



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01807088.4

[43] 公开日 2003 年 5 月 21 日

[11] 公开号 CN 1419658A

[22] 申请日 2001.1.26 [21] 申请号 01807088.4

[30] 优先权

[32] 2000. 1. 27 [33] CH [31] 160/2000

[86] 国际申请 PCT/CH01/00060 2001. 1. 26

[87] 国际公布 WO01/55760 德 2001. 8. 2

[85] 进入国家阶段日期 2002. 9. 24

[71] 申请人 尤纳克西斯巴尔策斯公司

地址 列支敦士登巴尔策斯

[72] 发明人 B·麦森赫尔德 J·埃德林格

C·海恩 M·帕拉克

G·渡维内克

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

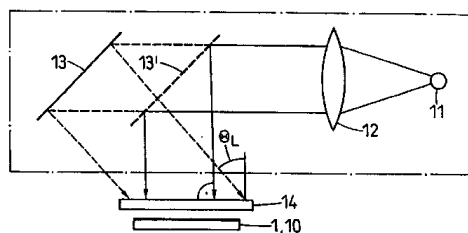
代理人 王岳 张志醒

权利要求书 5 页 说明书 14 页 附图 9 页

[54] 发明名称 用于生产光栅结构、光学元件、瞬逝场传感器板、微滴定度板及用于通讯技术的光学耦合器的方法以及用于监视波长的设备

[57] 摘要

为了产生一个构成为具有光栅周期在 100nm 至 2500nm 之间的线光栅的耦合光栅，基片(1)被覆盖有光致抗蚀剂层(10)并且经由折叠式反射镜(13、13')并通过其近场布置有光致抗蚀剂层的相位掩模(14)以例如 Lithrow 角(Θ_L)或 0° 角被曝光于汞汽灯(11)，然后通过反应离子蚀刻被构造且通过反应 DCC 磁控管溅射，更具体而言是脉冲 DC 溅射或叠加有 AC 的 DC 溅射被提供有一个透明层。所述的相位掩模(14)事先利用双光束干涉方法而构造。因为可以产生甚至具有大尺寸的高度精度光栅，所以所述方法特别适合于产生光学元件，更具体而言是瞬逝场传感器板和用于通讯技术的光学耦合器，所述光学耦合器更具体而言可以作为光纤网络中用于波长复用的滤光器来应用。



1. 用于在基片表面部分上产生至少一个连续光栅结构的方法，其中所述连续光栅被构成为在连续光栅线之间具有100nm至2500nm的距离的线光栅，该方法包括：
- 5 -将所述表面部分覆盖上光致抗蚀剂层（10），
 -将所述表面部分带入具有光栅结构的相位掩模（14）近场，使光致抗蚀剂层（10）面对这个掩模，
 -在偏离Lithrow角（ Θ_L ）或 0° 不超过 10° 、优选不超过 5° 的一个角度上将所述相位掩模（14）曝光，
- 10 -显影光致抗蚀剂层（10）并且将所述表面部分经受一个蚀刻过程以产生光栅结构，
 -去掉光致抗蚀剂层（10），
 其特征在于所述相位掩模（14）事先通过利用双光束干涉方法的光刻法而构造成或源自以这种方式构造成的原版拷贝。
- 15 2. 根据权利要求1的方法，其特征在于所述至少一个光栅结构的延伸至少为平行于所述线0.5cm，优选为1cm。
3. 根据权利要求1或2的方法，其特征在于在所述相位掩模上所述至少一个光栅结构的表面面积为至少 10cm^2 。
4. 根据权利要求1至3之一的方法，其特征在于光致抗蚀剂层
- 20 （10）是曝光于汞蒸汽灯（11）。
5. 根据权利要求1至4之一的方法，其特征在于光致抗蚀剂层（10）是曝光于准分子激光器或氩激光器。
6. 根据权利要求1至5之一的方法，其特征在于所述相位掩模（14）包括一个透明基片和一个以光学地钝化所述光栅结构的结构化
- 25 方式被中断的层。
7. 根据权利要求1至5之一的方法，其特征在于所述被中断的层包括一种非透明材料，更具体而言为金属，且优选为铬层（7）。
8. 根据权利要求7的方法，其特征在于基片是石英基片（15）。
9. 根据权利要求1至11之一的方法，其特征在于面向光致抗蚀剂层（10）的相位掩模（14）侧被覆盖有抗反射层。
- 30 10. 根据权利要求1至9之一的方法，其特征在于在光致抗蚀剂层（10）曝光期间所述光致抗蚀剂层（10）与相位掩模（14）处于真

空接触。

11. 根据权利要求 1 至 10 之一的方法，其特征在于光致抗蚀剂层 (10) 的厚度最多为 200nm。

12. 根据权利要求 1 至 11 之一的方法，其特征在于光致抗蚀剂层 (10) 在曝光之前由降低反射层覆盖。

13. 根据权利要求 1 至 12 之一的方法，其特征在于在光致抗蚀剂层 (10) 曝光期间，这个层与相位掩模 (14) 之间的距离在 $2\mu\text{m}$ 和 $100\mu\text{m}$ 之间。

14. 根据权利要求 1 至 13 之一的方法，其特征在于所述蚀刻方法是反应离子蚀刻，优选地是利用一种含有至少下面一个组分 Ar、 CHClF_2 、 CHF_3 的气体。

15. 根据权利要求 1 至 15 之一的方法，其特征在于基片 (1) 的材料基本上是石英、硅、热氧化的硅、锗、硅-锗、III-V 化合物半导体或铈酸锂。

16. 根据权利要求 1 至 15 之一的方法，其特征在于在施加了光栅结构之后，至少一个具有折射率不同于基片折射率的透明层 (2) 被施加到表面部分。

17. 根据权利要求 16 的方法，其特征在于光栅结构和透明层 (2) 以这样的方式被构成，以便于耦合角 (Θ) 沿着所述线以最多 $0.1^\circ/\text{cm}$ 变化并且耦合角 (Θ) 偏离目标值的绝对值不超过 0.5° 。

18. 根据权利要求 16 或 17 的方法，其特征在于透明层 (2) 通过反应 DC 磁控管溅射，更具体而言是脉冲式 DC 溅射或叠加 AC 的 DC 溅射来施加。

19. 根据权利要求 16 至 18 之一的方法，其特征在于所述透明层 (2) 的厚度在 50nm 和 5000nm 之间。

20. 根据权利要求 16 至 19 之一的方法，其特征在于所述透明层 (2) 的材料是 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 - TiO_2 、 HfO_2 、 Y_2O_3 、 SiO_xN_y 、 Si_3N_4 、 HfO_xN_y 、 AlO_xN_y 、 TiO_xN_y 、 MgF_2 或 CaF_2 。

21. 根据权利要求 1 至 20 之一的方法所产生的光学元件。

22. 具有板状基片 (1) 的瞬逝场传感器板，在所述基片的表面部分上具有至少一个连续耦合光栅 (3)，所述光栅被构成为光栅周期在 150nm 与 2000nm 之间的线光栅，所述光栅平行于线延伸至少 0.5cm

且带有具有折射率不同于基片(1)折射率的透明层(2),所述瞬逝场传感器板的特征在于:耦合角(Θ)沿着所述线以至多 $0.1^\circ/\text{cm}$ 变化且在所述瞬逝场传感器板上耦合角(Θ)偏离所要求值的绝对值不超过 0.5° 。

5 23. 根据权利要求22的瞬逝场传感器板,其特征在于耦合光栅(3)沿着所述线的延伸至少为 1cm 。

24. 根据权利要求22或23的瞬逝场传感器板,其特征在于耦合光栅的表面面积至少是 10cm^2 。

10 25. 根据权利要求22至24之一的瞬逝场传感器板,其特征在于耦合角(Θ)沿着所述线以至多 $0.05^\circ/\text{cm}$ 变化。

26. 根据权利要求22至25之一的瞬逝场传感器板,其特征在于耦合角在所述瞬逝场传感器板上偏离其平均值的绝对值不超过 0.3° ,优选为不超过 0.15° 。

15 27. 根据权利要求22至26之一的瞬逝场传感器板,其特征在于所述透明层(2)的折射率在 1.65 至 2.80 之间。

28. 根据权利要求22至26之一的瞬逝场传感器板,其特征在于所述透明层包括 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 、 HfO_2 、 Y_2O_3 、 SiO_xN_y 、 Si_3N_4 、 HfO_xN_y 、 AlO_xN_y 、 TiO_xN_y 、 MgF_2 或 CaF_2 。

20 29. 根据权利要求22至28之一的瞬逝场传感器板,其特征在于所述透明层(2)的厚度在 50nm 和 200nm 之间。

30. 根据权利要求22至29之一的瞬逝场传感器板,其特征在于所述至少一个耦合光栅(3)的凹槽与平地比率在 $0.3:1$ 和 $3:1$ 之间,优选地在 $0.7:1$ 和 $1.5:1$ 之间。

25 31. 根据权利要求22至30之一的瞬逝场传感器板,其特征在于所述至少一个耦合光栅(3)的光栅深度在 5nm 和 75nm 之间。

32. 根据权利要求22至31之一的瞬逝场传感器板,其特征在于所述至少一个耦合光栅(3)仅覆盖瞬逝场传感器的部分表面,而其余部分保持空闲。

30 33. 根据权利要求32的瞬逝场传感器板,其特征在于它具有至少一个耦合光栅(3),所述耦合光栅被构成为基本上沿着瞬逝场传感器板的整个宽度或长度平行于所述线延伸的条。

34. 根据权利要求33的瞬逝场传感器板,其特征在于以条的形

式的几个耦合光栅(3)彼此平行地相隔一段距离被布置。

35. 一个具有根据权利要求22至34之一的瞬逝场传感器板并且具有一个添加的蜂房形状顶部(4)的微滴定度板,所述的蜂房形顶部(4)从侧面限定了按规则阵列布置的每个腔(8),每个腔(8)的底部由瞬逝场传感器板构成。

36. 具有板状基片(1)用于通讯技术的光学耦合器,在所述基片的表面部分上具有至少一个连续耦合光栅(3),所述光栅被构成为光栅周期在100nm与2500nm之间的线光栅,所述光栅平行于所述线延伸至少0.5cm且带有具有折射率不同于基片(1)折射率的透明层(2),所述光学耦合器的特征在于:在耦合光栅(3)上耦合角(Θ)偏离所要求值的绝对值不超过 0.5° 。

37. 根据权利要求36的耦合器,其特征在于耦合光栅(3)沿着所述线的延伸至少为1cm。

38. 根据权利要求36或37的耦合器,其特征在于耦合光栅(3)的表面面积至少是 10cm^2 。

39. 根据权利要求36至38之一的耦合器,其特征在于耦合角(Θ)沿着耦合光栅(3)所述线以至多 $0.1^\circ/\text{cm}$ 变化。

40. 根据权利要求39的耦合器,其特征在于耦合角(Θ)沿着所述线以至多 $0.05^\circ/\text{cm}$ 变化。

41. 根据权利要求36至40之一的耦合器,其特征在于在所述表面部分上耦合角偏离其平均值的绝对值不超过 0.3° ,优选为不超过 0.15° 。

42. 根据权利要求36至41之一的耦合器,其特征在于所述透明层(2)的折射率在1.65至2.80之间。

43. 根据权利要求36至41之一的耦合器,其特征在于所述透明层(2)包括 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 、 HfO_2 、 Y_2O_3 、 SiO_xN_y 、 Si_3N_4 、 HfO_xN_y 、 AlO_xN_y 、 TiO_xN_y 、 MgF_2 或 CaF_2 。

44. 根据权利要求36至43之一的耦合器,其特征在于所述透明层(2)的厚度在50nm和200nm之间。

45. 根据权利要求36至44之一的耦合器,其特征在于所述至少一个耦合光栅(3)的凹槽与平地比率在0.3:1和3:1之间,优选地在0.7:1和1.5:1之间。

46. 根据权利要求 36 至 45 之一的耦合器，其特征在于所述至少一个耦合光栅 (3) 的光栅深度在 5nm 和 75nm 之间。

47. 根据权利要求 36 至 46 之一的耦合器，其特征在于所述表面部分带有至少两个具有不同光栅周期的规则耦合光栅 (3a、3b)。

5 48. 根据权利要求 36 至 47 之一的耦合器，其特征在于所述的表面部分带有至少一个不规则的耦合光栅 (3)，其中相邻光栅线之间的距离不是恒定的。

49. 根据权利要求 48 的耦合器，其特征在于在所述的不规则耦合光栅 (3) 中，光栅周期仅在正交于所述线的方向上变化，优选为线性变化。

10 50. 用于监视波长的设备，具有根据权利要求 48 的耦合器 (23) 且具有直接布置在所述耦合器下面且具有至少两个正交于所述线连续布置的光探测器 (33a、33b) 的探测器组件。

51. 根据权利要求 50 的设备，其特征在于探测器装置可以在相
15 对于耦合器 (23) 正交的方向上被移动。

用于生产光栅结构、光学元件、瞬逝场传感器板、微滴定度板及
用于通讯技术的光学耦合器的方法以及用于监视波长的设备

5 发明领域

本发明涉及一种用于生产至少一个根据权利要求 1 序言的连续光栅结构、借助于根据本发明的方法生产的光学元件以及瞬逝场传感器板和微滴定度板 (microtitre plate) 和用于通讯技术的光学耦合器, 此外还涉及一种用于监视包含这种耦合器的波长的设备。

10 根据本发明的方法适用于生产具有光栅结构的光学元件。根据所述方法生产的瞬逝场传感器板和微滴定度板可以被用于化学和生物分子分析。光学耦合器应用在通讯技术且更具体地应用在经由光纤网络的数据传输中。根据本发明的特定耦合器的潜在应用是在用于监视光纤网络中激光波长的设备中。

15 现有技术

从 EP-A-0 602 829 中可知用于在基片例如一个 DBR 半导体激光器上产生一个光栅结构的方法, 其中首先产生相位掩模, 其次基片例如 InP 通过所述相位掩模以 Lithrow 角被曝光。所述曝光可以是暴露在具有光源直径为 0.25mm、365nm 波长附近的三条线被滤出的汞氙弧灯下。基片被置于相位掩模的近场, 即在至多 10 μ m 的距离处。

20 为了产生相位掩模, 一个石英基片被覆盖有三层, 即光致抗蚀剂层、薄锗层及最终的对电子束敏感的抗蚀层。于是最上层通过电子束写入、显影最上层及去除未曝光部分而构造。通过初始采用 CF₃Br 及随后采用 O₂ 的反应性离子刻蚀, 所述结构被传递到底下的层中, 并且最终通过另一步骤的反应性离子蚀刻将其传递到石英基片本身上, 在其上的残余层被去除。光栅周期可以例如在 190nm 和 250nm 之间。相位掩模可以是几厘米长且光栅可以在其整个长度上延伸。然而通常所述线的长度仅有 5-20 μ m。更长的长度也是可能的, 但是需要非常长的处理时间。实际上, 在合理的努力和良好的精度下, 几乎不可能生产大于 1mm² 的光栅。更具体而言, 在电子束写入方法中几乎不可能避免缝合误差。

30 从 US-A-5 675 691 中可知一种板, 更具体而言通过向玻璃基片石

英玻璃、陶瓷或占主导性的有机材料上施加 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、 Nb_2O_5 、Al、Si 或 Hf 的氮化物或氮氧化物，在所述板上产生耦合光栅，其能够提供一个 20nm 厚的例如 SiO_2 的中间层，并且通过借助曝光于受激准分子激光器的两个叠加束或曝光于由掩模所修改的束而对折射率的消蚀或修改而将其构造成。取尔代之的是：也可以构造一个例如 TiO_2 的中间层，其中消蚀载体较低，且其或者可以被施加到所述层上，或者直接被施加到基片上，并且在后一种情况下，在构造之后由层来叠加。光栅周期是例如 375nm 或 440nm。光栅表面面积可以自由地加以选择，且可能例如是 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 或 $8\text{mm} \times 8\text{mm}$ 。

10 从 US-A-5 822 472 可知一种用于化学分析的瞬逝场传感器板，其在塑料、玻璃或石英的支撑上带有 40nm 至 160nm 厚的 TiO_2 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 或 ZrO_2 层。具有低折射率的不发光材料例如具有厚度为 100nm 石英的中间层可以被放置在中间，例如所述石英与此同时充当附着促进剂。在支撑上或在层上提供有一个输入耦合光栅和一个
15 输出耦合光栅，所述光栅由公知的光刻的或全息的及蚀刻方法所产生，且具有 200nm 至 1000nm 之间的光栅周期。所述光栅可能具有 2mm（平行于所述线） \times 2mm 的尺寸，波导板的总表面面积为 $12\text{mm} \times 20\text{mm}$ 。

从 J. DÜbendorfer and R. E. Kunz: "Compact integrated optical immunosensor using replicated chirped coupling grating sensor chips", Applied Optics, 37/10 (1st April 1998) (应用光学 37/10(1998 年 4 月 1 日))J. DÜbendorfer 和 R. E. Kunz 所著的“利用复制的啁啾声耦合光栅传感器芯片的紧凑型集成光学免疫传感器”中，可知另一个包括聚碳酸酯支撑板的瞬逝场传感器板，具有光栅周期在 420nm 和 422.8nm 之间变化的调制输入耦合光栅和具有光栅周期在 595.1nm 和 600.8nm 之间变化的输出耦合光栅被压纹到
25 其上。其后，借助于低温 DC 磁控管溅射，具有厚度为 137nm 且折射率为 2.346 的 TiO_2 层被施加，且最终所述的瞬逝场传感器板被硅烷化。输入耦合角约为 -9.5° 且输出耦合角约为 22.5° 。

根据 US-A-5 738 825，微滴定度板可以被得到，其具有被施加于
30 其底表面的 20nm 至 1000nm，优选地为 30nm 至 500nm 厚的 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 ZrO_2 、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 、 Nb_2O_5 、Al、Si 或 Hf 的氮化物或氮氧化物层，这个层由一个塑料层所覆盖。输入和输出耦合光栅被安装在

每个腔底下。所述光栅具有 330nm 至 1000nm 之间更具体而言约为 400nm 至 800nm 之间的光栅周期，并且其通过光刻或机械方法所产生。

5 从 CH-A-688 165 中可知一种包括塑料基片例如聚碳酸酯的波导板，其表面通过机械方法即通过深冲、压纹或在其喷射铸造法期间被构造，并且特别地被提供有一个耦合光栅，且带有通过 PVD 方法所施加的 TiO₂、Ta₂O₅、ZrO₂、Al₂O₃、SiO₂-TiO₂、HfO₂、Nb₂O₅、氮化硅、氮氧化硅、SiO_xN_y、HfO_xN_y、AlO_xN_y、TiO_xN_y、MgF₂ 或 CaF₂ 层。为了减少衰减损失，提供有一个约为 20nm 厚的中间层，其在所述层之前被施加到基片上，并且包括无机介电材料如 SiO₂，与此同时其充当附着剂促进剂。

10 上述所有板通过不可能获得耦合光栅令人满意的均匀性的方法所生产，这样耦合角相对在较宽范围内发生变化。因而，当所述板被用作瞬逝场传感器板时，在每一个步骤中，曝光单元和板的相对角位置必须费力地加以优化。当所述板被用作通讯技术中的一个光学耦合器

15 时，滤光器的特征不令人满意且并不足以例如从波长间距非常接近的一组中选择性地滤出一个特定波长。所说明的一些方法也非常费力或并不允许制造出极大量质量稳定的工件。

发明概述

20 本发明的目的是提供一种方法，其允许生产，更具体而言大量生产具有高精度及相对花费较少努力的晶格结构。这个目的通过根据权利要求 1 特征性条款所述的特性而实现。采用根据本发明的方法，也有可能生产出大面积的晶格结构，更具体而言是在平行于所述线方向上长度是长的、始终具有高精度且以简单和经济的方法生产的连续晶格结构。此外，就光栅结构的布置和形状而言，确保了大的设计自由

25 度。因此，利用同一个装备生产用于各种应用的极度不同的光学元件是可行的。根据本发明的方法还进一步允许生产大量系列光学元件，所述光学元件质量稳定且具有如耦合效率及更具体而言是在窄极限内为恒定的耦合角的光学性能。

30 此外，将提供一个高度精确的光学元件如根据本发明的方法所生产的元件。更具体而言，所述光学元件可以被构成为基于这种板的微滴定度板或瞬逝场传感器板。考虑到其内甚至在长光栅下耦合角发生变化的窄范围，有可能同时照明且读取出瞬逝场传感器板或微滴定度

板的较大部分。瞬逝场传感器板或微滴定度板不同部分的连续曝光也被简化，因为不需要这个板与曝光单元之间相对角位置的重新优化或无论如何这种重新优化被大大减化。

5 光学元件也可以被构成为用于通讯技术的光学耦合器。在这种情况下，甚至存在于大光栅结构中的高精度一样可保证极佳的滤波特征，且更具体而言保证对单独波长的极窄带选择，这样使例如涉及能够提高传输能力的波长间隔非常接近的波长多路复用成为可能。

附图的简要说明

10 下面将参考仅表示实施例的图，对本发明加以更详细的说明。

图 1 示出根据本发明的瞬逝场传感器板的平面视图，所述瞬逝场传感器板具有一个由虚线表示的顶端件，这样其变成一个完整的微滴定度板；

图 2 示出图 1 中沿着 II-II 的一个断面图；

15 图 3 示意性地示出包括根据本发明的瞬逝场传感器板的微滴定度板的使用；

图 4a-e 示出生成根据本发明的瞬逝场传感器板的不同步骤；

图 5 示意性地示出在生产根据本发明的瞬逝场传感器板期间用于曝光光致抗蚀剂层所用的设置；

20 图 6 示出处于曝光下的光掩模及具有光致抗蚀剂层的基片；以及

图 7a-g 示出产生相位掩模的不同步骤，所述相位掩模用于生产根据本发明的一个瞬逝场传感器板。

图 8a 示意性地示出根据本发明用于通讯技术的光耦合器第一实施例的平面视图；

25 图 8b 示意性地示出通过根据图 8a 的耦合器的中心断面；

图 9a 示意性地示出根据第一实施例的耦合器的反射率；

图 9b-d 示出通过根据第一实施例的耦合器进行波长选择的图形；

图 10 示出根据第一实施例的耦合器的布置；

30 图 11a 示意性地示出根据本发明用于通讯技术的光耦合器第二实施例的平面视图；

图 11b 示意性地示出通过根据图 11a 的耦合器的中心断面；

图 12 示出根据第二实施例的耦合器的布置；

图 13a 示意性地示出根据本发明用于通讯技术的光耦合器第三实施例的平面视图；

图 13b 示意性地示出通过根据图 13a 的耦合器的中心断面；

图 14 示出一种用于监视且稳定由激光器所发射光束的波长的设备，其包括根据第三实施例的一个耦合器；以及

图 15 示出根据第三实施例的耦合器的透射率，所述透射率作为不同波长处其在耦合光栅上位置的函数。

实施例的说明

10 结合瞬逝场传感器板和其生产，下面将更详细地说明根据本发明的方法。在此，一个瞬逝场传感器板被理解为一个这样的板，即通过照明其表面的一部分能够在要被分析试样可能被布置的范围内产生一个瞬逝场。因此，瞬逝场传感器板起到化学分析的目的。瞬逝场是非辐射电磁场，所述电磁场随着离开产生瞬逝场的散射表面的距离增加而降低和消失。这种场的出现与在具有周期小于一个波长的平面内电场的空间调制有关。这种调制的最著名实例出现在当来自电介质侧的光束具有大于临界角的入射角时的电介质与空气之间。

15 瞬逝场传感器板具有透明的光导引层，瞬逝光从所述的光导引层离开其表面，并且与存在于那里的边界分子互相作用，例如激发它们的发光。瞬逝场传感器板包括（图 1、2 的图形仅为示意性的，没有依照比例）玻璃基片 1，例如具有尺寸为 102mm×72mm 且具有 0.7mm 厚度的 Schott DESAG 的 AF 45，其在一侧带有具有 150nm 厚度的 Ta₂O₅ 透明层 2。在 633nm 波长处折射率是 2.11。

20 以平行、间隔开的条状形式的多个耦合光栅 3 被布置在带有层 2 的表面上，在瞬逝场传感器板的整个宽度内所述条平行于线延伸。每个条的宽度为 0.5mm。光栅周期 $\Lambda = 360\text{nm}$ ，凹槽与平地比率约为 1:1，并且光栅深度约为 20nm。在所有条的全部长度内，限定光栅的参数被非常严格地保持。因而，耦合角 Θ 的变化保持在非常窄的限度内，光束以所述的耦合角从下面通过基片 1 被导引到耦合光栅 3，更具体而言具有波长约为 633nm 的光束在非常窄的范围内以最大的耦合效率被耦合进所述层 2。沿着耦合光栅 3 的所述线，它最多变化 0.05°/cm。在 30 整个瞬逝场传感器板上，耦合角 Θ 与平均值的偏差保持在 0.15° 以下，

在上述情况下所述平均值相应为 2.31° 。

层 2 的表面被提供有一个涂层，所述涂层包括附着剂促进剂层，优选地包括至少一种从硅烷、环氧化物及自组织功能化单层中选择出的化学化合物，并且在其顶部有一层分子识别元素如核酸、抗体、抗原、膜受体及它们的配合基。

如图 3 所示且如图 1 所指示，瞬逝场传感器板此时靠一个添加的类似蜂房的塑料顶部件 4 延伸以构成一个即将被用于特别是对生物物质进行化学分析的微滴定度板。顶端件具有一个盖板 5，所述盖板由按照规则阵列布置且具有直径例如为约 8mm 的圆形开孔来穿孔。在盖板 5 的底部，管部分 7 被附着到底部敞开的每个开口上，其从侧面确定腔 8，并且在其较低端被紧紧地粘接例如被接合到瞬逝场传感器板上。

如果旨在检查腔 8 的内容，例如如血液、血清、尿、唾液或包含药物候选物的溶液等分析物相对于特定分子的浓度，则瞬逝场传感器板 2 的相邻耦合光栅 3 以一种本身被公知的方式以耦合角 Θ 被曝光在一个适宜的光源下，所述光具有一个特定波长，在本实例中所述光具有借助 He-Ne 激光器的 633nm 的波长。所述光通过构成腔 8 底部的层 2 被传导到相邻的耦合光栅 3'，并且在那被耦合到外面。瞬逝光激励出腔 8 内被束缚到识别元素上的分子中的荧光，所述荧光由光学系统 9 记录然后被加以分析。利用耦合角在整个耦合光栅 3 的长度范围内得以保持的高精度允许同时且高效地检查沿其所布置的腔。因为在整个瞬逝场传感器板 2 上，耦合角仅略微偏离平均角，因此即使检查腔 8 的下一排时，也不需要对这个角进行费力的优化。作为评估荧光的另一选择方法或者除此之外，还可以通过将分子结合到识别元素上来记录腔 8 底部所产生的折射率变化。

如图 4a-e 示意性所示，为了产生透明层 2，首先以 1300 转数/分向基片 1 施加一个光致抗蚀剂例如 AZ1518，其与 AZ1500 按照 1:4 稀释，两者均为 Clariant，然后在炉内在 90°C 下烘烤 30 分钟，在此上面以 1400 转数/分施加同一制造商的 Aquatar，且再次在炉内在 90°C 下烘烤 15 分钟。由此产生的光致抗蚀剂层 10 具有小于 200nm 的厚度，通常约为 150nm，这样其中将不会产生干涉驻波。反射率低于 1%，这样可能导致产生牛顿环的干涉反射实际上也被排除（图 4a）。

在随后的步骤中，光致抗蚀剂层 10 被曝光 70 秒钟。为此，基片 1

被引入根据图 5 的设置中，所述设置是 Munich (慕尼黑) Süss 的掩模校准器 MA4，其包括一个修改过的汞汽灯 11，所述汞汽灯具有修改过的终级光学系统 12 和折叠式反射镜 13。所述光学系统 12 包括一个例如把在 365nm 波长的 I 线滤掉的带通滤光器及一个优选地产生 S 偏振光的偏振器。为了改善光束的平行性，将蝇眼从光束路径中消除，采用弧形尽可能小的灯且将其尽可能远离基片放置。

曝光通过相位掩模 14 而出现。它包括在实例中为石英的具有大面积光栅结构的透明材料基片及具有在实例中为铬的非透明材料层的衍射光栅，在实例中所述掩模被按规则间距的连续条所中断。这种类型的相位掩模由 Farum (位于丹麦) 的 Ibsen 供货，且大约按照如下所述制造：

石英基片 15 被覆盖上光致抗蚀剂层 16 (图 7a) 且利用激光器的双束干涉方法使光致抗蚀剂层暴露于光下，且显影 (图 7b)。然后，通过蚀刻及随后将光致抗蚀剂去掉，在石英基片 15 的表面上产生全面的衍射光栅 (图 7c)。随后，所述表面完全地被覆盖上铬层 17 (图 7d)。紧接着连续的光致抗蚀剂层 18 被施加到铬层 17 (图 7e) 上，且由电子束或激光器写入通过所构造的掩模来曝光。然后光致抗蚀剂显影 (图 7f) 且通过对未覆盖上光致抗蚀剂的部分进行蚀刻，铬层 17 被去掉。最终，光致抗蚀剂层 18 的剩余物被去掉以完成相位掩模 14 (图 7g)。相位掩模的结构因此决定了相位掩模的哪一部分是透明的。

基片 1 被布置在相位掩模 14 的底下，这样光致抗蚀剂层 10 与所述的相位掩模处于真空接触。相位掩模 14 的上侧以一个大约等于 Lithrow 角 θ_L 的角度被曝光，在所述 Lithrow 角处，入射角等于第一级衍射角，并且更具体而言偏离所述角不超过 10°C ，优选地不超过 5°C 。在这些条件下，在相位掩模 14 透明区域下面的近场内形成了一个显著的衍射图案，所述图案的结构对应于相位掩模 14 光栅的图案结构 (图 6)。另外，相位掩模 14 也可以大约等于 0°C 的一个角度被曝光，即垂直入射，或者以偏离其不超过 10°C 被曝光，优选地不超过 5°C 的角度 (以虚线所示的折叠式反射镜 13')。在这个情况下，在相位掩模 14 近场内的衍射图案具有那个掩模光栅周期的一半。

曝光后，通过用去离子水冲洗 Aquatar 层被去掉，且随后光致抗蚀剂显影 (图 4b)。然后在 0.02mbar 的压力下、在 13.6MHz 下具有

等离子电容性激励及 50W 的 RF 功率的平行板电抗器中，未涂光致抗蚀剂的基片 1 的那部分表面利用 Ar 和 CHClF_2 进行蚀刻。蚀刻的深度为 20nm。然后光致抗蚀剂被去掉。为此，首先要在 0.2mbar 压力及 50W 的 RF 功率下在氧等离子下经受 60 秒的反应离子蚀刻，然后利用去除剂 AZ100、Deconex 和去离子水使其分离（图 4d）。

最终，与在 EP-A-0 508 359 中所说明的相类似，在 Balzers MSP1000 单元中通过叠加有 1KHz 至 1MHz AC 频率的反应脉冲的 DC 磁控管溅射或 DC 磁控管溅射，层 2 被施加。这个步骤是在 3.7 μ bar 的压力的 Ar- O_2 气氛下完成的。目标材料是钽。最后，瞬逝场传感器板通过晶片锯被切成其最终的尺寸。

更具体而言考虑到通过实际上可以按所需经常被重复使用的相位掩模的曝光，所述方法允许以简单的方式大量地生产具有光栅结构的元件，更具体而言是衍射耦合光栅。相位掩模由双光束干涉方法所构造的事实也意味着在其上可以高精度地生产具有 10 cm^2 及更大表面面积的无缺陷大光栅结构，而其它结构方法如电子束写入因其实际上不可避免的缝合误差所以不适合于这个目的。因此，可以生产具有高质量和高均匀性大面积光栅的大光学元件，其不仅可以作为最终产品而且可以作为半成品板，这些半成品板可以通过晶片锯切、雕合及折断或激光切割被分离成更小的最终产品，由此其可以被非常经济地且高质量地生产出。

瞬逝场传感器板当然也可以按照对应于其它标准或要求的几何结构和光学特性生产。因此另外的瞬逝场传感器板可以具有 57mm \times 14mm \times 0.7mm 的尺寸，且被提供有两个条形状的耦合光栅，所述每个光栅具有 0.5mm 的宽度，其与长侧相平行被对称地布置，且具有彼此 9mm 的相互距离。光栅周期 $\Lambda = 318\text{nm}$ ，光栅深度为 12nm，而层和耦合光栅的特性与第一实例中的这些特性相同。在这个实例中在 633nm 的波长下耦合角 $\Theta = -12.14^\circ$ ，其平行于所述线以至多 0.15 $^\circ/\text{cm}$ 变化。在瞬逝场传感器板上各处，与平均值的偏离保持在低于 0.05 $^\circ$ 。为了生产半成品板，则采用一种尺寸为 150mm \times 150mm 且具有带有光栅的区域的相位掩模，所述光栅的周期为 318nm 尺寸为 150mm \times 150mm，然后通过圆片锯由所述半成品板获得单独的瞬逝场传感器板。对应于耦合光栅的区域为赤裸的，而光栅的剩余部分再次由非透明层，更具体而言是铬

层所遮蔽。否则生产继续上述内容进行下去。

另一个实例是尺寸为 $75\text{mm} \times 113.5\text{mm} \times 0.7\text{mm}$ 的瞬逝场传感器板，其基本特性基本上符合图 1，且其带有 13 个条形形状的耦合光栅，每个光栅宽 0.5mm ，其平行于宽的一侧且与每个相邻的条相距 8.5mm 。
5 层和光栅性能与第二实例中的性能相符合。在 633nm 波长处的耦合角 $\Theta = -11.48^\circ$ ，其平行于所述线以最多 $0.05^\circ/\text{cm}$ 变化。在整个瞬逝场传感器板上，其与平均值最多偏离 0.4° 。通过添加适合的顶端部分，瞬逝场传感器板可以被扩展到具有 8×12 个腔的微滴定度板。

除了如上所描述，由根据本发明的方法所生产且用于化学分析的具有光栅结构的光学元件实施例以外，在通讯技术的应用实施例尤其
10 相关。这样的元件更具体而言适合于作为高效的光学耦合器如应用在光纤网络中的那种耦合器。

这种耦合器的第一实例被表示于图 8a 和 8b 中。在包括玻璃板 19 和透明材料层 20 的基片 1 上，布置一个耦合光栅 3，所述耦合光栅作
15 为一个恒定光栅周期的线光栅而构成。所述层 20 被涂有包括例如 Ta_2O_5 的透明层 2。层 2 充当一个波导。根据在图 9a 中示意性表示的取决于波长的反射率 R ，耦合光栅 3 反射特定波长 λ_B 的光，而其它波长的入射光被透射。这在图 9b-d 中被示出，其中图 9a 示出入射波长、图 9b 示出所反射的波长 λ_B 且图 9c 示出所透射的波长。采用耦合器因此有
20 可能例如在采用波长复用的光纤网络中滤掉一个特定波长。由于高的光栅质量，所以在作为波长函数的反射率 R 的最大一半处的全宽度非常小。因此，即使波长间距很近，但是有可能高效地将波长分离。

这种耦合器的使用实例被示于图 10。两个结构为公知的平行条波导 21a、b 在耦合区域 22 内在非常小的相互距离内平行地进行，这样
25 在第一条波导 21a 中所传导的光的 50% 被传递到第二条波导 21b 中，反之亦然。在第一条波导 21a 的最终段中，具有根据图 8a 和 b 的耦合光栅 3 的耦合器 23 被结合，其选择性地具有波长 λ_3 的光反射。

具有波长 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 等的信号在输入 24 处被馈送到第一条波导 21a，然后一方面在耦合区域 22 内全部信号的 50% 被传递到第二
30 条波导体 21b，在此它们被传导到第一输出 25a，而在第一条波导 21a 内的剩余信号除了波长 λ_3 信号以外均被传递到第二输出 25b，根据图 9a-d 所述波长 λ_3 对应于 λ_B ，此波长在耦合器 23 处被反射，这样在耦

合区域 22 内, 其强度的 50% 传递到第二条波导 21b 中, 在此信号在与从第一条波导 21a 直接传递的信号方向相反的方向上被传导, 并且到达第三输出 25c, 在此其最终已经被隔离并且可能被进一步处理。输出 25a 和 b 的信号可以被重新组合成一个不同于原始信号的一个信号, 不同处仅在于波长 λ_3 信号有 50% 的衰减。

耦合器 23 可以被完全地结合到第一条波导 21a 中, 通过这种方式使其具有与耦合器 23 具有同样的结构, 并且这个耦合器与第一条波导 21a 构成一个单个部分。耦合器 23 的唯一差别便是其带有耦合光栅 3。

耦合器的第二实例被表示在图 11a 和 b 中。在玻璃矩形基片 1 顶端的纵向方向上, 例如具有 1.52 折射率的 Schott DESAG AF45、两个耦合光栅、输入耦合光栅 3a 和输出耦合光栅 3b 以一个共有距离被连续地布置, 所述每一个元件在耦合器的整个宽度上延伸。所述输入耦合光栅 3a 具有 $\Lambda_1 = 981\text{nm}$ 的光栅周期及 6nm 的光栅深度, 所述输出耦合光栅 3b 具有 $\Lambda_2 = 1350\text{nm}$ 的光栅周期及 12nm 的光栅深度。基片 1 的上侧被涂有包括 Ta_2O_5 并且具有 2.1 的折射率的连续透明层 2。它的厚度是 400nm。

耦合器可以被用作分出滤光器来监视和稳定光束例如多模激光器线的强度。为此目的 (图 12), 如上所说明的耦合器被这样地安排在第一光纤 26a 和继第一光纤被连续布置的第二光纤 26b 的端头之间, 以便于输入耦合光栅 3a 面对第二光纤的端头而第一光纤面对耦合器 23 的底侧。由第一光纤 26a 提供的光通过携带有输入耦合光栅 3a 的耦合器部分, 而对应于小于其强度 0.01% 的 1550nm 线的一小部分光通过所述光栅被耦合到层 2 中。在输入耦合光栅 3b 处, 光以 30° 角被耦合出去并且到达被适当布置的光探测器 27, 所述光探测器的输出信号是对所监视线强度的度量。由于输入耦合光栅 3a 的高精确度, 所以输入耦合对波长极为敏感, 在强度分配最大值一半处的整个宽度仅为 0.01nm, 这样即使在波长复用中为了实现高传输能力而要求波长相隔极近的情况下, 也有可能对单个波长进行专门的监视。

根据本发明的光学耦合器的第三实施例被表示于图 13a 和 b。矩形基片 1 包括具有 1.586 折射率的玻璃板 19 和具有 2.4 折射率的 TiO_2 透明层 20, 所述透明层以 285nm 的厚度覆盖了这个玻璃板的上表面。所述上表面带有占据其整个宽度的耦合光栅 3, 其通过完全去除线的图

案中的层 20 而生产出, 并且被覆盖 342nm 厚且具有 1.38 折射率的包括 MgF_2 的另一透明层 2。因此光栅深度等于层 20 的厚度且为 285nm。光栅周期 $\Lambda(x)$ 在与光栅线正交方向上线性地变化, 从 $\Lambda_1 = 970nm$ 增加到 $\Lambda_2 = 977nm$ 。

- 5 当生产耦合器时, 如对瞬逝场传感器板的第一实例所进行的描述, 可以施加上层 20 和 2。施加上层 20 之后耦合光栅 3 的生产也可以按如上所说明发生。在这个操作中, 采用一个光栅适当变化的相位掩模, 在目前情况下为线性变化。可以通过适当地弯曲柔性原版拷贝并且采用双光束干涉方法来施加一个光栅结构, 产生出这种相位掩模。这个
- 10 相位掩模通过复制而得到, 即通过对重新压平的原版拷贝进行压印。

所述耦合器可以有利地使用在用于监视和稳定激光器 28 的波长的设备中 (图 14), 所述激光器的光被馈送到光纤网络中的光导纤维 29 例如玻璃纤维中。所述设备包括一个半透射镜 30, 这个半透射镜被布置在来自激光器 28 的光束的路径上, 其后紧接着是用来扩展由镜 30

15 所偏转部分光束的第一光学系统 31 以及对上述光束进行准直的第二光学系统 32。在所述光学系统之后, 上面所说明的耦合器 23 被布置在与束方向正交的光束上, 这样光束打在耦合光栅 3 上。直接安装在耦合器 23 下面的是一个具有两个光探测器 33a 和 b 的探测器系统, 所述光探测器被这样布置便于一个紧紧相邻在另一个后面, 且与所述线正交

20 以使由光栅周期处于 Λ_1 和中间值 Λ_i 之间的耦合光栅 3 第一部分所透射的部分光束打到第一光探测器 33a 上, 而由光栅周期处于 Λ_1 和 Λ_2 之间的耦合光栅剩余部分所透射的部分打在第二光探测器 33b 上。光探测器 33a 和 33b 可以移位以使 Λ_i 可调节。

耦合器 23 的透射率是波长及光栅周期 Λ 的敏感性函数。因为光栅

25 周期 $\Lambda(x)$ 取决于位置的变化, 因此对于取决于其位置的入射光它显现出对特定波长的依赖性。这在图 15 中被示出, 在图 15 中对于三个非常接近的波长 (1549.5nm、1550nm、1550.5nm) 透射率 T 可以被汇总作为在耦合光栅 3 上位置的函数。随着波长增加或减小, 透射率曲线的最小值移向较大或较小的光栅周期, 因此移向光栅上的不同位置。这反过来产生由光探测器 33a 和 32b 所捕获光的相对强度的变化,

30 这对它们的输出信号 I_a 、 I_b 的大小具有直接的影响。

为了稳定某一特殊波长这一目的, 于是人可以根据所感兴趣的波

长粗略地调整探测器装置的位置，然后计算出一个值

$$Q = (I_a - I_b) / (I_a + I_b)$$

5 并通过移位探测器装置，将其缩小到零。取决于波长变化的方向，来自激光器 28 的光束的波长的任何变化将产生 Q 值偏离零的正或负偏差，并且通过协调激光器 28 的控制所述偏差可以被补偿。光束的强度在此并不是重要的。仅有不是均匀的但遵从高斯分布的扩展光束的强度分布，例如，最终将可能引起扰动，但这可以通过适当地布置或延伸所述的光学系统或通过计算进行补偿。

10 根据本发明的光学元件可以在许多方面进行修改而不偏离本发明的基本概念。因此，在许多情况下，可以允许在整个元件上或甚至在耦合光栅上与平均值最多 0.3° 的偏差或甚至最多 0.5° 的偏差。同样，对于瞬逝场传感器板，当沿着光栅线的耦合角 Θ 变化不大于 0.5° 时，其也经常足够。

15 在生产过程中与某些特定要求具有许多偏差或专门适应于某些特定要求也是可能的。因此，即使在对该方法最具有决定性的曝光步骤中，光致抗蚀剂层可以与相位掩模相距开，这有助于该方法。然而，它必须被布置在近场，即在通常小于 100 μm 的距离处使衍射图案充分地显著。这个距离可能也许在 2 μm 至 100 μm 。也可以用激光器更具体而言是受激准分子激光器或氩激光器作为光源来代替水银灯。除了
20 Ta_2O_5 以外，其它的物质更具体而言是 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 - TiO_2 、 HfO_2 、 Y_2O_3 、 SiO_2N_x 、 Si_3N_4 、 HfO_2N_x 、 AlO_xN_y 、 TiO_xN_y 、 MgF_2 或 CaF_2 可以被用作层的材料。离子增强蒸发或等离子增强气相沉积可以被作为涂镀方法。最终，如上面实施例之一所描述，其成分和厚度不同的几个层可以被连续地施加。

25 相位掩模不需要通过双光束干涉方法直接被生产，但是可以从由此生产的原版拷贝中直接或间接被拷贝。当将要生产耦合光栅等的多样布置而还保持恒定的光栅周期时，随着层以多种方法被中断它们可以被使用多次。代替非透明层，也可以使用适当的透明材料层。因此，光栅的凹槽可以由具有相位掩模基片折射率的材料来填充。

30 相位掩模可以进行防反射涂镀。在这种情况下，可能没有必要向光致抗蚀剂层施加一个降低反射层，所述降低反射层便于在基片上产生系列光栅结构。为了抗反射，具有折射率处于相位掩模基片折射率

与空气折射率之间且例如包括 MgF_2 的层被施加到面向光致抗蚀剂层的相位掩模侧。与此同时，光栅必须被这样调节以致于所透射光的各级干涉衍射将再次具有相同的强度。通过改变借助于专家所公知的程序简便地计算出来的凹槽与平地的比率及光栅深度，可以出现这个调节。

5		参考符号清单
	1	基片
	2	透明层
	3	耦合光栅
10	4	所添加的顶部
	5	盖板
	6	开孔
	7	管部分
	8	腔
15	9	光学系统
	10	光致抗蚀剂层
	11	汞汽灯
	12	光学系统
	13、13'	折叠式反射镜
20	14	相位掩模
	15	石英基片
	16	光致抗蚀剂层
	17	铬层
	18	光致抗蚀剂层
25	19	玻璃基片
	20	层
	21a, b	条波导
	22	耦合区域
	23	耦合器
30	24	输入
	25a, b, c	输出
	26a, b	光纤

	27	光探测器
	28	激光器
	29	光纤
	30	半透射镜
5	31	第一光学系统
	32	第二光学系统
	33a, b	光探测器

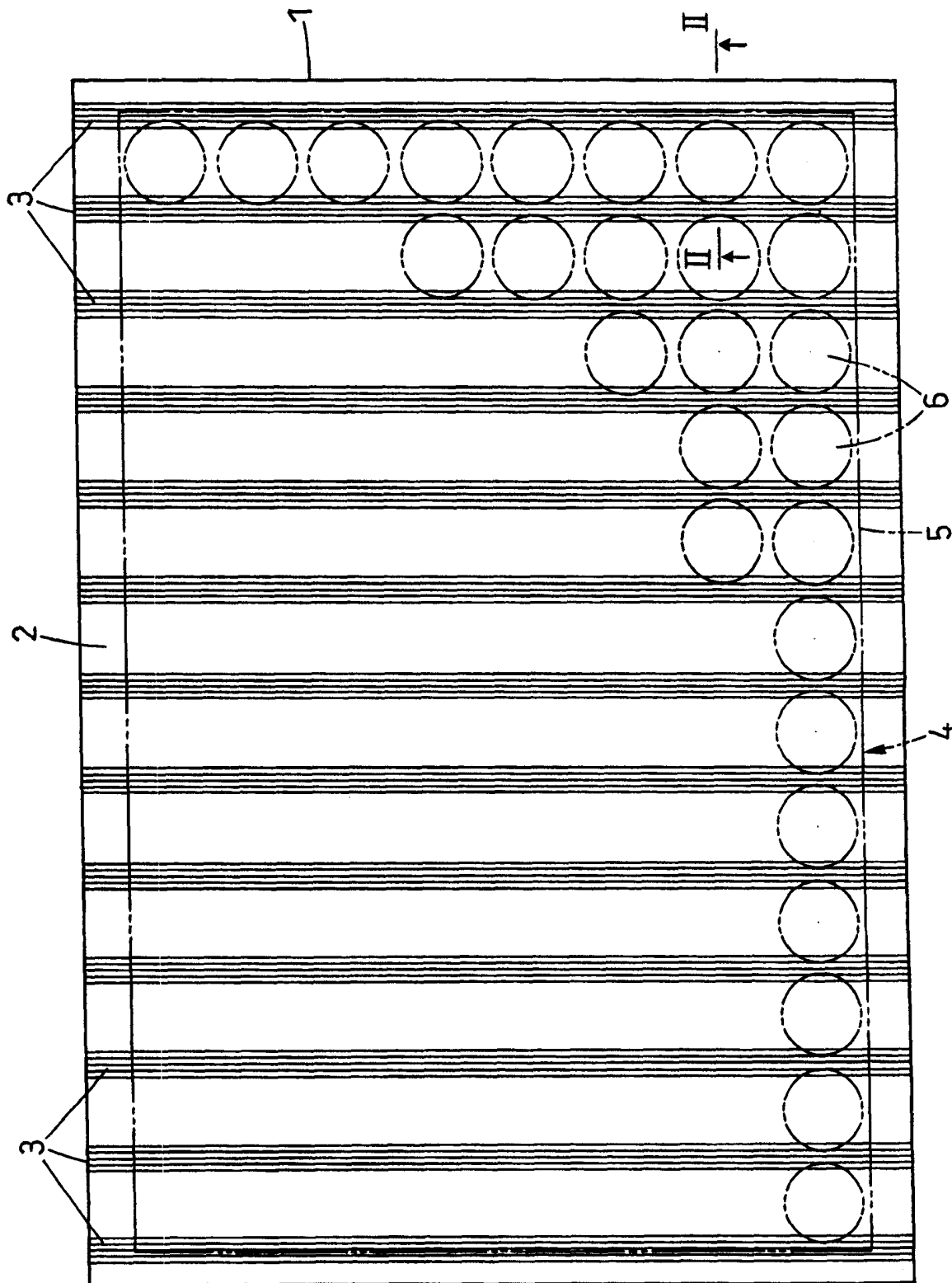


图 1

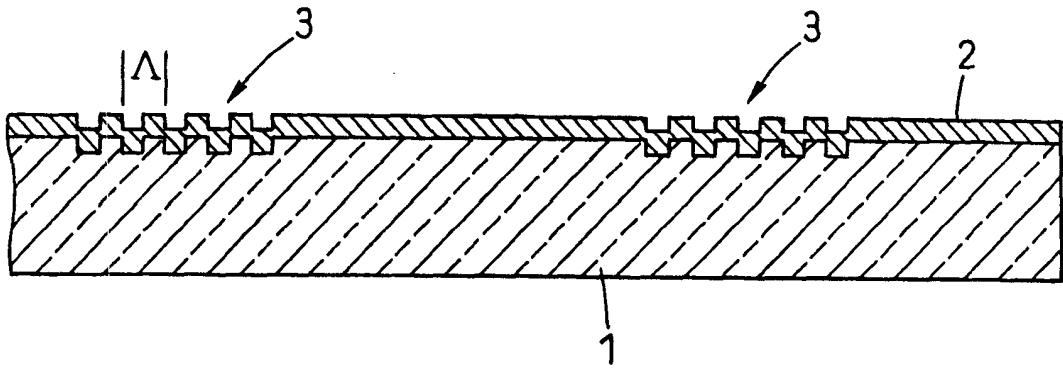


图 2

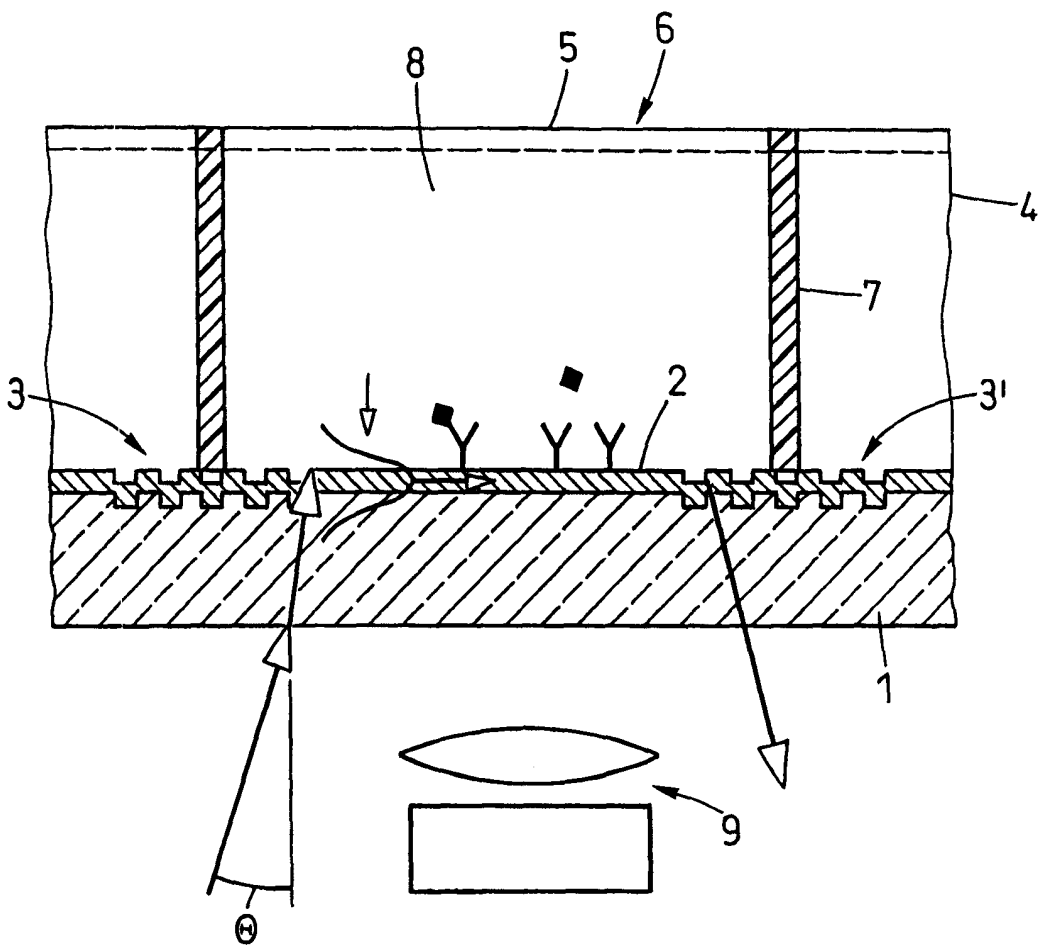


图 3

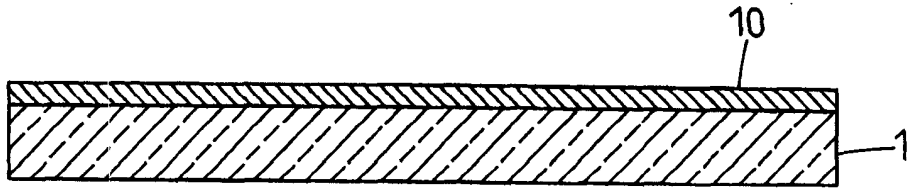


图 4a

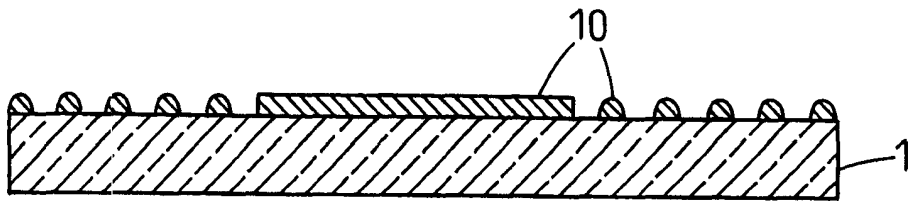


图 4b

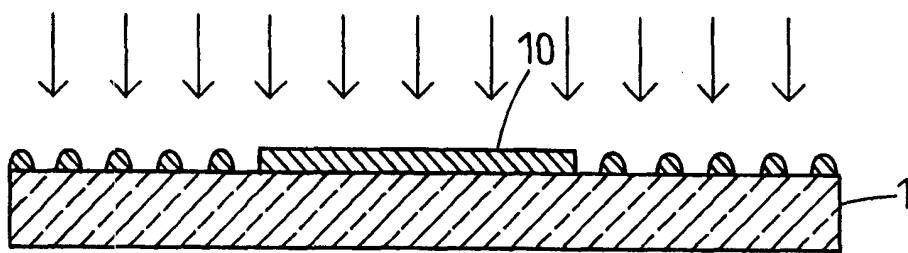


图 4c



图 4d

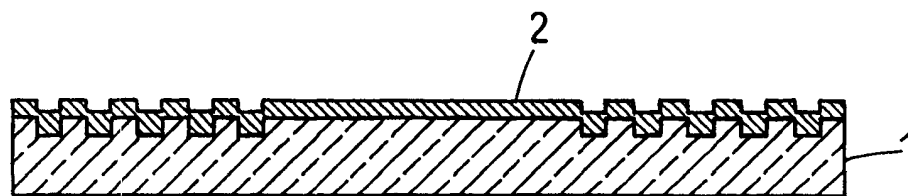


图 4e

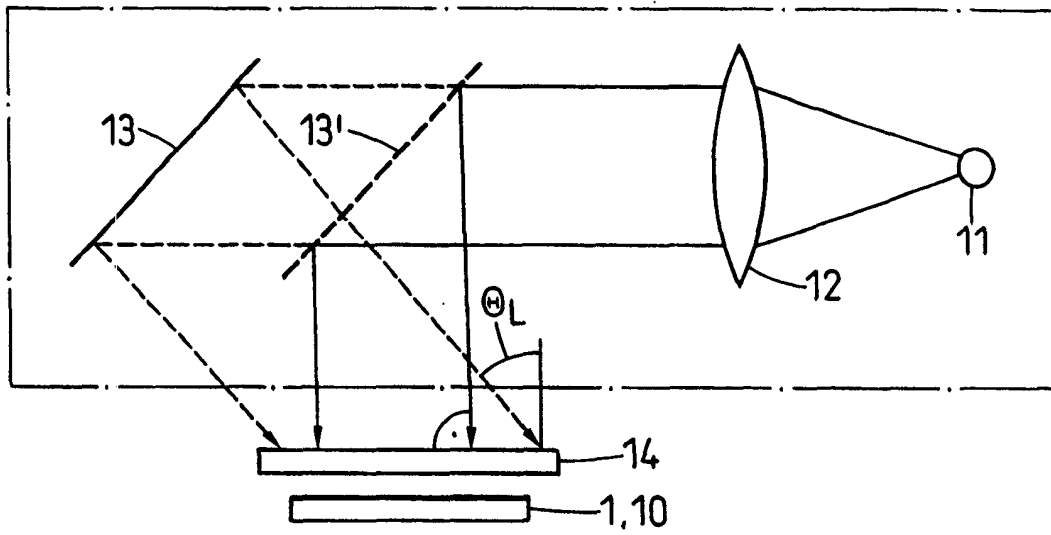


图 5

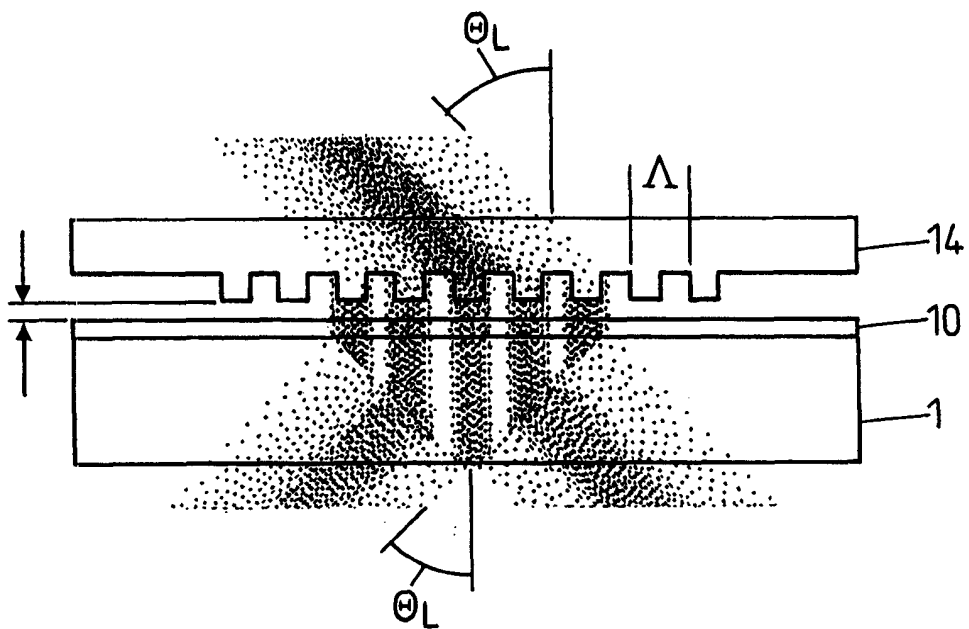


图 6

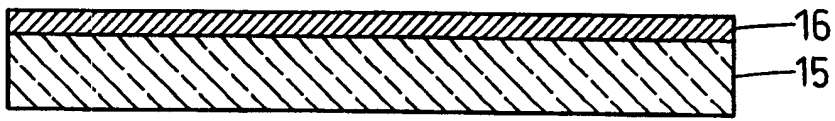


图 7a

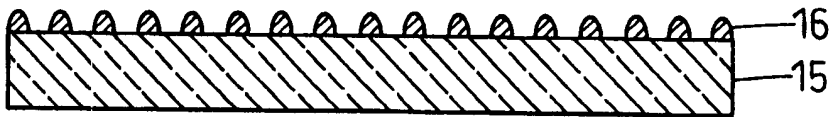


图 7b



图 7c

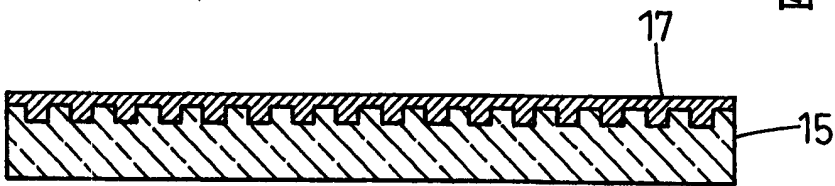


图 7d

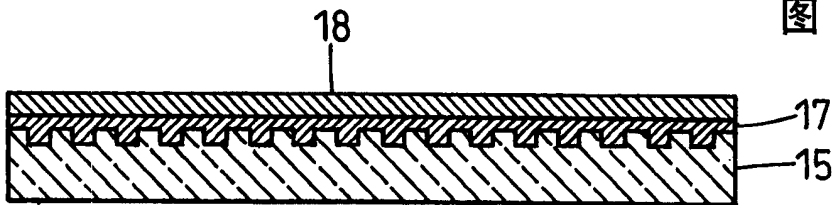


图 7e

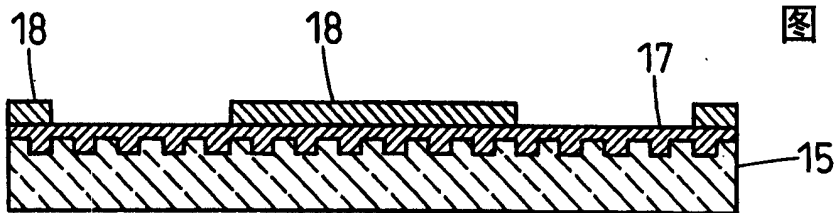


图 7f

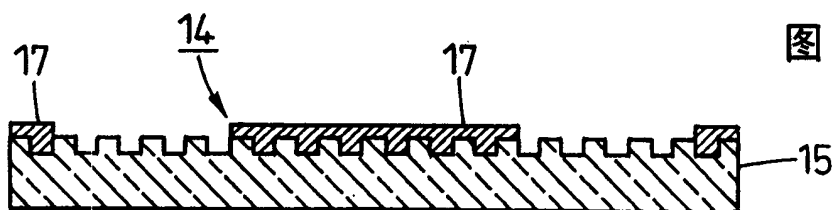


图 7g

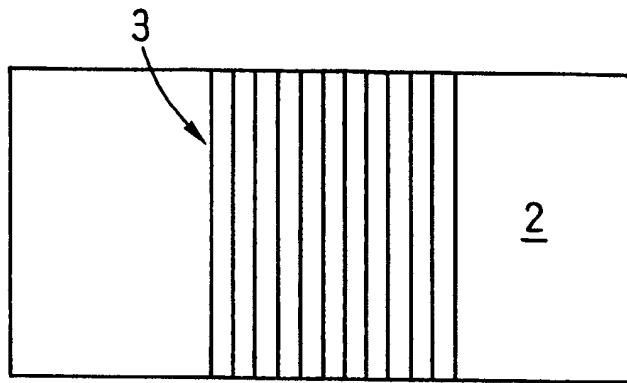


图 8a

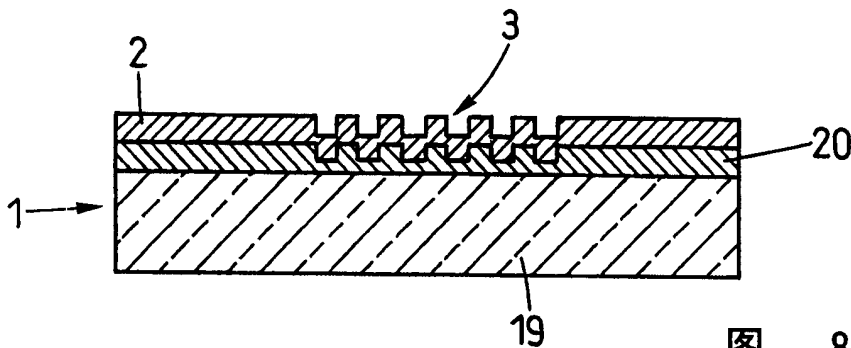


图 8b

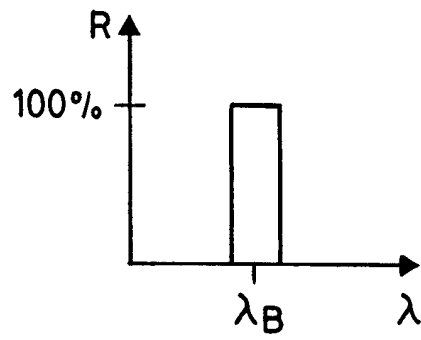


图 9a

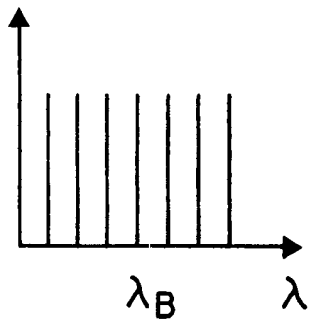


图 9b

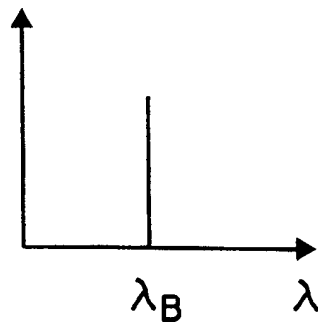


图 9c

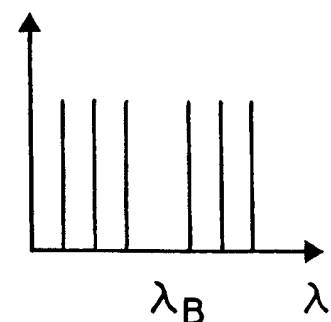


图 9d

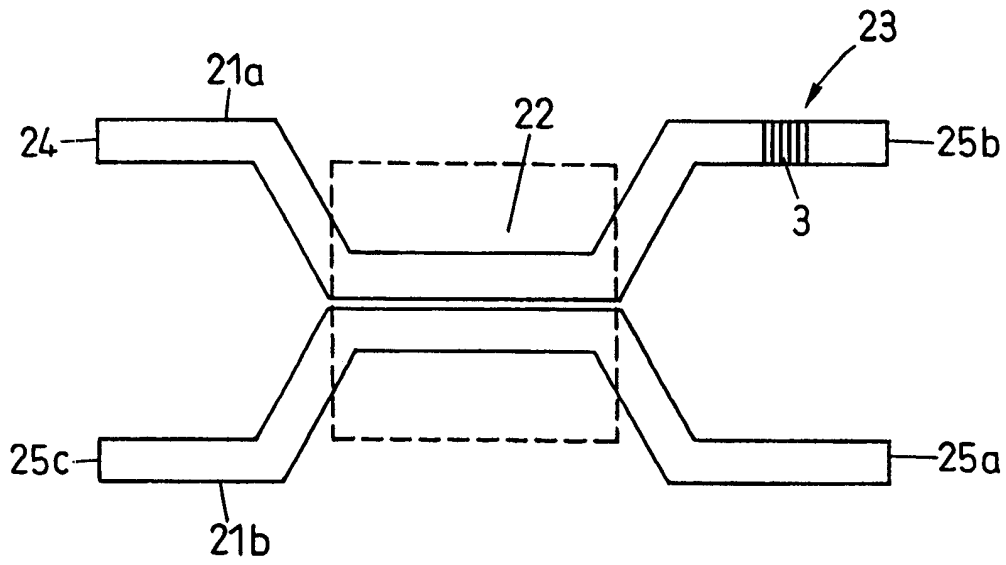


图 10

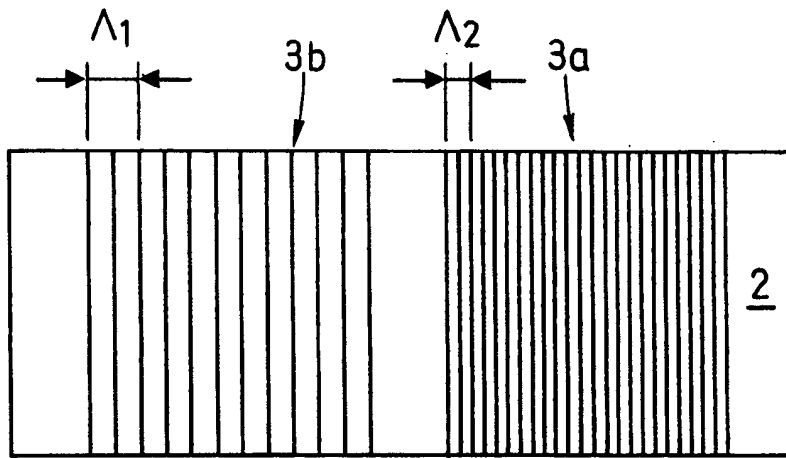


图 11a

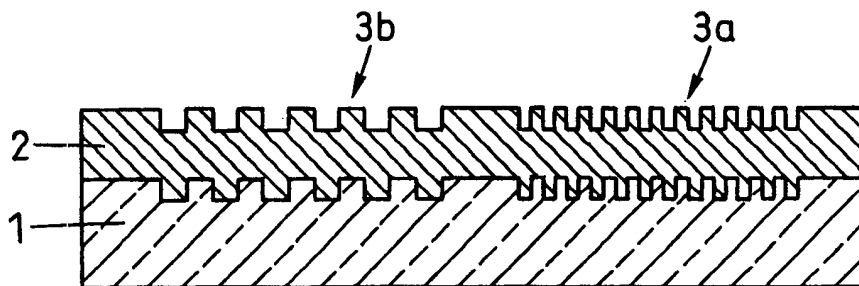


图 11b

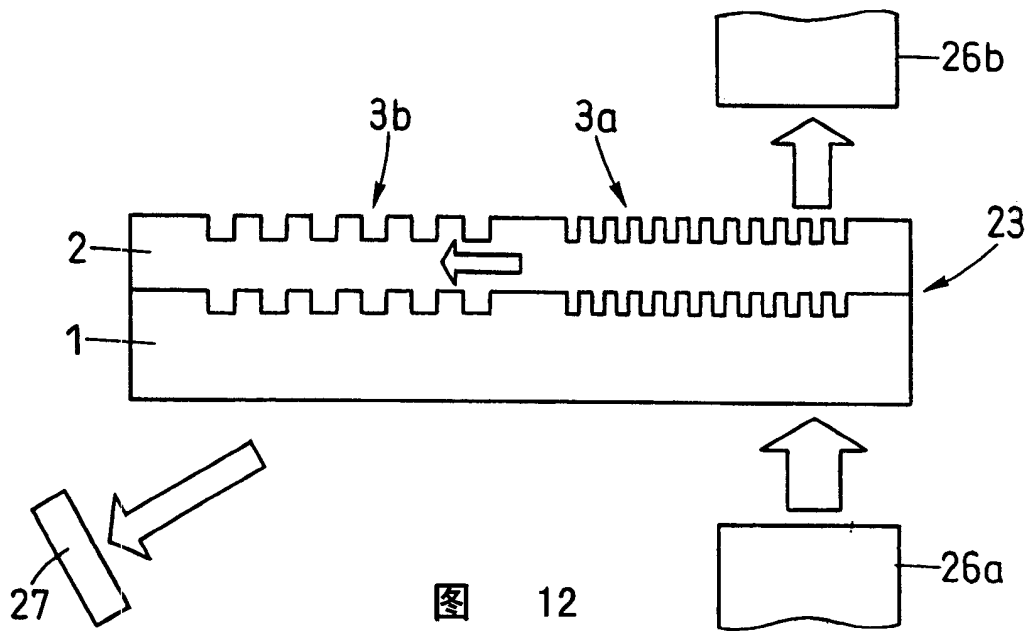


图 12

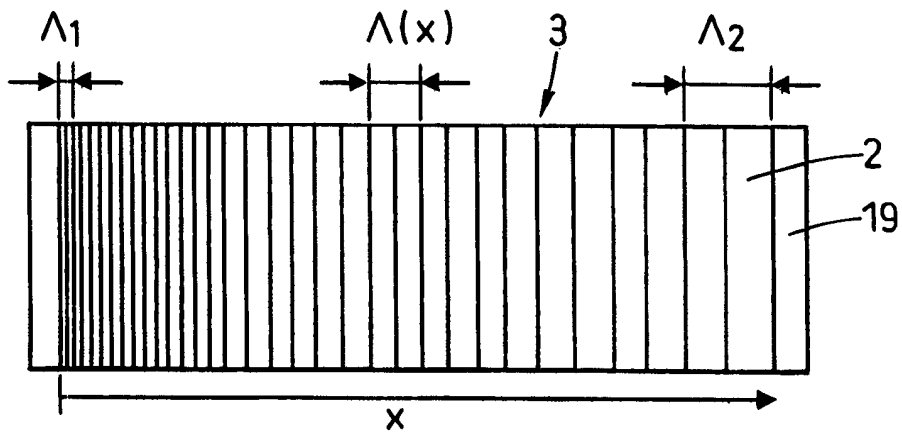


图 13a

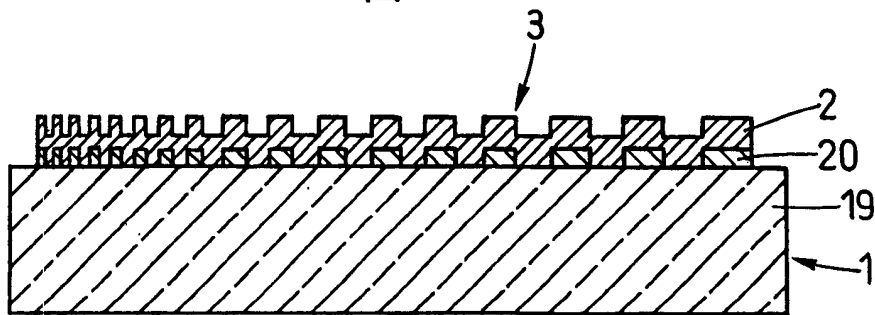


图 13b

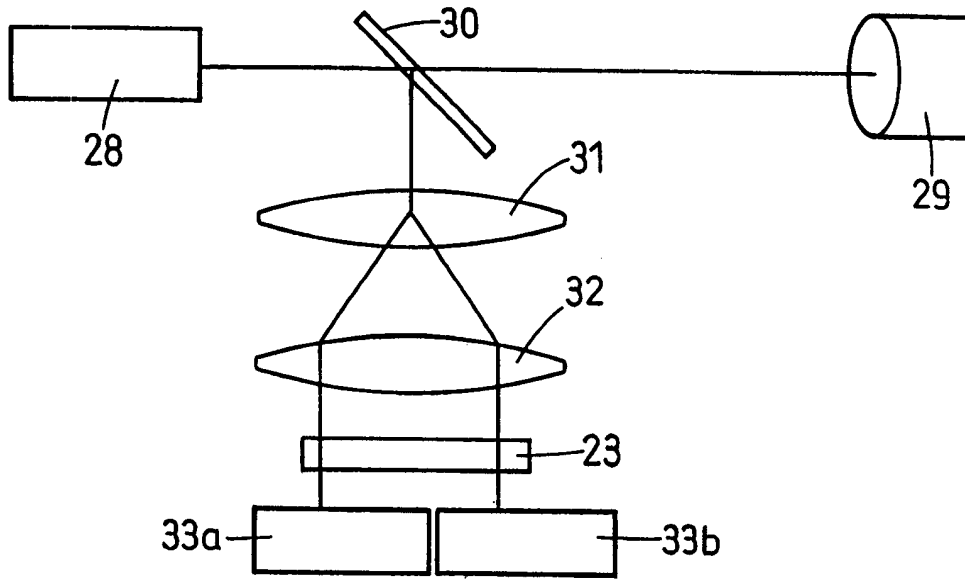


图 14

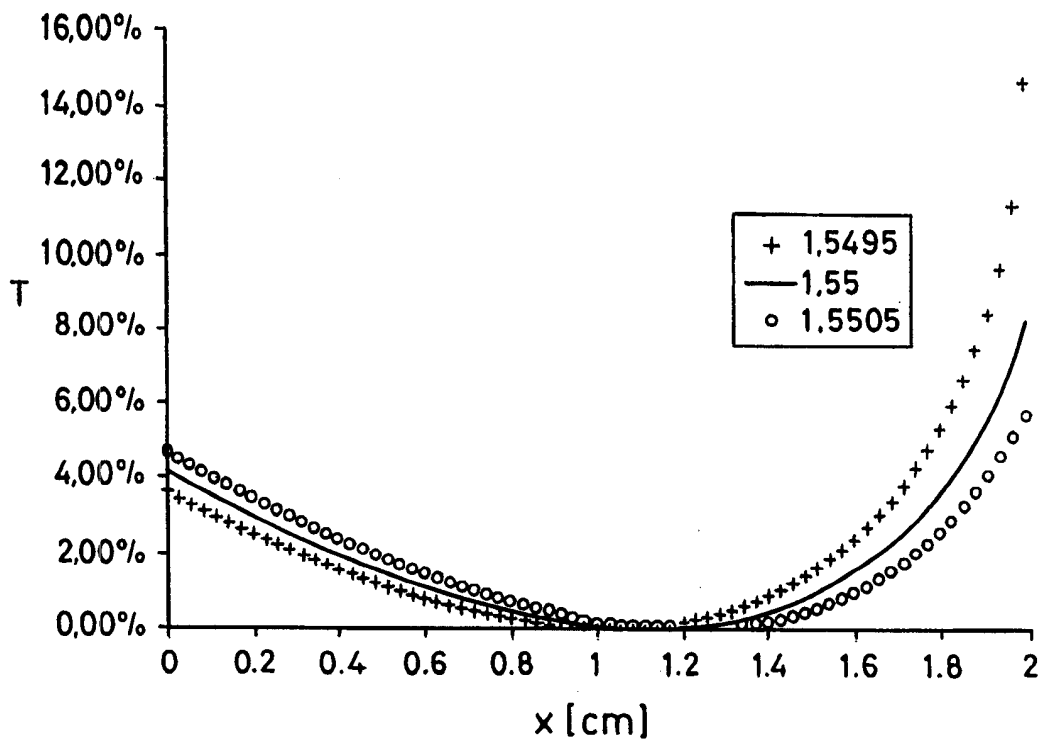


图 15