



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1997922 B

(45) 授权公告日 2011. 01. 12

(21) 申请号 200580017494. 3

(22) 申请日 2005. 05. 02

(30) 优先权数据

60/566, 601 2004. 04. 30 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 11. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2005/002334 2005. 05. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02005/107363 EN 2005. 11. 17

(73) 专利权人 厄伊莫迪里斯有限公司

地址 芬兰赫尔辛基

专利权人 卡里·林科

(72) 发明人 卡里·林科

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 张敬强

(51) Int. Cl.

G02B 6/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2572429 Y, 2003. 09. 10, 权利要求 1-10, 说明书第 1 页第 1 段 - 第 2 页最后一段, 第 4 页最后一段 - 第 6 页第 3 段.

US 5649754 A, 1997. 07. 22, 说明书第 5 栏第 5 行 - 第 8 栏第 15 行、图 1-12.

US 6598987 B1, 2003. 07. 29, 说明书第 2 栏第 55 行 - 第 4 栏第 40 行、图 2a-5b.

审查员 刘娟

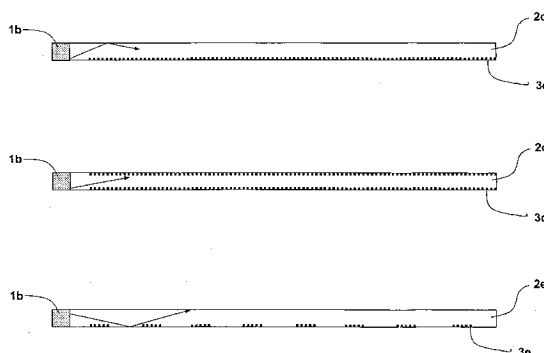
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 25 页

(54) 发明名称

超薄照明元件

(57) 摘要

一种超薄照明元件, 包括: 至少一个光源; 和光导元件, 包括至少一个光导层, 该光导层包括在至少一个表面的至少一部分上的多个离散组的精细光学表面起伏结构, 各离散组包括高度为 10 微米或更少以及各侧向尺寸为 10 微米或更少的基本结构特征, 所述光导元件从所述至少一个光源将光侧向导引入所述光导元件, 传输光通过所述光导元件, 并将光从所述光导元件的所述表面起伏结构导出, 其中各表面起伏结构的数量、布置和尺寸以及表面起伏结构的结构特征的高度和侧向尺寸是变化的, 以提供所需的导入该光导元件的光的导出调制度。



1. 一种超薄照明元件,包括:

至少一个光源;和

光导元件,包括至少一个光导层,该光导层包括在至少一个表面的至少一部分上的多个离散组的精细光学表面起伏结构,各离散组包括高度为 10 微米或更少以及各侧向尺寸为 10 微米或更少的基本结构特征,

所述光导元件从所述至少一个光源将光侧向导入所述光导元件,传输光通过所述光导元件,并将光从所述光导元件的所述表面起伏结构导出,

其中各表面起伏结构的数量、布置和尺寸以及表面起伏结构的结构特征的高度和侧向尺寸是变化的,以提供所需的导入该光导元件的光的导出调制度。

2. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该表面起伏结构以离散的小型导出结构组的方式布置,在所述至少一个光源附近的该光导层区域,该导出结构组包括该光导层面积的 10%或更少。

3. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该表面起伏结构的至少一部分以规则方式布置。

4. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该表面起伏结构的至少一部分以不规则方式布置。

5. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件是弹性的。

6. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件是可折叠的。

7. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件是弯曲的。

8. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件包括多个光导层。

9. 根据权利要求 8 所述的超薄照明元件,进一步包括:

至少一层薄膜,设置在叠置的光导层的至少一部分之间,该薄膜包括反射器薄膜、散射体薄膜、棱镜的薄膜和亮度增强薄膜中的至少一个。

10. 根据权利要求 8 所述的超薄照明元件,进一步包括:

显示器,设置在该光导元件的至少一面的至少一部分附近。

11. 根据权利要求 8 所述的超薄照明元件,进一步包括:辅助键盘。

12. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,所述至少一个光导层具有 0.01mm 至 0.4mm 的厚度。

13. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件具有与该光源的高度相似的厚度。

14. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件包括多个光导层,并且其中,不是所有的光导层具有相同的厚度。

15. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件包括多个光导层,并且其中在整个光导元件上的光导层的数量不同。

16. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,进一步包括:

表面起伏结构设置在该至少一个光导层的至少一面的至少一部分上。

17. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,进一步包括:

导入结构,有效地将来自该光源的光导入该照明元件,

其中该导入结构包括光楔,该光楔包括顶面和底面上的镜面反射器、椭圆型光管、聚焦

透镜或一束分开的光纤。

18. 根据权利要求 17 所述的超薄照明元件,其中,该光源和该导入结构构成整体结构。

19. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,包括多个光导层,其中,层间导入不同。

20. 根据权利要求 17 所述的超薄照明元件,其中该导入结构包括倾斜的、闪耀的或径向二元光栅结构和发散透镜。

21. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,包括多个光源,其中,所有光源设置在该光导元件的一个边缘上。

22. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中光被导入该光导元件,以使其以不同的圆锥形角度散射进入至少一个光导层。

23. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,进一步包括:

辅助键盘,其中所述至少一个光源照射该光导元件和该辅助键盘。

24. 根据权利要求 23 所述的超薄照明元件,其中该光导元件在按键和按钮上是连续的。

25. 根据权利要求 23 所述的超薄照明元件,进一步包括:

圆顶片和电子电路,其中所述至少一个光导层基本叠加在整个该圆顶片上。

26. 根据权利要求 25 所述的超薄照明元件,其中,向所述至少一个光导层施加压力会启动包含在该辅助键盘中的按键。

27. 根据权利要求 25 所述的超薄照明元件,其中,该圆顶片与所述至少一个光导层为一体。

28. 根据权利要求 23 所述的超薄照明元件,其中,该电子电路被应用于所述至少一个光导层的至少之一。

29. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,进一步包括:

键盘,其中所述至少一个光源照射该光导元件和该键盘。

30. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中所述至少一个光导层具有 0.25mm 至 0.4mm 的厚度。

31. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,所述至少一个光导层的各面的至少一部分包含表面起伏结构。

32. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,所述至少一个光导层的至少一部分是弯曲的,并且其中该弯曲的角度不超过全反射角。

33. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件同时从两个相对面导出光。

34. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件的厚度在其整个长度上基本是一致的。

35. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,所述至少一个光导层包括在两个表面的至少一部分上的表面起伏结构。

36. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该表面起伏结构包括至少衍射和折射结构之一。

37. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,其中,该光导元件包括两个光导层,其中该两个光导层是由一个光导层折叠形成的。

38. 根据权利要求 1 所述的超薄照明元件,包括多个侧向邻近的光导元件。

超薄照明元件

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求 2004 年 4 月 30 日提交的美国临时申请 60/566,601 的优先权。

[0003] 技术领域

[0004] 本发明涉及在照明体中从光源导光的光导装置。光导可以包括超薄光导层和多层应用。此外,本发明包括照明元件,其包括光导和照明体。本发明还涉及制造方法。光导和照明元件可用于显示照明(例如后面照明,正面照明),内部照明和外部照明以及其它应用中。

[0005] 发明内容

[0006] 提供一种超薄照明元件,包括:至少一个光源;和光导元件,包括至少一个光导层,该光导层包括在至少一个表面的至少一部分上的多个离散组的精细光学表面起伏结构,各离散组包括高度为 10 微米或更少以及各侧向尺寸为 10 微米或更少的基本结构特征,所述光导元件从所述至少一个光源将光侧向导入所述光导元件,传输光通过所述光导元件,并将光从所述光导元件的所述表面起伏结构导出,各表面起伏结构的数量、布置和尺寸以及表面起伏结构的结构特征的侧向尺寸是变化的,以提供所需的导入光导元件的光的导出调制度。

[0007] 进一步的目的是益处,以及典型实施例的结构和功能将根据说明、附图和例子的描述变得显而易见。

[0008] 附图说明

[0009] 根据下面特别是本发明的典型实施例的描述,本发明的前述和其他特征将是显而易见的,如附图所示,其中相同附图标记通常表示相同的,功能相似和/或结构相似的元件。

[0010] 图 1a 和 1b 为表示已知光导结构的两个实施例截面图的图示;

[0011] 图 2a, 2b 和 2c 为表示本发明的超薄照明元件的不同实施例的截面图图示;

[0012] 图 3 为表示本发明的超薄照明元件的一个实施例的透视图图示;

[0013] 图 4a 和 4b 为表示包括弯曲的光导元件的本发明超薄照明元件的实施例的截面图图示;

[0014] 图 5a 为表示包括多个照明元件矩阵的本发明超薄照明元件的实施例截面图的图示;

[0015] 图 5b 为表示包括可弯曲的光导元件的本发明的超薄照明元件的实施例的截面图图示;

[0016] 图 6a, 6b, 6c 和 6d 为表示本发明的超薄照明元件的实施例的截面图图示,其包含有两个光导层的光层元件;

[0017] 图 7a, 7b 和 7c 为表示本发明的照明元件实施例的截面图图示,其包括光导元件,该光导元件包括两个光导层和设置在不同表面的不同表面上的任选的不同的光学起伏结构,以及设置在层之间任选的不同的薄膜;

[0018] 图 8a, 8b 和 8c 为表示本发明的照明元件的实施例的截面图图示,其包括光导元

件,该光导元件包括选择地设在不同区域的两层或多个光导层,并且包括设置不同表面的不同表面上的任选的不同的光学起伏结构,以及设置在层之间的任选的不同的薄膜;

[0019] 图 9a 为表示本发明的照明元件的实施例的截面图图示,其中光导元件的一部分包括两个光导层和可弯曲的光导层;

[0020] 图 9b 和 9c 为表示本发明的照明元件的实施例的截面图图示,其包括单一的光导层,其被弯曲以形成两层光导元件;

[0021] 图 10a 和 10b 为表示本发明的照明元件实施例的俯视图图示;

[0022] 图 11 为表示本发明的照明元件的俯视图图示,表示了光导元件实施例的不同尺寸;

[0023] 图 12a、12b 和 13 表示本发明的光导元件实施例的俯视图图示,其包括光导元件上的不同形式的表面起伏结构;

[0024] 图 14 和 15 为表示利用卷绕生产方法制造本发明的光导层的实施例的截面图图示;

[0025] 图 16 表示利用紫外线 (UV) 铸造法制作本发明光导层的实施例的截面图图示;

[0026] 图 17a、17b 和 17c 表示本发明光导层的实施例的俯视图图示;

[0027] 图 18 表示包括本发明照明元件的辅助键盘的实施例的截面图图示;

[0028] 图 19a、19b 和 19c 表示本发明光导层的不同实施例的图示,包括设置在不同分组中的表面起伏结构;

[0029] 图 20a 和 20b 分别表示本发明的照明元件实施例的俯视图和侧视图图示,其中导入结构包括光纤;

[0030] 图 21a 和 21b 表示本发明的光导元件的俯视图图示,包括在光源附近的光导层的区域内不同分组中的表面起伏结构;

[0031] 图 22a 和 22b 表示光导层的实施例的俯视图和截面图图示,其中表面起伏结构的基本结构特征形成离散的小型导出结构组;

[0032] 图 23a 和 23b 表示光导层实施例的俯视图和截面图图示,其中表面起伏结构的不同基本结构特征正形成离散的小型导出结构组;和

[0033] 图 24a 和 24b 表示本发明的表面起伏结构的基本结构特征的各种实施例的截面图图示。

具体实施方式

[0034] 下面详细讨论本发明的实施例。在描述的实施例中,使用具体术语是为清楚的目的。但是,本发明并不意图限制于如此选用的具体术语。在讨论具体的典型实施例的同时,应当理解为只是为了描述的目的而为。相关领域的技术人员能意识到,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以使用其他构件和结构。

[0035] 本发明提供一种照明元件,其包括光导元件。光导元件包括至少一个光导层。光导层可以由多种不同材料制成。通常可以使用任何光学透明材料。可以使用的材料的例子包括 PMMA, PC, PET 和其他聚合物。材料可以被完全 UV 或热固化。

[0036] 电路,电触点,印刷图形或掩膜可以应用于一层或多个光导层上。

[0037] 至少一个光导层包括多个在至少一个表面的至少一部分上的离散的精细光学表

面起伏结构组。表面起伏结构组可以设置在每个光导层的各侧的至少一部分上。各表面起伏结构组由基本结构特征组成。结构特征包可包括（离散或非连续的）各种截面的凹槽，例如不同的截面波形。表面起伏结构可以包括衍射结构和 / 或折射结构。结构特征可具有任何截面形状，以使其可以从光导层导出光。从组向组的导出可以是相同的，例如辅助键盘。另一方面，各组的导出可以是不同的。甚至改变在组中不同的位置的一组的导出是合乎需要的。

[0038] 结构特征可以具有任何截面形状，以便其能从光导层导出光。例如，导出光的光学表面起伏结构通常是细密的光栅结构。光栅的外形可以是二元的，闪耀的，倾斜的和正弦的或混杂的以及其它形状。光导层的导出光结构可以设计成为在整个表面上形成统一照明或在优选形状的优选区域形成离散照明的结构。为在 0° 角度（平行光）极限中达到高导出效率，可优选使用光栅结构，例如闪耀光栅。

[0039] 表面起伏结构可以设置在光导层的整个表面或基本整个表面上。或者，表面起伏结构只限于光导层的一个区域的全部。在一些实施例中，表面起伏结构限于至少一个光导层的某一区域。所需导出度会影响表面起伏结构的布置。与光源的接近程度也会影响表面起伏结构的布置。例如，至少一个光源附近的光导层区域，导出结构组包括大约 10% 或更少的光导层区域。

[0040] 各表面起伏结构包括基本结构特征。基本特征的尺寸取决于所需导出度和使用的光的波长。通常，基本特征高度为约 10 微米左右或更小，各侧向尺寸约 10 微米左右或更小。更典型的，基本特征高度小于约 10 微米左右，各侧向尺寸小于约 10 微米左右。

[0041] 图 24a 和 24b 表示本发明的表面起伏结构的基本结构特征的不同实施例的截面图图示。这些形状仅表示基本结构元件可能具有的截面形状的几个例子。任一光导层可以在表面起伏结构的任一区域包括这些形状中的任一种或多种。为了便于理解这些特征，这些特征以几个离散组的形式图示。根据这里的讨论是显而易见的，表面起伏结构可以设置在任一光导层的任何位置。

[0042] 光导元件可以包括一层以上光导层。如果照明元件包括一层以上光导层，那么光导层可以具有相同的截面面积。或者，光导层可以具有不同的截面面积。光导元件上的光导层的数量可以变化。单一光导层的厚度可以是大约 0.1 毫米至大约 0.4 毫米。光导元件可以具有与光源的高度相似的厚度。

[0043] 整个光导元件可以平面的。一个或多个光导元件的至少一部分可以是弹性的和 / 或可弯曲的。弯曲可以是永久性的或光导元件在使用期间是可以弯曲的。在光仍然可以通过光导传播并在弯曲处或弯曲部的各侧面被其导出的意义上，光导是弹性的。如果光导元件包括一个以上光导层，那么一个或多个光导层可以是可弯曲的和 / 或弹性的。当光导元件的至少一部分是弯曲的，通常弯曲的角度不超过全反射角。

[0044] 如果光导元件包括一个以上光导层，那么一层或多层薄膜可以设置在叠置的两个光导层之间任一区域的至少一部分上。多种不同的薄膜可以设置在光导层之间。例如，薄膜可以包括一层或多层反射器薄膜，散射器薄膜，棱镜的薄膜和亮度增强型薄膜，以形成各种的照明性能。

[0045] 至少一个光源产生引入光导元件的光。光源可以包括 LED 或其他合适的光源。光被输入光导元件。光源可以直接连接于光导元件并直接将光引入光导元件。或者，照明元

件可以配备一个或多个导入结构。导入结构可以包括光楔,该光楔包括至少设在顶面或底面之一的镜面反射器,椭圆形光管,聚焦透镜和/或一捆分开的光纤。光源和导入结构可以是整体结构。光导元件包括多个光导层的情况下,导入可以在层之间变化。导入结构的一些实施例可以包括具有或不具有发散透镜的倾斜的、闪耀的或是径向二元光栅结构。

[0046] 本发明提供了超过已知光导结构的极大优势,特别是在提供薄的和弹性结构方面。例如,需要更小空间的超薄光导。这可能是一个非常重要的问题,特别是在如移动电话、手表等手持产品和其他显示器、辅助键盘、控制台和照明体中。

[0047] 本发明的可被弯曲的、薄的、弹性的光导的实施例可以允许进行值得关注的应用,例如弹性的和/或弯曲的显示器,弹性的电话,蛤壳式移动电话(翻转式电话)。本发明包括多个光导层的实施例提供了在每层容易地控制导入/导出光和其他光学性能的能力。两层或多个光导层可以叠置在另一层的上面。反射器和/或薄膜可以应用于这些光导层之间。

[0048] 光可以与层的厚度成比例地被导入光导层。沿着这些线,厚度通常导入更少的光,而更大厚度通常导入更多光。这提供了一个非常容易地控制光导入的方式,而且也能向不同的光导层分配光。这个原理适合于双重背光,辅助键盘照明的背光,辅助键盘照明的双重背光以及其他结构。

[0049] 叠加的光导的整体厚度可以与LED的高度相同。例如,根据一个实施例,LED有大约0.8mm高。

[0050] 本发明可以包括集中的光源设置。这通常需要更少的光源(例如LED),更少的组装成本和更少的空间。本发明包括多个光导层的实施例可以应用放置在叠放的光导的仅一个边缘上的光源。为了被照明,光导层向恰当部区域传播光。

[0051] 本发明的实施例可以提供光导尺寸和光源数量的实际可变性。这可以提供更大的灵活性以在各种应用中使用相同的光导设计。在位于光源附近的第一部分(导出光),光导设计可以形成特定尺寸,具有特定光学散射结构或直射光结构,其不依赖于精确的光源(例如LED)的设置。这种光学设计允许不同数量光源的应用,同时在一边缘具有最小数量光源和最大数量光源。这能允许在相同一致的性能的情况下,达到更高或更低的亮度。此外,相同的光导设计可以切成不同尺寸以达到统一的相同性能。

[0052] 本发明能提供非常成本效率的产品。例如,表面起伏结构可以利用连续滚动复制方法(卷绕方法)形成。在高的光学产品质量情况下,这种方法提供了极快的生产。

[0053] 传统薄光导通常具有约0.8至约1.0mm厚度,并且通常包括显微透镜和显微结构。这种传统的显微结构,这种高度为约15微米左右或更高,一侧尺寸为约50微米左右或更多,由于多种原因不能应用于薄的弹性光导中。例如,这些光学结构在大入射角的情况下不能正确地起作用。此外,这些光学结构具有有限的调制度,以在薄的光导体中达到统一的导出光的分布。而且,传统的生产方法,例如喷射模塑法,会在薄的光导体中产生光学质量问题。本发明的优选实施例可以提供单一层厚度为约0.4-约0.01mm的超薄光导(类似薄膜)体。本发明的实施例可以包括具有单一层或多层体的光导。全部层可以具有表面起伏结构,其可以形成于表面上以实现不同的光学功能。这些光学结构可以是衍射的和/或折射的,具有如二元的,倾斜的、闪耀的和正弦的等不同外形,形成不同的导出光组或次组。

[0054] 本发明的多层光导元件可以具有与光源高度相配的厚度。例如,如果光源包括

LED, 该 LED 可以具有约 0.8mm 的高度, 包括多个光导层和设于层之间的反射器的光导元件可以具有约 0.8mm 的高度。导入光和发光度 (亮度) 可以通过改变各光导层的厚度来控制。例如, 来自光源的光可以与层的厚度成比例地被导入光导层。沿着这些线, 更小厚度 = 更少导入光和更低亮度, 更大厚度 = 更多导入光和更强亮度。这是一个非常简单的控制导入光, 并向不同光导层分配光的方法, 以允许在各光导层实现可控的和所需亮度。

[0055] 本发明的光导层可以根据许多不同的方法制造。薄光导层产品优选利用连续滚动复制或卷绕复制完成。利用这种快速、成本效率制造方法, 如光学透明的塑料薄膜的散装材料可以用于表面起伏复制。这些不同的公知卷绕式方法是众所周知的, 并且是非常成熟的制造许多不同应用的折射或衍射的表面起伏结构的方法。有几份出版的材料和许多具有专利的卷绕方法的公司可利用, 如 Reflexite, Avery Dennison, 3M, Epigem, Rolltronics, Polymicro, Printo project 及其他。此外, 复制的光学结构的高质量可以达到。

[0056] 其他适合的制造方法可包括连续或不连续铸造方法 (UV 或热固化), 压缩模塑, 如硬压纹、软压纹和 UV 压纹法等连续或不连续压纹法以及其他方法。也可使用熔膜。虽然可以使用许多制造方法, 但一些方法会特别适合制造特定实施例。例如, 闪耀型结构外形最好利用卷绕 UV 压纹法或熔膜方法制造, 以达到精确和高质量复制。

[0057] 其他功能的薄膜, 例如反射器薄膜, 可以在相同的卷绕制造方法过程中层压到光导表面上。而且, 任何种类图案和掩模可以印制或层压在包括电触点和电路的光导层上。这是极其重要的成本问题。

[0058] 表面起伏结构形成之后, 利用激光、冲压和 / 或其他方式将光导层直接从卷或薄膜上切割成优选形状。而且, 可以在切割过程中制造光学特征。这种光学特征特别包括窄界线, 其可为优选区域反射光或起直射光, 或者在光导的第一部分直射 / 散射光。这种切割方法可以在卷绕过程中以很短的单位时间和成本完成。

[0059] 作为制造方法的喷射模塑法可能很难制造尺寸大于约 10"/15" 的超薄光导。原因在于精细的光学结构, 如约 15 微米左右或更少的表面起伏结构, 很难完全 / 极佳地复制并且同时达到高质量的生产。

[0060] 薄光导的光学结构或表面起伏结构通常需要高和增加的调制度, 以实现统一的导出光分配或亮度。通常, 基本光学结构必须是非常精细的, 例如高度为约 10 微米左右或更少, 一侧向尺寸为约 10 微米左右或更少, 以达到所需的调制度。这使形成离散的小型导出结构组并更准确地控制光导层上的导出结构的比例是可能的。优选地, 在薄光导层中, 光学结构设置成离散的小型导出结构组, 在至少一个光源附近的光导层的区域, 导出结构组包括光导层的面积的约 10% 或更少。在该区域, 离散的小型导出结构组之间的最大距离是 300 微米或更少。因为导入光的强度可能是最大强度的 50% 或更多, 所以该区域是光导结构设计最重要的部分。

[0061] 为达到统一的亮度, 基于更大和更高光学零件的传统微观结构方案通常在薄光导中具有困难。

[0062] 本发明的光导元件的实施例可以是弹性的。在一些情况下, 光导元件的不到全部的光导层可以是弹性的。包括弹性的光导元件的本发明的实施例能弯成所需的形式。这个实施例可以是弹性的并能弯 (弯曲) 成优选的形式, 以执行全反射理论并且不超过全反射角。

[0063] 薄光导有助于防止光泄漏,因为与在更厚的光导中比较,光束通常击中光学结构更多次。全部光可以更有效地导出,使更少光在光导的端部泄漏。

[0064] 超薄光导可以用作具有或不具有其他光学薄膜(反射器,散射器,亮度增加薄膜)的单层。薄光导层可以在层的一面或两面具有精细光学结构。

[0065] 为了仅使用一个光导层,传统的 LED 适合于具有特定光学零件或适配器的光导层,其有助于将光导入薄光导层。例如,与厚度约为 0.2mm 的光导层相比,LED 的高度可以是 0.8mm。例如,该 LED 光学零件或适配器可以是在顶部和底部具有镜面反射器的光楔型方案。可以利用的其他导入结构可以包括薄的椭圆形光管,聚焦透镜或一束分开的光纤。而且,具有电路的 LED 可以内铸在该适配器里。这样使操作它们更容易。该适配器可包含搭扣结构以容易地将其连接于光导层。该适配器可以由刚性或弹性的光学材料制成。形成适配器的加工方法可以是例如铸模或喷射模塑法。导入光可以利用底部或顶部上的特定光栅结构完成。例如,可以使用具有或不具有发散透镜的倾斜的、闪耀的或径向二元光栅结构。

[0066] 超薄光导元件可以构造有两层或更多层。光导层可以形成如双背光体,背光和辅助键盘照明体,双背光和辅助键盘照明体。对于双背光体,在光导层之间只需要一层反射器薄膜。这可以削减成本并使预装件更薄和更容易操作和组装。在包括两层的光导体中,光学导出结构可以设置在光导体(光导层的内表面)的中线上,因为导入的光的主要部分沿中心线传播。总之,大部分光以大入射角传播。

[0067] 可以设置一个或多个光源以提供引入光导元件的光。根据一些实施例,所有光源可以设置在光导元件的一个边缘以使光导入光导层。该集中的光源设置可以减少所需光源的数量,并消除了多次组装的光源的需要。这对整体成本减少具有直接的影响。

[0068] 一个优选的应用是背光和辅助键盘结合,其中集中的 LED 设置可用于叠置的光导的边缘。相同的 LED 为背光和辅助键盘提供照明。在传统的光导体中,必须使用分离的 LED 来用于背光和辅助键盘照明。

[0069] 光导层的光学结构可以设计成具有关于其尺寸和其结合的光源数量的变化能力。光导结构的第一部分(光导入部分)的光学光导设计可以优选用这种方式:来自例如 LED 的点光源的光可以不同的圆锥形角散射或部分以相同角度直射,以在第一部达到更统一和/或直光分布。光导的光学设计不依靠于准确的光源设置。这种光学设计允许使用不同数量的光源,在同一边缘上具有最小数量的光源和最大数量光源以在相同的统一性能的情况下达到更高和更低亮度。这种光学表面起伏结构可以设置在光导层第一部分的顶面和底面,具有衍射或折射凹槽。

[0070] 导出结构可以优选采用一种方式:其能允许切割并使用不同尺寸的光导设计,以达到相同的统一性能。这能使光导体更多变和灵活,以将其用于各种方案和应用,而不需要设计多种亮度和尺寸要求仅稍有不同光导元件。

[0071] 传统已知的辅助键盘、键盘和控制照明通常包括 3-8 个 LED 和具有各键或按钮孔的厚光导以进行电接触。这种设计包括借助于圆顶片的电子电路,圆顶片包括多个薄金属圆顶,每个按键或按钮一个薄金属圆顶。当按压按键或按钮时,片上的薄金属圆顶弯曲并变平,例如在电子电路的表面上,形成电接触。圆顶还提供喀喇效果的接触感觉。孔是必需的以构成这种设计功能。但是,这些孔使控制光以实现统一的辅助键盘照明很困难。

[0072] 另一方面,本发明的超薄光导层可以用于厚度约 50 至约 200 微米的辅助 键盘照

明,其提供了良好的弹性和触敏性能,同时保持喀喇效果。结果,光导层可以在没有任何按键或按钮孔的情况下使用。这使光控制变得容易,以实现统一的辅助键盘照明。而且,需要更少的LED元件,因为光可以更有效地被导出。这种光导层可以放置在按钮和圆顶片之间,其比传统的光导需要少得多的空间。

[0073] 圆顶片可以配装/结合于光导元件上,以减少键盘或辅助键盘所需的零件数量。沿着这些线,电触点和/或电路能设置在一层或多层组成光导元件的光导层上。这些触点和电路可以利用最新的层叠和印刷方法提供。例如,可以利用卷绕方法。此外,光学表面起伏结构可以配装/结合于辅助键盘或键盘零件上,或其可以层叠在印刷电路板的上部。按钮和按键可以散射更大照明角度的平行光。

[0074] 图1a表示传统的光导2a,具有在导出光的整个表面的至少一面的光学表面起伏结构3a。传统的薄光导体具有与LED1a相同高度的约0.8mm的均匀厚度。

[0075] 图1b表示传统光导2b,具有在导出光的整个表面的至少一面的光学表面起伏结构3b。传统的薄光导体厚度约为0.6mm,具有更高的LED1a的导入光光楔。

[0076] 图2a表示本发明的超薄光导元件2c的实施例,具有在导出光的整个表面的一面的光学表面起伏结构3c。光导元件包括一个光导层。这个超薄光导的实施例具有基本均匀厚度,通常为约0.25至约0.4mm,与LED1b高度相同。

[0077] 图2b表示本发明的超薄光导元件2d的另一个实施例,包括设置在导出光的整个表面的两面上的光学表面起伏结构3d。这个超薄光导的实施例具有基本均匀厚度,通常为约0.25至约0.4mm,与LED1b高度相同。

[0078] 图2c表示本发明的超薄光导元件2e的另一个实施例,包括设置在离散的导出光的表面的一面的光学表面起伏结构3e。这个超薄光导的实施例具有基本均匀厚度,通常为约0.25至约0.4mm,与LED1b高度相同。这是适合于辅助键盘或键盘照明的方案。

[0079] 图3表示本发明的超薄光导元件2f的另一个实施例,包括设置在导出光的整个表面的至少一面的光学表面起伏结构3f。这个超薄光导体具有通常为约0.25至约0.4mm的基本均匀的厚度,具有更好将光导入光导的光楔型适配器4a。沿着这些线,LED1c可以有约0.8mm的高度,而光导元件可以有约0.2mm的厚度。导入结构的这个实施例可以包括设在顶部和底部的镜面反射器,其可防止任何光损失并提高导入效率。

[0080] 图4a表示本发明的弯曲的超薄光导元件2g的实施例,其包括设置在导出光的表面的至少一面的光学表面起伏结构3g。超薄光导的这个实施例可以是弹性的并能弯成优选的形式,以执行全反射原理,并且不超过全反射角。这个超薄光导体可利用俯视LED1d。

[0081] 图4b表示本发明的双弯的超薄光导元件2h的实施例,具有设置在导出光的表面的至少一面的光学表面起伏结构3h。该超薄光导可以是弹性的并能弯成优选的形式,以执行全反射原理,并且不超过全反射角。这个超薄光导体可以包括至少两个利用俯视LED1d的导入光表面。

[0082] 图5a表示本发明的超薄弹性的光导元件2i的实施例,其包括具有在导出光表面的至少一面的光学表面起伏结构的更大矩阵布置。该矩阵包括几个光导模块,以在至少一个方向上形成更大的有效照明区域。这种应用适合于如LCD TV的平面显示的背光方案。该方案可以包括作为光源的俯视LED1e。当然,可以使用和/或选择地设置其他光源,如光导元件可以选择地设置一样。

[0083] 图 5b 表示本发明的弹性超薄光导元件 2j 的实施例,其具有设在导出光的光导层的两个不同表面的至少一部分的两个分开的光学表面起伏结构 3j。该超薄光导是弹性的并可弯成所需形式。通常,实施该弯曲度以执行全反射原理并不超过全反射角。这个超薄光导体的实施例可利用俯视 LED 1d。

[0084] 图 6a 表示叠加的多层光导元件 5a 的实施例,其基于具有设在导出光的整个表面上的两层的一面的光学表面起伏结构 3k 的两个光导层 2' k 和 2" k。该光导体具有与 LED 1f 高度相同的基本均匀的厚度,通常为约 0.4 至约 0.8mm。

[0085] 图 6b 表示叠加的多层光导元件 5b 的另一实施例,其包括具有光学表面起伏结构 3l 的两个光导层 2' 和 2",该光学表面起伏结构设置在导出光的整个表面的两层的一面。该光导体具有与 LED 1f 高度相同的基本均匀的厚度,通常为约 0.4 至约 0.8mm。

[0086] 图 6c 表示叠加的多层光导元件 5c 的实施例,其基于具有光学表面起伏结构 3' m 和 3" m 的两个光导层 2' m 和 2" m,该光学表面起伏结构设置于导出光的整个表面上的两层的两面。该光导体具有与 LED 1f 高度相同的基本一致的厚度,通常为约 0.4 至约 0.8mm。

[0087] 图 6d 表示叠加的多层双面光导元件 5d 的实施例,其包括具有光学表面起伏结构 3k 的两个光导层 2' k 和 2" k,该光学表面起伏结构设置在导出光的整个表面上的两层的两面。两个光导层之间设有一层反射器薄膜 6。该光导体具有与 LED 1f 高度相同的基本一致的厚度,通常为约 0.4 至约 0.8mm。

[0088] 图 7a 表示本发明的实施例,其包括不同的叠加的多层光导元件 5e,5f 和 5g,其包括具有在导出光的整个表面上的两层的一面的光学表面起伏结构 3k,3l 和 3o 的两个光导层 2' k,2" k,2' l,2" l,2' o 和 2" o。光学表面起伏结构可以是衍射(二元或闪耀的)或折射的。

[0089] 图 7b 表示本发明的实施例,其包括不同的叠加的多层光导元件 5h,5i 和 5j,其基于具有在导出光的整个表面上的两层的两面的光学表面起伏结构 3' p,3" p,3' q,3" q,3' r 和 3" r 的两个光导层 2' p,2" p,2' q,2" q,2' r 和 2" r。光学表面起伏结构可以是衍射(二元或闪耀的)或折射的。

[0090] 图 7c 表示本发明的实施例,其包括不同的叠加的多层光导元件 5k,5l 和 5m,其包括具有在导出光的整个表面上的两层的一面的光学表面起伏结构 3k 和 3l 的两个光导层 2' k,2" k 和 2' l,2" l。光导层之间设置有一层反射器薄膜 6 或如棱镜薄膜 7 的其他种类光学薄膜。光学表面起伏结构可以是衍射(二元或闪耀的)或折射的。

[0091] 图 8a 表示叠加的多层双面光导元件的实施例,其包括具有在导出光的整个表面上的两层的一面的光学表面起伏结构 3s 的两个光导层 2' s 和 2" s。在光导层之间设有反射器薄膜 6。导出光和亮度可通过改变光导层的厚度来控制,更大厚度=更多光,更少厚度=更少光。该光导体适合于双面显示背光,其具有与 LED 1g 高度相同的基本上统一的厚度,通常为约 0.4 至约 0.8mm。

[0092] 图 8b 表示本发明的实施例,其包括含有两个光导层 2' t 和 2" t 的叠加的多层光导元件。光导层具有不同的截面面积。光学表面起伏结构 3' t 和 3" t 设置在导出光的两层的一面。由图 8b 可见,起伏结构设置在每个光导层的不同区域。例如,光导层 2' t 包括在其大部分表面,否则就是其全部表面上的起伏结构。另一方面,光导层 2" t 包括在隔离区域的起伏结构。本实施例可以包括显示器和辅助键盘的移动电话的方式应用。在光导层之

间设有反射器薄膜 6。导出光和亮度可通过改变光导层的厚度来控制,更大厚度=更多光,更少厚度=更少光。该光导体适合于显示器背光和辅助键盘照明,其具有与 LED 1g 高度相同的基本上统一的厚度,通常为约 0.4 至约 0.8mm。

[0093] 图 8c 表示本发明的实施例,其包括叠加的多层光导元件,其包括在导出光的每层的一面具有光学表面起伏结构 3' u 和 3'' u 的三个光导层 2' u, 2'' u 和 2''' u。在光导层之间设有反射器薄膜 6。导出光和亮度可通过改变光导层的厚度来控制,更大厚度=更多光,更少厚度=更少光。该光导体适合于双面显示器背光和辅助键盘照明,其具有与 LED 1g 高度相同的基本上统一的厚度,通常为约 0.4-0.8mm。

[0094] 图 9a 表示本发明的实施例,其包括叠加的弹性多层双面光导元件,其包括在导出光的两层的侧面的至少一部分具有光学表面起伏结构 3' v 和 3'' v 的两个光导层 2' v 和 2'' v。在光导层之间可设有反射器薄膜 6。该光导体是弹性的并能弯成优选的形式,以执行全反射原理并通常不超过全反射角。导出光和亮度可通过改变光导层的厚度来控制,更大厚度=更多光,更少厚度=更少光。该光导体适合于双面显示器背光,如用于蛤壳式移动电话或翻转电话中,而且具有与 LED 1h 高度相同的基本上统一的厚度,通常为约 0.4 至约 0.8mm。

[0095] 图 9b 表示本发明的实施例,其包括叠加的多层光导元件,其基于包括设于导出光的层的一侧的光学表面起伏结构 3w 的一个光导层 2w。光导层折叠起来以形成完整的叠加的光导层。如图 9b 可见,包括表面起伏结构的表面将接触本身。这表示了本发明如何仅用一个光导层提供多个光导层元件。该光导体能防止光导端部的光泄漏。厚度与 LED 1i 的高度相同,通常为约 0.2 至约 0.8mm。

[0096] 图 9c 表示本发明的实施例,其包括叠加的多层光导元件,其包括一个光导层 2w,其包括设于导出光的层的一面的光学表面起伏结构 3w。光导层可折叠起来以形成完整的叠加的光导层。在光导层之间可设置反射器薄膜 6。该光导体能防止光导端部的光泄漏。厚度通常可以是约 0.2 至约 0.8mm,基本与 LED 1i 的高度相同。利用特定的适配器,LED 可以容易地与光导边缘连接,LED 内塑在适配器内。

[0097] 图 10a 表示超薄光导元件 2y 的实施例,其包括导出光的整个表面的至少一面上的光学表面起伏结构 3y。在第一部分或光源附近的导出光部分,光学设计 9 可以优选这种方式:来自点源 1j:1, 1j:11, 1j:111 的光以不同的圆锥形角散射或部分地以相同角度直射,以在第一部分和每个光源分成的部分 10:I, 10:II, 10:III 实现更统一和 / 或直射光分布。光学设计 9 放置在光导层的第一部分的顶面和底面,具有衍射或折射槽。光导元件的该实施例可以不依赖于准确的光源设置。这种光学设计可以允许使用不同数量的光源,同时在一边缘具有最少数量光源和最大数量光源,以在相同的统一性能的情况下实现更高亮度或更低亮度。

[0098] 图 10b 表示本发明的超薄光导 2y 的实施例,其包括导出光的整个表面的至少一面上的光学表面起伏结构 3y。在第一部分或光导结构的导出光部分,光学设计 9 可以优选这种方式:来自点源 1j:1, 1j:11, 1j:111, 1j:IV, 1j:V 的光以不同的圆锥形角散射或部分地以相同角度直射,以在第一部分和整个有效面积内(每个光源分成的部分 10:I, 10:II, 10:III, 10:IV, 10:V) 实现更统一和 / 或直射光分布。光学设计 9 设置在光导层的第一部分的顶面和底面,具有衍射或折射槽。光导元件类型可以不依赖于准确的光源设置。这种光

学设计允许使用不同数量的光源,同时在同一边缘具有最少数量光源和最大数量光源,以在相同的统一性能的情况下实现更高亮度或更低亮度。

[0099] 图 11 表示超薄光导 2y 的实施例,包括导出光的整个表面的至少一面上的光学表面起伏结构 3y。光学导出结构可以优选具有或不具有导出光结构 9,其可切割并使用不同的尺寸 11a,11b 的相同光导设计,以达到相同的统一性能。这能使光导体更可变和灵活,以在各种方案和应用中利用该光导体,不需要设计许多亮度和尺寸要求仅稍有不同的光导。

[0100] 图 12a 表示超薄光导 2z:0,2z:1 的实施例,其具有在整个表面的至少一面上的不同的光学表面起伏结构 3z:0,3z:1,以实现如直射光或平行光,分散光,偏振光或其他光等不同的光性能。光导层可以折叠起来以形成完整的叠加光导层。该方案在一个预装件中提供更多的性能。

[0101] 图 12b 表示超薄光导元件 2z:0,2z:1,2z:2 的实施例,其具有在整个表面的至少一面上的不同的光学表面起伏结构 3z:0,3z:1,3z:2,以实现如直射光或平行光,分散光,偏振光或其他光等不同的光性能。光导层可以折叠起来以形成完整的叠加光导层。该方案在一个预装件中提供更多的性能。

[0102] 图 13 表示超薄光导 2z:0,2z:1,2z:2,2z:3,2z:4 的实施例,其具有在整个表面的至少一面上的不同的光学表面起伏结构 3z:0,3z:1,3z:2,3z:3,3z:4,以实现如直射光或平行光,分散光,偏振光或其他光等不同的光性能。光导层可以折叠起来以形成完整的叠加光导层。该方案在一个预装件中提供更多的性能。

[0103] 图 14 表示利用连续滚动复制,也称作滚轮-滚轮方法,制作的超薄光导的方法的实施例。材料从滚轮 12 移向滚轮 14。使用这种快速,成本效率的生产方法,如 PMMA,PC 或 PET 等光学透明塑料薄膜的大批原料 13 可以利用表面起伏复制器 15 复制,如具有光学表面起伏结构的镀镍滚筒、鼓筒、滚轮。

[0104] 图 15 表示利用连续滚动复制制作超薄光导的方法的另一个实施例,也就是通常所说的卷绕方法。材料从滚轮 12 移向滚轮 14。使用这种快速,成本效率的生产方法,例如 PMMA,PC 或 PET 等光学透明塑料薄膜的大批原料 13 可以利用表面起伏复制器 15 复制,如具有光学表面起伏结构的镀镍滚筒、鼓筒、滚轮。此外,在同一卷绕生产方法过程中,另一种功能的薄膜 18,例如反射器薄膜,可以从滚轮 17 上层叠到光导的表面上。利用额外预热 16 是适合采用的,以达到更好的层叠质量。

[0105] 图 16 表示利用 UV 铸造制作超薄光导 21 的方法的实施例。利用这种快速,成本效率的方法,如光学透明塑性树脂的大批材料 21 可以利用穿过顶部玻璃 20 的 UV 光源 19 进行 UV 固化。光学表面起伏结构可以利用具有表面起伏结构的镍镀层在铸型 23 中复制。

[0106] 图 17a 表示光导结构的实施例,其可用于远离光源的光导元件的区域中。如这个典型实施例中所示,表面起伏可以包括基本结构特征,如设置在具有不同尺寸、形状、方向和构造的不同组中的凹槽和 / 或凹部。表面起伏的特性也可以是变化的。沿着这些线,填充系数,形状,尺寸,轮廓,截面和方向及其他特性。该组可以或不以重复方式设置。各组可以具有任何形状,如规则或不规则多边形。例如,该组可以矩形的、三角形的、正方形、梯形或任何其他形状。凹槽和 / 或凹部的布置可以在各次组内、各组内和 / 或全部结构上变化。凹槽的特性和其布置可以变化以改变结构的导入和 / 或导出特性。例如,布置可以最大化衍射效率。布置也可能使衍射效率成为位置函数。在图 17a 所示的实施例中,表面起伏结

构设置成组 25。各组包括多个次组 27，每个次组包括高度为大约 10 微米左右或更少，各侧向尺寸约 10 微米左右或更少的基本结构特征 26。各组 and 次组可以具有其他构造。

[0107] 图 17b 表示本发明的光源附近的光导层的实施例。在图 17b 所示的实施例中，表面起伏结构以规则形式设置成组 29。

[0108] 图 17c 表示本发明的光源附近的光导层的实施例。在图 17c 所示的实施例中，表面起伏结构以非规则形式设置成组 29。

[0109] 图 18 表示辅助键盘照明的超薄光导层 2 $\hat{\alpha}$ 的实施例。光导元件的这个实施例具有约 50 至约 200 微米的厚度，其提供良好的弹性和保持喀咧效果的触敏性能。光导层被安排设置在辅助键盘 30 和圆顶片 32 之间，并且使用比传统的光导少得多的空间。由于光导层的薄和弹性的性质，按压键盘可以在圆顶片和电路片 33 之间形成电接触。导出光 3 $\hat{\alpha}$ 的离散的光学表面起伏结构优选精密光栅结构。光栅结构可以是优选的，以达到在 0°（平行光）的高导出效率。为更大照明角度，辅助键盘在散射平行光。

[0110] 图 19a 表示应用于辅助键盘照明的超薄光导层 2' $\hat{\alpha}$ 的实施例，其具有设置在整个表面上以精细光学表面起伏结构 3' $\hat{\alpha}$ ，以形成统一照明区域。

[0111] 图 19b 表示可应用于辅助键盘照明的超薄光导层 2'' $\hat{\alpha}$ 的实施例，其具有形成统一并离散的照明面积的离散精细光学表面起伏结构 3'' $\hat{\alpha}$ 。

[0112] 图 19c 表示辅助键盘照明的超薄光导层 2''' $\hat{\alpha}$ 的实施例，其具有精细光学表面起伏结构 3''' $\hat{\alpha}$ ，和切割过程产生的能为照明区域反射或直射光的短边界面线 34。

[0113] 图 20a 和 20b 分别表示照明元件 2 $\hat{\delta}$ 的实施例的俯视图和侧视图，其具有利用光源 1k 和光导层之间一束分开的光纤 35 改善的导出光。

[0114] 图 21a 表示本发明的超薄光导元件 2' $\hat{\alpha}$ 的实施例，其中表面起伏结构设置成离散的小型导出结构组 29，在至少一个纵向光源 11 附近的光导层的区域 36' 中，导出结构组包括光导层的面积的约 10% 或更少。

[0115] 图 21b 表示本发明的超薄光导元件 2'' $\hat{\alpha}$ 的实施例，其中表面起伏结构设置成离散的小型导出结构组 29，在至少一个点光源 1m 附近的光导层的区域 36'' 中，导出结构组包括光导层的面积的约 10% 或更少。离散的小型导出结构组之间的最大距离 D 为 300 微米或更少。

[0116] 图 22 表示超薄光导层 2a 的一小部分的实施例，其中表面起伏结构的基本结构特征 26 正形成小型导出结构组 29。

[0117] 图 23 表示超薄光导层 2a 的一小部分的实施例，其中表面起伏结构的不同的基本结构特征 26 正形成小型导出结构组 29，其中各表面起伏结构的数量、布置和尺寸以及表面起伏结构的结构特征的侧向尺寸是变化的，以提供所需的导入光导元件的光的导出调制度。

[0118] 本说明书说明和讨论的实施例仅意图教导给本领域的技术人员发明人已知的最好的方法，以制作和使用本发明。说明书的一切都不应作为本发明的范围的限制。提出的所有例子都是典型的和非限制的。如本领域的技术人员根据上述教导所理解的，本发明的上述实施例可以在不脱离本发明的情况下修改或变化。因此，可以理解的是，在权利要求及

其等同物的范围内,本发明可以不同于特定描述的方式实施。

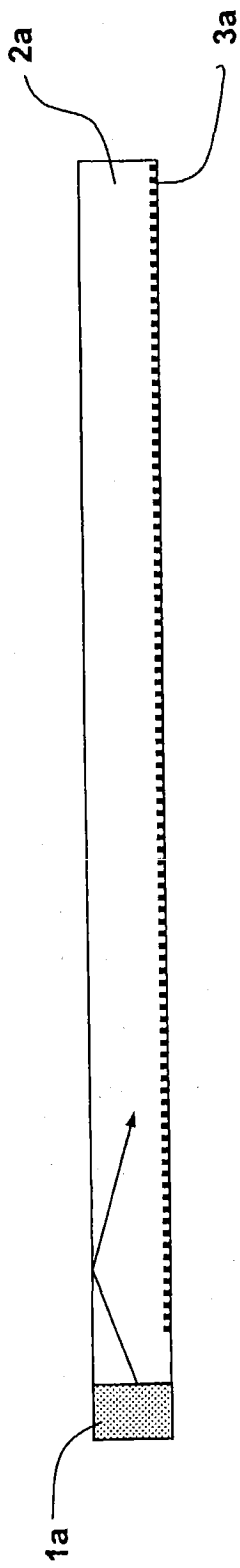


图1a

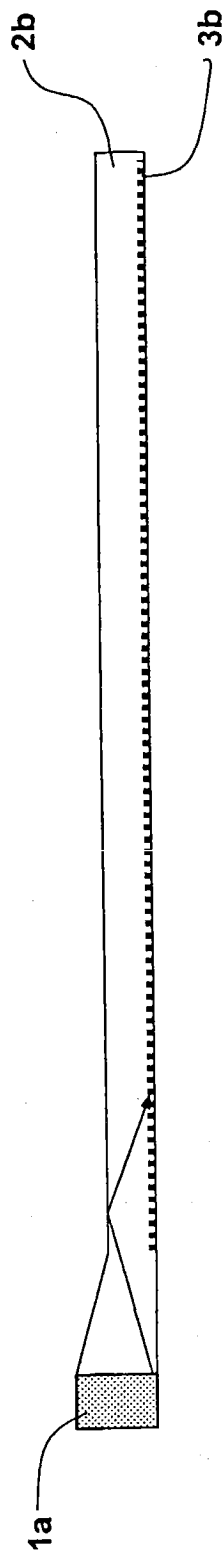


图1b

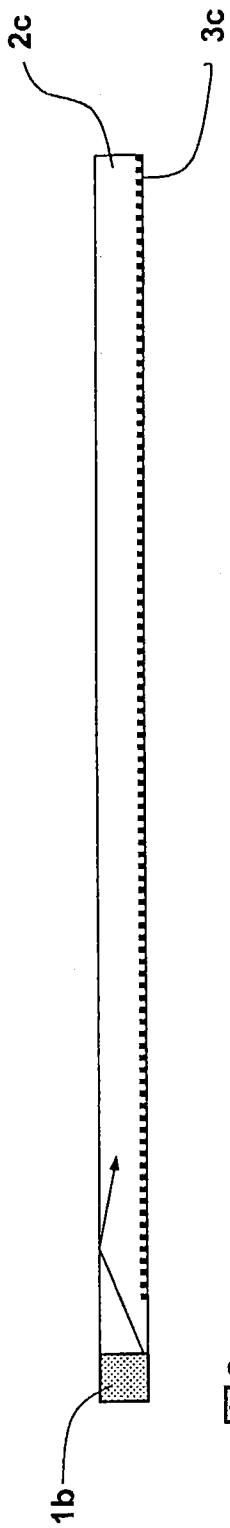


图2a

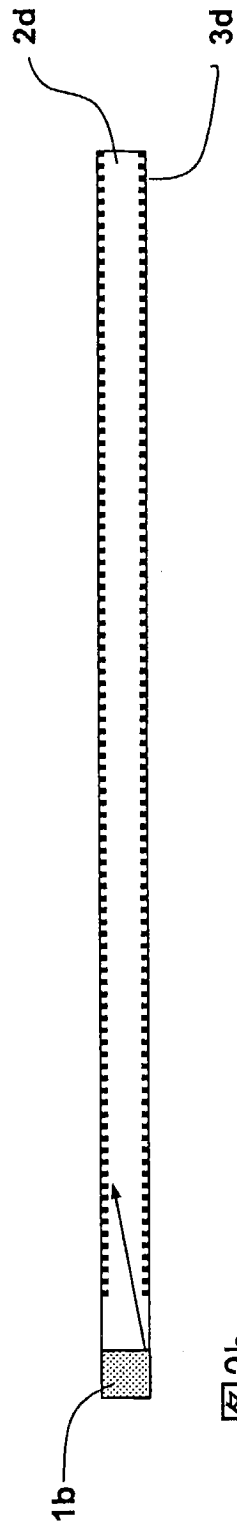


图2b

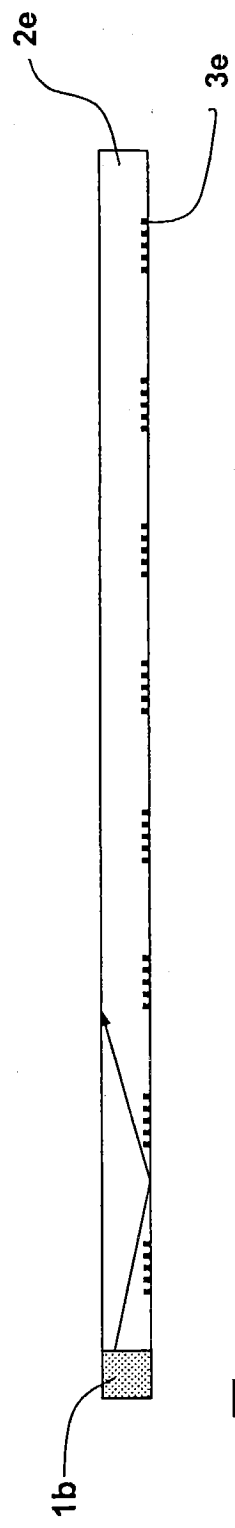


图2c

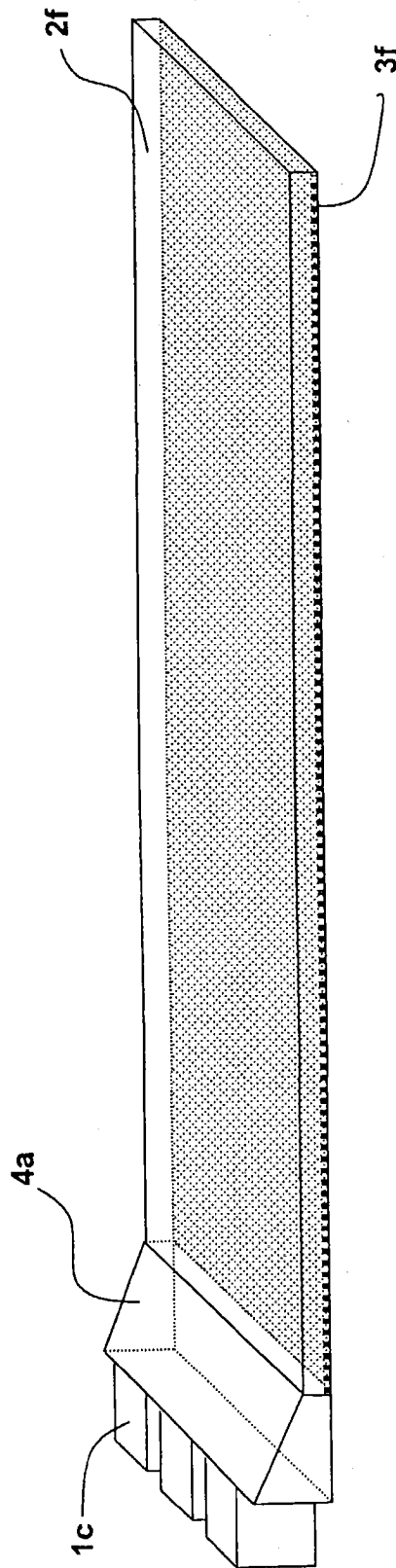


图3

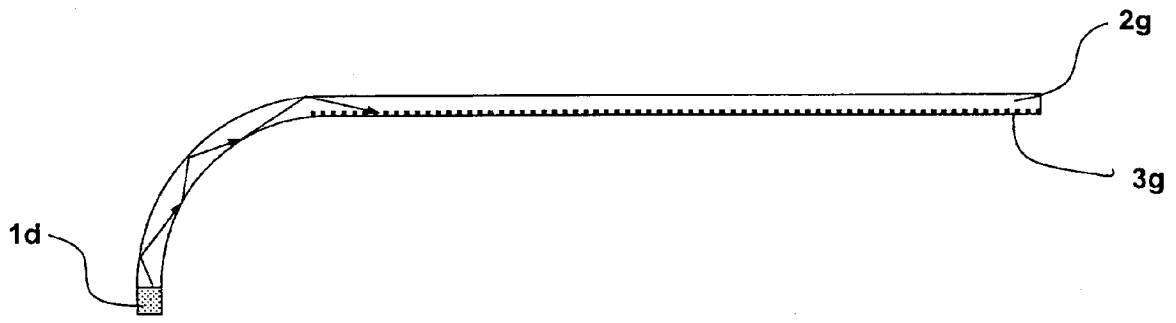


图4a

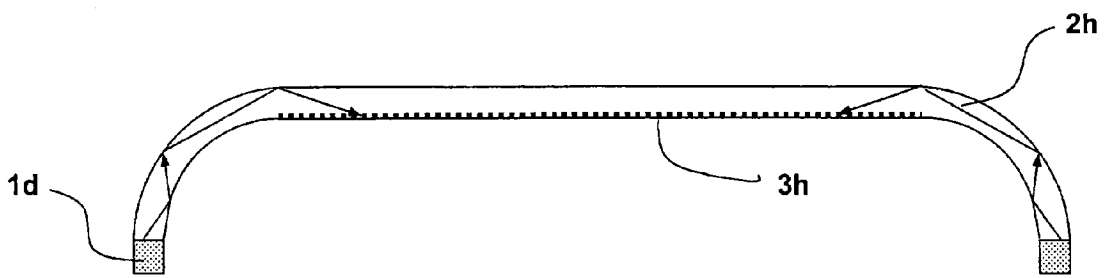


图4b

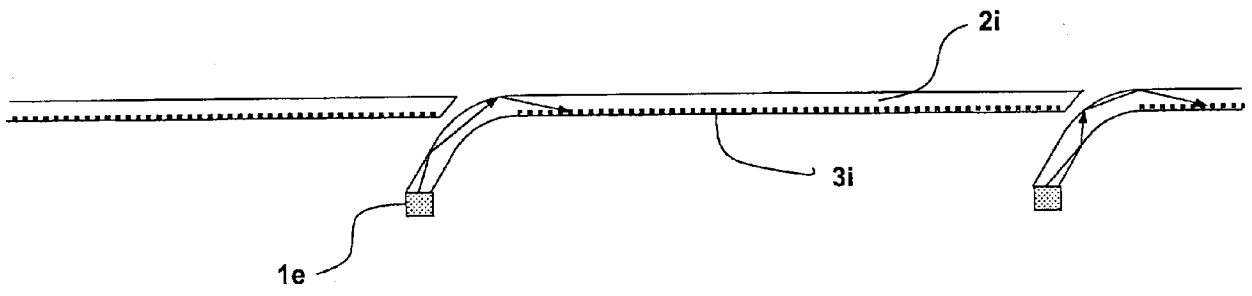


图5a

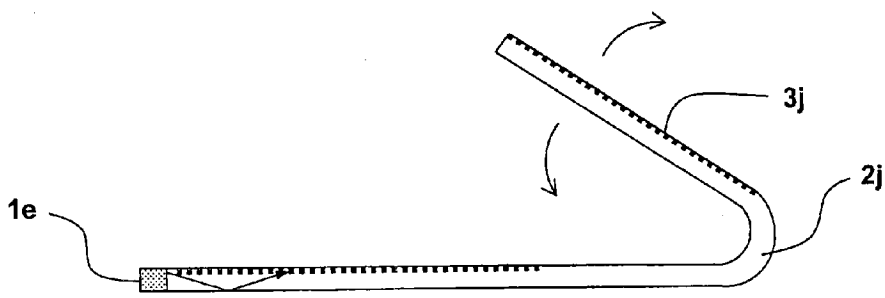
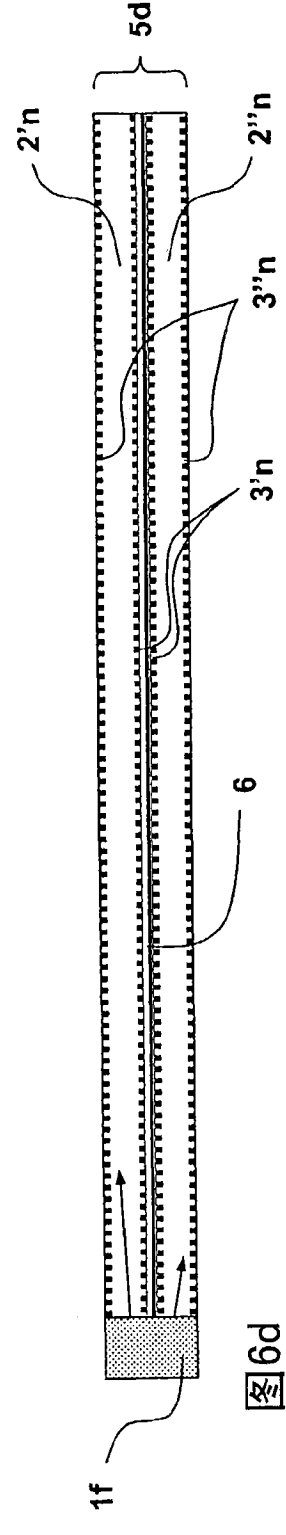
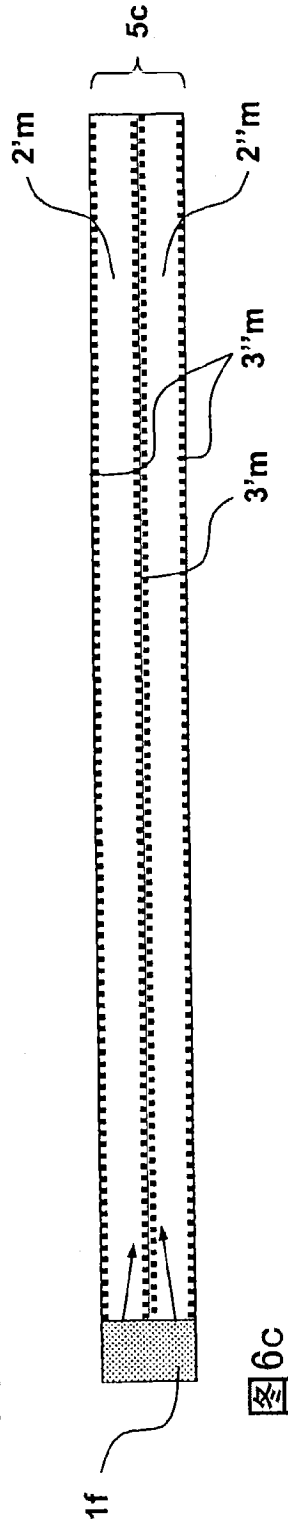
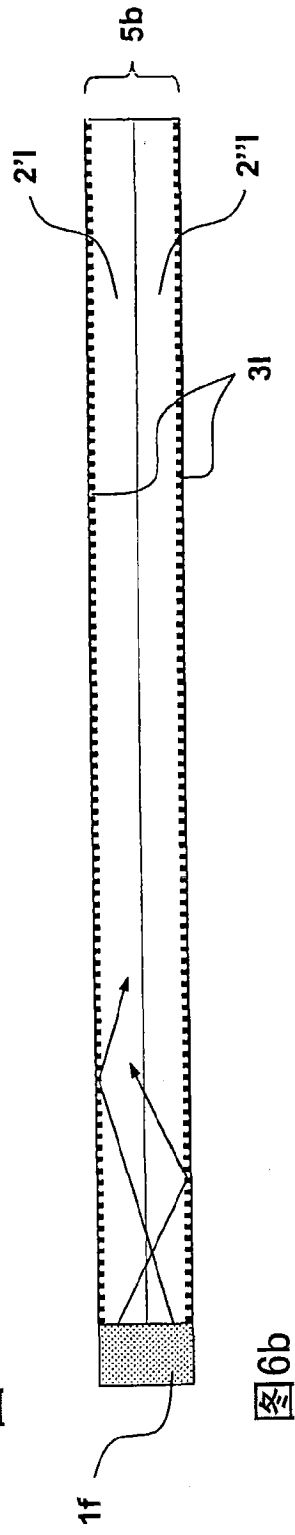
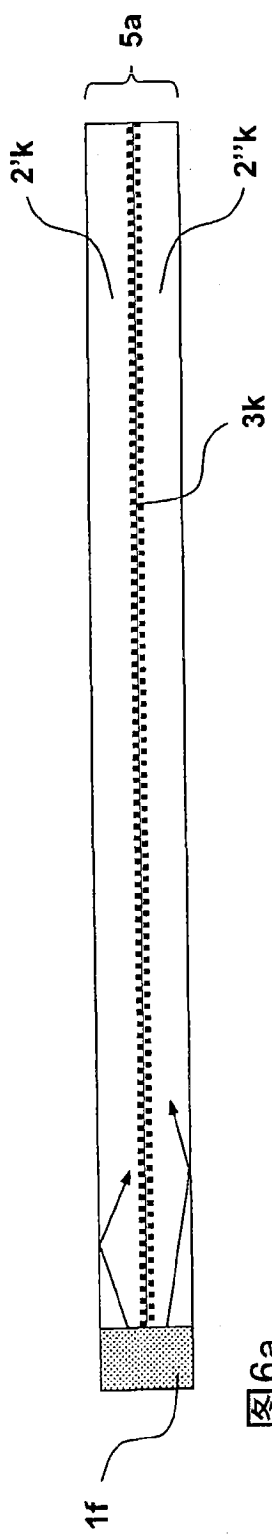


图5b



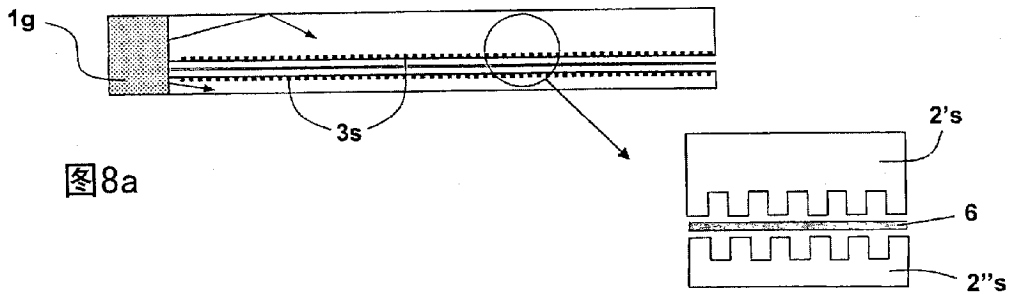


图8a

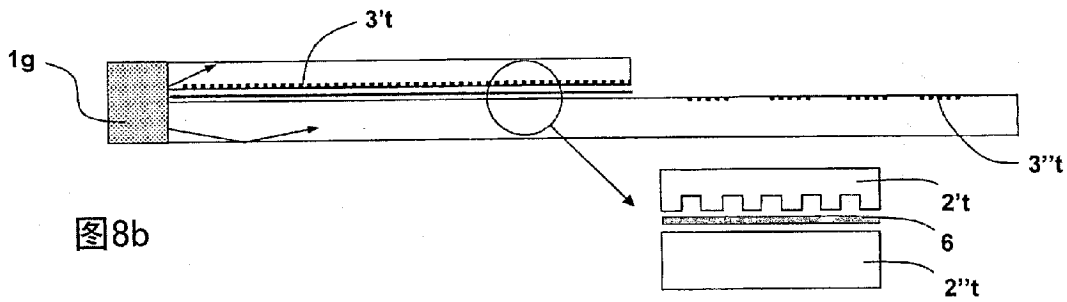


图8b

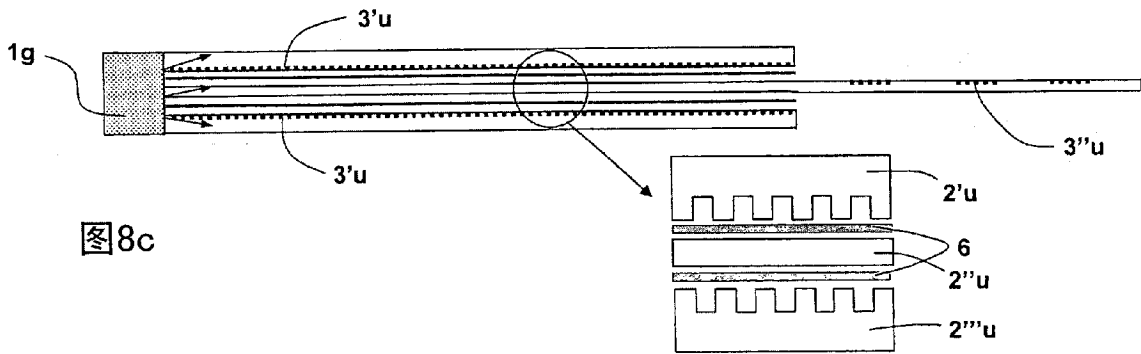


图8c

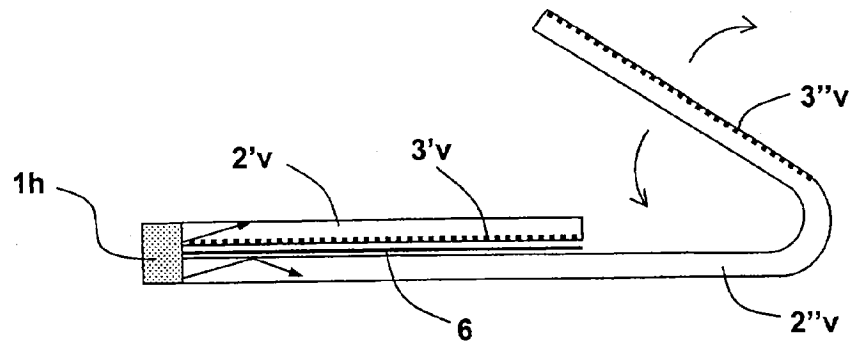


图9a

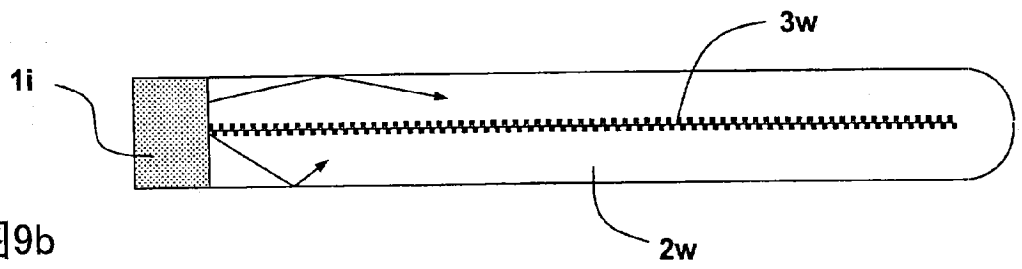


图9b

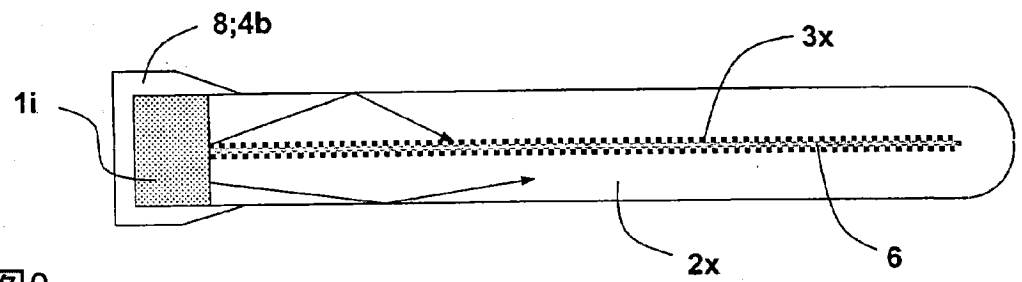


图9c

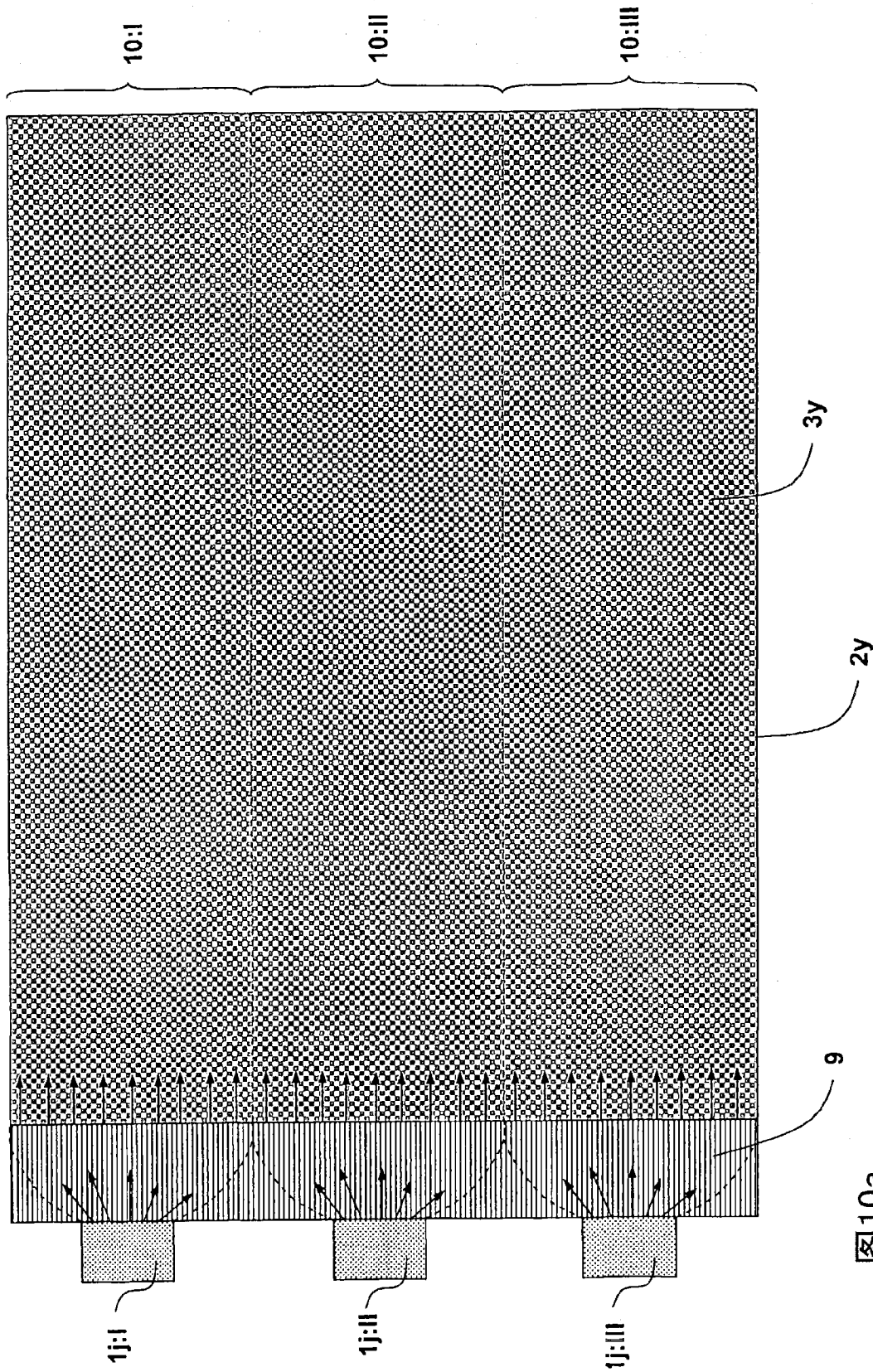


图10a

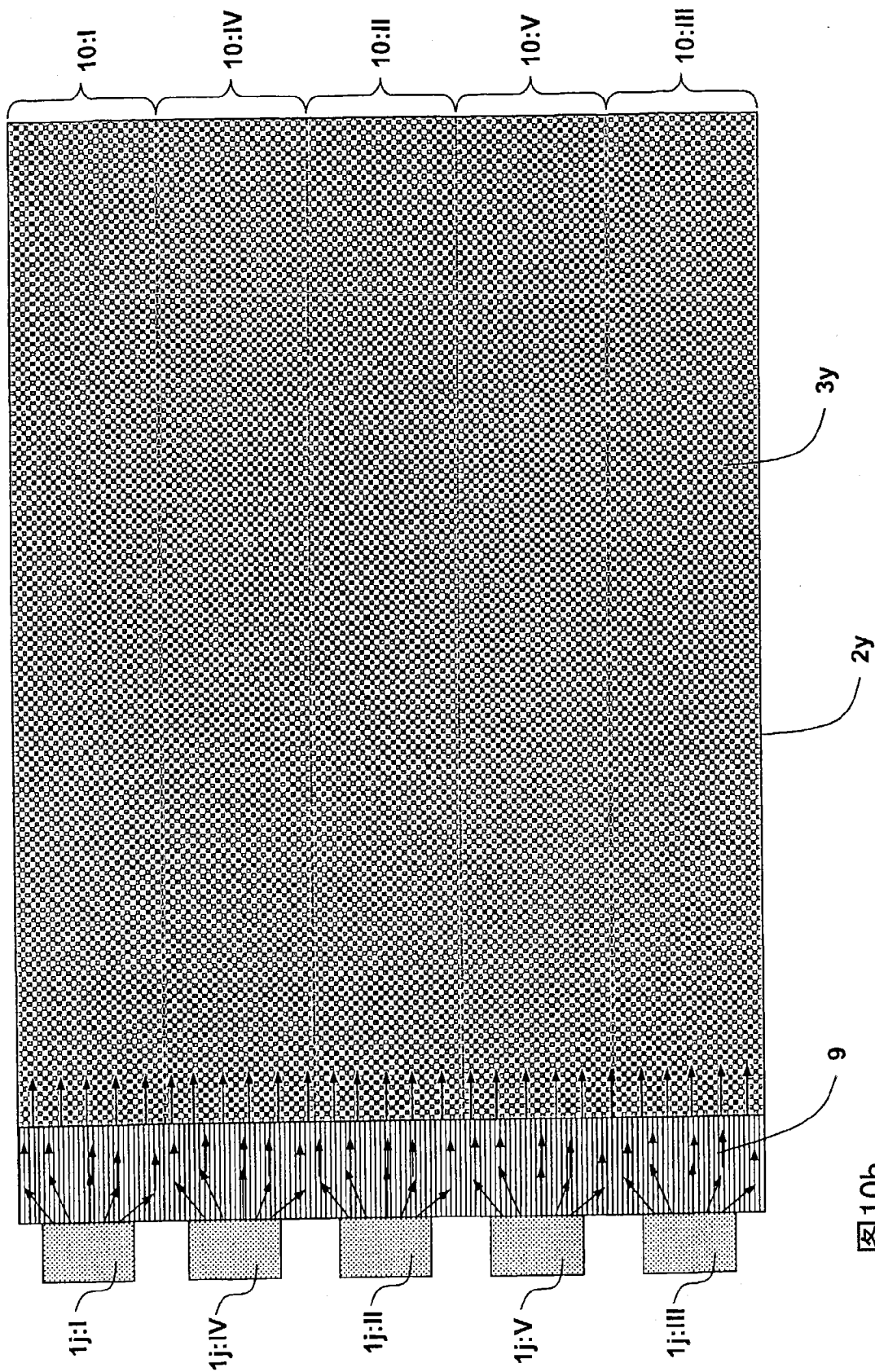
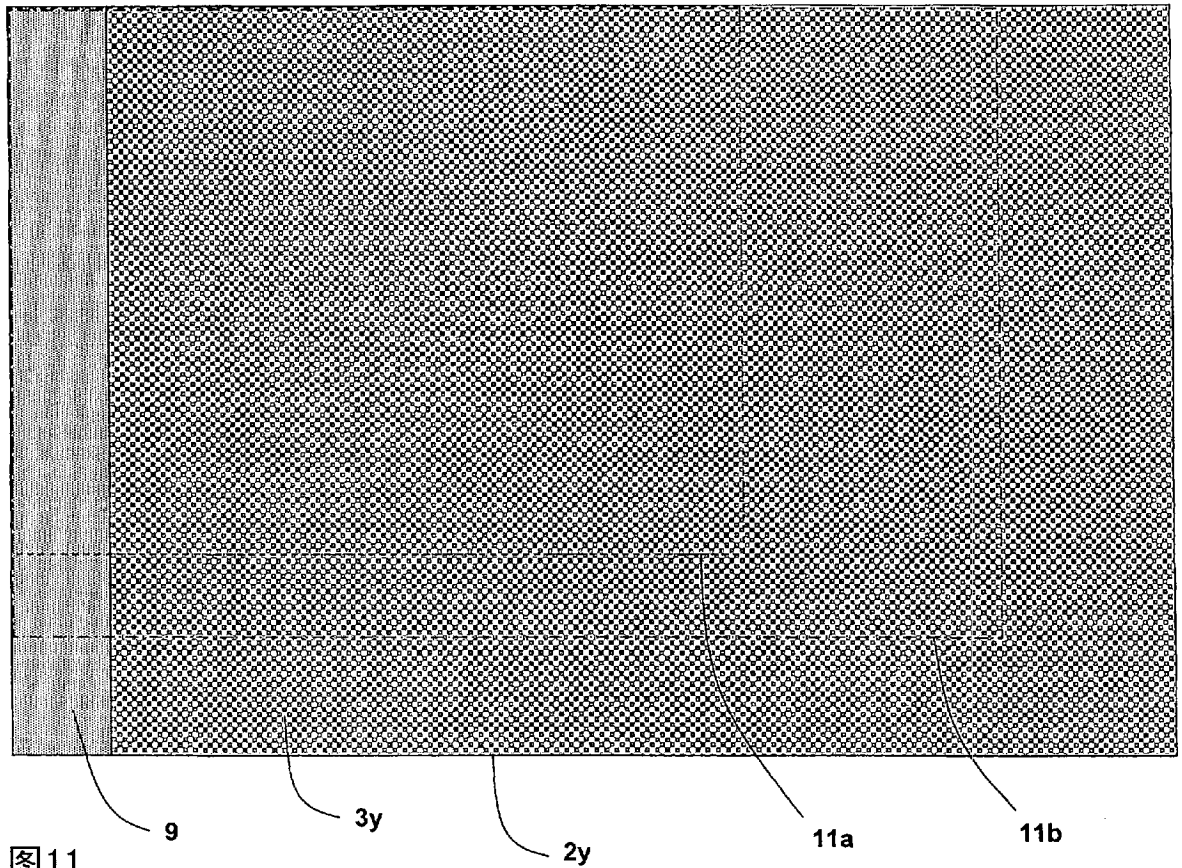


图10b



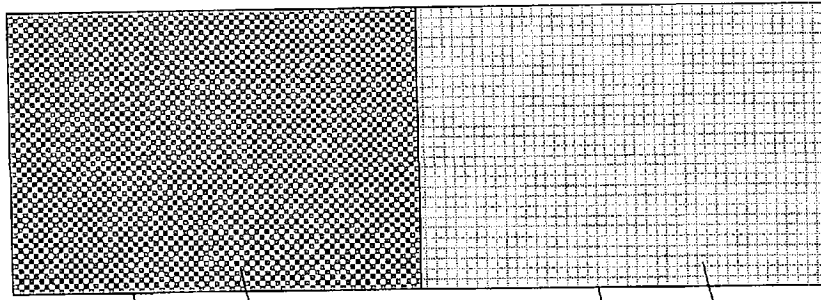


图12a

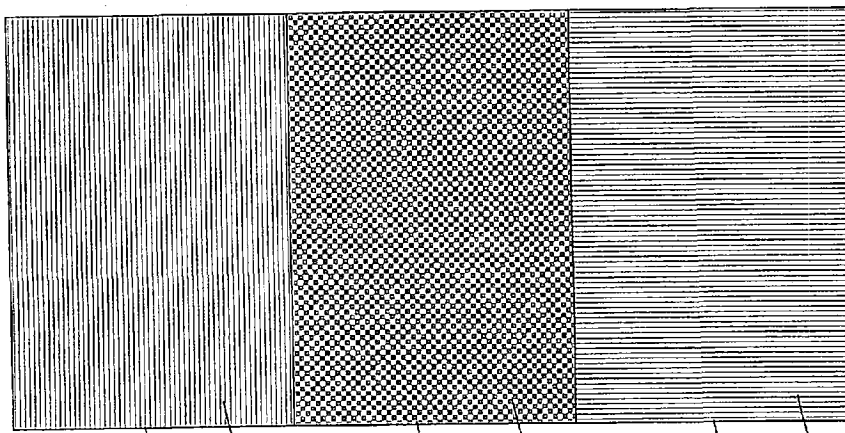


图12b

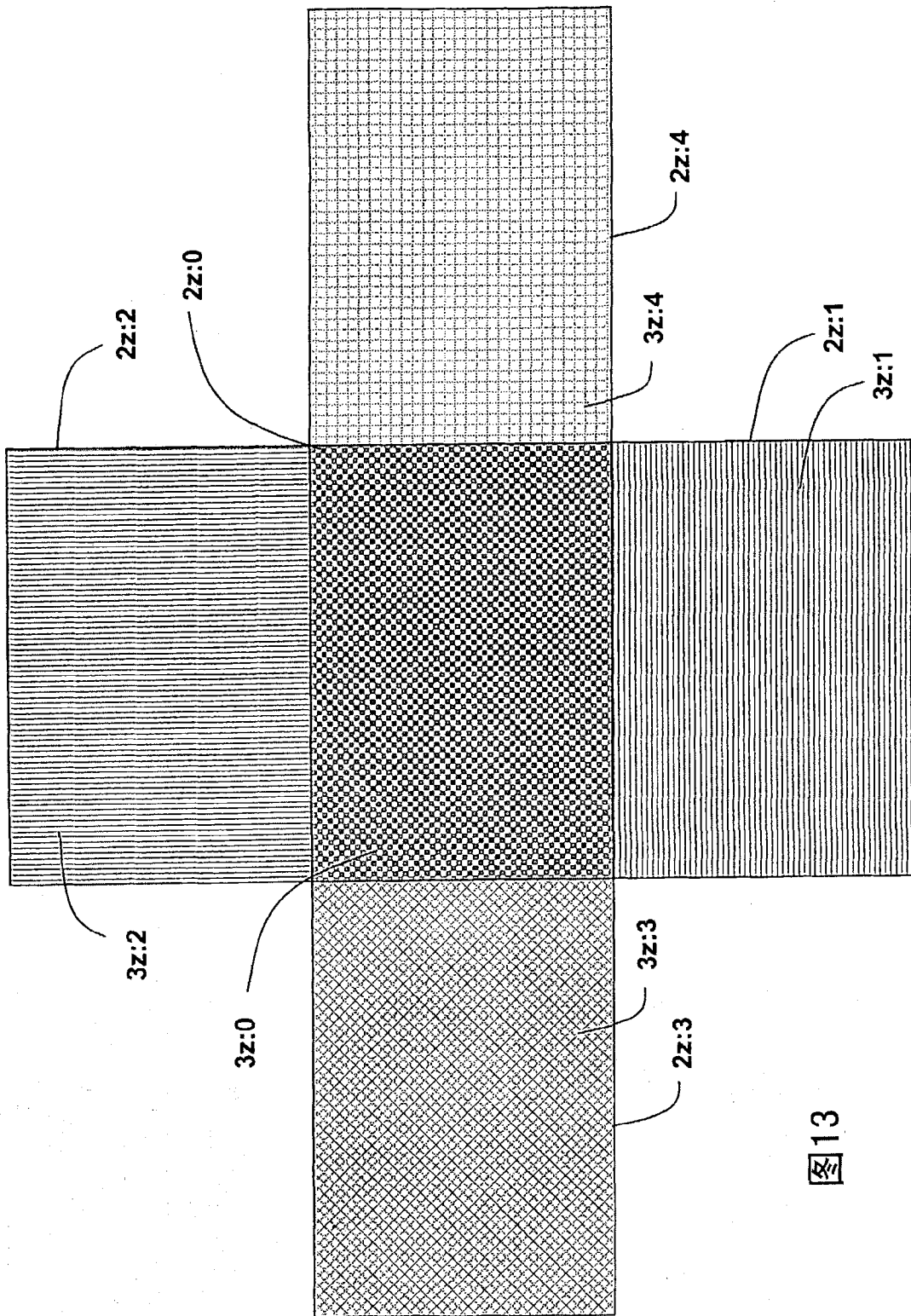


图13

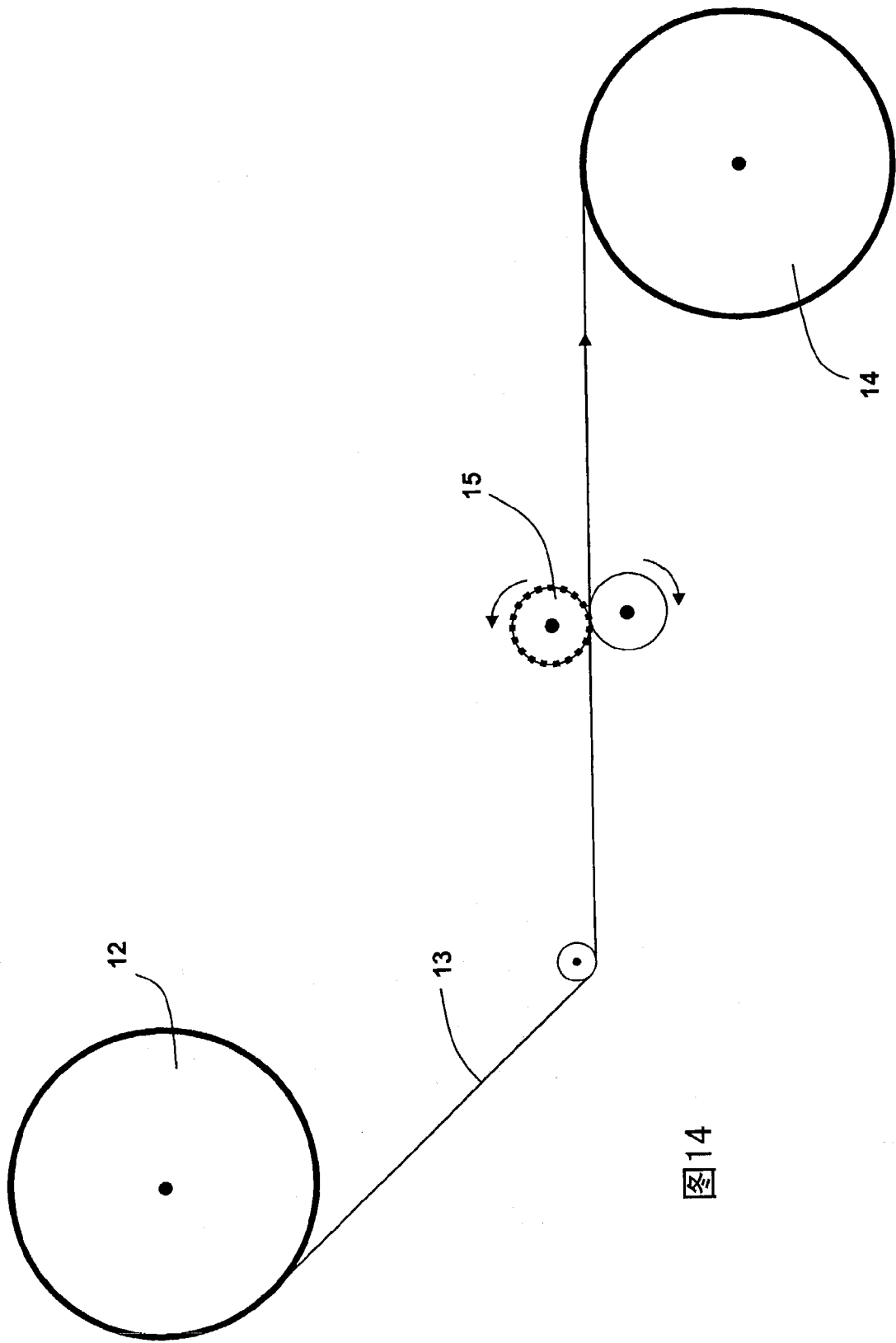


图14

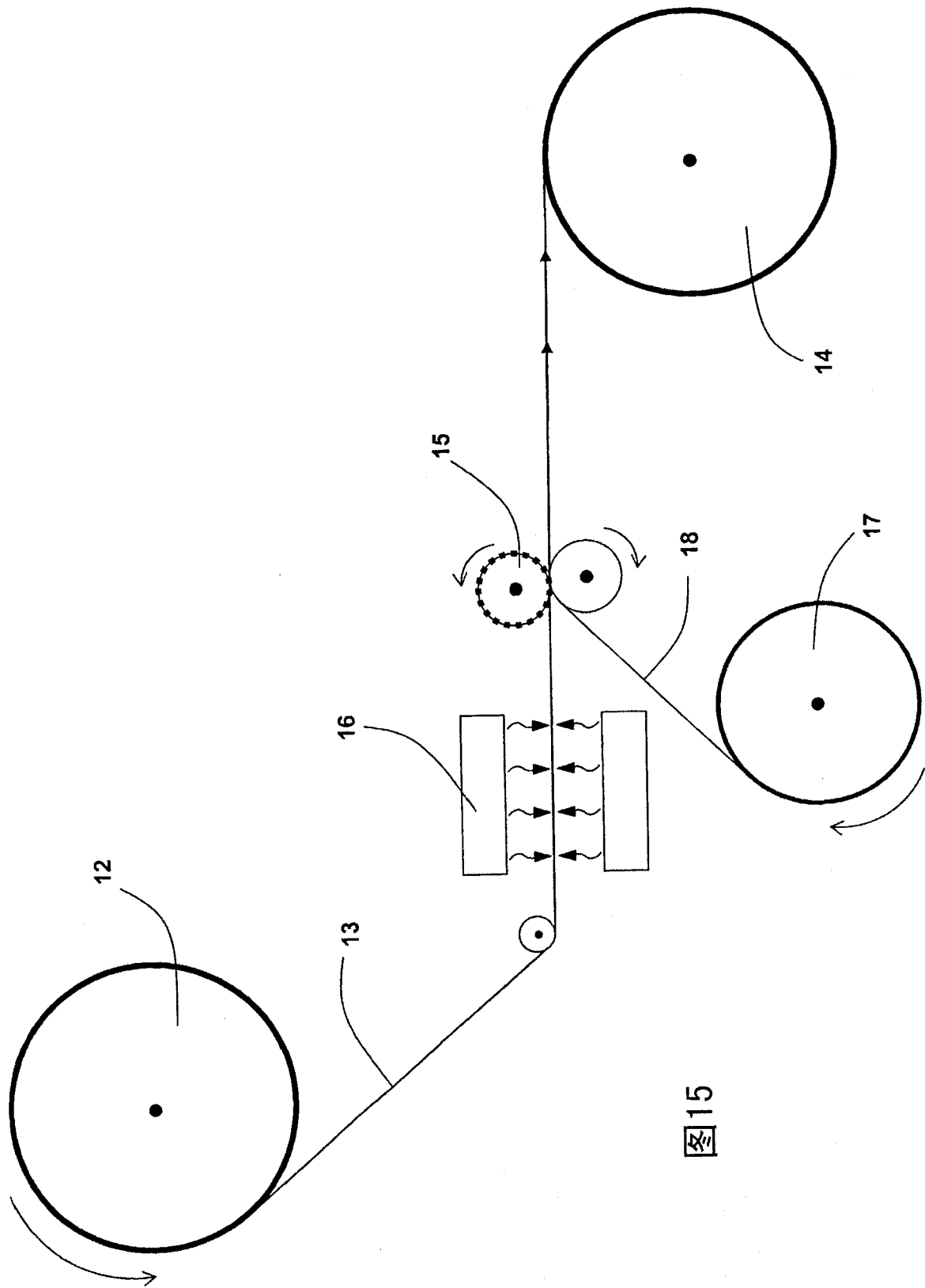


图15

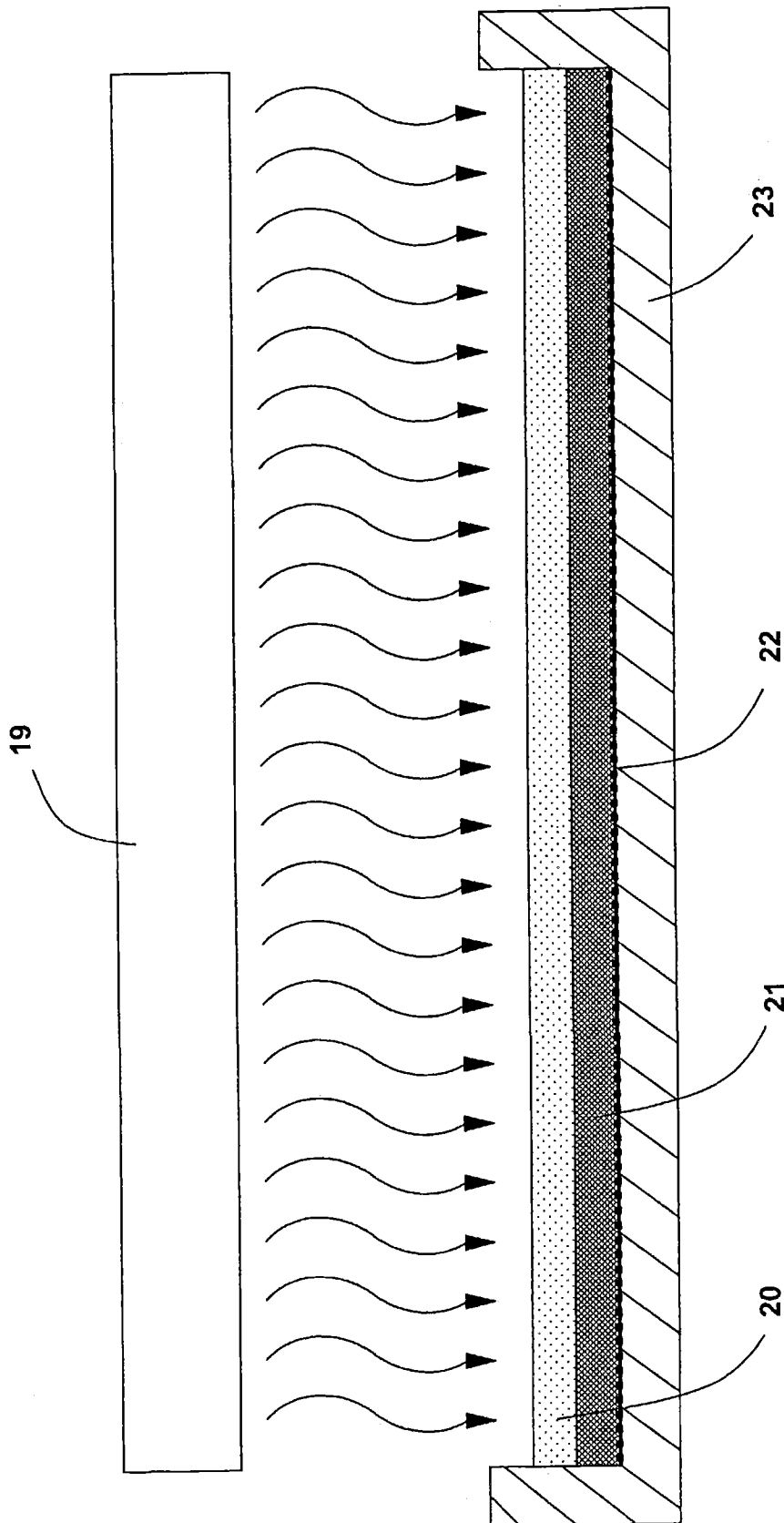


图16

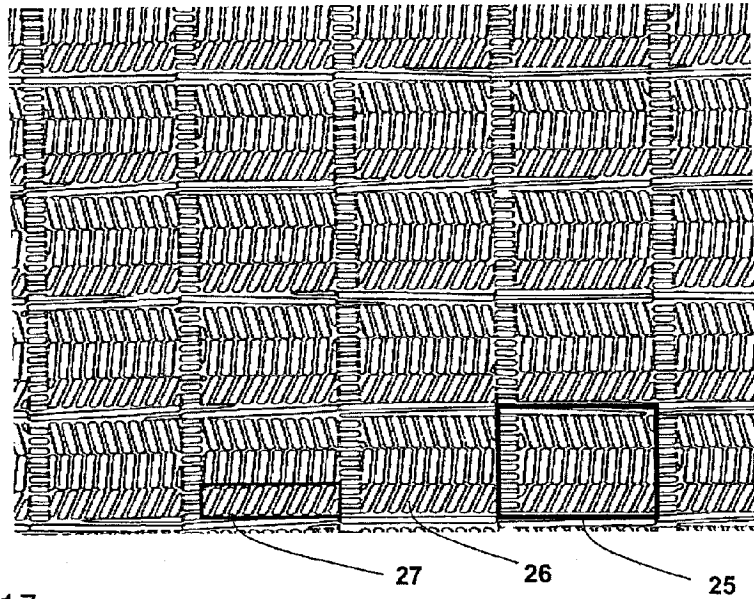


图17a

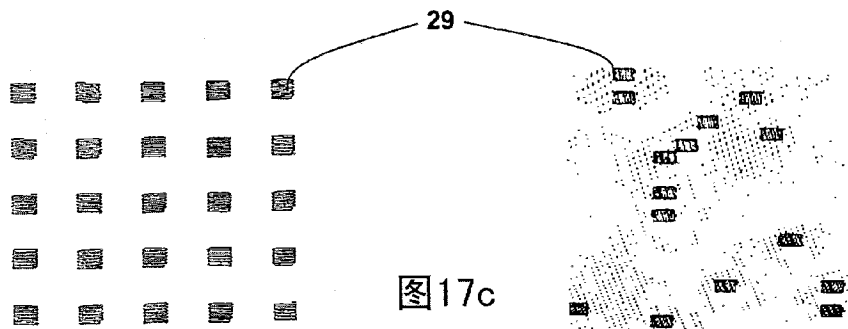


图17b

图17c

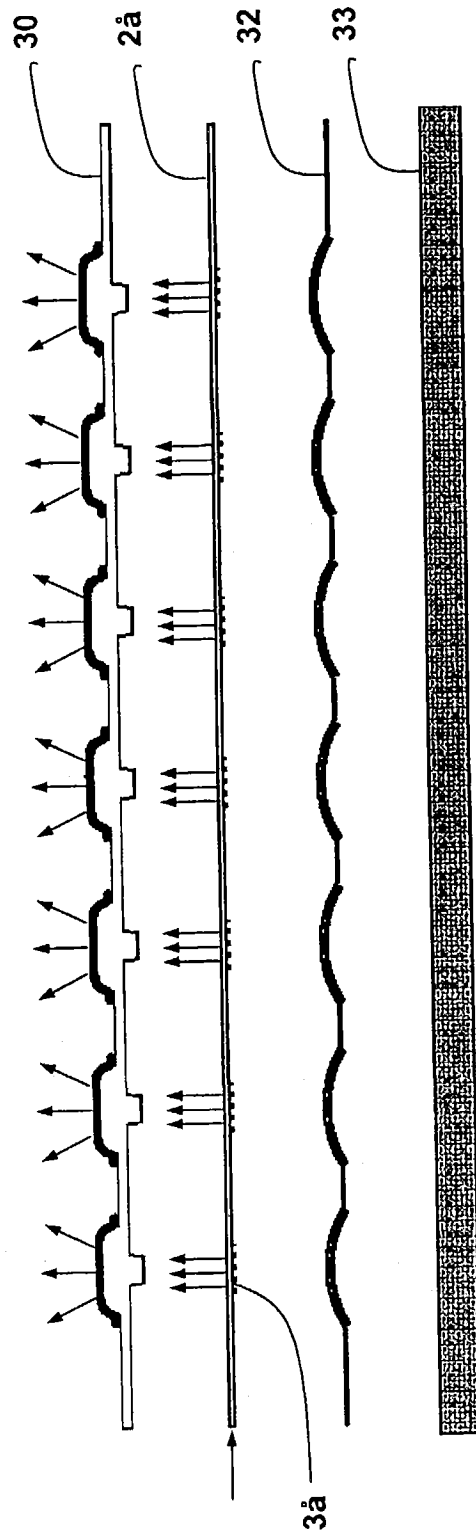


图18

图19a

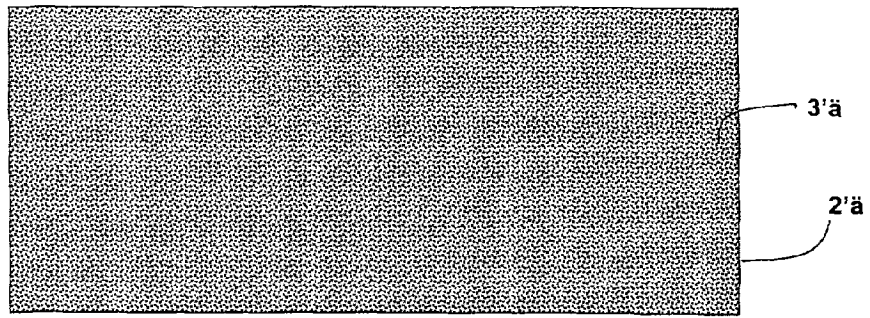


图19b

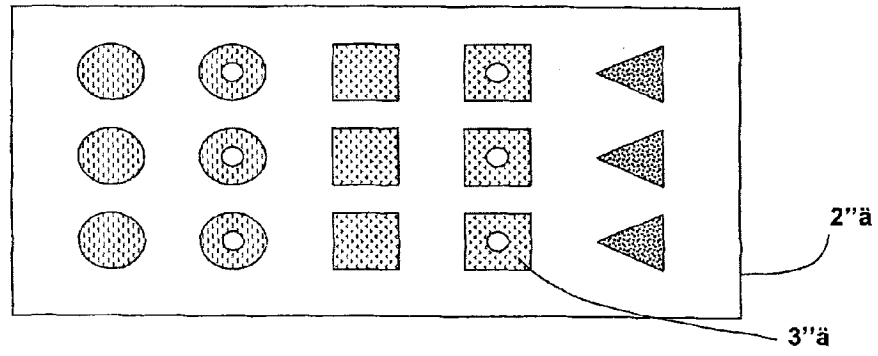
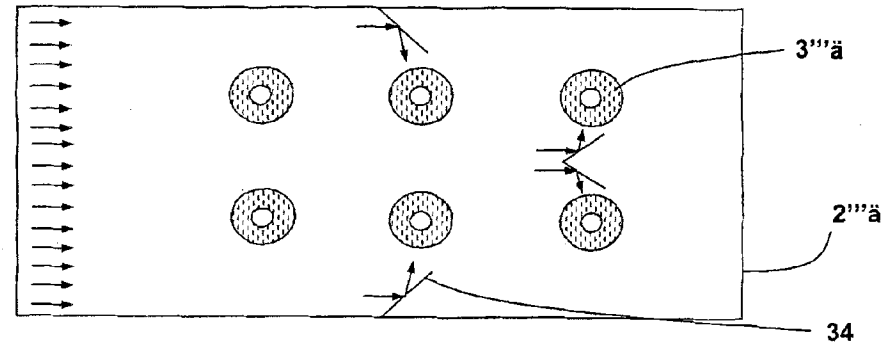


图19c



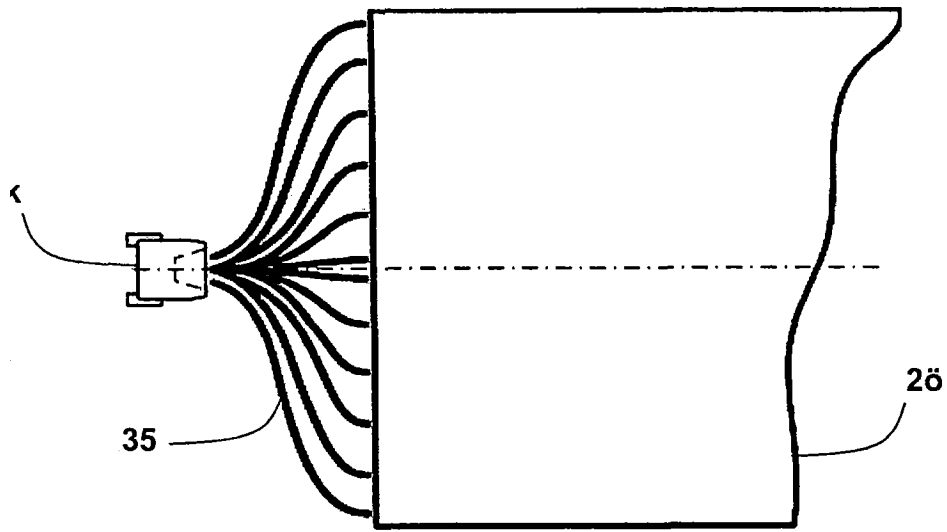
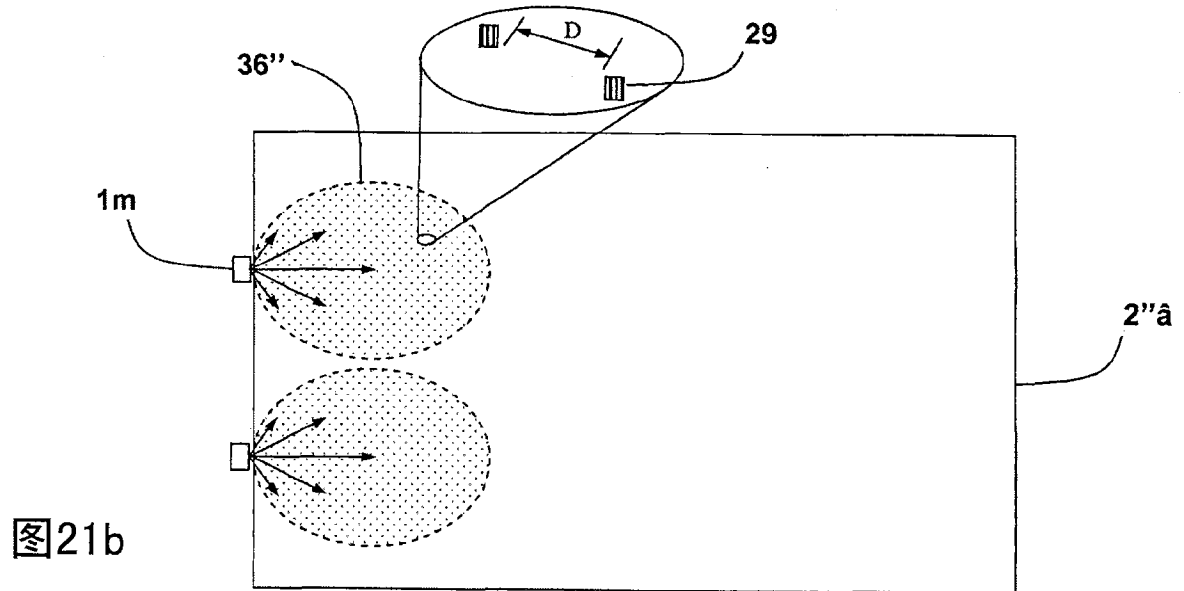
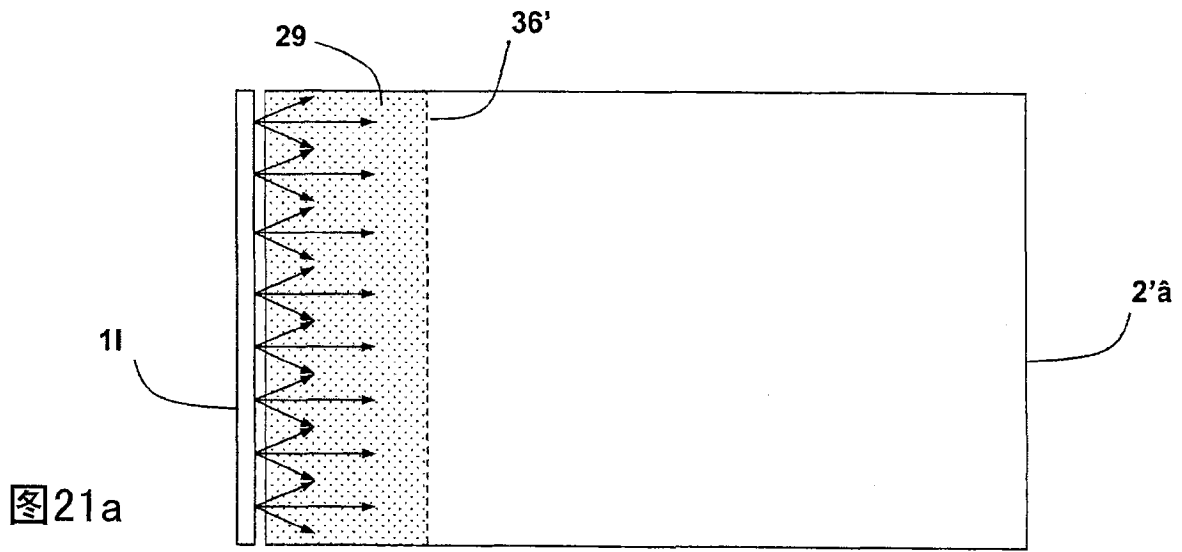


图20a



图20b



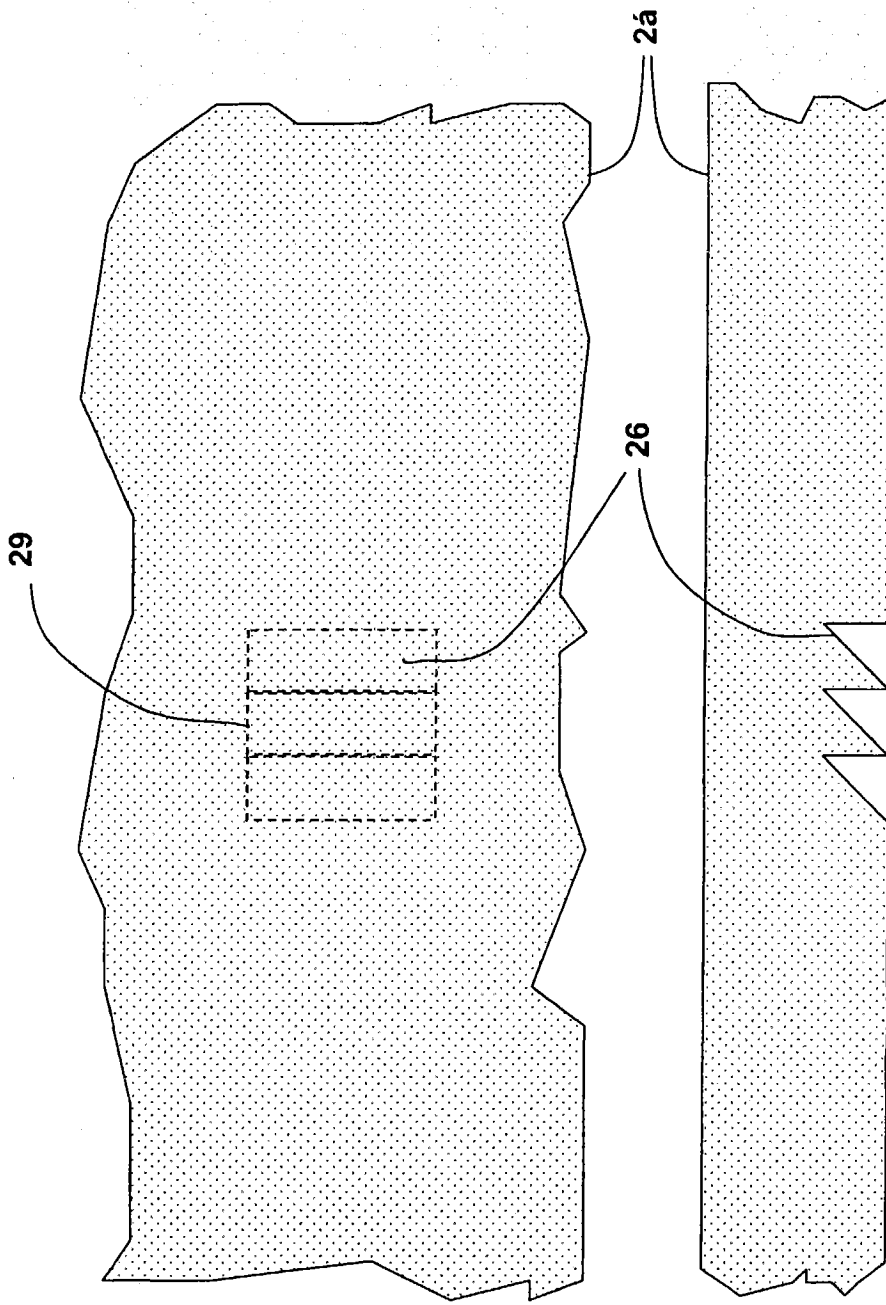
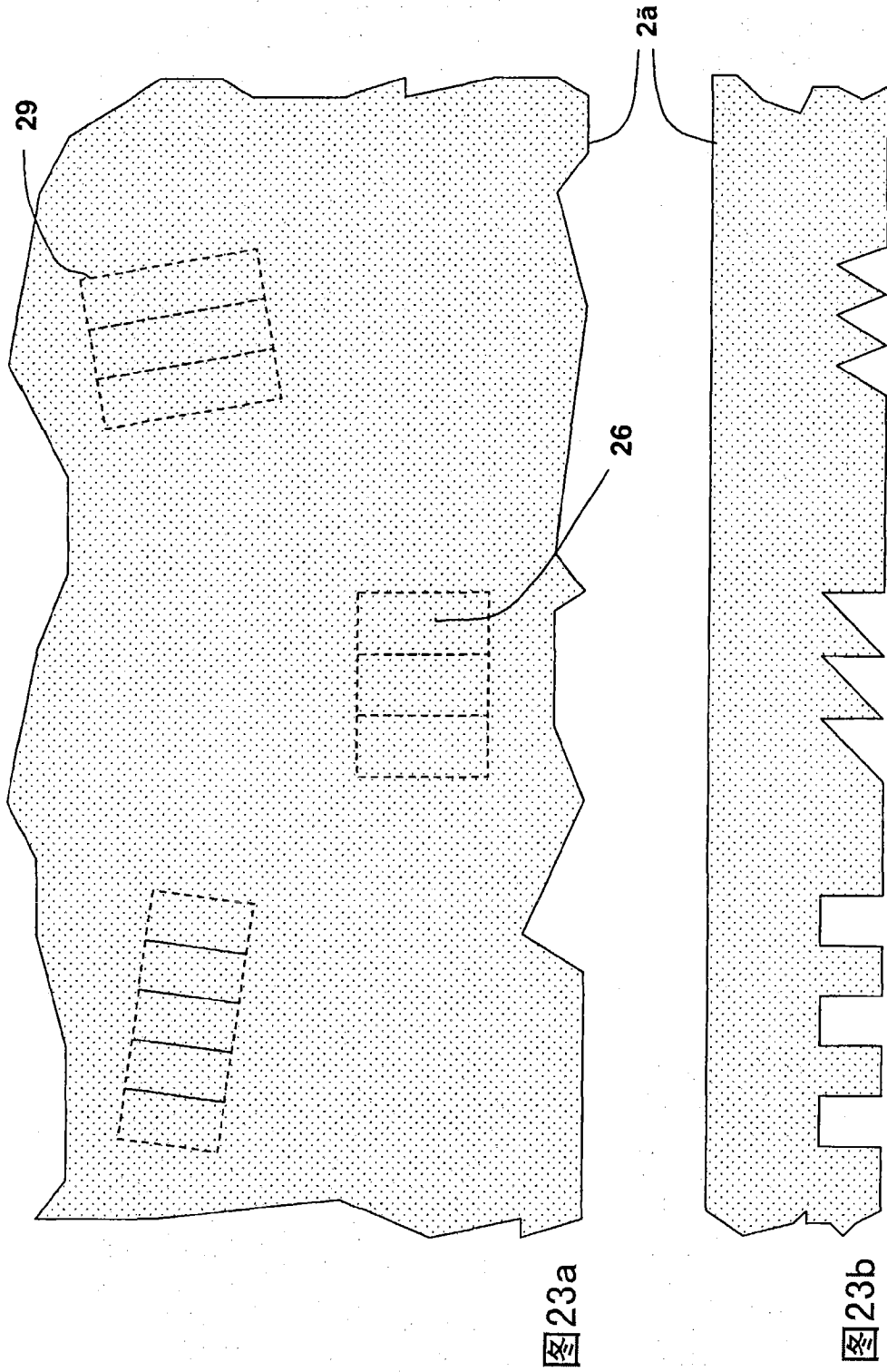


图 22a

图 22b



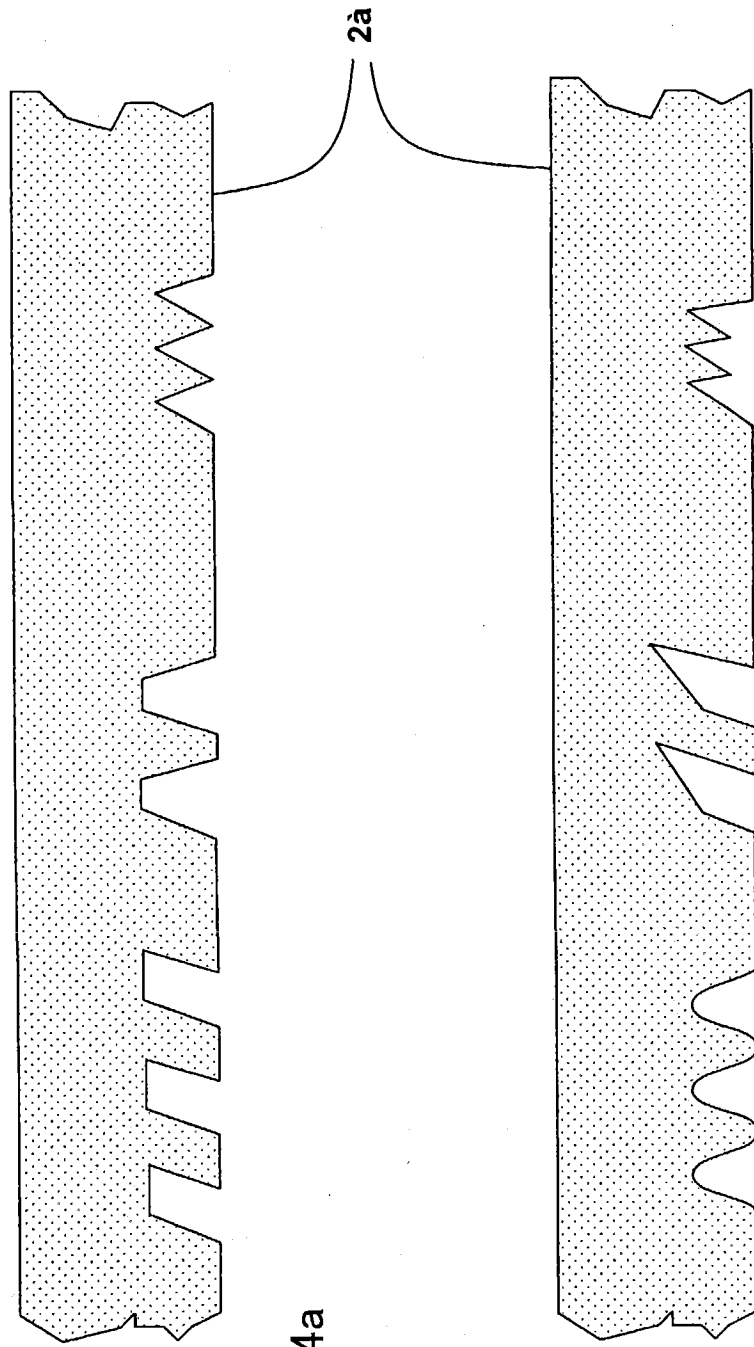


图24a

图24b