



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101639552 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 18

(21) 申请号 200910140474. 5

第 0122 段, 第 0125 段、图 9.

(22) 申请日 2009. 05. 15

CN 1973225 A, 2007. 05. 30, 说明书第 13 页
第 26 行至第 14 页第 16 行, 图 7.

(30) 优先权数据

2008-192961 2008. 07. 28 JP

审查员 姜娜

(73) 专利权人 日东电工株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 内藤龙介 长藤昭子 清水裕介

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51) Int. Cl.

G02B 6/13(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0234224 A1, 2004. 11. 25, 说明书第
0208 段至第 0212 段, 图 21.

JP 特开 2005-165138 A, 2005. 06. 23, 全文.

US 2005/0286831 A1, 2005. 12. 29, 说明书第
0080 段至第 0081 段, 第 0110 段, 第 0121 段至

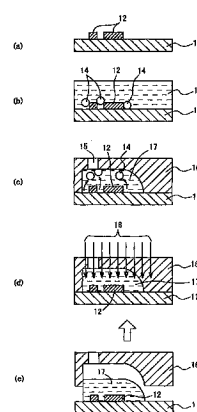
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

光波导路的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种光波导路的制造方法, 由以往的制造方法获得的光波导路的光散射大且光传播效率低。本发明的目的在于提供一种光散射小且光传播效率高的光波导路的制造方法。加热在芯 (12) 的表面上流动的树脂层 (13), 将具有通气孔 (15) 的凹型模 (16) 按压树脂层 (13), 从而树脂层 (13) 所含有的气泡 (14) 通过通气孔 (15) 被排出到外部。这样能够有效地减少残留于芯 (12) 周围的气泡 (14)。结果能够获得光传播效率优异的光波导路。



1. 一种光波导路的制造方法,是包括已进行图案形成的芯与覆盖上述芯的上敷层的光波导路的制造方法,其特征在于,

包括:使液态的树脂流动而形成覆盖已进行图案形成的芯的活性能量线固化树脂层的工序 A;加热上述活性能量线固化树脂层的同时、或在加热后将在凹部具有通向模具外的通气孔的凹型模按压上述活性能量线固化树脂层,从而成形上敷层的工序 B;自上述凹型模的外侧照射活性能量线而使上敷层固化的工序 C,

在上述工序 B 中,使上述上敷层的端部的光射出部和光入射部的任一方或双方形成成为透镜形状。

2. 根据权利要求 1 所述的光波导路的制造方法,其特征在于,

上述上敷层端部的成形为透镜形状的部分是侧截面为大致 1/4 圆面的细长透镜形状。

光波导路的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及包括芯与覆盖芯的上敷层的光波导路的制造方法。

背景技术

[0002] 因为光波导路轻且能够高速传播信号,所以被期待利用于各种电子设备。以往以来作为光波导路的制造方法,公知有下述的方法:使液态的树脂覆盖已进行图案形成的芯地流动,从而形成上敷层。(专利文献 1)

[0003] 专利文献 1:日本特开 2005-165138 号公报

发明内容

[0004] 用以往的制造方法获得的光波导路存在光散射大且光传播效率低这样的问题。本发明的目的在于提供一种光散射小且光传播效率高的光波导路的制造方法。

[0005] 本发明人深入研究的结果,查明了利用以往的制造方法获得的光波导路的光传播效率低的原因,即,使液态的树脂在芯的表面上流动而形成上敷层时,气泡附着在芯的周围而残留下来。

[0006] 在本发明中,加热在芯的表面上流动的树脂层,将具有通气孔的凹型模按压在树脂层上,从而树脂层所含有的气泡通过通气孔被排出到外部。这样能够有效地减少残留于芯周围的气泡。结果能够获得光传播效率优异的光波导路。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] (1) 本发明的光波导路的制造方法是包括芯与覆盖芯的上敷层的光波导路的制造方法,其特征在于,包括:使液态的树脂流动而形成覆盖芯的树脂层的工序 A;加热树脂层的同时、或在加热后将在凹部具有通向模具外的通气孔的凹型模按压树脂层,从而成形上敷层的工序 B。

[0009] (2) 本发明的光波导路的制造方法,其特征在于,在工序 B 中,使上敷层的端部的光射出部和光入射部的任一方或双方形成成为透镜形状。

[0010] (3) 本发明的光波导路的制造方法,其特征在于,上敷层端部的成形为透镜形状的部分是侧截面为大致 1/4 圆面的细长透镜形状。

[0011] 根据本发明的制造方法能够获得光传播效率高的光波导路。通过使上敷层端部的光射出部成形为透镜形状,可获得自其顶端射出平行光的光波导路装置。此外,通过使上敷层端部的光入射部成形为透镜形状,可获得将自其顶端入射的光聚集于芯的光波导路装置。

[0012] 附图说明

[0013] 图 1 是本发明的光波导路的制造方法的说明图。

[0014] 图 2 是通过本发明的制造方法获得的光波导路的剖视图。

[0015] 图 3 是利用通过本发明的制造方法获得的光波导路的光学式触摸板。

具体实施方式

[0016] (本发明的制造方法)

[0017] 本发明的光波导路的制造方法包括已进行图案形成的芯、覆盖芯地成形而成的上敷层,包括下述的工序 A 和工序 B。根据该制造方法,有效地将附着在芯周围的气泡自凹型模的通气孔 排出,所以能够获得光散射小的上敷层,能够获得光传播效率高的光波导路。在以往的制造方法中,由于流动的液态树脂的粘度越高、上敷层的厚度越大,越难以去除附着在芯周围的气泡。本发明的制造方法在那样的条件下能够获得特别显著的效果。

[0018] 图 1 是优选的实施方式的本发明的光波导路的制造方法的说明图。图 1(a) 是在下敷层 11 的表面对芯 12 进行图案形成的工序。图 1(b) 是使以后形成上敷层的液态活性能量线固化树脂覆盖已进行图案形成的芯 12 地流动,形成树脂层 13 的工序。此时,无法避免气泡 14 存在于芯 12 的周围。气泡 14 成为通过芯 12 的光发生散射的原因。图 1(c) 是加热树脂层 13 的同时、或在加热后将在凹部具有通向模具外的通气孔 15 的凹型模 16 按压树脂层 13,从而自树脂层 13 成形上敷层 17 的工序。将树脂层 13 成形为规定的形状的层称为上敷层 17。利用对树脂层 13 的加热和按压,使气泡 14 自芯 12 的周围脱离,自通向凹型模 16 外的通气孔 15 排出。图 1(d) 是自凹型模 16 的外侧照射活性能量线 18(例如紫外线)而使上敷层 17 固化的工序。图 1(e) 是去除凹型模 16 的工序。

[0019] 本发明的制造方法包括以下的工序 A 和工序 B,优选还包括工序 C。

[0020] 工序 A:使以后形成上敷层的液态活性能量线固化树脂覆盖图案形成的芯地流动,从而形成树脂层。(图 1(b))

[0021] 工序 B:加热树脂层的同时、或在加热后将具有通气孔的凹型模按压树脂层从而成形上敷层。(图 1(c))

[0022] 工序 C:自凹型模的外侧照射活性能量线而使上敷层 17 固化。(图 1(d))

[0023] 在本发明的光波导路的制造方法中,因为使用了活性能量线固化树脂,所以即使通过用于去除气泡的加热处理,树脂层的流动性也不会降低。为此,能够有效地去除气泡,能够制造光传播效率高的光波导路。

[0024] 工序 A

[0025] 用于本发明的工序 A 是使以后形成上敷层的液态树脂覆盖已进行图案形成的芯地流动,从而形成树脂层的工序。

[0026] 用于本发明的、以后形成上敷层的液态树脂(以下称为液态树脂)包括折射率低于芯的任意的树脂。液态树脂没有限制,但优选活性能量线固化树脂。活性能量线固化树脂即使通过下述的工序 B 的加热处理,粘度也难于上升,所以去除气泡较佳。在本说明书中“活性能量线固化树脂”是指利用红外线、紫外线、电子射线等的能量进行交联,变化成难溶解难熔化的稳定状态的树脂。活性能量线固化树脂优选为紫外线固化树脂。通常,紫外线固化树脂含有利用光化学的作用聚合的光聚合性预聚合物,除此之外也可以含有反应性稀释剂、光聚合引发剂、溶剂、调整剂等。

[0027] 考虑到附着在芯周围的气泡易于向外部移动,液态树脂的粘度优选 $1\text{mPa} \cdot \text{s} \sim 500\text{mPa} \cdot \text{s}$,更优选 $2\text{mPa} \cdot \text{s} \sim 300\text{mPa} \cdot \text{s}$ 。该粘度通过实施例所述的测量方法获得。

[0028] 上述树脂层是通过使液态树脂覆盖已经被图案形成的芯地流动而获得的层。树脂层的厚度(流动的厚度)由芯的高度适当决定,但优选 $15\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ 。使液态树脂流动

的方法没有限制,可采用旋涂法、浸渍法、浇铸法等。

[0029] 芯由折射率比上敷层的折射率高的任意材料形成。形成芯的材料优选为图案形成性优异的紫外线固化树脂。作为紫外线固化树脂,优选例如丙烯酸系紫外线固化树脂、环氧系紫外线固化树脂、硅氧烷系紫外线固化树脂、降冰片烷系紫外线固化树脂、聚酰亚胺系紫外线固化树脂等。

[0030] 图案形成芯的方法没有限制,可采用干式蚀刻法、转印法、曝光-显影法、光漂白法等。

[0031] 芯被制作在基材或下敷层的表面上。通常,基材或下敷层的折射率比芯低。芯的截面形状没有限制,但优选梯形或四边形。芯的宽度优选 $10\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$, 芯的高度优选 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 。芯为梯形时,芯的宽度是下底的长度,芯的高度是连结上底的中点和下底的中点的线段的长度。

[0032] 工序 B

[0033] 用于本发明的工序 B 是加热通过工序 A 获得的树脂层的同时、或在加热后,将在凹部具有通向模外的通气孔的凹型模按压树脂层从而成形上敷层的工序。

[0034] 树脂层的加热处理是为了去除附着在芯周围的气泡而进行的。加热处理的温度是根据树脂层中包含溶剂的情况下溶剂的沸点不同而不同的,但优选 $40^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$, 更优选 $60^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

[0035] 能够通过适当地设定凹型模的凹型形状来形成所希望的形状的上敷层。凹型模在凹部具有用于排出树脂层中所含有的气泡的、通向模外的通气孔。具有多个凹部时,优选具有连通多个凹部的通气孔。相对于填充于凹型模的凹部的液态树脂的每 1cm^3 量,通气孔的大小优选 $0.3\text{cm}^2 \sim 2\text{cm}^2$ 。

[0036] 凹型模的材料没有限制,但例如列举有石英、镍合金、玻碳(glassy carbon)等。凹型模的表面也可以用离型剂处理。作为离型剂优选采用具有氟树脂系的分子结构的硅烷偶联剂。

[0037] 将凹型模按压于树脂层的条件是根据液态树脂的种类、粘度等的物理性质适当决定的。例如,树脂层若是由粘度低的液态树脂构成,则按压的压力为 100 万 Pa(约 10 个大气压)以下。也可以根据条件按压只通过载置凹型模来进行而几乎不另外加压。此时的压力为 10 万 Pa(约 1 个大气压)以下。

[0038] 其它工序

[0039] 在最佳的实施方式中,本发明的制造方法包括自凹型模的外侧照射活性能量线而使上敷层固化的工序 C。活性能量线优选紫外线。紫外线的照射量优选为 $100\text{mJ}/\text{cm}^2 \sim 8000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 。在该条件范围内能够使上敷层充分固化。在本发明的制造方法中,采用工序 C 时,优选凹型模相对于被照射的光是透明的。利用活性能量线固化完成后的凹型模自上敷层剥离。

[0040] 光波导路

[0041] 利用本发明的制造方法获得的光波导路包括已进行图案形成的芯、覆盖芯地成形的上敷层。如图 2 所示,优选光波导路 20 包括下敷层 21、图案形成在下敷层 21 的表面上上的芯 22、覆盖芯 22 地在下敷层 21 上形成的上敷层 23。优选上敷层 23 为顶端部 23a 成形为透镜形状的透镜一体型的上敷层。

[0042] 通过在工序 B 中将上敷层的前端部成形为如透镜形状那样而获得透镜一体型上敷层。具有透镜一体型上敷层的光波导路能够作为例如与发光元件、受光元件等光学元件结合的光波导路装置而使用。这样的光波导路装置例如能够使来自发光元件的光变换为平行光线而射出,或使发散的光聚集而射入到受光元件。

[0043] 敷层由下敷层和上敷层构成时,下敷层的厚度优选 $5\mu\text{m} \sim 10\text{mm}$ 。上敷层的厚度优选为在 $10\mu\text{m} \sim 10\text{mm}$ 的范围内且比下敷层厚。

[0044] 在上敷层的顶端部一体成形有透镜时,该透镜优选凸形状(凸透镜),更优选侧面截面为大致 $1/4$ 圆面状的凸形状(双凸透镜状的 $1/2$)。透镜为凸形状时曲率半径优选 $300\mu\text{m} \sim 5\text{mm}$,更优选 $500\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 。

[0045] 用途

[0046] 利用本发明的制造方法制造的光波导路的用途没有限制,但例如可被用于光配线板、光连接器、光电混合基板、光学式触摸板等。

[0047] 敷层形成用清漆的调制

[0048] 将(成分 A)具有脂环骨架的环氧系紫外线固化树脂(AD EKA 公司制 EP4080E):100 重量份和(成分 B)光致产酸剂(SAN-APRO 公司制 CPI-200K):2 重量份混合而调制成为敷层形成用清漆。

[0049] 芯形成用清漆的调制

[0050] 将(成分 C)含有茛骨架的环氧系紫外线固化树脂(大阪 Gas Chemicals 公司制 OGSOL EG):40 重量份、(成分 D)含有茛骨架的环氧系紫外线固化树脂(Nagase Chemtex 公司制 EX-1040):30 重量份、(成分 E)1,3,3-三{4-[2-(3-氧杂环丁烷)]丁氧基苯基}丁烷(制法下述):30 重量份、上述成分 B:1 重量份、乳酸乙烷:41 重量份混合调制成为芯形成用清漆。

[0051] (1,3,3-三{4-[2-(3-氧杂环丁烷)]丁氧基苯基}丁烷的制法)

[0052] 在具备温度计、冷却管和搅拌装置的 200ml 的三口烧瓶中,加入 1,3,3-三(4-羟苯基)丁烷 6.68g(20mmol)和 N-甲基-2-吡咯烷酮 25ml,边在氮气气氛下加热至 80°C 、一边搅拌直至完全溶解。溶解后,加入碳酸铯 23.46g(72mmol),进而搅拌 30 分钟。向其中加入先前合成的 2-(3-氧杂环丁烷基)丁基甲苯磺酸盐 17.84g(66mmol),在氮气气氛下 80°C 下搅拌 20 小时。反应结束后,冷却至室温,然后加入醋酸乙酯 100ml 和蒸馏水 50ml,其后放置并分离为水相和有机相。提取这样分离的有机相,将其进一步用水洗涤,用无水硫酸镁干燥一晚。其后,过滤硫酸镁,进而蒸馏出去溶剂,从而得到反应粗产物。通过硅胶柱色谱(洗提液:正己烷/丙酮)分离提纯该粗产物,得到无色透明的半固体 12.20g(收率 97%)。这样操作得到的化合物使用 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ (均为日本电子公司制造)分析,结果确认为 1,3,3-三(4-(2-(3-氧杂环丁烷))丁氧基苯基)丁烷。

[0053] 光波导路的制作

[0054] 在厚度为 $188\mu\text{m}$ 的聚苯二甲酸乙二酯薄膜的正面上涂敷敷层形成用清漆,由 $1000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的紫外线照射后,进行 $80^\circ\text{C} \times 5$ 分钟的加热处理,形成了厚度为 $20\mu\text{m}$ 的下敷层。下敷层的、波长 830nm 的折射率为 1.510。

[0055] 在下敷层的正面涂敷芯形成用清漆,进行 $100^\circ\text{C} \times 5$ 分钟的加热处理,形成了芯层。使曝光掩模敷盖芯层(间隙 $100\mu\text{m}$),由 $2500\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的紫外线照射,而且进行了

100℃×10 分钟的加热处理。用 Y-丁内脂水溶液溶解去除芯层的紫外线未照射部分,进行 120℃×5 分钟的加热处理,形成了图案为芯宽度 20 μm、芯高度 50 μm 的芯,以获得图 3 的 L 字型光波导路。芯的波长 830nm 的折射率为 1.592。

[0056] 在敷层形成有清漆中添加丁酮,使粘度成为 200mPa·s 地调制成稀释液。覆盖芯整体地涂敷稀释液而形成了湿厚度 60 μm 的树脂层。对树脂层进行 80℃×5 分钟的加热后,通过按压在凹部具有通气孔的凹型模(石英制)而去除了存在于芯周边的气泡。

[0057] 自通气孔追加注入敷层形成用清漆,用清漆填充凹型模的凹部。通过凹型模对敷层形成用清漆照射 2000mJ/cm² 的紫外线,进行了 80℃×5 分钟的加热处理。这样成形了在顶端部具有侧截面形状为大致 1/4 圆面的细长凸透镜(双凸透镜状的 1/2 的形状)的厚度 1mm 的上敷层。凸透镜的曲率为 1.5mm,上敷层的、波长 830nm 的折射率为 1.510。

[0058] 获得的光波导路包括下敷层(厚度 20 μm)、在下敷层的表面进行图案形成的芯(宽度 20 μm、高 50 μm)、覆盖芯地在下敷层上形成的上敷层(厚度 1mm)。

[0059] 比较例

[0060] 将与在实施例中使用的凹型模同样具有通气孔的凹型模(石英制)设置在芯上,自通气孔注入敷层形成用清漆,用清漆填充凹型模的凹部。除此之外与实施例相同地制造了光波导路。

[0061] 评价

[0062] 如图 3 所示,准备了 2 个具有在实施例中制作的透镜一体型上敷层的光波导路 31、32。在其中一方的光波导路 31 的末端连结射出波长 850nm 的光的发光元件 33(Optowell 公司制 VCSEL)。在另一方的光波导路 32 的末端连结受光元件 34(TAOS 公司制 CMOS 线性传感器阵列)。各光波导路 31、32 的射出端、入射端隔着坐标输入区域 35 相面对地配置,制作了图 3 所示的对角 3 英寸的光学式触摸板 30。此外,使用具有在比较例中制作的透镜一体型上敷层的光波导路而与实施例同样地制作了光学式触摸板。

[0063] 对实施例和比较例的光学式触摸板,自发光元件射出强度为 5.0mW 的光,用受光元件测量受光强度。结果示于图 1 中。实施例的光波导路的受光强度比较例的受光强度大 0.4mW,能够确认实施例的光波导路的光传播效率高。

[0064] 表 1

[0065]

	加热 - 按压处理（在 加热覆盖芯的树脂 层之后,将具有通气孔的凹型模按压树脂层的处理）	受光强度 (mW)
实施例	有	0.9
比较例	无	0.5

[0066] 测量方法

[0067] 粘度

[0068] 使用应力粘度计 (Thermo HAAKE 公司制 HAKKERheoStress600) 以温度 25℃ 测量。

[0069] 折射率

[0070] 利用旋转涂敷使敷层形成用清漆和芯形成用清漆分别在硅晶圆上成膜,从而制作折射率测量用样品,用棱镜耦合器 (Cylon 公司制) 进行了测量。

[0071] 芯宽度、芯高度

[0072] 用冲切式切断机 (DISCO 公司制 DAD522) 切断制作的光波导路的截面,用激光显微镜 (KEYENCE 公司制) 观察测量切断面。

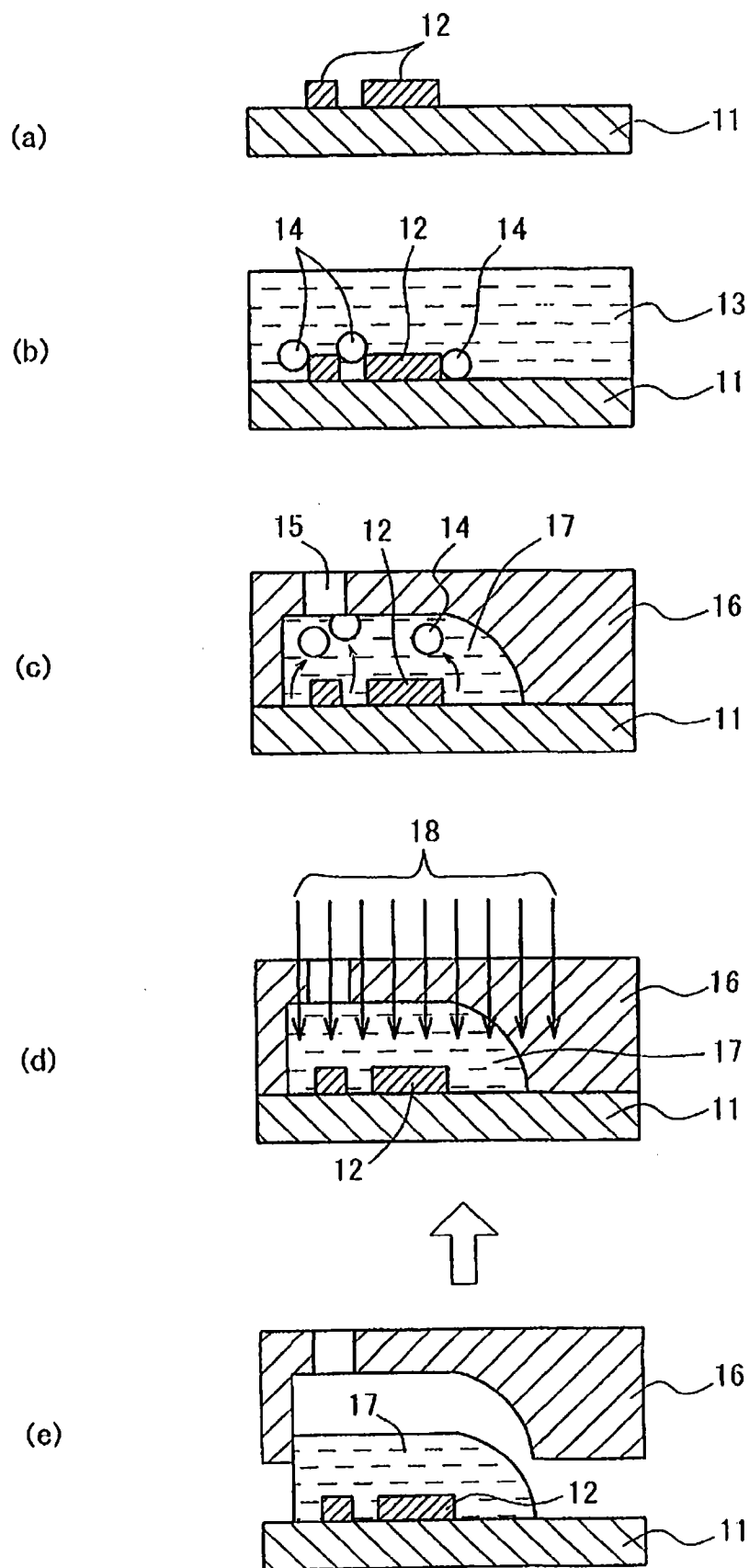


图 1

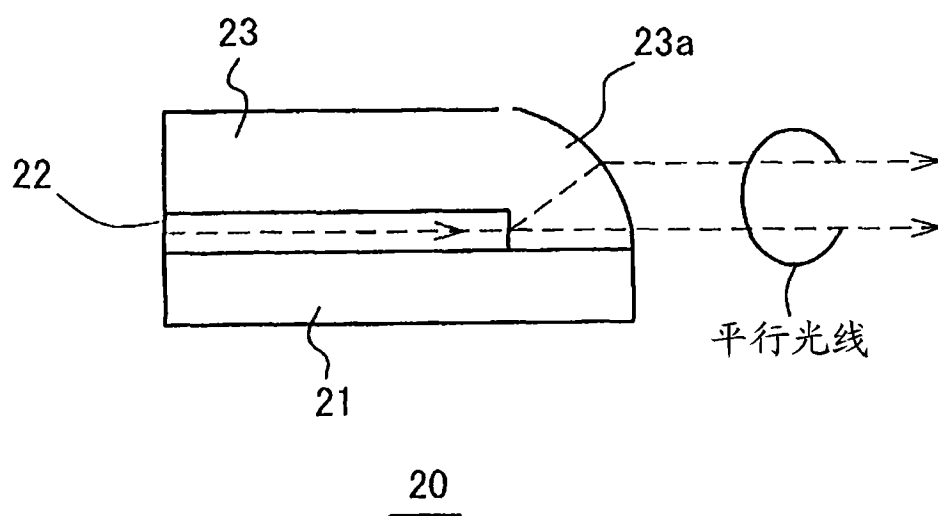


图 2

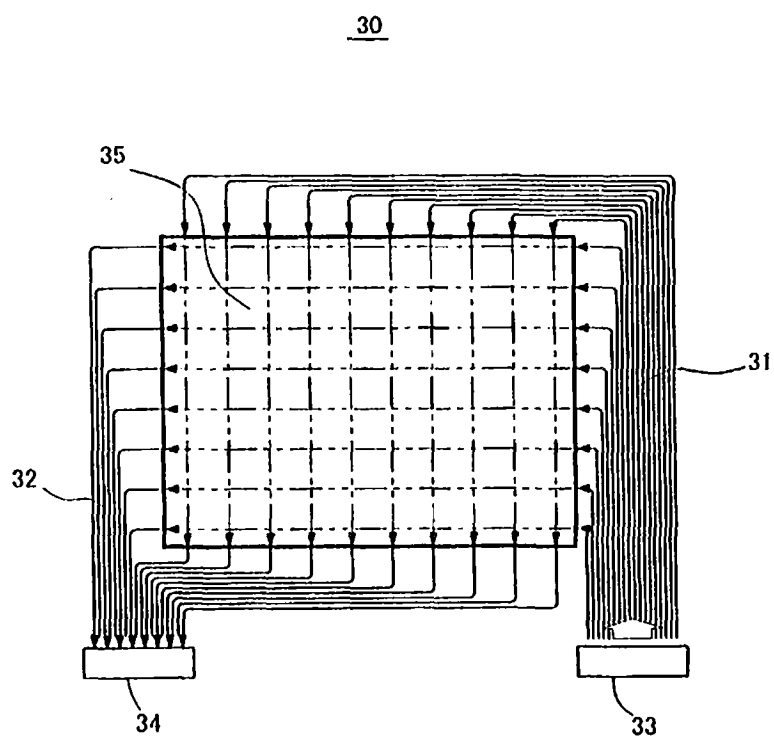


图 3