

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710182348.7

[51] Int. Cl.

H01L 21/78 (2006.01)
H01L 21/301 (2006.01)
B23K 26/06 (2006.01)
B23K 26/40 (2006.01)
B23K 101/40 (2006.01)

[43] 公开日 2008年12月31日

[11] 公开号 CN 101335235A

[22] 申请日 2003.3.6

[21] 申请号 200710182348.7

分案原申请号 03805866.9

[30] 优先权

[32] 2002.3.12 [33] JP [31] 2002-67289

[71] 申请人 浜松光子学株式会社

地址 日本静冈县

[72] 发明人 藤井义磨郎 福世文嗣 福满宪志
内山直己

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 龙 淳

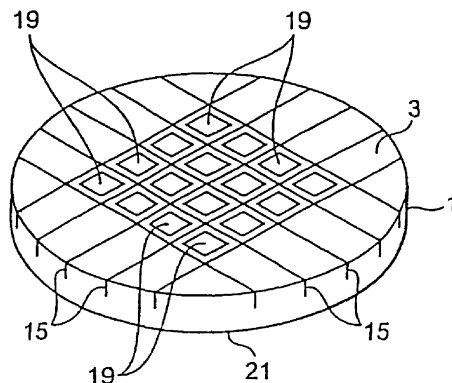
权利要求书1页 说明书20页 附图21页

[54] 发明名称

基板的分割方法

[57] 摘要

本发明提供一种能防止碎屑或破裂的发生、使基板薄型化并将基板分割的基板的分割方法。该基板的分割方法的特征在于，具有：通过在表面(3)形成功能元件(19)的半导体基板(1)的内部，使聚光点聚合并照射激光，在半导体基板(1)的内部形成含有多光子吸收生成的熔融处理领域的调质领域，通过含该熔融处理领域的调质领域，形成切割起点领域的工序；以及在形成切割起点领域后，研磨半导体基板(1)的背面(21)使半导体基板(1)成为规定的厚度的工序。



1. 一种基板的分割方法，其特征在于，
具有：

使聚光点聚合于由半导体材料构成的基板并照射激光，沿所述基板的切割预定线在所述基板形成熔融处理领域的工序；和

在所述形成熔融处理领域的工序之后，对所述基板实施蚀刻，分割所述基板的工序。

2. 根据权利要求 1 所述的基板的分割方法，其特征在于，
在所述形成熔融处理领域的工序中，在所述聚光点的电场强度为 1×10^8 (W/cm²) 以上且脉冲宽度为 1 μs 以下的条件下照射激光。

基板的分割方法

本申请是 2003 年 3 月 6 日递交的发明名称为“基板的分割方法”的申请 03805866.9 的分案申请

技术领域

本发明涉及在半导体装置制造工序等中，用于分割半导体基板等的基板的基板分割方法。

背景技术

随着近年来半导体装置的小型化，半导体装置的制造工序中，有时半导体基板的厚度可薄型化至数十 μm 左右。用刀片切断分割这样薄型化的半导体基板时，与半导体基板较厚的情况相比，存在以下问题：碎屑或破裂的发生增加、通过分割半导体基板而得到的半导体芯片的成品率减低。

作为解决这类问题的半导体基板的分割方法，已知有在特开昭 64-38209 号公报及特开昭 62-4341 号公报中记载的方法。

这些公报中记载的方法就是，对表面形成功能元件的半导体基板，从该表面侧用刀片开槽，然后，在该表面贴附粘接片并保持半导体基板，通过研磨半导体基板的背面直至预先形成的槽，对半导体基板进行薄型化处理，同时，将半导体基板分割。

发明内容

但是，按照上述公报中记载的方法，用平面研削进行半导体基板的背面的研磨时，平面研削面在到达预先形成于半导体基板的槽时，在该槽的侧面有发生碎屑或破裂的危险。

因此，本发明是针对这类问题提出的，目的在于提供能防止碎屑或破裂的发生、使基板薄型化并将基板分割的基板的分割方法。

为实现上述目的，与本发明相关的基板的分割方法，其特征在于，具有：在基板内部使聚光点聚合并照射激光，在基板内部形成由多光子吸收生成的调质领域，利用该调质领域，在距基板的激光入射面规定距离内侧，沿基板的切割预定线，形成切割起点领域的工序，以及形成切割起点领域工序后，研磨基板至规定的厚度的工序。

按照该基板的分割方法，在形成切割起点领域的工序中，在基板内部使聚光点聚合并照射激光，在基板内部使称为多光子吸收的现象发生，形成调质领域，因此，可利用该调质领域，在基板内部沿应切割基板的期望的切割预定线，形成切割起点领域。在基板内部形成切割起点领域时，自然地或用较小的力、以切割起点领域作为起点、在基板的厚度方向发生裂口。

而且，在研磨基板的工序中，在基板内部形成切割起点领域后，研磨基板使基板厚度成为规定的厚度，此时，研磨面即使到达以切割起点领域作为起点发生的裂口，由于以该裂口切断的基板的切断面相互紧靠在一起，所以能防止研磨产生的基板的碎屑或破裂。

因此，能防止碎屑或破裂的发生、使基板薄型化并将基板分割。

这里，所谓聚光点，是激光聚光的部位。此外，所谓研磨，包含切削、研削及化学蚀刻等。另外，所谓切割起点领域，是指基板切断时作为切割起点的领域。因此，切割起点领域是基板中预定切割的切割预定部。而且，切割起点领域，有时可通过连续地形成调质领域形成，有时可通过断续地形成调质领域形成。

此外，作为基板，有硅基板及 GaAs 基板等的半导体基板，及蓝宝石基板和 AlN 基板等的绝缘基板。而且，作为基板为半导体基板时的调质领域，有例如经过熔融处理的领域。

此外，优选在基板表面形成功能元件，在研磨基板的工序中，研磨基板背面。由于能在功能元件形成后研磨基板，例如就能对应于半导体装置的小型化，获得薄型化的芯片。这里，所谓功能元件，是指光电二极管等的受光元件及激光二极管等的发光元件，或作为电路形成的电路元件等。

此外，研磨基板的工序，优选包含在基板背面实施化学蚀刻的工序。在基板背面实施化学蚀刻时，当然能使基板背面更加平滑，但由于以切割起点领域作为起点发生的裂口引起的基板的切断面相互紧靠在一起，所以，仅对该切断面的背面侧的边缘部有选择地进行蚀刻，取倒角状态。因此，可使分割基板获得的芯片的抗折强度提高，同时，可防止芯片中的碎屑或破裂的发生。

附图说明

图 1 是采用本实施方式的激光加工方法的激光加工中的加工对象物的平面图。

图 2 是图 1 所示的加工对象物的沿 II-II 线的截面图。

图 3 是采用本实施方式的激光加工方法的激光加工后的加工对象物的平面图。

图 4 是图 3 所示的加工对象物的沿 IV-IV 线的截面图。

图 5 是图 3 所示的加工对象物的沿 V-V 线的截面图。

图 6 是采用本实施方式的激光加工方法切割的加工对象物的平面图。

图 7 是表示本实施方式的激光加工方法中的电场强度与裂口点的大小的关系的图形。

图 8 是本实施方式的激光加工方法的第 1 工序中的加工对象物的截面图。

图 9 是本实施方式的激光加工方法的第 2 工序中的加工对象物的截面图。

图 10 是本实施方式的激光加工方法的第 3 工序中的加工对象物的截面图。

图 11 是本实施方式的激光加工方法的第 4 工序中的加工对象物的截面图。

图 12 是展示采用本实施方式的激光加工方法切割的硅基板的一部分中的断面照片的图。

图 13 是表示本实施方式的激光加工方法中的激光的波长与硅基板内部的透过率的关系的图形。

图 14 是与实施例 1 相关的激光加工装置的概略构成图。

图 15 是说明与实施例 1 相关的激光加工方法用的流程图。

图 16 是展示形成与实施例 1 相关的切割起点领域的工序后的半导体基板的图。

图 17 是说明贴附与实施例 1 相关的保护膜工序用的图。

图 18 是说明研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序用的图。

图 19 是说明贴附与实施例 1 相关的扩张膜的工序用的图。

图 20 是说明剥去与实施例 1 相关的保护膜的程序用的图。

图 21 是说明扩张与实施例 1 相关的扩张膜，分拣半导体芯片的程序用的图。

图 22 是展示研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序后在半导体芯片的切断面背面侧的边缘部形成的倒角的图。

图 23A 用来说明研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序后在半导体芯片的切断面内残留熔融处理领域时，研磨半导体基板的工序前裂口到达表面的情况的图。

图 23B 用来说明研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序后在半导体芯片的切断面内残留熔融处理领域时，研磨半导体基板的工序前裂口未到达表面的情况的图。

图 24A 用来说明研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序后在半导体芯片的切断面内未残留熔融处理领域时，研磨半导体基板的工序前裂口到达表面的情况的图。

图 24B 用来说明研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序后在半导体芯片的切断面内未残留熔融处理领域时，研磨半导体基板的工序前裂口未到达表面的情况的图。

图 25A 用来说明研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序后在半导体芯片的切断面的背面侧的边缘部残留熔融处理领域时，研磨半导体基板的工序前裂口到达表面的情况的图。

图 25B 用来说明研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序后在半导体芯片的切断面的背面侧的边缘部残留熔融处理领域时，研磨半导体基板的工序前裂口未到达表面的情况的图。

图 26A 是研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序前的半导体基板的周边部的截面图。

图 26B 是研磨与实施例 1 相关的半导体基板的工序后的半导体基板的周边部的截面图。

图 27 是与实施例 2 相关的蓝宝石基板的平面图。

图 28 是说明形成与实施例 2 相关的切割起点领域的工序用的截面图。

图 29 是说明形成与实施例 2 相关的功能元件的工序用的截面图。

图 30 是说明贴附与实施例 2 相关的保护膜工序用的截面图。

图 31 是说明研磨与实施例 2 相关的蓝宝石基板的工序用的截面图。

图 32 是说明贴附与实施例 2 相关的扩张膜的工序用的截面图。

图 33 是说明用紫外线照射与实施例 2 相关的保护膜的工序用的截面图。

图 34 是说明剥去与实施例 2 相关的保护膜的工序用的截面图。

图 35 是说明扩张与实施例 2 相关的扩张膜、分离半导体芯片的工序用的图。

具体实施方式

以下，结合附图，对适用于本发明的实施方式，进行详细说明。本实施方式的基板的分割方法具有：在基板的内部使聚光点聚合并照射激光，利用在基板内部形成由多光子吸收生成的调质领域，形成切割起点领域的工序；以及在形成切割起点领域的工序后，将基板研磨至规定的厚度的工序。

首先，对形成切割起点领域的工序中所实施的基板的分割方法，特别是针对多光子吸收，进行说明。

光子的能量 $h\nu$ 低于材料的吸收带隙 E_G ，光学上呈透明。因此，材料产生吸收的条件是 $h\nu > E_G$ 。但是，即使光学上呈透明，在激光的强度非常大时，以 $nh\nu > E_G$ 的条件 ($n=2, 3, 4\cdots$)，材料中会产生吸收。这一现象被称为多光子吸收。如果是脉冲波，激光的强度由激光在聚光点的最大功率密度 (W/cm^2) 决定。例如，最大功率密度在 1×10^8 (W/cm^2) 以上时，产生多光子吸收。最大功率密度可通过 (聚光点上的激光的每 1 脉冲的能量) ÷ (激光的束光点断面积 × 脉冲宽度) 求得。此外，如果是连续波，激光的强度由激光在聚光点的电场强度 (W/cm^2) 决定。

参照图 1~图 6，对利用这样的多光子吸收的、本实施方式的激光加工原理进行说明。图 1 是激光加工中的基板 1 的平面图，图 2 是图 1 所示的基板 1 的沿 II-II 线的截面图，图 3 是激光加工后的基板 1 的平面图，图 4 是图 3 所示的基板 1 的沿 IV-IV 线的截面图，图 5 是图 3

所示的基板 1 的沿 V-V 线的截面图，图 6 是被切割的基板 1 的平面图。

如图 1 及图 2 所示，在基板 1 的表面 3，有应切割基板 1 的所希望的切割预定线 5。切割预定线 5 是沿直线状延伸的假设线（也可以在基板 1 上实际引线来作为切割预定线 5）。本实施方式的激光加工，按产生多光子吸收的条件，在基板 1 的内部使聚光点 P 聚合，对基板 1 照射激光 L 并形成调质领域 7。此外，所谓聚光点，是激光 L 聚光的部位。

通过沿切割预定线 5（即，沿箭头 A 方向）使激光 L 作相对移动，使聚光点 P 沿切割预定线 5 移动。这样，如图 3~图 5 所示，只在基板 1 的内部沿切割预定线 5 形成调质领域 7，在该调质领域 7 形成切割起点领域（切割预定部）8。实施方式的激光加工方法并不是，通过基板 1 吸收激光 L，导致基板 1 发热，而形成调质领域 7。而是，在基板 1 上透过激光 L，在基板 1 的内部发生多光子吸收，而形成调质领域 7。因此，基板 1 的表面 3 几乎不吸收激光 L，所以基板 1 的表面 3 不会熔融。

对基板 1 的切割，如果切割的部位有起点，基板 1 就从该起点切割，所以，如图 6 所示，可以用较小的力切割基板 1。这样，就可以切割基板 1，而不会在基板 1 的表面 3 上发生不必要的破裂。

此外，在以切割起点领域作为起点的基板的切割方面，可考虑以下 2 种情况。其一是，切割起点领域形成后，通过在基板上施加人为的力，以切割起点领域作为起点使基板破裂、对基板进行切割的情况。这是例如进行大厚度基板的切割。所谓施加人为的力是指，例如沿基板的切割起点领域在基板上施加弯曲应力及剪切应力，或对基板施加温差使热应力发生。其二是，通过形成切割起点领域，以切割起点领域作为起点，向基板的断面方向（厚度方向）自然破裂，最终对基板进行切割的情况。这是在例如进行小厚度基板的切割时，可利用 1 列的调质领域形成切割起点领域；在大厚度基板的情况下，可利用厚度方向上形成的多列调质领域，形成切割起点领域。此外，在该自然破裂的情况下，在切割部位，可在对应于没有形成切割起点领域的部位的部分的表面上不先行破裂，仅切割对应于形成切割起点领域的部位的部分，因此，能有效地控制切割。近年，硅基板等的基板的厚度越

来越薄，所以，这样控制性好的切割方法非常见效。

本实施方式中，通过多光子吸收形成的调质领域，有以下的(1)～(3)种情况。

(1) 调质领域为含有1个或多个裂口的裂口领域的情况

在基板(例如由玻璃及LiTaO₃构成的压电材料)的内部使聚光点聚合，在聚光点的电场强度为 1×10^8 (W/cm²)以上，且脉冲宽度为1 μs以下的条件下照射激光。该脉冲宽度的大小是，在使多光子吸收不断发生的同时，在基板的表面不发生无谓的损伤，并能仅在基板内部形成裂口领域的条件。由此，在基板内部发生由多光子吸收引起的所谓光学损伤的现象。由于该光学损伤，在基板内部引起热应变，而在基板的内部形成裂口领域。作为电场强度的上限值，例如为 1×10^{12}

(W/cm²)。脉冲宽度优选例如为1ns～200ns。此外，由多光子吸收生成的裂口领域的形成，例如，记载于第45次激光器热加工研究会论文集(1998年12月)第23页～第28页的“利用固体激光器高次谐波进行的玻璃基板的内部划线(marking)”。

本发明者通过实验求得电场强度与裂口的大小之间的关系。实验条件如下。

(A) 基板：派热克斯(pyrex)玻璃(厚度700 μm)

(B) 激光器

光源：半导体激光器激励Nd:YAG激光器

波长：1064 nm

激光点断面积： 3.14×10^{-8} cm²

振荡形态：Q开关脉冲

重复频率：100kHz

脉冲宽度：30ns

输出：输出<1mJ/脉冲

激光品质：TEM₀₀

偏光特性：直线偏光

(C) 聚光用透镜

对激光波长的透过率：60%

(D) 载置基板的载置台的移动速度：100mm/秒

此外，所谓激光品质 TEM_{00} ，是表示聚光性高、可聚光至激光的波左右。

图 7 是表示上述实验的结果的图。横轴是最大功率密度，由于激光是脉冲激光，所以电场强度用最大功率密度表示。纵轴表示用 1 脉冲的激光在基板的内部形成的裂口部分（裂口点）的大小。破裂点聚集，就成为裂口领域。裂口点的大小，是裂口点的形状中的最大长度部分的大小。图中的黑点表示的数据，是聚光用透镜（C）的倍率为 100 倍，开口数（NA）为 0.80 时的数据。另外，图中的白点表示的数据，是聚光用透镜（C）的倍率为 50 倍，开口数（NA）为 0.55 时的数据。可知，从最大功率密度 10^{11} (W/cm^2) 左右开始，在基板的内部发生裂口点，随着最大功率密度变大、裂口点也变大。

下面，参照图 8~图 11，针对在本实施方式的激光加工中，通过形成裂口领域而切割基板的原理进行说明。如图 8 所示，在多光子吸收产生的条件下，使聚光点 P 聚合于基板 1 的内部，用激光 L 照射基板 1，沿切割预定线在内部形成裂口领域 9。裂口领域 9 包含 1 个或多个裂口。在该裂口领域 9 形成切割起点领域。如图 9 所示，以裂口领域 9 为起点（即，以切割起点领域为起点），使裂口进一步成长，到达如图 10 所示的基板 1 的表面 3 及背面 21，然后如图 11 所示，通过使基板 1 裂开来切割基板 1。有时到达基板的表面及背面的裂口自然成长，有时则通过在基板上施加力而成长。

（2）调质领域为熔融处理领域的情况

在基板（例如硅那样的半导体材料）内部，使聚光点聚合，在聚光点的电场强度为 1×10^8 (W/cm^2) 以上，且脉冲宽度为 $1 \mu s$ 以下的条件下照射激光。由此，基板的内部通过多光子吸收，局部被加热。通过该加热，在基板内部形成熔融处理领域。所谓熔融处理领域，是一旦熔融后再固化的领域，或处于熔融状态的领域，或从熔融状态再固化的状态的领域，也可以说是相变化的领域和结晶构造变化的领域。此外，熔融处理领域，也可以说是单结晶构造、非结晶构造、多结晶构造中、某种构造变化为其它构造的领域。即，例如、是指从单结晶构造变化为非结晶构造的领域、从单结晶构造变化为多结晶构造的领域、从单结晶构造变化为包含非结晶构造和多结晶构造的领域。基板

为硅单结晶构造时，熔融处理领域为例如非晶质硅构造。作为电场强度的上限值，例如为 1×10^{12} (W/cm²)。脉冲宽度优选例如为 1ns~200ns。

本案发明者，通过实验，确认在硅基板的内部，熔融处理领域形成。实验条件如下。

(A) 基板：硅基板（厚度 350 μm，外径 4 英寸）

(B) 激光器

光源：半导体激光器激励 Nd: YAG 激光器

波长：1064 nm

激光点断面积： 3.14×10^{-8} cm²

振荡形态：Q 开关脉冲

重复频率：100kHz

脉冲宽度：30ns

输出：20 μJ/脉冲

激光品质：TEM₀₀

偏光特性：直线偏光

(C) 聚光用透镜

倍率：50 倍

N.A.: 0.55

对激光波长的透过率：60%

(D) 载置基板的载置台的移动速度：100mm/秒

图 12 表示以上述条件进行的激光加工切割的硅基板的一部分中的断面照片。在硅基板 11 的内部形成熔融处理领域 13。此外，按照上述条件形成的熔融处理领域 13，在厚度方向上的大小为 100 μm 左右。

对通过多光子吸收形成熔融处理领域 13 进行说明。图 13 表示激光的波长与硅基板内部的透过率的关系。其中，表示了分别除去硅基板的表面侧与背面侧的反射成分，仅为内部的透过率。示出硅基板的厚度 t 分别为 50 μm、100 μm、200 μm、500 μm、1000 μm 时的上述关系。

可知，例如，Nd: YAG 激光器波长为 1064 nm、硅基板的厚度为 500 μm 以下时，在硅基板的内部，激光透过 80% 以上。由于图 12 中

的硅基板 11 的厚度为 $350\ \mu\text{m}$ ，使多光子吸收生成的熔融处理领域 13 形成于硅基板的中心附近，即，距表面 $175\ \mu\text{m}$ 的部分。此时的透过率，以厚度为 $200\ \mu\text{m}$ 的硅基板作参考时为 90% 以上，所以、激光仅少量在硅基板 11 的内部被吸收，几乎都透过。这意味着，并不是在硅基板 11 的内部吸收激光、在硅基板 11 的内部形成熔融处理领域 13（即，通过用激光进行的通常的加热形成熔融处理领域），而是熔融处理领域 13 是通过多光子吸收形成的。通过多光子吸收形成熔融处理领域，可见于诸如熔接学会全国大会演讲概要第 66 集（2000 年 4 月）的第 72 页～第 73 页的“用微微秒脉冲激光进行的硅的加工特性的评价”。

此外，以熔融处理领域形成的切割起点领域作为起点、使裂口向着断面方向发生，由于其裂口到达硅基板的表面及背面，最终使硅基板被切割。有时，到达硅基板的表面及背面的该裂口自然成长，有时则通过在硅基板上施加力成长。此外，裂口从切割起点领域开始，在硅基板的表面及背面自然成长的情况，无外乎是形成切割起点领域的熔融处理领域从熔融状态使裂口成长的情况，或是形成切割起点领域的熔融处理领域从熔融状态再固化时使裂口成长的情况。其中，无论哪一种情况，熔融处理领域都只在硅基板的内部形成，在切割后的切割面上，如图 12 所示，只在内部形成熔融处理领域。在基板的内部，在熔融处理领域形成切割起点领域时，由于难以在切割时，在切割起点领域线外发生不必要的破裂，因此使切割控制变得容易。

（3）调质领域为折射率变化领域的情况

在基板（例如玻璃）的内部，使聚光点聚合，在聚光点的电场强度为 $1 \times 10^8\ (\text{W}/\text{cm}^2)$ 以上，且脉冲宽度为 $1\ \mu\text{s}$ 以下的条件下，照射激光。当脉冲宽度极短，在基板的内部发生多光子吸收时，多光子吸收产生的能不转化为热能、在基板的内部引起离子价数变化、结晶化或分极配向等恒久的构造变化，形成折射率变化领域。作为电场强度的上限值，例如为 $1 \times 10^{12}\ (\text{W}/\text{cm}^2)$ 。脉冲宽度优选例如为 1ns 以下， 1ps 以下则更好。由多光子吸收使折射率变化领域形成，例如，记载于第 42 次激光热加工研究会论文集（1997 年，11 月）第 105 页～第 111 页的“利用飞秒激光使玻璃内部形成光感应构造”。

以上，对作为利用多光子吸收形成的调质领域（1）～（3）的情

况作了说明。但是，如考虑基板的结晶构造及其分裂性等，象下面那样形成切割起点领域，则能以其切割起点领域作为起点、用更小的力，高精度地切割基板。

即，对于由硅等的金刚石构造的单结晶半导体构成的基板，优选在沿(111)面(第1劈开面)及(110)面(第2劈开面)的方向形成切割起点领域。此外，对于由GaAs等的闪锌矿型构造的III-V族化合物半导体构成的基板，优选在沿(110)面的方向形成切割起点领域。另外，对于具有蓝宝石(Al_2O_3)等的六方晶系的结晶构造的基板，优选以(0001)面(C面)为主面、在沿(1120)面(A面)或(1100)面(M面)的方向形成切割起点领域。

另外，如沿着应形成上述的切割起点领域的方向(例如、沿单结晶硅基板中的(111)面的方向)，或与应形成切割起点领域的方向垂直的方向，在基板上形成取向平面，可将该取向平面作为基准，在基板上容易且正确地形成沿着应形成切割起点领域的方向的切割起点领域。

以下，通过实施例，对本发明作更具体的说明。

[实施例 1]

对与本发明相关的基板的分割方法的实施例 1 进行说明。实施例 1 中，基板 1 取硅基板(厚度 $350\ \mu\text{m}$ ，外径 4 英寸)(以下，在实施例中，将基板 1 称为半导体基板 1)，在设备制作过程中，在半导体基板 1 的表面 3，以矩阵状形成多个功能元件的基板作为对象。

首先，对半导体基板 1 的内部形成切割起点领域的工序进行说明。在说明之前先参照图 14，对形成切割起点领域的工序中使用的激光加工装置，进行说明。图 14 是激光加工装置 100 的概略构成图。

激光加工装置 100，具有：发生激光 L 的激光源 101；为了调节激光 L 的输出及脉冲宽度等，对激光源 101 进行控制的激光源控制部 102；具有激光 L 的反射功能并配置得能使激光 L 的光轴方向改变 90° 的二向色反射镜 103；对二向色反射镜 103 反射的激光 L 进行聚光的聚光用透镜 105；载置用聚光用透镜 105 聚光的、激光 L 照射的半导体基板 1 的载置台 107；使载置台 107 在 X 轴方向上移动用的 X 轴阶台 109；使载置台 107 在垂直于 X 轴方向的 Y 轴方向上移动用的 Y 轴阶台 111；

使载置台 107 在垂直于 X 轴及 Y 轴方向的 Z 轴方向上移动用的 Z 轴阶台 113；以及控制这 3 个阶台 109、111、113 的移动的阶台控制部 115。

Z 轴方向是与半导体基板 1 的表面 3 垂直的方向，所以，成为入射到半导体基板 1 的激光 L 的焦点深度的方向。这样，通过使 Z 轴阶台 113 在 Z 轴方向移动，可使激光 L 的聚光点 P 在半导体基板 1 的内部聚合。此外，该聚光点 P 在 X (Y) 轴方向的移动，是通过利用 X (Y) 轴阶台 109 (111) 使半导体基板 1 在 X (Y) 轴方向移动来进行的。

激光源 101 是发生脉冲激光的 Nd: YAG 激光器。作为可用作激光源 101 的激光器，另外还有 Nd: YVO₄ 激光器、Nd: YLF 激光器及钛蓝宝石激光器。在形成熔融处理领域的场合，宜采用 Nd: YAG 激光器、Nd: YVO₄ 激光器、Nd: YLF 激光器。实施例 1 中，使用脉冲激光进行半导体基板 1 的加工，但如果能使多光子吸收发生，用连续波激光也行。

激光加工装置 100，还具有：发生的可见光线用于对载置在载置台 107 的半导体基板 1 进行照明的观察用光源 117；配置在与二向色反射镜 103 和聚光用透镜 105 同一光轴上的可见光用的光束分离器 119。在光束分离器 119 与聚光用透镜 105 间配置有二向色反射镜 103。光束分离器 119，具有使可见光线的约一半反射、另一半透过的功能，而且配置得能使可见光线的光轴的方向改变 90°。观察用光源 117 发生的可见光线，被光束分离器 119 反射约一半，这被反射的可见光线透过二向色反射镜 103 及聚光用透镜 105，对包含半导体基板 1 的切割预定线 5 等的表面 3 实施照明。

激光加工装置 100 还具有：光束分离器 119、配置在与二向色反射镜 103 和聚光用透镜 105 同一光轴上的摄像元件 121 及结像透镜 123。作为摄像元件 121，例如有 CCD 照相机。对包含切割预定线 5 等的表面 3 进行照明的可见光线的反射光，透过聚光用透镜 105、二向色反射镜 103、及光束分离器 119，经结像透镜 123 结像，被摄像元件 121 摄像，形成摄像数据。

激光加工装置 100 还具有：输入从摄像元件 121 输出的摄像数据的摄像数据处理部 125、控制激光加工装置 100 整体的整体控制部 127、以及监视器 129。摄像数据处理部 125，根据摄像数据、演算使观察用

光源 117 发生的可见光的焦点聚合在表面 3 上用的焦点数据。根据该焦点数据，阶台控制部 115 通过对 Z 轴阶台 113 进行移动控制，使可见光的焦点聚合于表面 3。这样，摄像数据处理部 125 起自动聚焦单元的作用。此外，摄像数据处理部 125，根据摄像数据演算表面 3 的扩大图像等的图像数据。该图像数据被送往整体控制部 127，由整体控制部进行各种处理，送往监视器 129。这样，使扩大图像等在监视器 129 上显示。

整体控制部 127，将来自阶台控制部 115 的数据、来自摄像数据处理部 125 的图像数据等进行输入，再根据这些数据控制激光光源控制部 102、观察用光源 117 及阶台控制部 115，以控制激光加工装置 100 整体。这样，整体控制部 127 起计算机单元的作用。

下面，参照图 14 及图 15、对形成使用上述激光加工装置 100 时的切割起点领域的工序进行说明。图 15，是说明形成切割起点领域的工序用的流程图。

利用未图示的分光光度计等测量半导体基板 1 的光吸收特性。根据该测量结果、选定发生对半导体基板 1 透明的波长或吸收少的波长的激光 L 的激光源 101 (S101)。接着，测量半导体基板 1 的厚度。根据厚度的测量结果和半导体基板 1 的折射率，确定半导体基板 1 在 Z 轴方向的移动量 (S103)。这是为使激光 L 的聚光点 P 处于半导体基板 1 的内部，以位于半导体基板 1 的表面 3 的激光 L 的聚光点 P 作为基准的半导体基板 1 在 Z 轴方向的移动量。该移动量被输入到整体控制部 127。

将半导体基板 1 载置于激光加工装置 100 的载置台 107 上。而且，从观察用光源 117 发生可见光，对半导体基板 1 进行照明 (S105)。利用摄像元件 121 对包含被照明的切割预定线 5 的半导体基板 1 的表面 3 进行摄像。切割预定线 5，是应切割半导体基板 1 的期望的假设线。这里，针对形成于半导体基板 1 的表面 3 上的各功能元件，分割半导体基板 1，获得半导体芯片，所以，切割预定线 5，被设定成能在相邻的功能元件间通行的格子状。由摄像元件 121 摄取的摄像数据被送往摄像数据处理部 125。摄像数据处理部 125，根据该摄像数据、对观察用光源 117 的可见光的焦点位于表面 3 那样的焦点数据进行演算(S107)。

该焦点数据被传输到阶台控制部 115。阶台控制部 115，根据该焦点数据，使 Z 轴阶台 113 在 Z 轴方向移动 (S109)。这样，观察用光源 117 的可见光的焦点位于半导体基板 1 的表面 3。此外，摄像数据处理部 125，根据摄像数据，对包含切割预定线 5 的半导体基板 1 的表面 3 的扩大图像数据进行演算。该扩大图像数据，经整体控制部 127 被传输到监视器 129，以此在监视器 129 上显示切割预定线 5 附近的扩大图像。

预先在步骤 S103 确定的移动量数据被输入到整体控制部 127，该移动量数据传输到阶台控制部 115。阶台控制部 115，根据该移动量数据，在激光 L 的聚光点 P 位于半导体基板 1 的内部，利用 Z 轴阶台 113 使半导体基板 1 在 Z 轴方向上移动 (S111)。

接着，通过激光源 101 使激光 L 发生，使激光 L 照射到半导体基板 1 的表面 3 的切割预定线 5 上。由于激光 L 的聚光点 P 位于半导体基板 1 的内部，使熔融处理领域仅在半导体基板 1 的内部形成。而且，使 X 轴阶台 109 和 Y 轴阶台 111 能沿着切割预定线 5 移动，利用沿切割预定线 5 形成的熔融处理领域，在半导体基板 1 的内部形成沿切割预定线 5 的切割起点领域 (S113)。

通过以上工序，使形成切割起点领域的过程終了，在半导体基板 1 内部形成切割起点领域。在半导体基板 1 的内部形成切割起点领域时，就能用自然或较小的力，以切割起点领域为起点，在半导体基板 1 的厚度方向发生裂口。

按照实施例 1，形成上述切割起点领域的工序中，在靠近半导体基板 1 的内部的表面 3 侧的位置形成切割起点领域，以该切割起点领域为起点，在半导体基板 1 的厚度方向发生裂口。图 16 是展示形成切割起点领域后的半导体基板 1 的图。如图 16 所示，在半导体基板 1 以切割起点领域为起点发生的裂口 15，能沿切割预定线形成为格子状，仅到达半导体基板 1 的表面 3，不到达背面 21。即，在半导体基板 1 发生的裂口 15，将以矩阵状形成于半导体基板 1 表面的多个功能元件 19 各自分割。此外，利用该裂口 15 切割的半导体基板 1 的切断面相互紧靠。

此外，所谓“在靠近半导体基板 1 内部的表面 3 侧的位置形成切

割起点领域”，指的是，构成切割起点领域的熔融处理领域等的调质领域，在离半导体基板1的厚度方向的中心位置（厚度的一半的位置）靠近表面3的一侧形成。即，指的是，半导体基板1的厚度方向的调质领域的宽度的中心位置，位于离半导体基板1的厚度方向的中心位置靠近表面3侧，而不是仅指调质领域的整个部分相对于半导体基板1的厚度方向的中心位置位于表面3侧的情况。

下面，参照图17~图21，对研磨半导体基板1的工序进行说明。图17~图21，是说明含研磨半导体基板的工序的各工序用的图。此外，实施例1中，半导体基板的厚度可从 $350\mu\text{m}$ 薄型化至 $50\mu\text{m}$ 。

如图17所示，在上述切割起点领域形成后的半导体基板1的表面3上粘贴保护膜20。保持膜20，在保护形成于半导体基板1的表面3上的功能元件19的同时，还用于保持半导体基板1。之后，如图18所示，平面研削半导体基板1的背面21，在该平面研削后，对背面21实施化学蚀刻，将半导体基板1薄型化为 $50\mu\text{m}$ 。由此，即，通过研磨半导体基板1的背面21，背面21达到以切割起点领域为起点产生的裂口15，将半导体基板1分割成各具有功能元件19的半导体芯片25。另外，作为上述化学蚀刻，例如有湿蚀刻（ $\text{HF}\cdot\text{HNO}_3$ ）或等离子体蚀刻（ $\text{HBr}\cdot\text{Cl}_2$ ）等。

另外，如图19所示，粘贴扩张膜23，以覆盖全部半导体芯片25的背面，之后，如图20所示，剥离粘贴成覆盖全部半导体芯片25的功能元件19的保护膜20。接着，如图21所示，扩张扩张膜23，使半导体芯片25相互分离，通过吸附弹簧筒夹（collet）27分拣半导体芯片25。

如上所述，根据实施例1的基板的分割方法，在器件制作工序中，当在半导体基板1的表面3中形成功能元件19后，可研磨半导体基板1的背面21。另外，通过形成切割起点领域的工序以及研磨半导体基板的工序分别实现的以下效果，可高合格率地得到薄型化以与半导体器件的小型化对应的半导体芯片25。

即，根据形成切割起点领域的工序，可防止在半导体基板1的表面3上，产生偏离应切断半导体基板1的期望的切割预定线的、不必要的裂口或熔融，可防止在分离半导体基板1得到的半导体芯片25中

产生不必要的裂口或熔融。

另外，根据形成切割起点领域的工序，由于沿切割预定线的半导体基板 1 的表面 3 不熔融，所以可使相邻功能元件 19 的间隔变窄，可增加从 1 个半导体基板 1 分离的半导体芯片 25 的数量。

另一方面，在研磨半导体基板的工序中，当在半导体基板 1 的内部形成切割起点领域后，平面研削半导体基板 1 的背面 21，以使半导体基板 1 变为规定厚度，但此时，即便背面 21 达到以切割起点领域为起点产生的裂口 15，也因为由该裂口 15 切断的半导体基板 1 的切断面彼此紧贴，所以可防止平面研削引起的半导体基板 1 的碎屑或破裂。因此，可防止产生碎屑或破裂，可薄型化半导体基板 1 并且分割半导体基板 1。

上述半导体基板 1 中的切断面的紧贴还可实现如下效果，即，防止通过平面研削产生的研削屑进入裂口 15 内，并防止通过分割半导体基板 1 得到的半导体芯片 25 的研削屑污染。同样，半导体基板 1 中的切断面的紧贴，还可实现与各半导体芯片 25 彼此间隔的情况相比、使平面研削引起的半导体芯片 25 的芯片飞溅减少的效果。即，可使用抑制保持力的膜作为保护膜 20。

另外，在研磨半导体基板的工序中，因为对半导体基板 1 的背面 21 实施化学蚀刻，所以可进一步平滑化通过分割半导体基板 1 得到的半导体芯片 25 的背面。并且，因为基于以切割起点领域为起点产生的裂口 15 的半导体基板 1 的切断面彼此紧贴，所以如图 22 所示，通过仅选择地蚀刻该切断面的背面侧的边缘部，而形成倒角 29。因此，在可使通过分割半导体基板 1 得到的半导体芯片 25 的抗折强度提高的同时，可防止半导体芯片 25 中产生碎屑或破裂。

另外，图 23A~图 25B 示出研磨半导体基板的工序后的半导体芯片 25 与熔融处理领域 13 的关系。各图中所示的半导体芯片 25 中，由于存在后述的各个效果，所以可对应于各种目的来分别使用。这里，图 23A、图 24A 和图 25A 是在研磨半导体基板的工序之前、裂口 15 到达半导体基板 1 的背面 3 的情况，图 23B、图 24B 和图 25B 是在研磨半导体基板的工序之前、裂口 15 未到达半导体基板 1 的背面 3 的情况。在图 23B、图 24B 和图 25B 的情况下，在研磨半导体基板的工序

之后，裂口 15 也到达半导体基板 15 的背面 3。

如图 23A 和图 23B 所示，在切断面内残留熔融处理领域 13 的半导体芯片 25，其切断面被熔融处理领域 13 所保护，半导体芯片 25 的抗折强度提高。

如图 24A 和图 24B 所示，在切断面内未残留熔融处理领域 13 的半导体芯片 25，在熔融处理领域 13 对半导体器件不造成好影响的情况下有效。

如图 25A 和图 25B 所示，在切断面背面侧的边缘部中残留熔融处理领域 13 的半导体芯片 25 中，该边缘部被熔融处理领域 13 所保护，与倒角半导体芯片 25 的边缘部的情况一样，可防止边缘部中产生碎屑或破裂。

另外，如图 23A、图 24A 和图 25A，与在研磨半导体基板的工序之前、裂口 15 到达半导体基板 1 的背面 3 的情况相比，如图 23B、图 24B 和图 25B 所示，在研磨半导体基板的工序之前、裂口 15 未到达半导体基板 1 的背面 3 的情况下，研磨半导体基板的工序之后得到的半导体芯片 25 的切断面的直行性进一步提高。

因此，不用说，在研磨半导体基板的工序之前、裂口 15 是否到达半导体基板 1 的表面 3 与熔融处理领域 13 至表面 3 的深度有关，但还与熔融处理领域 13 的大小有关。即，若减小熔融处理领域 13 的大小，则即便在熔融处理领域 13 至表面 3 的深度浅的情况下，裂口 15 也不到达半导体基板 1 的表面 3。熔融处理领域 13 的大小例如可由形成切割起点领域的工序中的脉冲激光的输出来控制，若提高脉冲激光的输出，则变大，若降低脉冲激光的输出，则变小。

另外，考虑研磨半导体基板的工序中薄型化的半导体基板 1 的规定厚度，优选事先（例如在形成切割起点领域的工序之前）在至少该规定厚度的半导体基板 1 的周缘部（外周部），通过倒角加工形成圆。图 26A 和图 26B 是实施例 1 的研磨半导体基板工序前后的半导体基板 1 的周缘部的截面图。研磨半导体基板工序之前的图 26A 所示的半导体基板 1 的厚度为 $350\ \mu\text{m}$ ，研磨半导体基板工序之后的图 26B 所示的半导体基板 1 的厚度为 $50\ \mu\text{m}$ 。如图 26A 所示，在半导体基板 1 的周缘部，事先通过倒角来形成多个（这里为 7 个）每个厚度为 $50\ \mu\text{m}$ 的

圆，即，将半导体基板1的周缘部的截面形状形成波形。由此，如图26B所示，研磨半导体基板1的工序后的半导体基板1的周缘部，由于通过倒角而变为形成圆的状态，所以可防止该周缘部产生碎屑或破裂，进而通过提高机械强度，可使处理变容易。

[实施例2]

参照图27~图35来说明本发明的基板分割方法的实施例2。实施例2是设基板1为作为绝缘基板的蓝宝石基板（厚度为 $450\mu\text{m}$ ，外径为2英寸）（下面，在实施例2中将“基板1”称为“蓝宝石基板1”），得到构成发光二极管的半导体芯片的情况。另外，图28~图35是沿图27所示的蓝宝石基板1的XX-XX的截面图。

首先，如图28所示，使聚光点P聚光在蓝宝石基板1的内部，照射激光L，在蓝宝石基板1的内部形成调质领域7。在该蓝宝石基板1的表面3上，在以后的工序中将多个功能元件19形成矩阵状，对每个功能元件19进行蓝宝石基板1的分割。因此，与各功能元件19的尺寸相一致，从表面3侧看，呈格子状地设定切割预定线，沿该切割预定线形成调质领域7，设该调质领域7为切割起点领域。

另外，若在聚光点P的最大功率密度为 $1\times 10^8\text{ (W/cm}^2\text{)}$ 以上、脉冲宽度为 $1\mu\text{s}$ 以下的条件下，向蓝宝石基板1照射激光，则形成裂口领域作为调质领域7（有时也形成熔融处理领域）。另外，若将蓝宝石基板1的(0001)面设为表面3，在沿(1120)面的方向和与该方向正交的方向上形成调质领域7，则在后面的工序中，可以将该调质领域7的切割起点领域为起点，通过更小的力，以高精度来切割基板。这与在沿(1100)面的方向和与该方向正交的方向上形成调质领域7一样。

在基于调质领域7的切割起点领域形成后，如图29所示，在蓝宝石基板1的表面3上，使n型氮化镓类化合物半导体层（下面称为“n型层”）31结晶生长至厚度为 $6\mu\text{m}$ ，并且，在n型层31上，使p型氮化镓类化合物半导体层（下面称为“p型层”）32结晶生长至厚度为 $1\mu\text{m}$ 。而且，通过沿形成为格子状的调质领域7将n型层31和p型层32蚀刻到n型层31的中途，将由n型层31和p型层32构成的多个功能元件19形成矩阵状。

另外，也可在蓝宝石基板1的表面3上形成n型层31和p型层32

之后，将聚光点 P 聚光在蓝宝石基板 1 的内部，照射激光 L，并在蓝宝石基板 1 的内部形成调质领域 7。另外，照射激光 L 可从蓝宝石基板 1 的表面 3 侧进行，也可从背面 21 侧进行。因为在形成 n 型层 31 和 p 型层 32 之后从表面 3 侧照射激光 L 的情况下，激光 L 也对蓝宝石基板 1、n 型层 31 和 p 型层 32 具有透光性，所以可防止 n 型层 31 和 p 型层 32 熔融。

在形成由 n 型层 31 和 p 型层 32 构成的功能元件 19 后，如图 30 所示，在蓝宝石基板 1 的表面 3 侧粘贴保护膜 20。保护膜 20 在保护形成于蓝宝石基板 1 的表面 3 上的功能元件 19 的同时，还保持蓝宝石基板 1。接着，如图 31 所示，平面研磨蓝宝石基板 1 的背面 21，将蓝宝石基板 1 薄型化为厚度为 $150\mu\text{m}$ 。通过研磨蓝宝石基板 1 的背面 21，以调质领域 7 的切割起点领域为起点，产生裂口 15，该裂口 15 到达蓝宝石基板 1 的表面 3 和背面 21，将蓝宝石基板 1 分割成各具有由 n 型层 31 和 p 型层 32 构成的功能元件 19 的半导体芯片 25。

另外，如图 32 所示，粘贴可扩展的扩张膜 23 以覆盖全部半导体芯片 25 的背面之后，如图 33 所示，通过向保护膜 20 照射紫外线，使作为保护膜 20 的粘接层的 UV 固化树脂固化，如图 34 所示，剥离保护膜 20。接着，如图 35 所示，向外侧扩张扩张膜 23，相互分离各半导体芯片 25，通过吸附弹簧筒夹等分拣半导体芯片 25。之后，将电极装配在半导体芯片 25 的 n 型层 31 和 p 型层 32 上，制作发光二极管。

如上所述，根据实施例 2 的基板的分割方法，在形成切割起点领域的工序中，因为使聚光点 P 聚光在蓝宝石基板 1 的内部，照射激光 L，并使蓝宝石基板 1 的内部产生所谓多光子吸收的现象，形成调质领域 7，所以可通过该调质领域 7，沿应切断蓝宝石基板 1 的期望的切割预定线，在蓝宝石基板 1 的内部形成切割起点领域。若在蓝宝石基板 1 的内部形成切割起点领域，则自然地或通过较小的力，以切割起点领域为起点，沿蓝宝石基板 1 的厚度方向产生裂口 15。

另外，在研磨蓝宝石基板 1 的工序中，当在蓝宝石基板 1 的内部形成切割起点领域之后，研磨蓝宝石基板 1，使蓝宝石基板 1 变为规定厚度，但此时，即便研磨面到达以切割起点领域为起点产生的裂口 15，也由于由该裂口 15 切断的蓝宝石基板 1 的切断面为彼此紧贴的状态，

所以可防止研磨引起的蓝宝石基板 1 的碎屑或破裂。

因此，可防止产生碎屑或破裂、薄型化蓝宝石基板 1 且分割蓝宝石基板 1，可高合格率地得到薄型化蓝宝石基板 1 的半导体芯片 25。

另外，即便是用 AlN 基板或 GaAs 基板代替蓝宝石基板 1 的情况下的基板分割，也可实现上述一样的效果。

产业上的可利用性

如上所述，根据本发明，可防止产生碎屑或破裂，薄型化基板且分割基板。

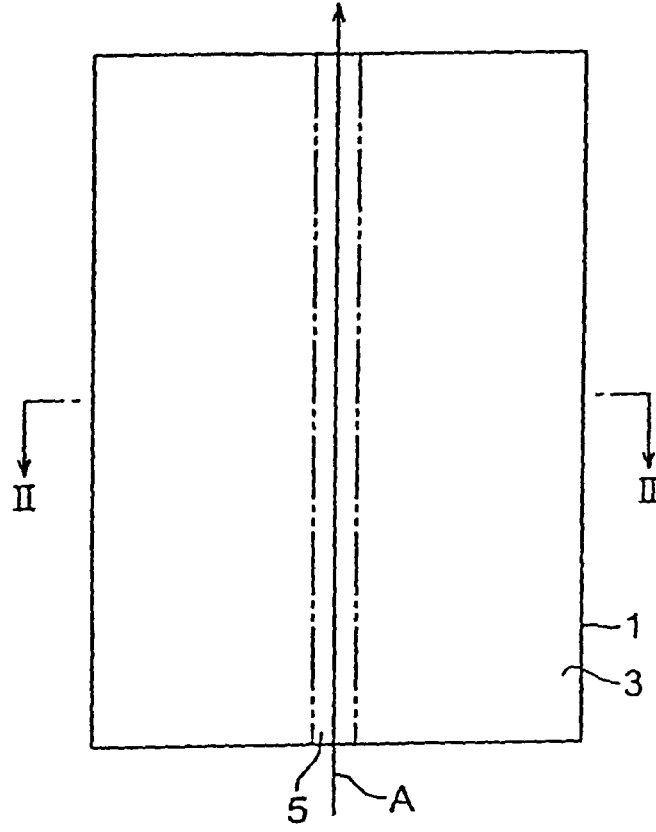


图1

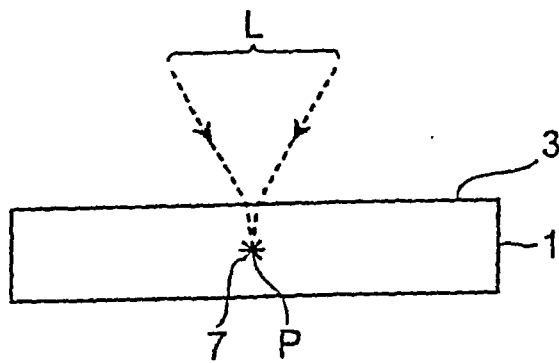


图2

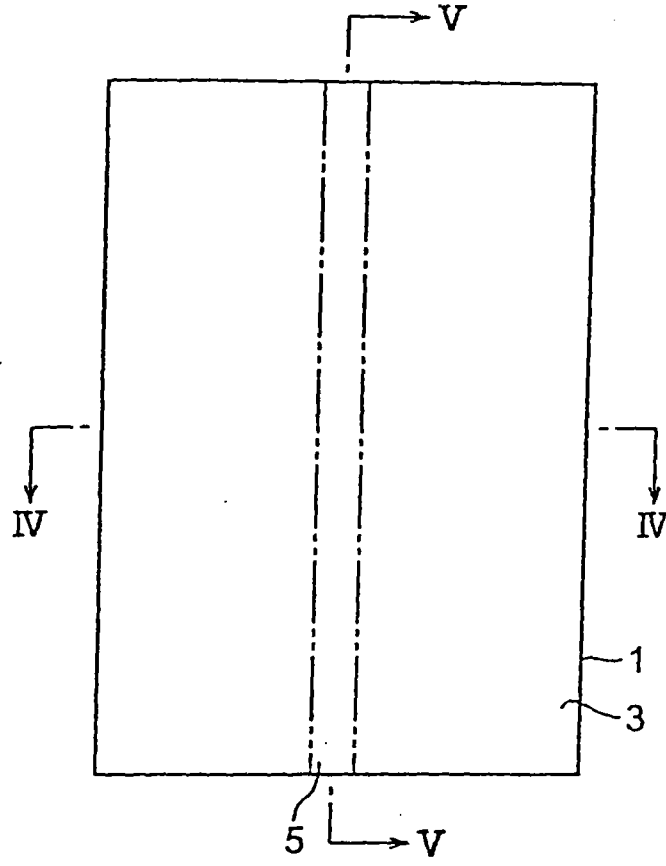


图3

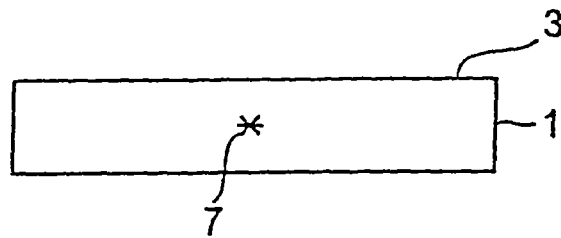


图4

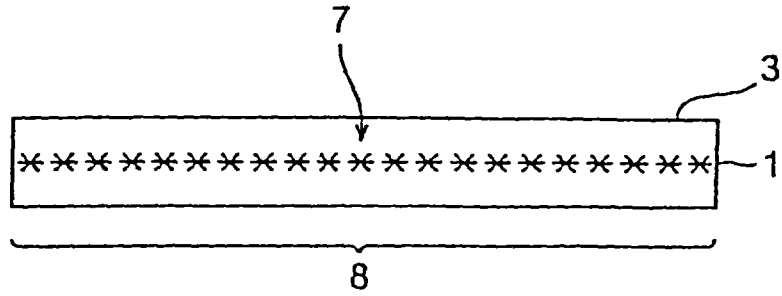


图5

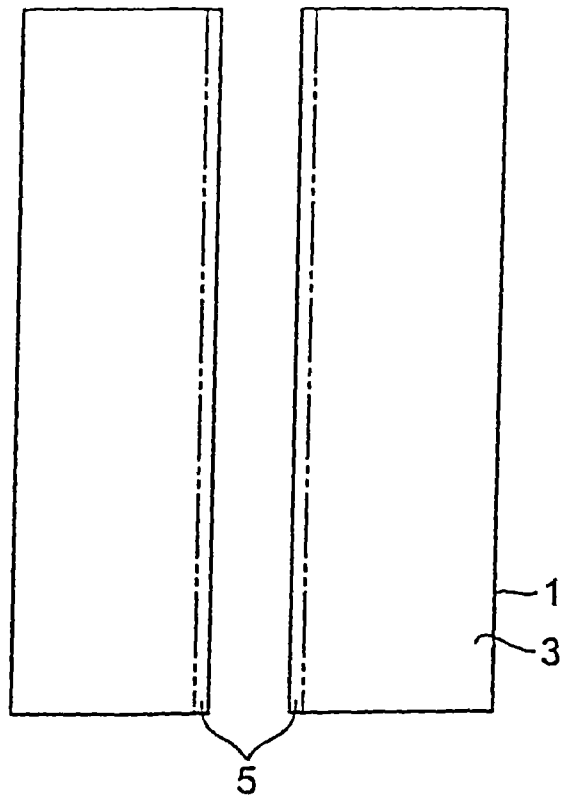


图6

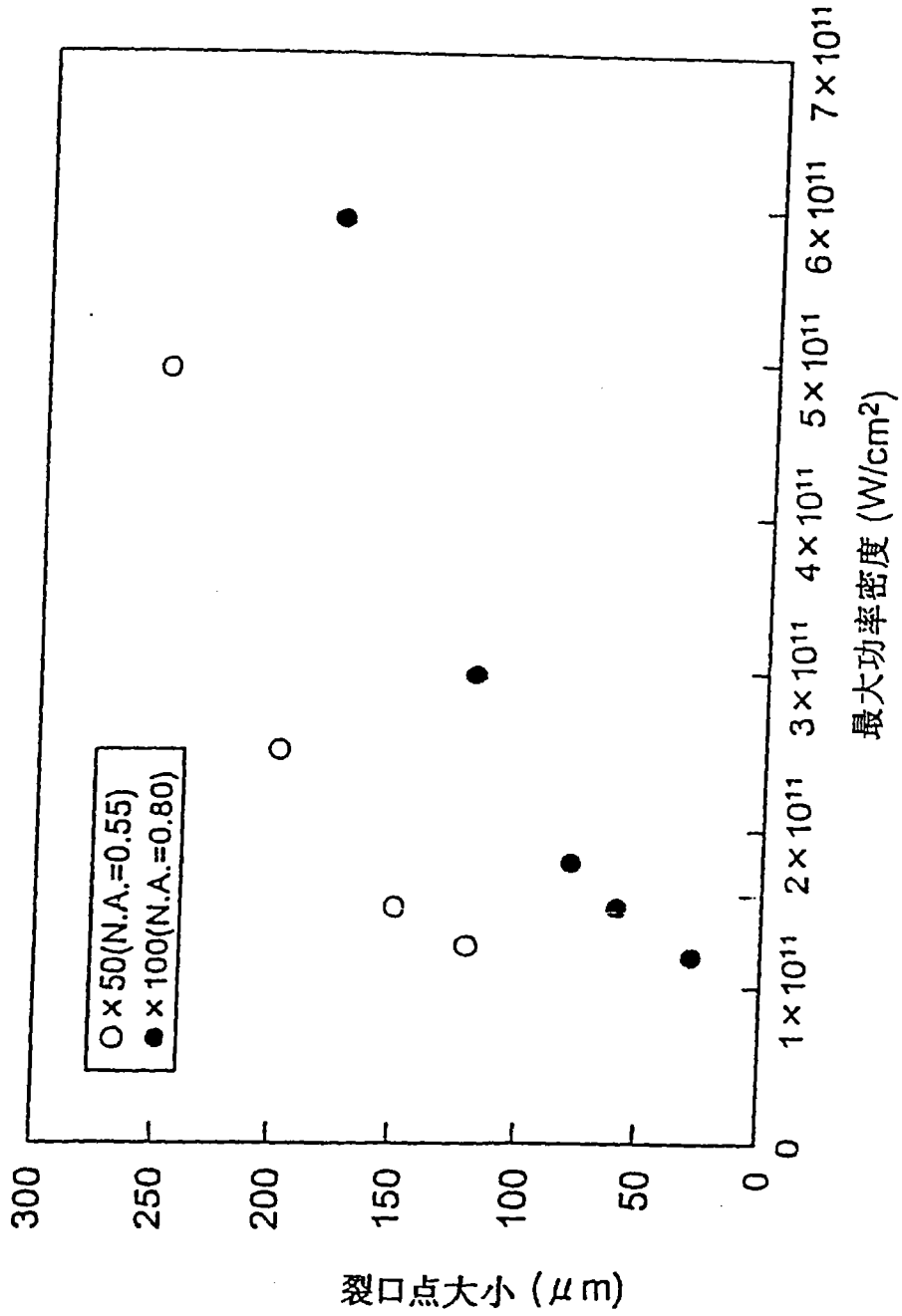


图7

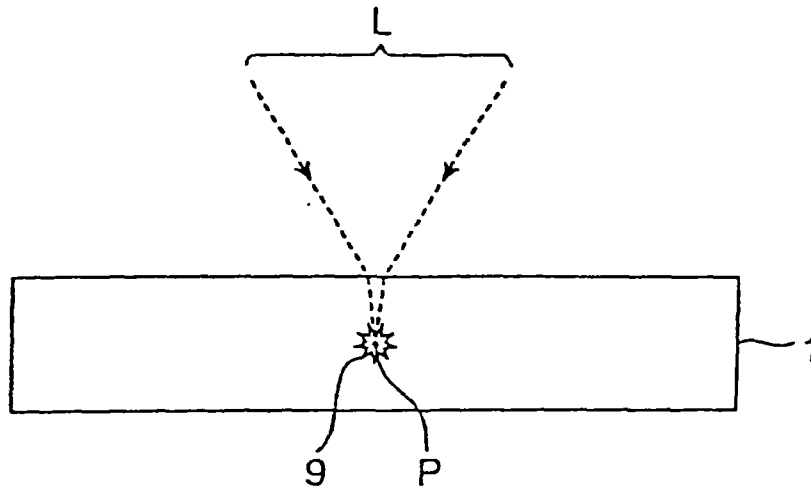


图8

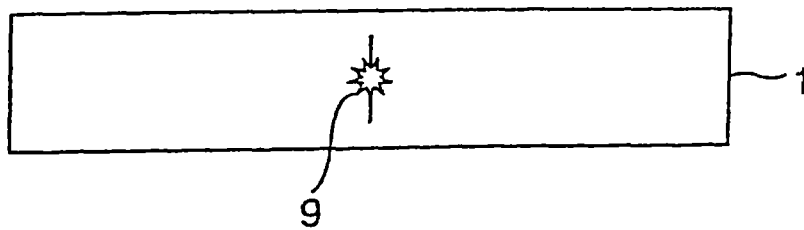


图9

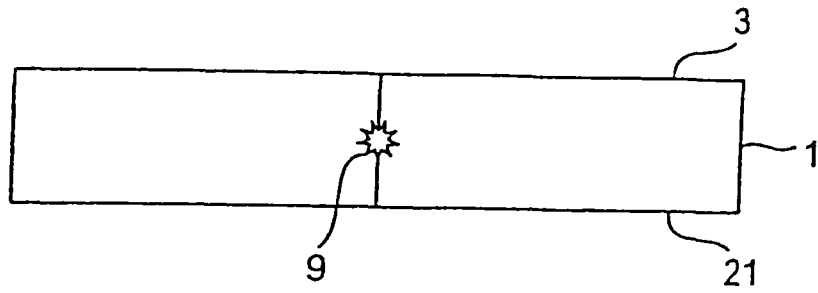


图10

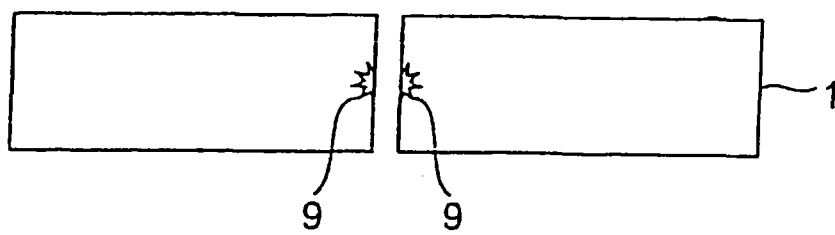


图11

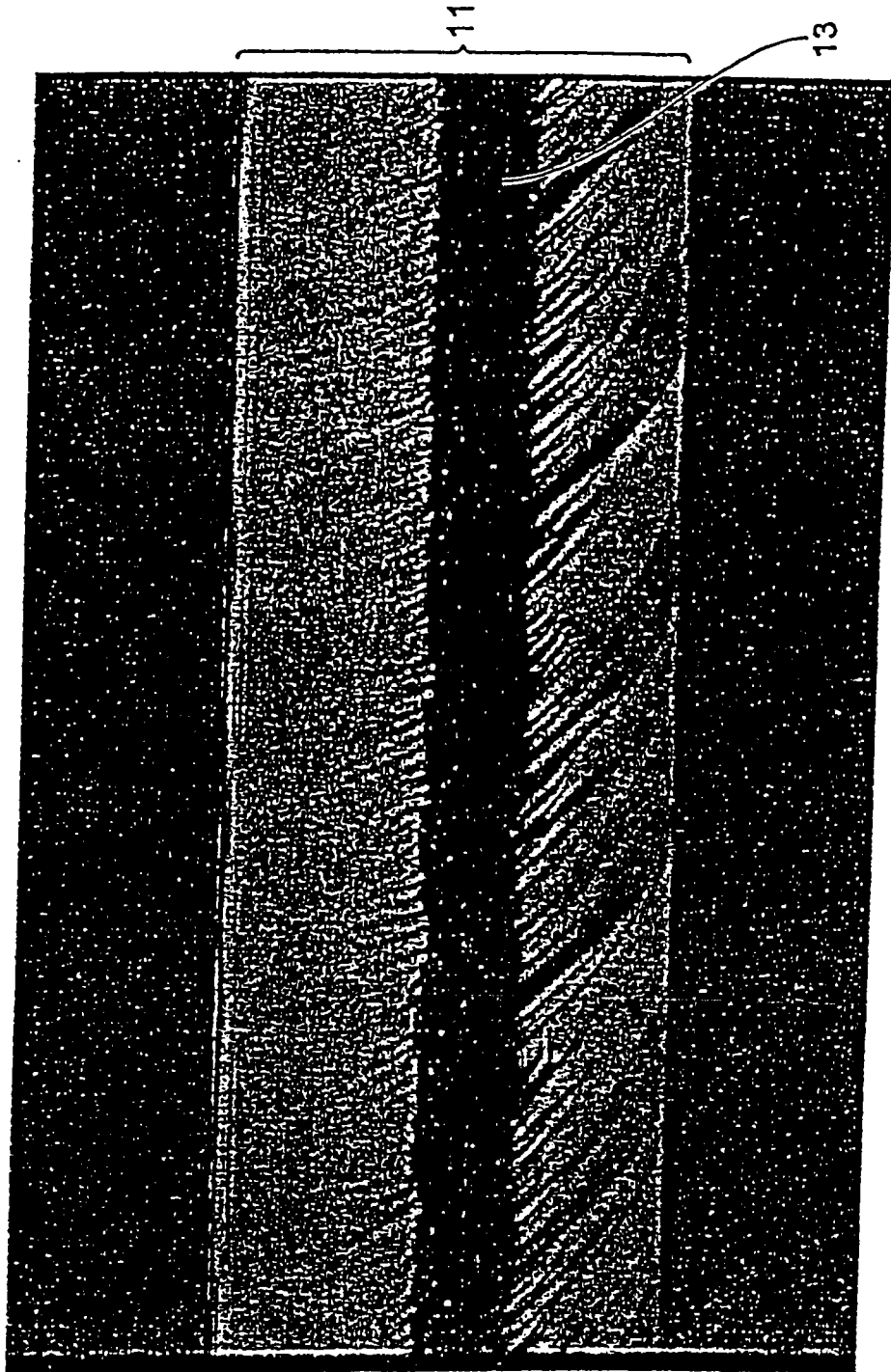


图12

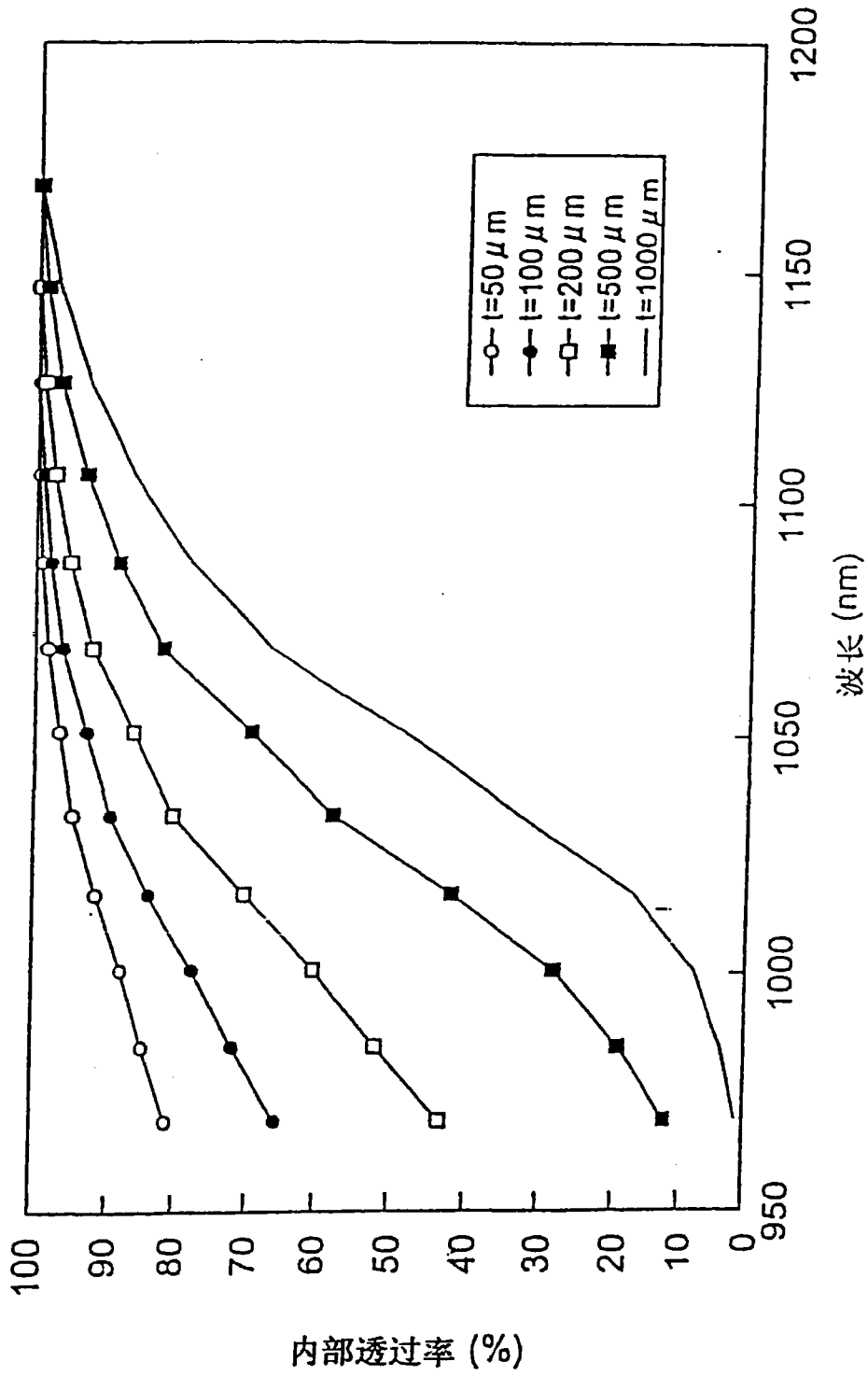


图13

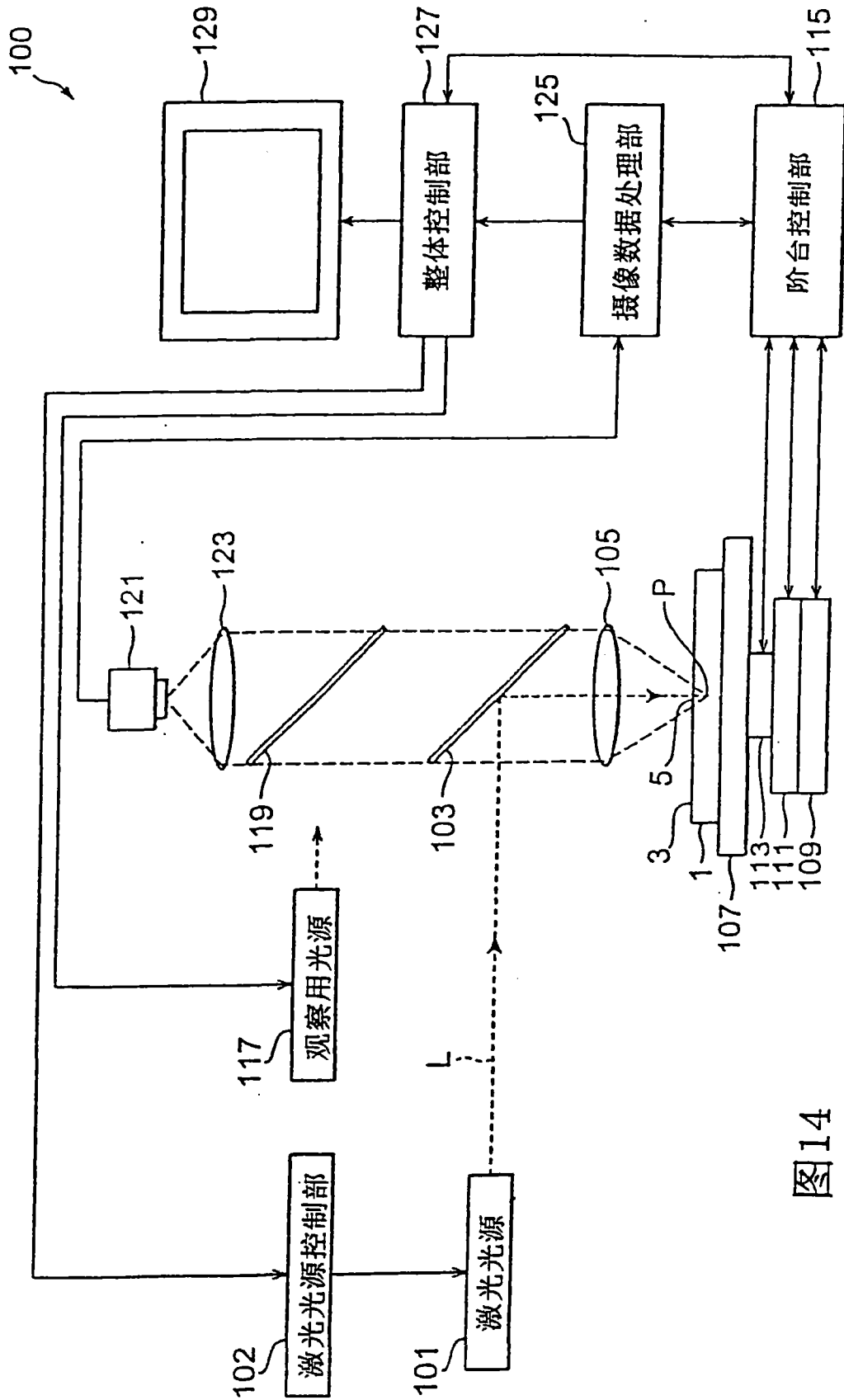


图14

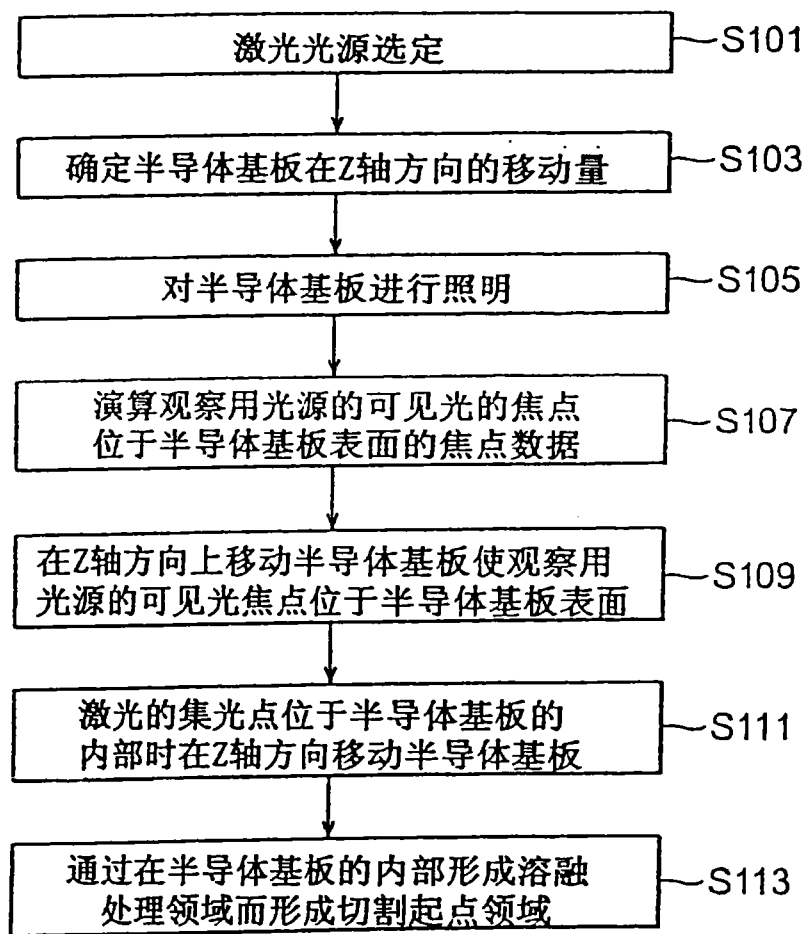


图15

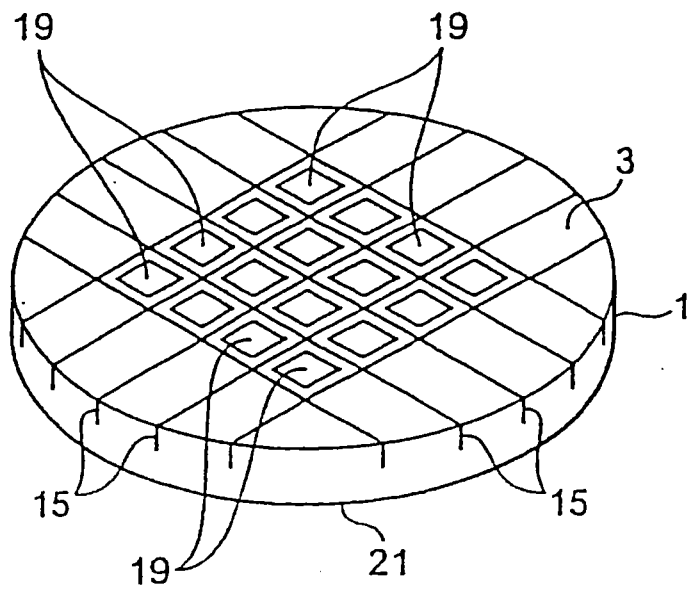


图16

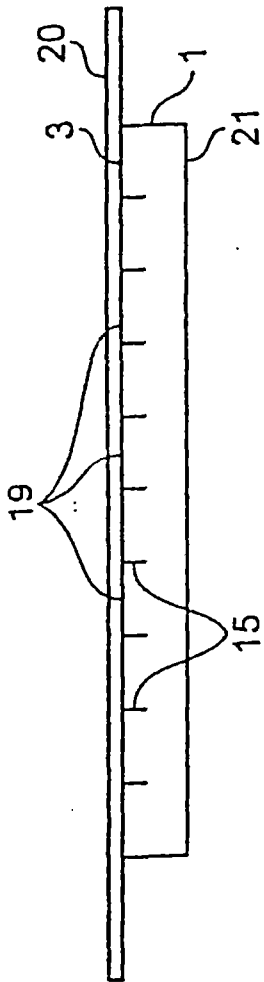


图17

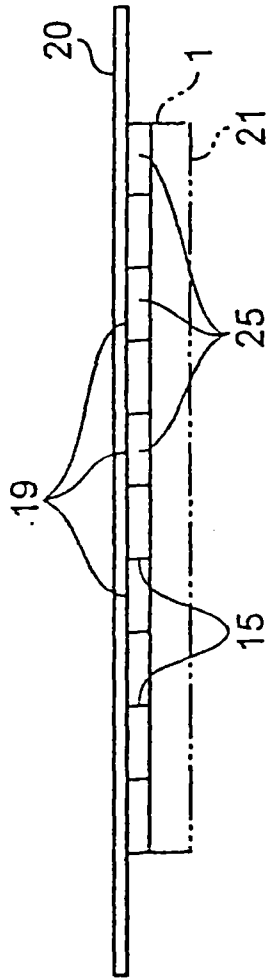


图18

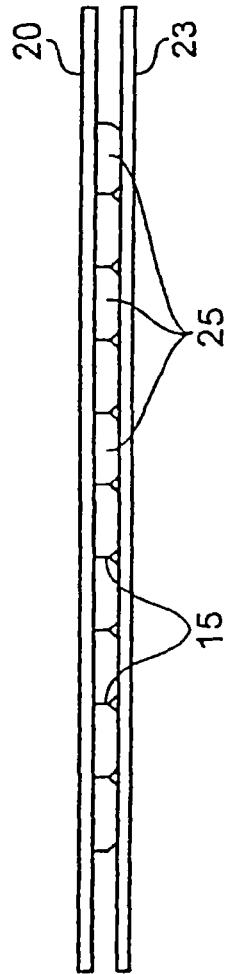


图19

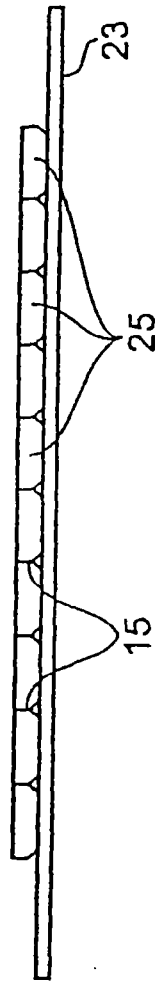


图20

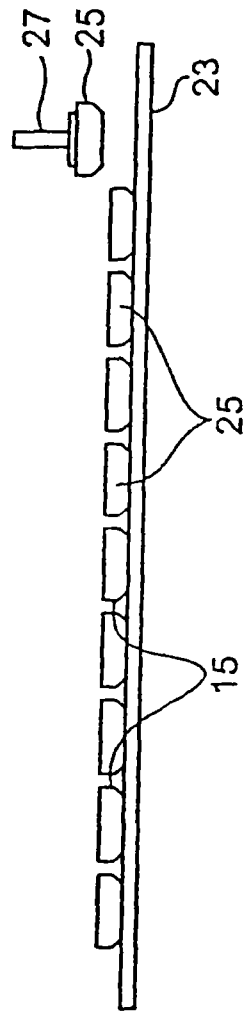


图21

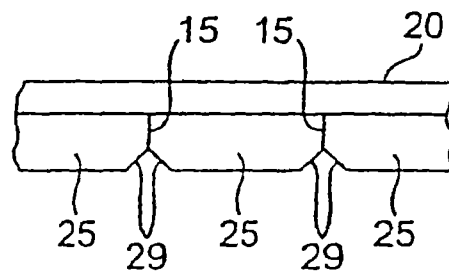


图22

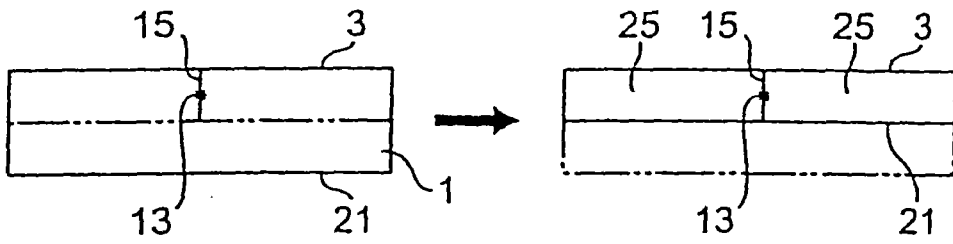


图23A

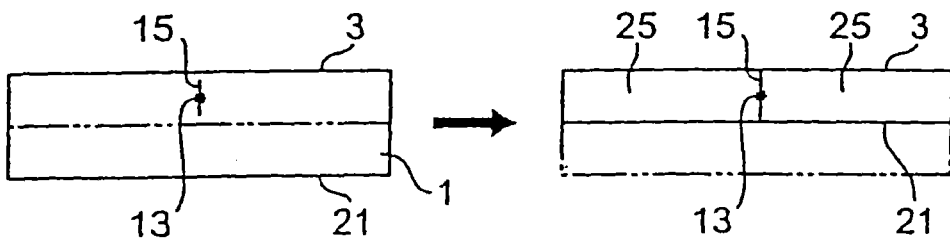


图23B

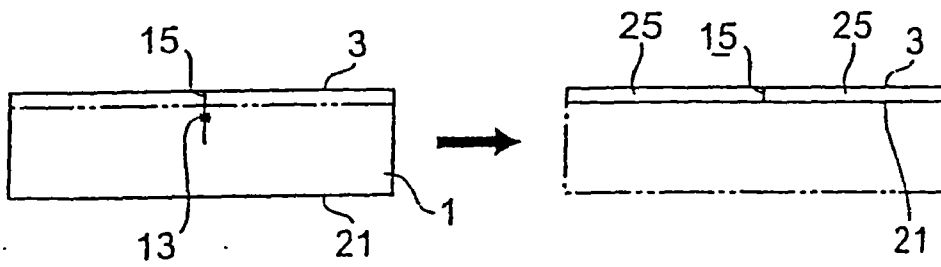


图24A

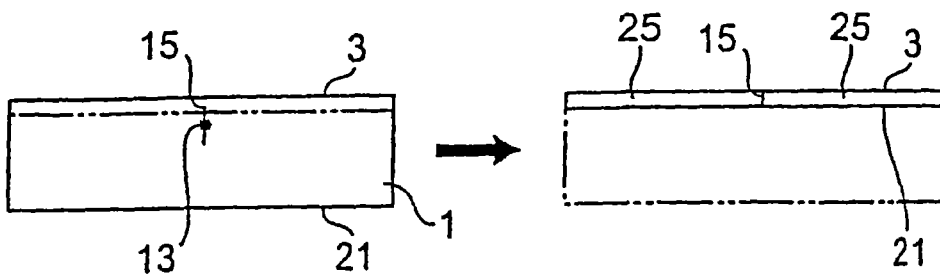


图24B

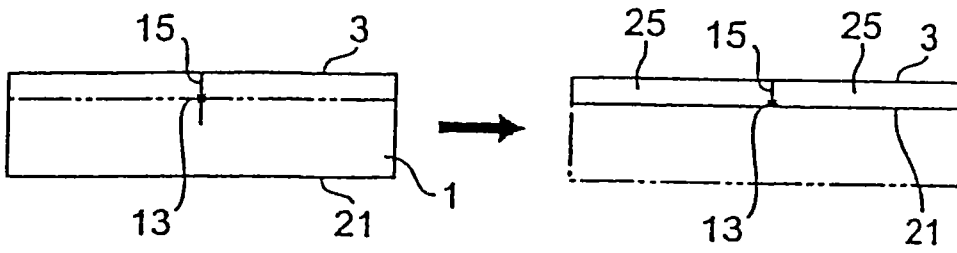


图25A

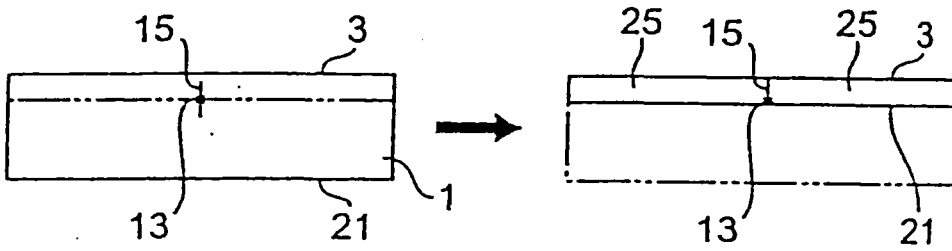


图25B

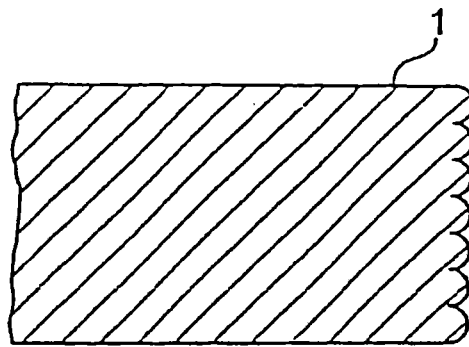


图26A



图26B

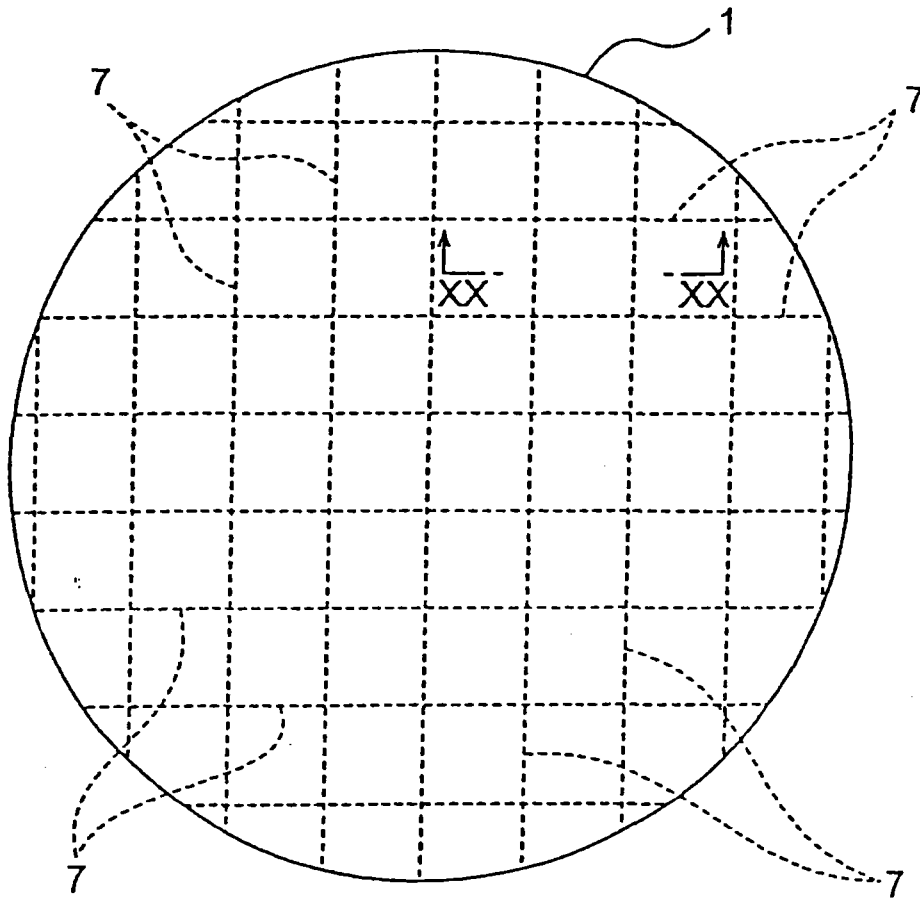


图27

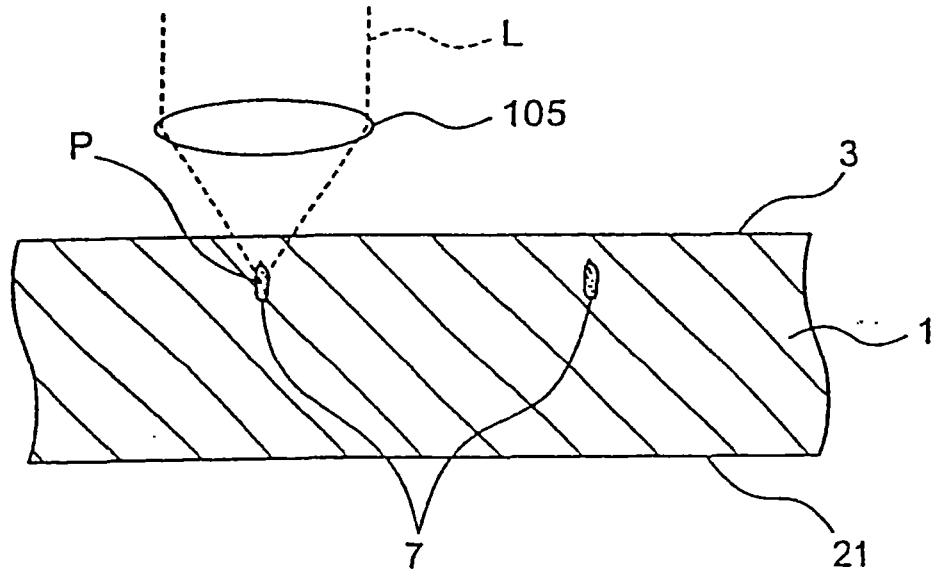


图28

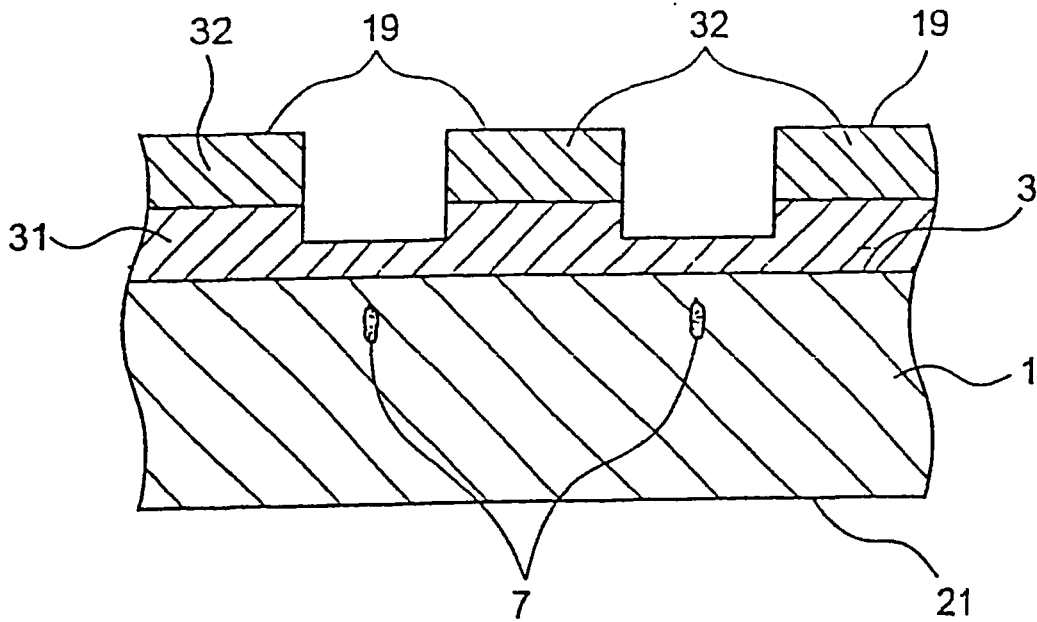


图29

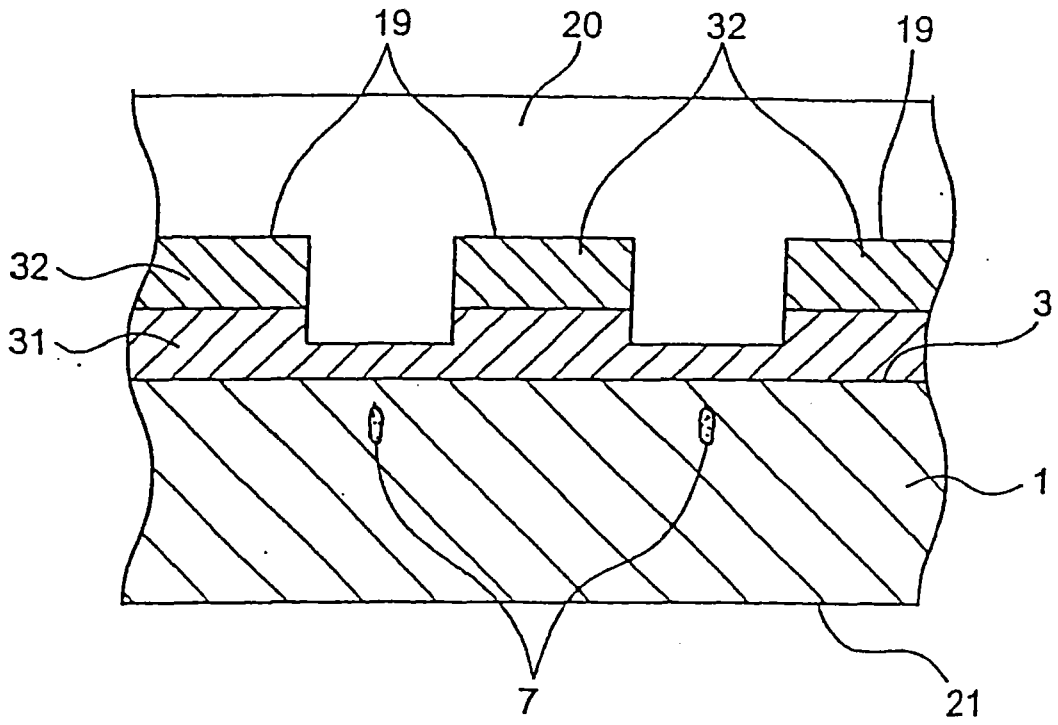


图30

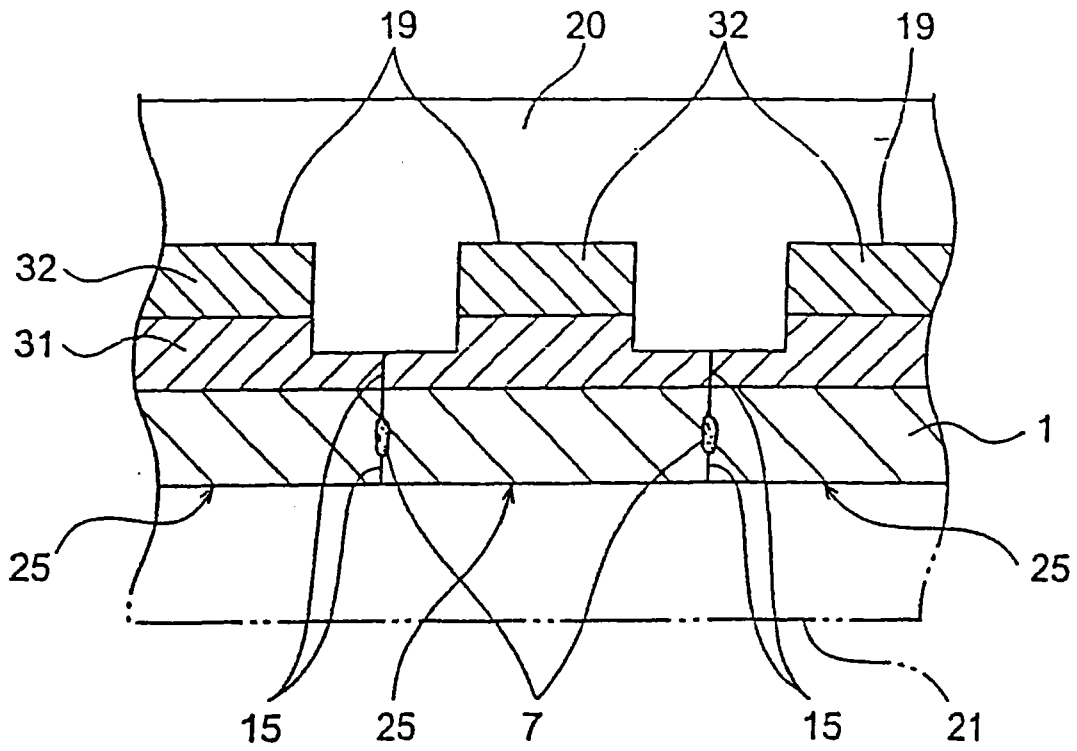


图31

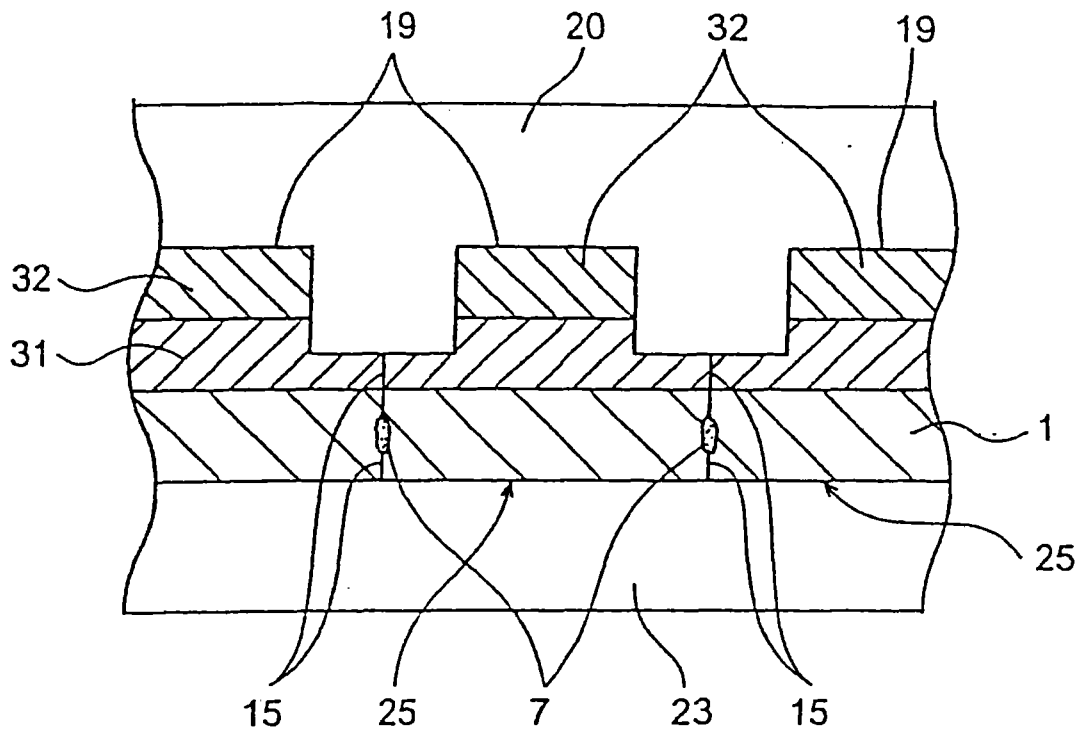


图32

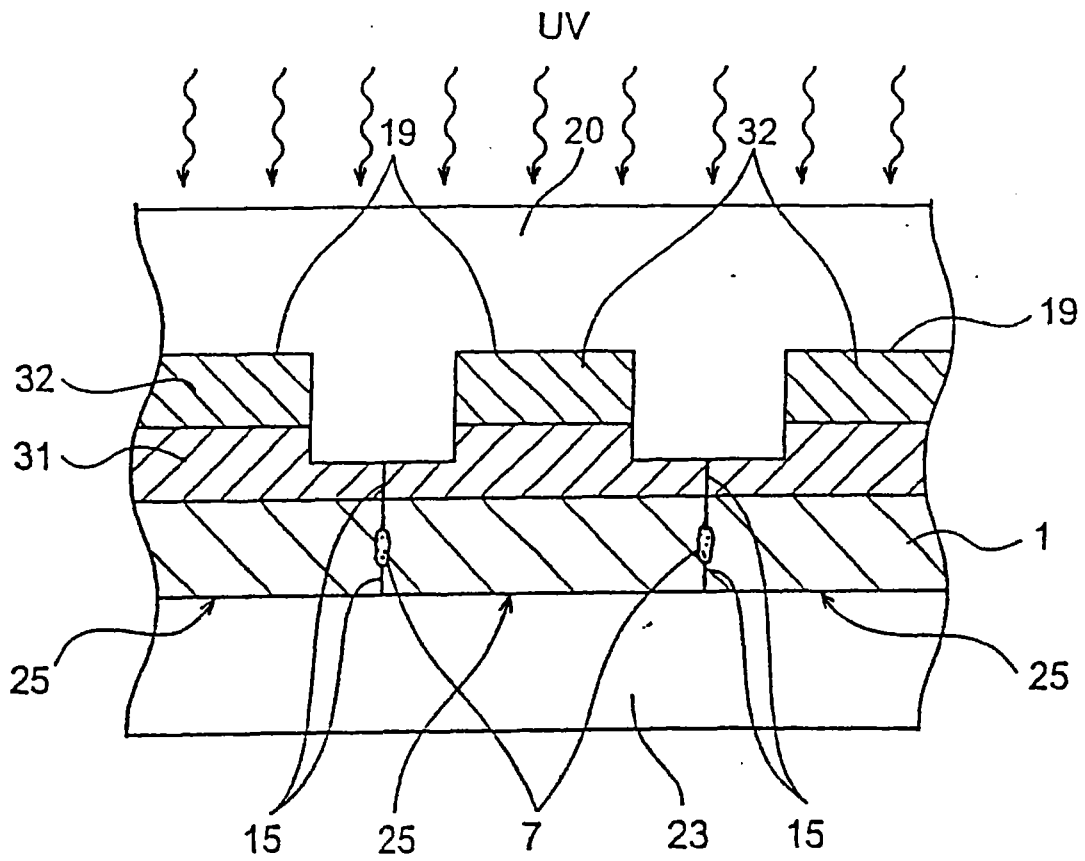


图33

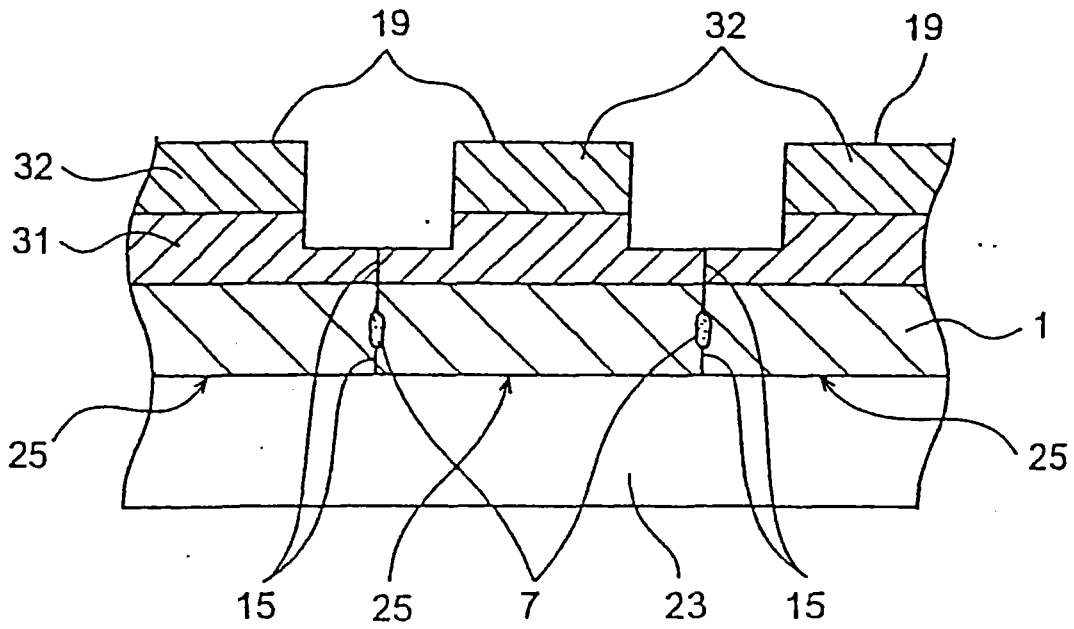


图34

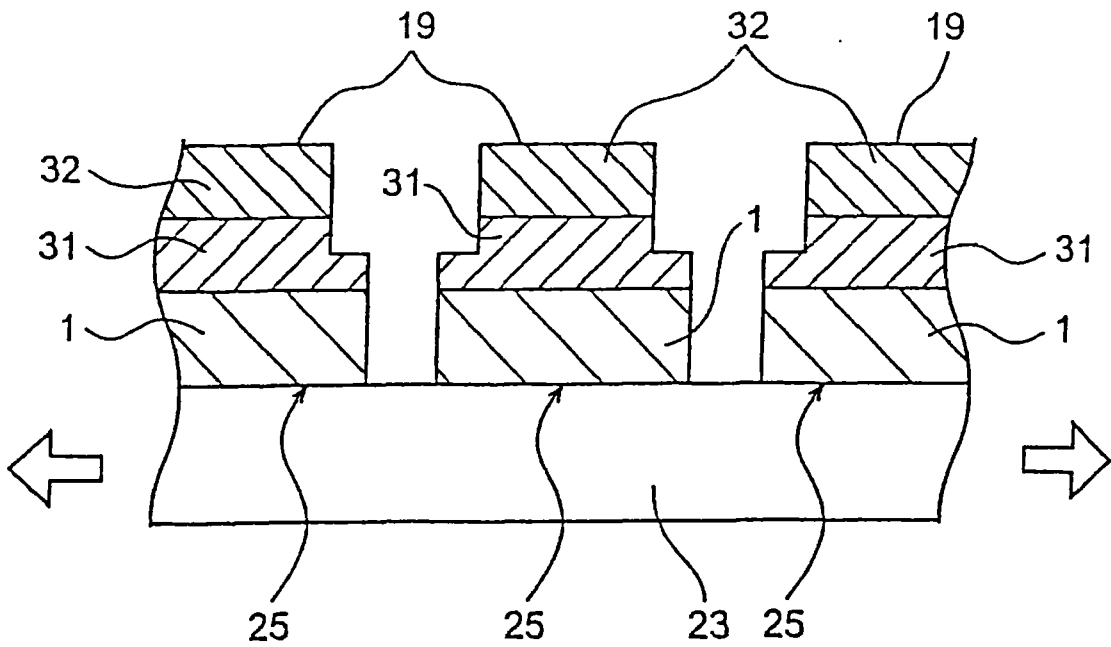


图35