点, 因为它可以消除现有技术发射和接收透镜的上述机械易受损的问题。成形孔 161 以下的反射面 106 与曝光的弯曲端面比较, 它在处理和组装期间是不太可能受损的, 且在一旦完成组装之后, 它可以在屏幕窗口内受到保护。有上包层 160 的另一个优点是, 它可以填充侧边 1005 与 1006 之间(如果有)的缝隙, 从而防止外来物质(例如, 未固化的粘合剂)的进入, 这些物质可能玷污反射的弯曲边 106。

例 7

这个例子描述利用模压方法制作抛物型反射器基发射元件的阵列。

一层光刻胶旋转涂敷到硅晶片上并使 UV 曝光通过与以上例子中给聚合物 A 层制作图形所用相同的掩模。然后, 未曝光的光刻胶在

异丙醇中溶解以产生有所需波导图形的靠模。在靠模上浇入聚二甲苯硅氧烷 (PDMS)，进行固化并被剥下以制成压模。

如同例 6 中一样制备高折射率聚合物 A 和低折射率聚合物 B。为了制作波导阵列，聚合物 B 旋转涂敷到硅晶片上，并利用 UV 光进行固化以形成 20 μm 厚的缓冲层，然后，聚合物 A 旋转涂敷到硅晶片上以形成 11 μm 厚的芯层。加 PDMS 压模到聚合物 A 上，利用 UV 光固化该聚合物，并剥下 PDMS 压模。任选地，可以沉积上包层并对它制作图形，其中可以利用例 6 中的 UV 光，或利用第二 PDMS 压模。

PDMS 是制作压模的优选材料，因为它有低的表面能量（所以，它不会粘附到大多数的材料上），且对用于固化聚合物 A 材料的 UV 光是透明的。

虽然本发明的描述是参照具体的例子，专业人员应当理解，本发明可以在许多其他的形式下实现。

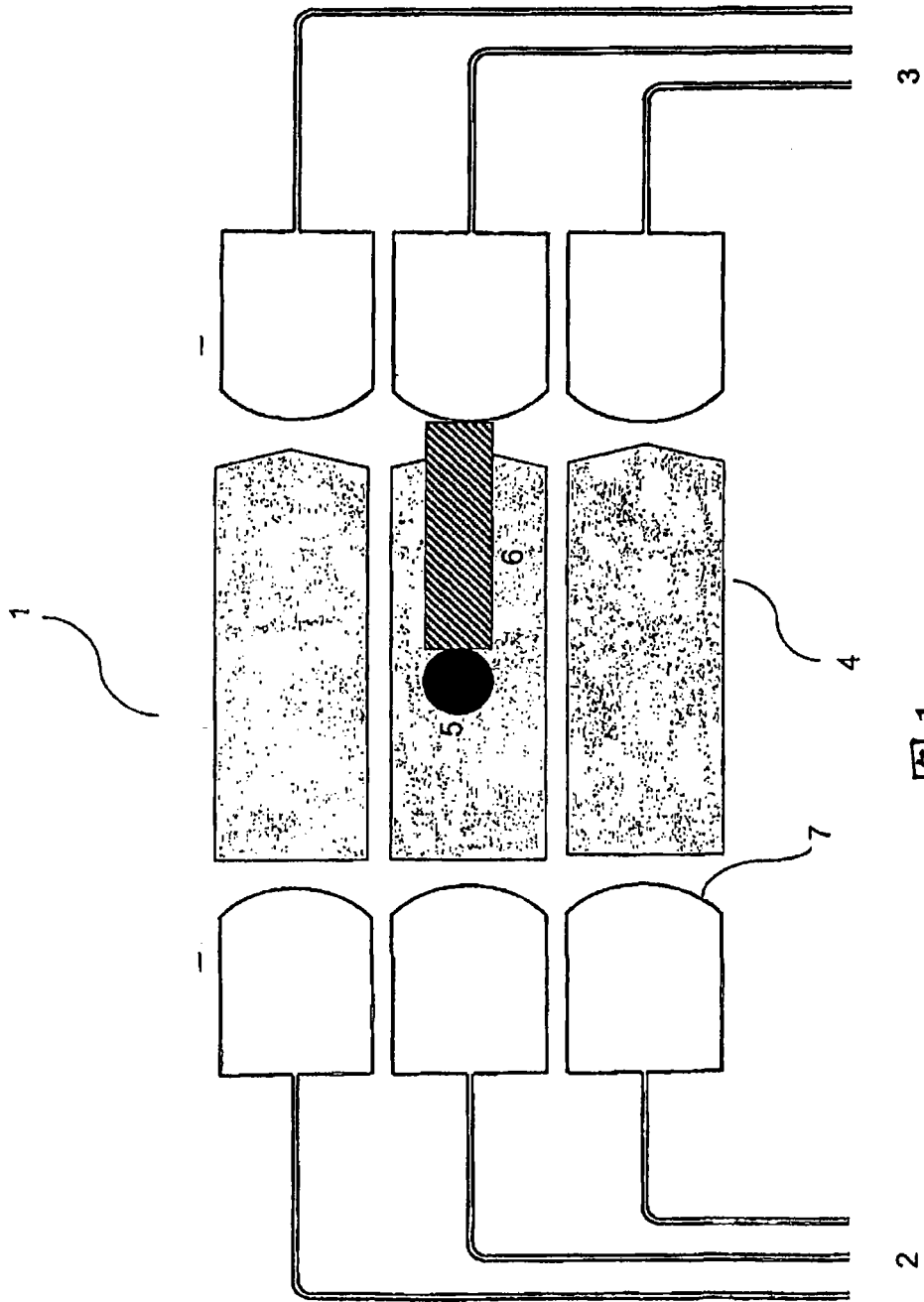


图1
(现有技术)

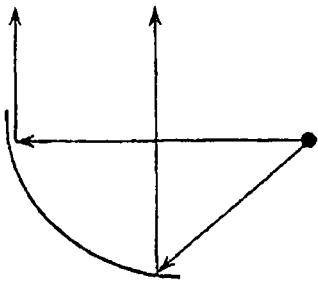


图2

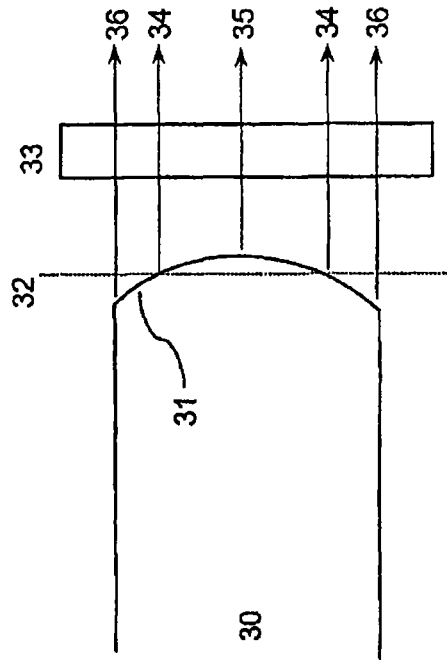


图3a (现有技术)

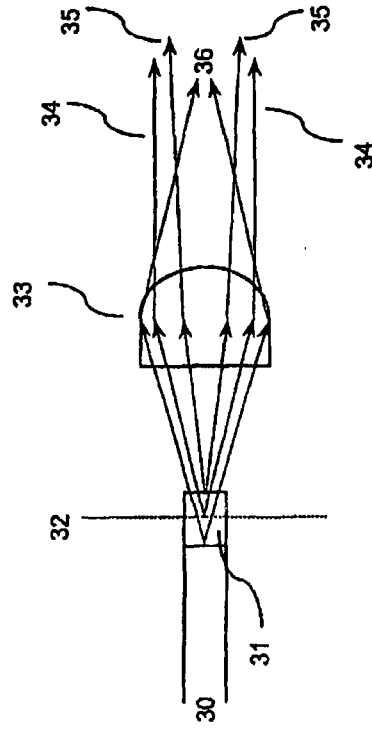


图3b (现有技术)

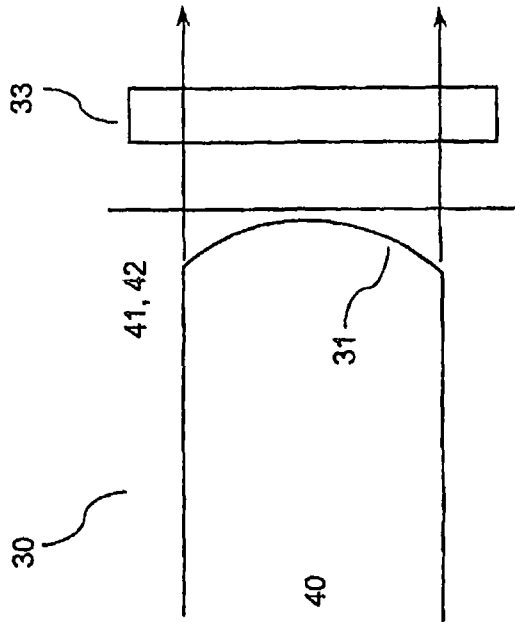


图4a (现有技术)

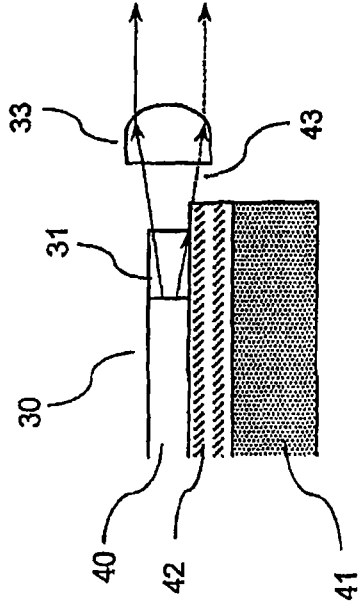


图4b (现有技术)

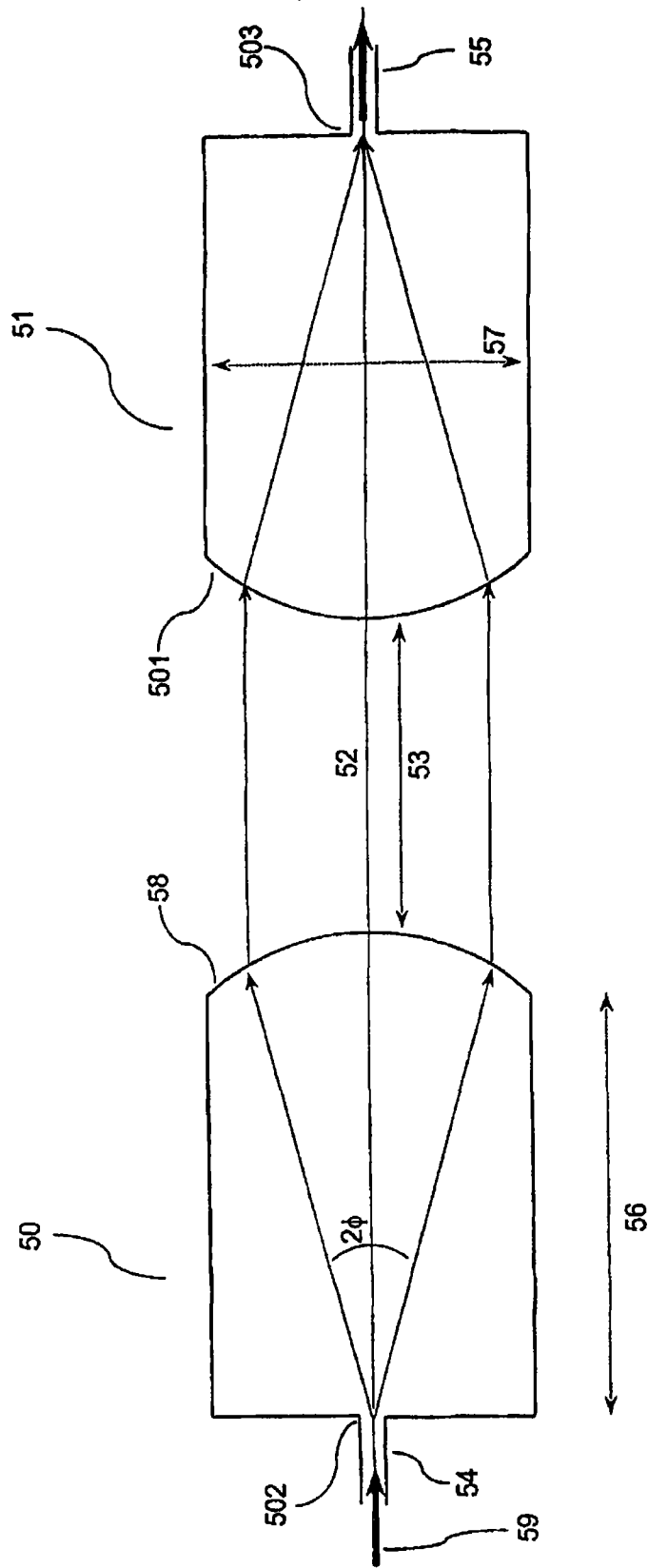


图5 (现有技术)

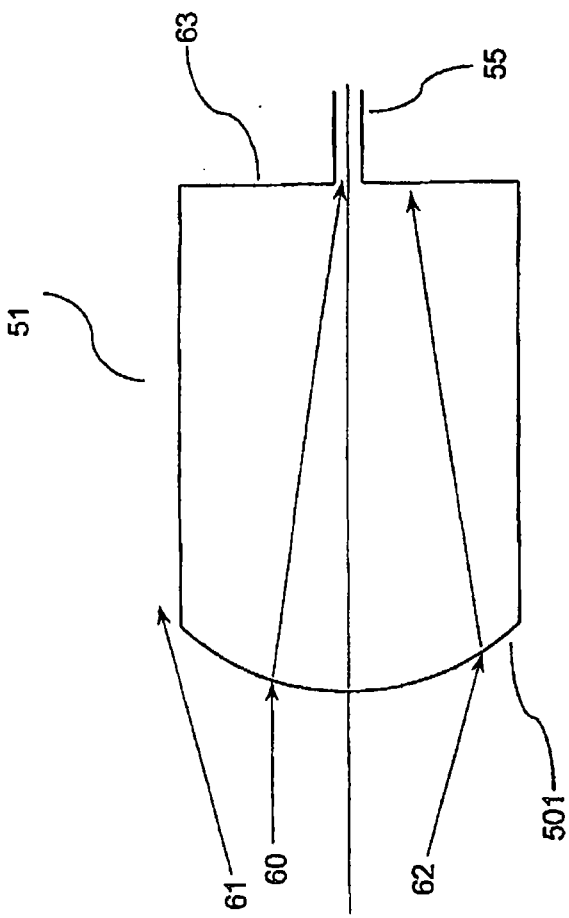


图6 (现有技术)

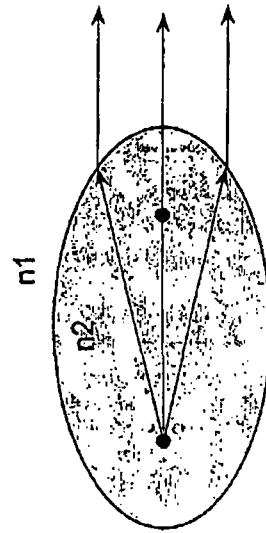


图8

图7a

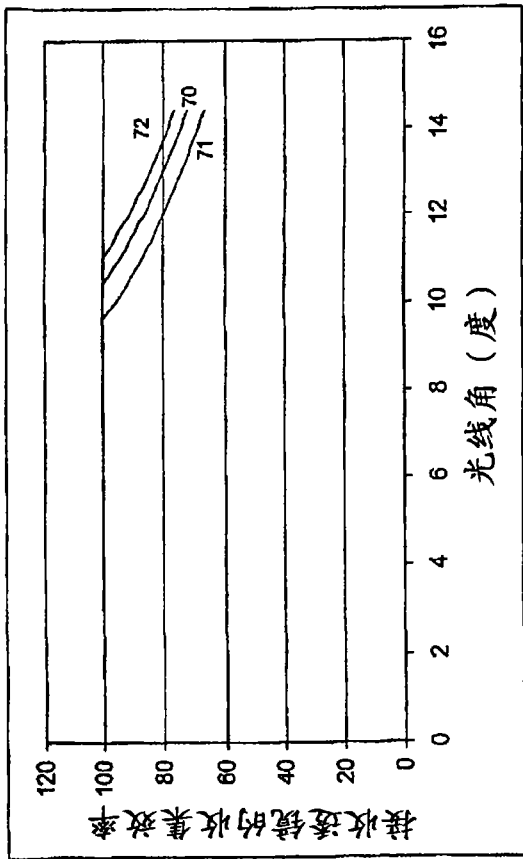
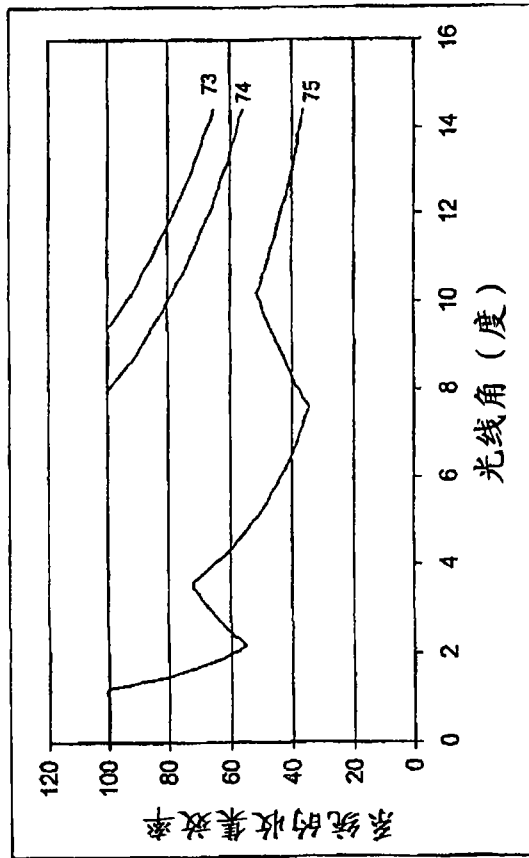


图7b



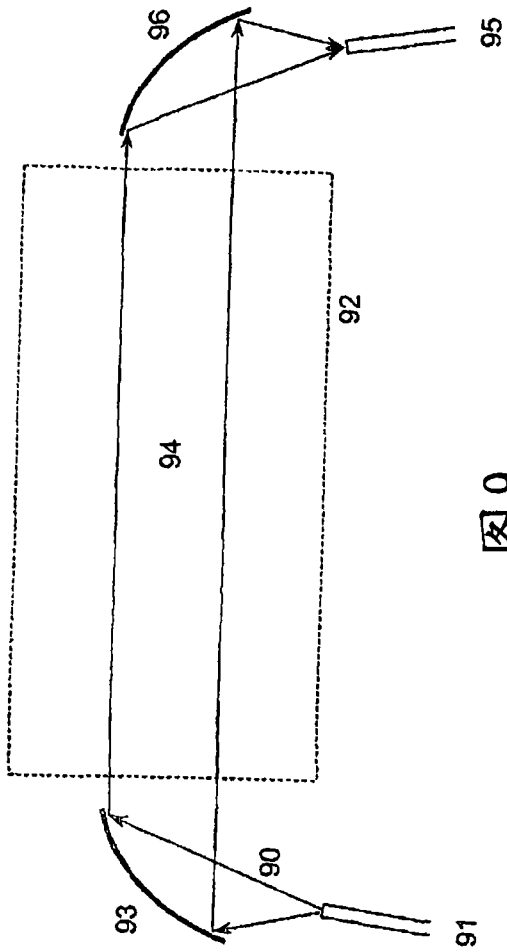


图9

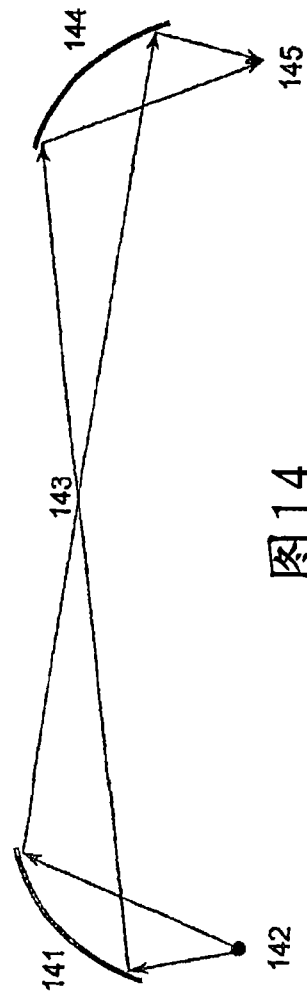


图14

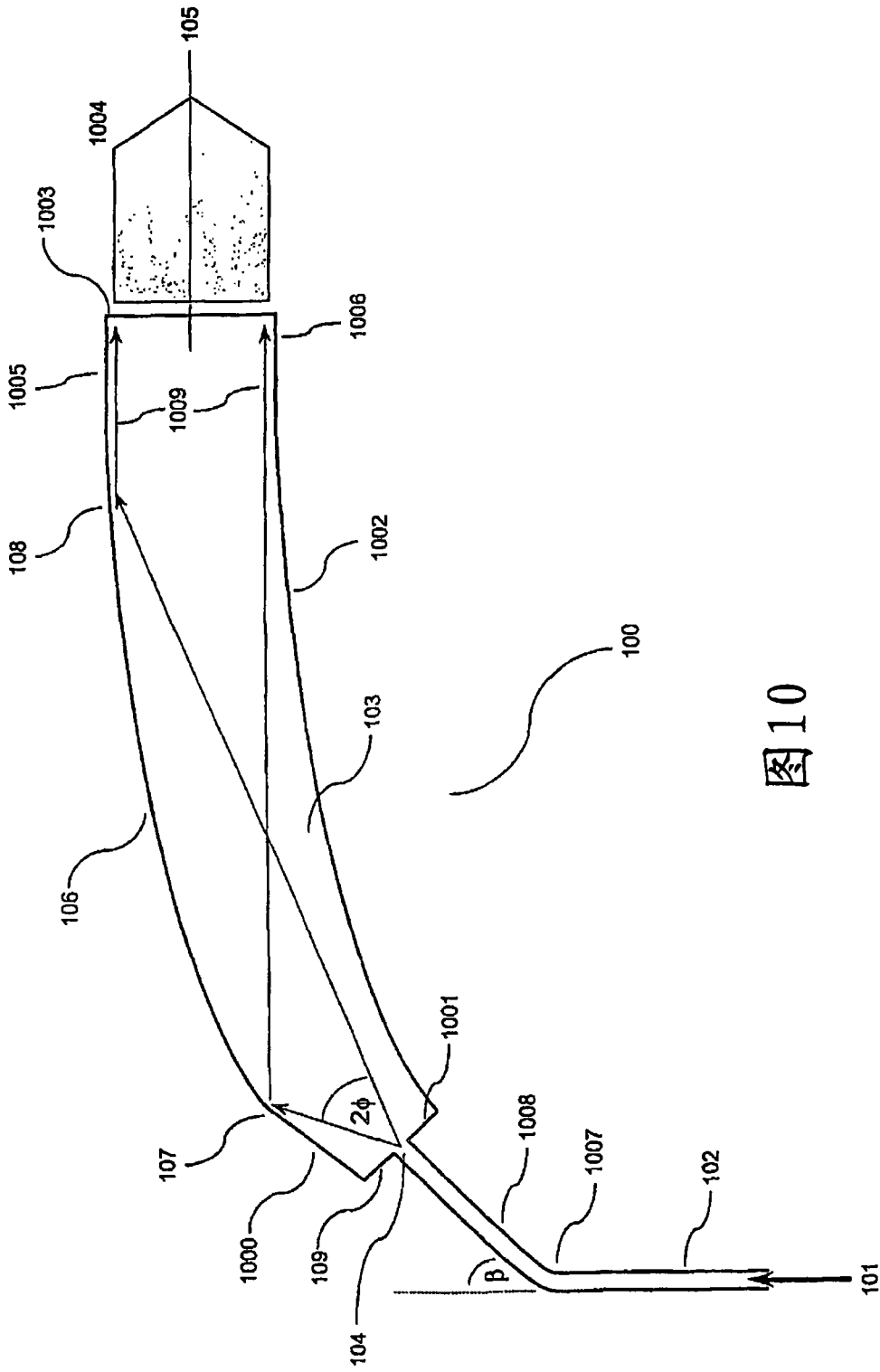


图10

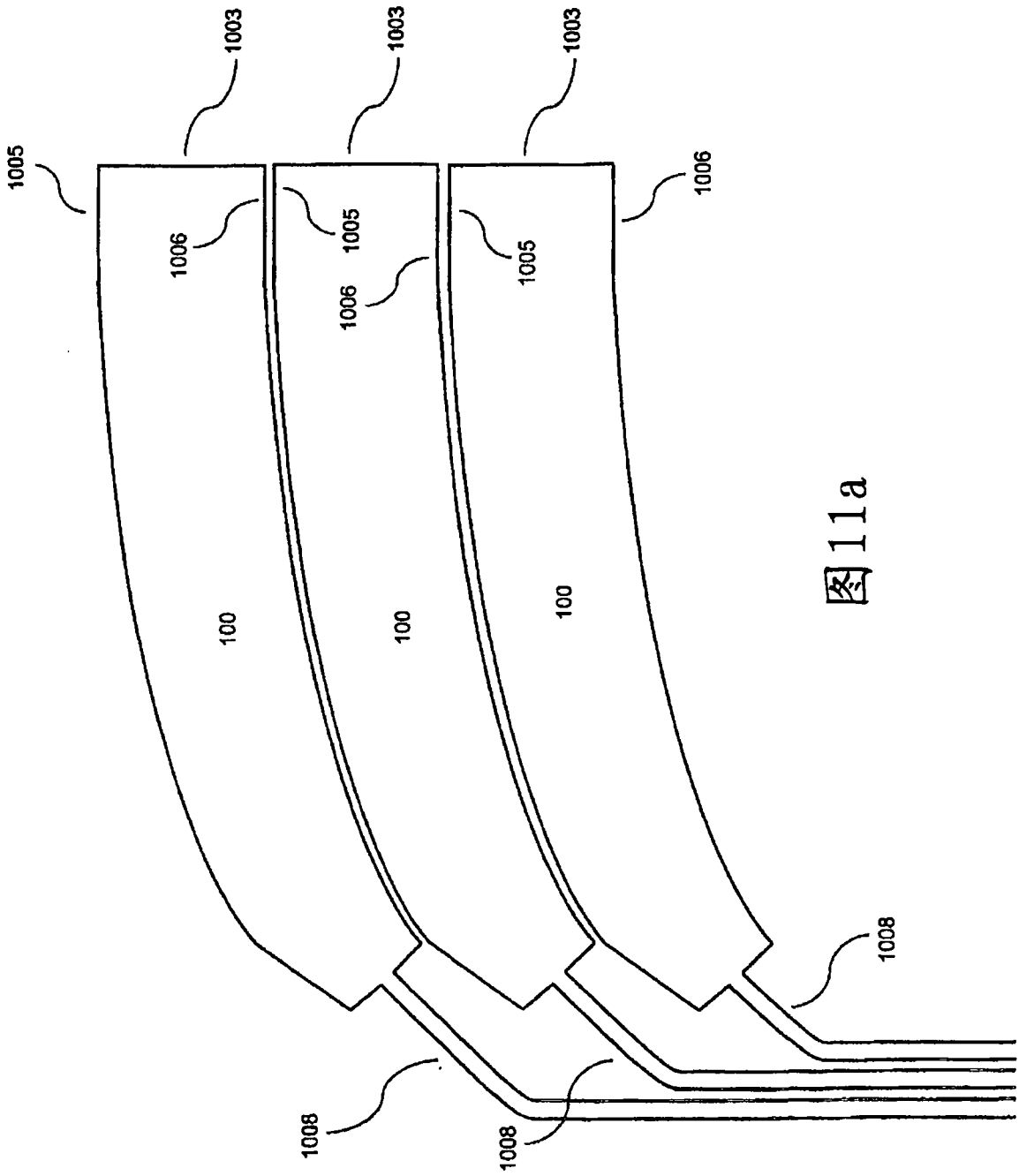


图11a

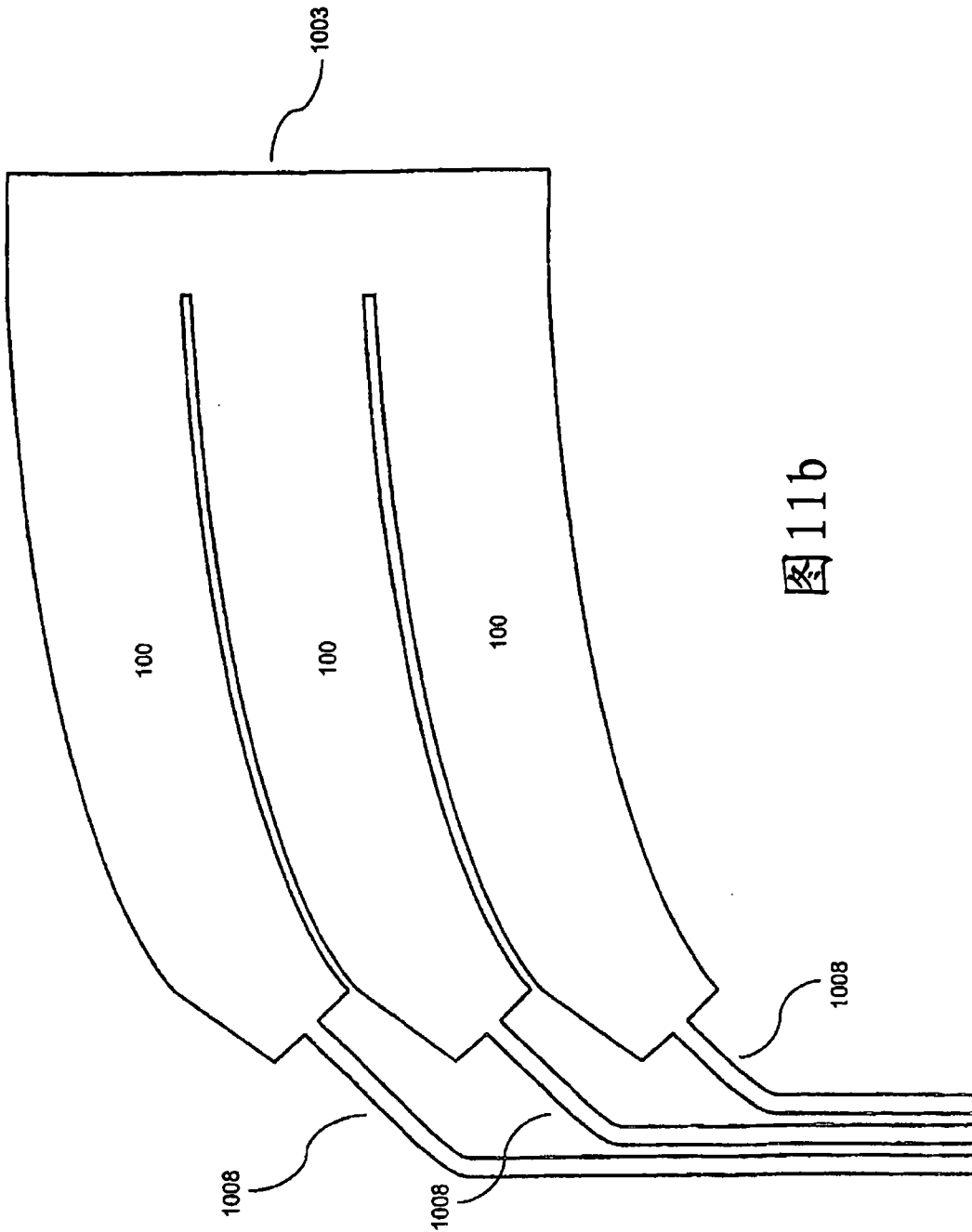


图 111b

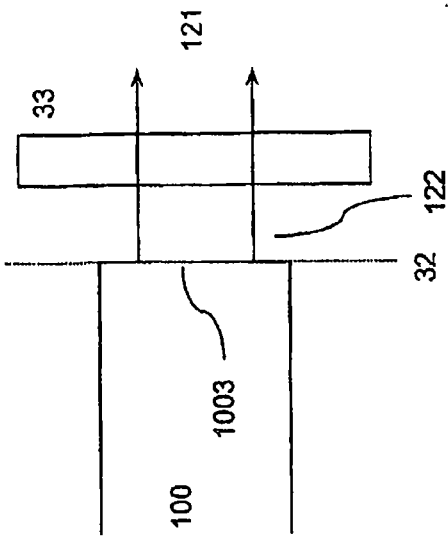


图12a

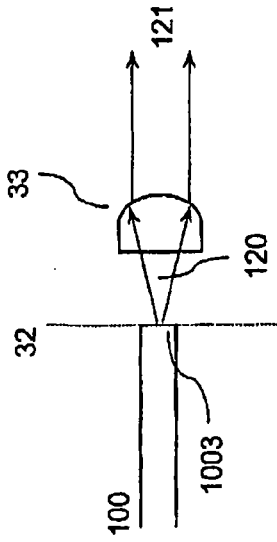


图12b

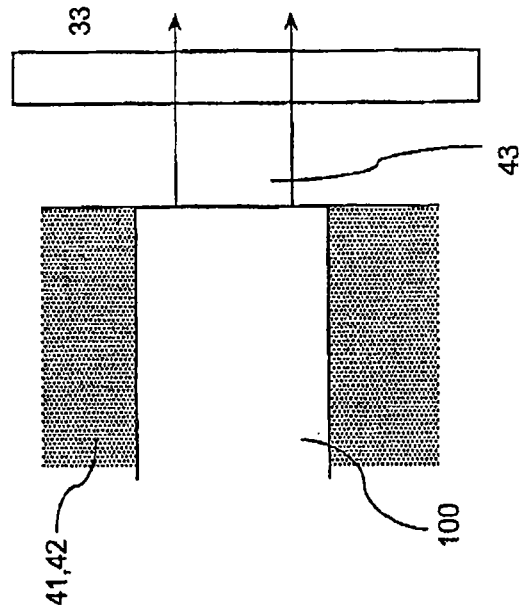


图13a

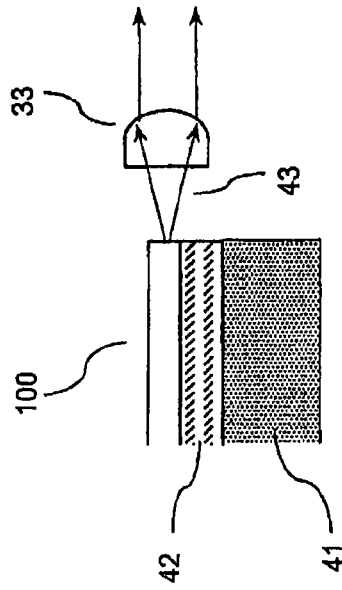


图13b

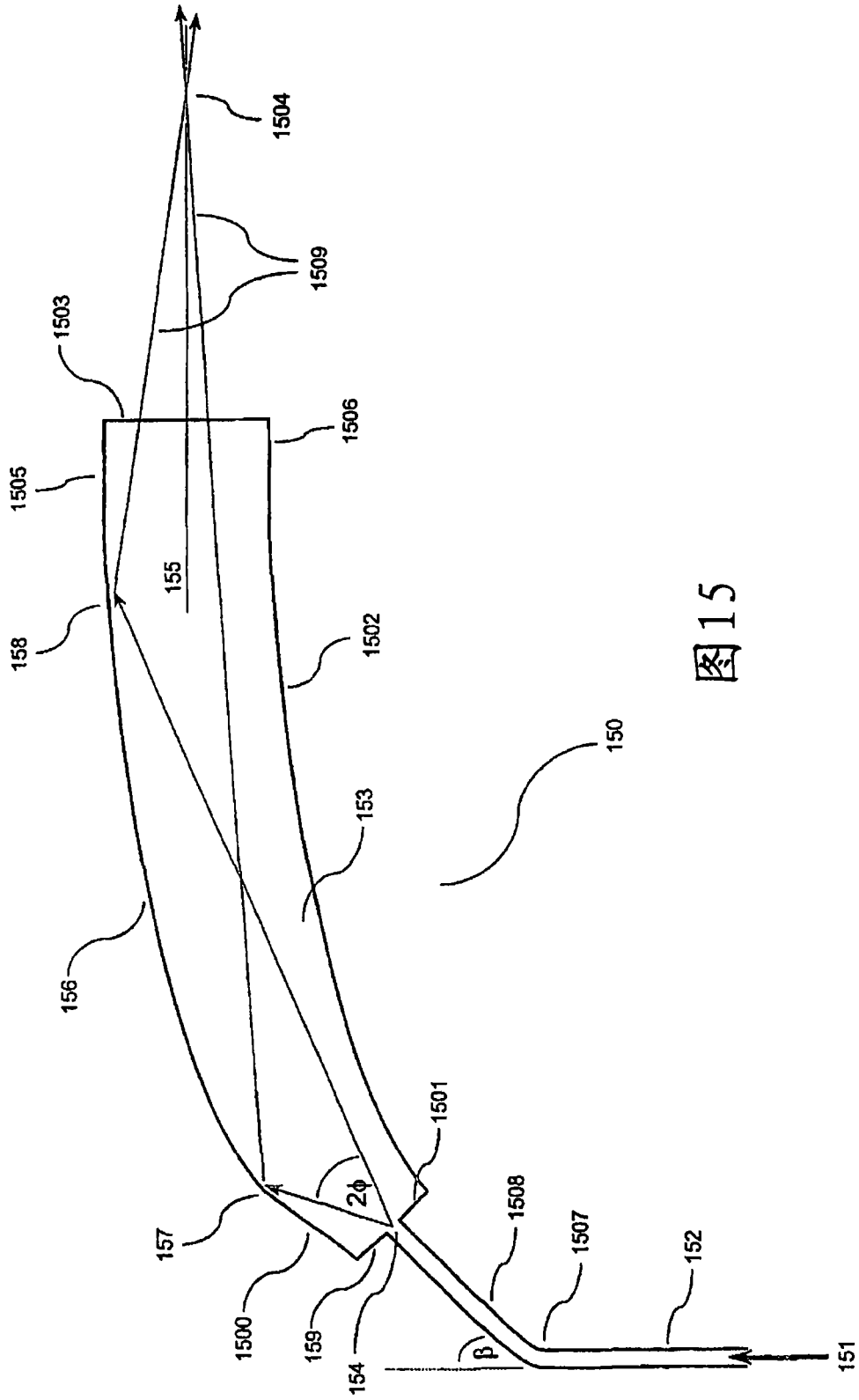


图15

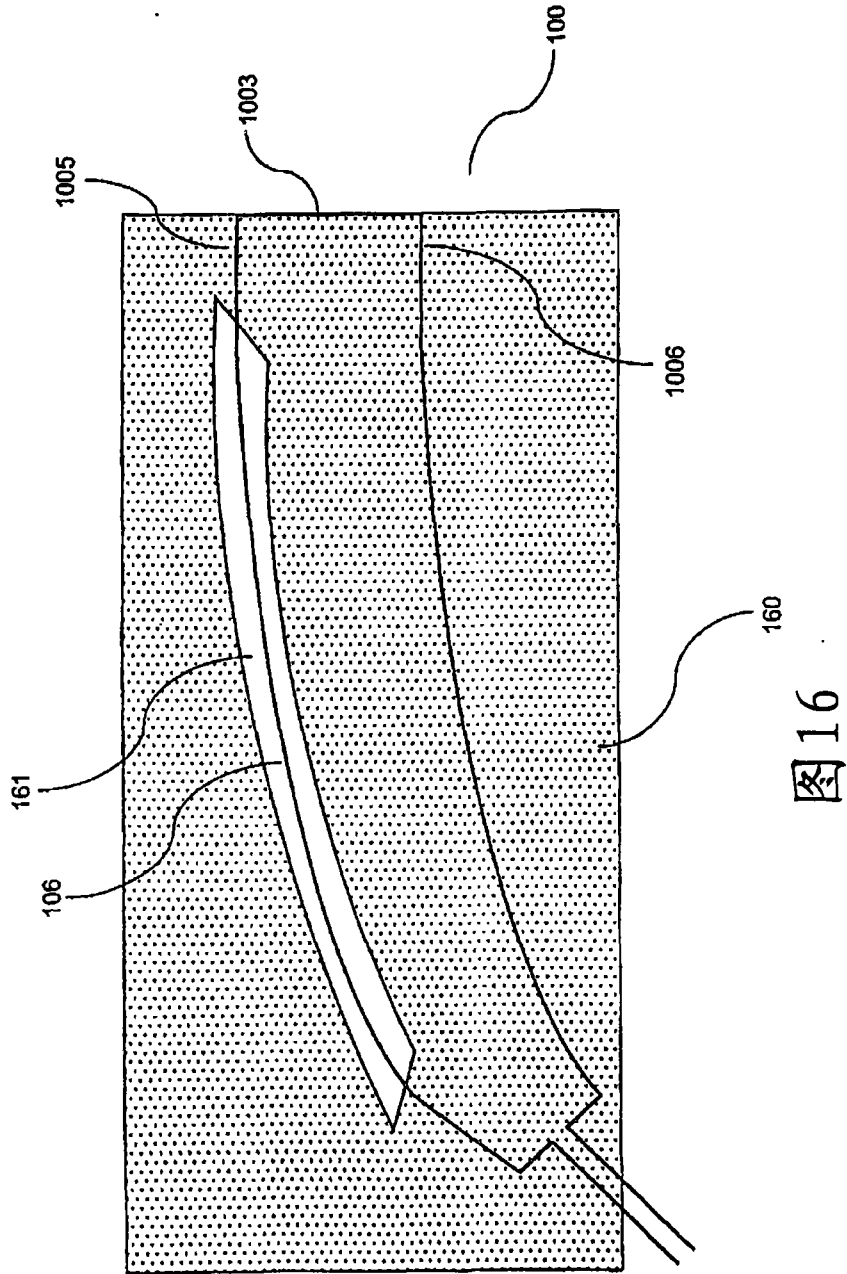


图16