



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03805502.3

[43] 公开日 2005 年 11 月 2 日

[11] 公开号 CN 1692005A

[22] 申请日 2003.3.12 [21] 申请号 03805502.3

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 12 [33] JP [31] 66941/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/002941 2003.3.12

[87] 国际公布 WO2003/076150 日 2003.9.18

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.7

[71] 申请人 三星钻石工业股份有限公司

地址 日本大阪府

[72] 发明人 天津泰秀 枝达雄

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

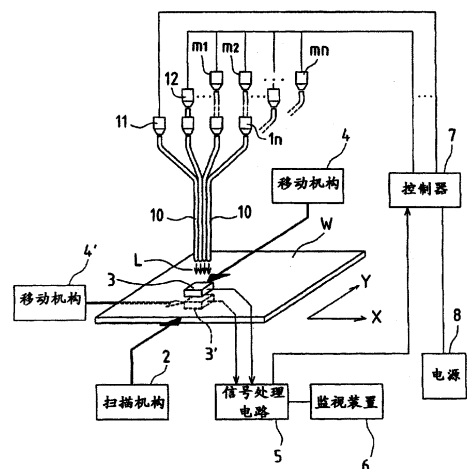
代理人 杨凯 叶恺东

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 4 页
按照条约第 19 条的修改 2 页

[54] 发明名称 脆性材料的加工方法与加工装置

[57] 摘要

通过将来自激光源的激光照射到脆性材料，并使该照射位置沿预定的线上移动来加工脆性材料的方法中，将来自多个激光源(11、12、...、m1、m2、...、mn)的激光(L)同时照射脆性材料(W)，使脆性材料表面上的激光的照射范围成为预定形状并使之移动。另外，还设置将来自各激光源(11、12、...、m1、m2、...、mn)的激光引导到脆性材料W表面的光波导(10...10)，同时将这些光波导(10...10)捆扎成束，以这种状态将激光(L)合成并照射到脆性材料(W)的表面。



1. 一种通过将来自激光源的激光照射到脆性材料，并使该照射位置沿预定的线上移动来加工脆性材料的方法，其特征在于：
- 5 将来自多个激光源的激光同时照射到脆性材料，使脆性材料表面上的激光的照射范围成为预定形状并使之移动。
2. 如权利要求1所述的脆性材料的加工方法，其特征在于：
设置将来自各激光源的激光引导到脆性材料上的多个光波导，并以这些光波导捆扎成束的状态合成激光并照射到脆性材料的表面。
- 10 3. 如权利要求1或2所述的脆性材料的加工方法，其特征在于：
组合不同输出强度的多个激光源并调整照射到脆性材料表面的激光的合成强度分布。
4. 如权利要求1、2或3所述的脆性材料的加工方法，其特征在于：
- 15 设定多个激光对脆性材料表面的各照射光点位置，以使照射到脆性材料表面的激光的光束形状成为目标形状。
5. 一种通过将来自激光源的激光照射到脆性材料，并使该照射位置沿预定的线上移动来加工脆性材料的加工装置，其特征在于：
设有多个激光源，将来自该各激光源的激光引导到脆性材料表面的光波导，使对脆性材料的激光照射位置移动的扫描部件，用以测定脆性材料的激光照射面的光强度的光强度测定部件，以及使该光强度测定部件沿脆性材料的激光照射面移动的移动部件；将该光强度测定部件的输出作为照射到脆性材料表面的多个激光的合成强度分布的测定信息使用。
- 20 6. 如权利要求4所述的脆性材料的加工方法，其特征在于：
用顺序预定的时间差控制所述多个激光源的发光开始时刻，使所述多个激光的照射光点位置按顺序移动。

脆性材料的加工方法与加工装置

5 技术领域

本发明涉及玻璃、陶瓷或半导体晶片等的脆性材料的加工方法与加工装置。

背景技术

10 众所周知，将来自激光源的激光照射到作为加工对象的脆性材料表面，利用此时发生的加热冷却变化的热应变来加工脆性材料。

例如，特公平 3-13040 号公报中公开了将脆性材料的开始加工时已形成的龟裂，通过激光照射导致的热应力沿加工线上诱导，从而割断脆性材料的加工方法。另外，特表平 8-509947 号（特许第
15 3027768 号）公报中公开了通过对脆性材料的激光照射发生的热应力形成从材料表面达到预定深度的龟裂，并利用该龟裂切断脆性材料的加工方法。

这种用于加工的激光源的代表光源有：振荡波长为 $2.9\ \mu\text{m}$ 的 HF 激光器、振荡波长为 $5.5\ \mu\text{m}$ 的 CO 激光器、振荡波长为 $10\ \mu\text{m}$ 附近的
20 CO_2 激光器等气体激光器。另外，作为固体激光器有市售的以各种波长振荡的红宝石激光器、半导体激光器等。

在作为市售产品可买到的激光源中， $1\sim 3\ \mu\text{m}$ 附近波长的激光用以加工硅等的半导体晶片， $5\sim 10.6\ \mu\text{m}$ 附近波长的激光用以加工玻璃等的脆性材料。另外，用 $1\sim 10.6\ \mu\text{m}$ 附近波长的激光加工各种
25 陶瓷材料。

但是，依据采用激光的加工方法，因照射激光波长的不同加工材料的光吸收率会有很大改变。当该吸收率较大时，照射激光的大

部分在材料表面附近被吸收，不依靠导热的照射激光的直接加热仅能从材料表面进入到数 μm 深度。

图6中示出了这种状况，这时由激光L的照射被加热的加热区与脆性材料W的厚度相比时仅占表面附近极为局部的区域，材料内部因导热（导热区）而传播热量。因此，到材料内部大范围被加热需要较长时间，这成为缩短加工时间实现高速化的障碍。

依据特公平3-13040号公报或特表平8-509947号（特许第3027768号）公报公开的加工方法，可不必那么严格选定激光波长，但多数情况下照射的激光不会成为最佳的吸收波长。因此，由于在材料内部的温度上升需要较长时间，需延长激光照射时间，不能加快加工速度。

另外，延长照射时间时还存在别的问题：如在材料内部达到加工（形成龟裂）所需温度前，照射部的表面附近的温度接近材料的熔融温度，或者已加热到该熔融温度以上而使材料表面附近熔化，这样将难以得到高精度的划线。还有，特表平8-509947号（特许第3027768号）公报中公开的加工方法存在这样的问题：由于材料内部充分加热之前需要较长时间，实际应用中以扫描速度的加热时间不能在材料的内部深处形成龟裂。

为了获得实际有效的加工速度，致力于尽量扩大用于加工的激光的照射面积，通过设计组合各种透镜或光学零件的光学系统，以实现将从激光振荡部出来的激光束的扩散沿扫描方向成为椭圆形或长圆形。

发明的公开

本发明鉴于这种技术背景构思而成，旨在提供加工速度快的脆性材料的加工方法与加工装置。

本发明的加工方法是通过将来自激光源的激光照射到脆性材料，并使该照射位置沿预定的线上移动来加工脆性材料的方法，其

特征在于：将来自多个激光源的激光同时照射到脆性材料，使脆性材料表面上的激光的照射范围成为预定形状并使之移动。

本发明的加工方法中，最好设置将来自各激光源的激光引导到脆性材料上的多个光波导（例如中空光纤或中空光波导等），并以
5 这些光波导捆扎成束的状态合成激光并照射到脆性材料的表面。

本发明的加工方法中，也可采用组合不同输出强度的多个激光源并调整照射到脆性材料表面的激光的合成强度分布的方法。另外，还可采用设定多个激光对脆性材料表面的各照射光点位置的方法，以使照射到脆性材料表面的激光的合成光束形状成为目标形状。

10 另外，也可用顺序预定的时间差控制多个激光源的发光开始时刻，使多个激光的照射光点位置按顺序移动。

以下就本发明的加工方法的作用进行说明。

若来自多个激光源的激光同时照射到脆性材料，则增加被激光照射的照射面积，且大幅扩大了加工对象的脆性材料表面上的激光
15 照射面积，从而增加了单位照射时间被加热的内部的加热体积。由此，在大范围内发生热应变，在一边使激光沿脆性材料表面上的预定方向作相对运动一边进行扫描时，能够使延伸到较深区域的龟裂快速进展，结果，能提高加工速度。

而且，通过将来自多个激光源的低功率激光同时照射在脆性材料，可用低功率输出的半导体激光器作为激光源。
20

就是说，与气体激光器相比普通半导体激光器的输出强度低，每一个的输出强度不够，但用多个半导体激光器将激光同时照射到加工对象的脆性材料表面，能够使所需的热效应同时作用到脆性材料的宽广表面区域，使热应变在大范围内发生。

25 以下进一步详细说明本发明的加工方法的作用。

首先，激光源的输出可近似于高斯函数。

这里，为了便于判断，将一个激光源的光输出强度的二维分布形状近似于二次函数。如图2所示，假定来自三个激光源的激光同时

照射到稍微错开的三个部位。将“甲”、“乙”、“丙”表示的输出强度分布的曲线形状用适当的常数a、b、c、d分别表示，则

$$y_1 = a(x+b)^2 + c$$

$$y_2 = ax^2 + c$$

$$5 \quad y_3 = a(x-d)^2 + c;$$

将三个光输出合成后的光强度分布同样为二次函数的形式，即

$$Y = A(x-B)^2 + C。$$

这里，A、B、C为适当的常数。因此，结果好似来自一个激光源的激光照射大面积的情况。还有，由于实际上将激光源（激光的照射光点）的排列设成三维排列，上述的二维变化成为三维的分布变化。图3A和图3B中示意表示该例。图3A中示意表示光束的峰值位置位于二维平面等间隔配置的格点上的状况。将各峰值位置用三维坐标表示。与之成对比，图3B中示意表示其中央光束的峰值位置比其它列的峰值位置从二维平面等间隔配置的格点的位置向下错开一节的情况。这种状况相当于在各光束的输出大致相等时将中央列的光束对应的激光的输出部的安装位置向下错开的情况。并且，也相当于各光束的输出部的安装位置为二维平面等间隔配置的格点时，与中央列的光束对应的激光输出大的情况。

基于以上的理由，通过将来自更多的激光源的激光同时照射到脆性材料，可同时照射大面积的表面区域。结果，能够同时加热脆性材料内部较大的体积，且能提高加工速度。

本发明的加工装置是适合执行具有以上特征的脆性材料的加工方法的装置，它通过将来自激光源的激光照射到脆性材料，并使该照射位置沿预定的线上移动来加工脆性材料，其特征在于：设有多个激光源，将来自该各激光源的激光引导到脆性材料表面的光波导（例如中空光纤或中空光波导等），使对脆性材料的激光照射位置移动的扫描部件，用以测定脆性材料的激光照射面的光强度的光强度测定部件，以及使该光强度测定部件沿脆性材料的激光照射面移

动的移动部件；将该光强度测定部件的输出作为照射到脆性材料表面的多个激光的合成强度分布的测定信息使用。

5 依据本发明的加工装置，基于光强度测定部件的输出，可确认照射到脆性材料的激光的合成强度分布是否成为目标强度分布。另外，使用不同输出强度的多个激光源时，可确认合成强度分布成为何种强度分布。

还有，本发明可应用于通过来自激光源的激光照射对脆性材料刻入深的龟裂的切断加工或应用于仅用激光照射将脆性材料在加工线（划线）的左右完全分离的割断加工。

10

附图的简单说明

图1是本发明的实施方式的结构示意图。

图2是将来自多个激光源的激光照射到脆性材料时的二维光强度分布的示意图。

15 图3是将来自多个激光源的激光照射在脆性材料时的三维光强度分布的示意图。

图4是一例使用多个激光源时可设定的光束形状（平面形状）的示意图。

20 图5是另一例使用多个激光源时可设定的光束形状（平面形状）的示意图。

图6是用激光照射仅加热脆性材料的表面附近的状况的示意图。

本发明的最佳实施方式

以下，参照附图就本发明的实施方式进行详细说明。

25 图1是本发明的实施方式的结构示意图。

图1的加工装置中设有多个激光源11、12、...、m1、m2、...、mn。这些激光源11、12、...、m1、m2、...、mn采用半导体激光器。

多个激光源11、12、...、m1、m2、...、mn在成为加工对象的脆

性材料W的上方位行列表地配置。来自各激光源11、12、...、m1、m2、...、mn的激光分别经由中空光纤10...10引导到脆性材料W表面，同时地照射到脆性材料W表面。

5 多条中空光纤10...10的前端扎成一束，来自各激光源11、12、...、m1、m2、...、mn的激光L以扎成一束的状态照射到脆性材料W。这些激光L的照射光点在X-Y方向上行列表地配置，通过对脆性材料W的激光照射，形成如图3A或图3B示意图所示的三维光强度分布。

10 作为加工对象的脆性材料W用X-Y工作台等的扫描机构2在X-Y方向上移动。在多个激光源11、12、...、m1、m2、...、mn的下方配置了光强度测定器3。

光强度测定器3在成为加工对象的脆性材料W表面附近有选择地配置。光强度测定器3通过移动机构4在与脆性材料W表面平行的方向（水平方向）上移动，通过该移动能够测定照射到脆性材料W表面的激光L的合成光强度分布。

15 光强度测定器3的输出由信号处理电路5实施预定的信号处理后，输入到监视装置6，在其监视画面上显示光强度分布图像。还有，光强度测定器3在加工脆性材料W时移动到不妨碍加工的位置。

20 各激光源11...mn与电源8电连接，该电源8经由控制器7供给工作所需的电力。另外，光强度测定器3的表面上得到的强度分布的数据在信号处理电路5被信号处理。就是说，光强度测定器3表面上的多个被照射位置和与该被照射位置相对的被照射强度等以对应的形式被加工，其对应的数据被传送到控制器7。为了一边用监视装置确认光强度分布一边变更所需部位的强度分布，将需要变更的位置和强度的数据输入到控制器，从而在激光源11...mn中，通过变更供给相
25 适应的激光源的电力来变更从该激光源输出的光束强度。

另外，将与光强度测定器3等同的检测器3' 设于脆性材料W的背面侧，若将移动机构4' 设置成在与材料背面平行的水平方向上移动，则能与脆性材料W表面侧配合而确认透过背面侧的光强度。

例如，脆性材料W薄时背面侧的光强度在需要值以上，这被漏掉的光能相当于对裂纹形成无贡献的无效能量损耗。为了控制这样的无效损耗，在切断操作之前测定背面侧的透过光强度，若该值在局部或全体上较大则减少来自各激光源11、12、...、m1、m2、...、mn的光输出后进行切断操作也能得到等同的加工性能。

依据上述实施方式，采用多个激光源（半导体激光器）11、12、...、m1、m2、...、mn对加工对象的脆性材料W表面同时照射多个激光L，因此，能够将所需热效应同时作用到脆性材料W的宽广的表面区域，使热应变在大范围内发生。结果，一边使激光L沿脆性材料W表面上的预定方向作相对运动一边进行扫描时，能够使延伸到较深区域的龟裂高速进展。

还有，本实施方式中，通过来自激光源11、12、...、m1、m2、...、mn的激光L的照射，能够进行将龟裂伸入到脆性材料W内部深处的切断加工，或用激光照射使在脆性材料W的开始加工时形成的龟裂延伸而完全分离脆性材料W的割断加工。

依据本实施方式，使光强度测定器3在接近脆性材料W表面上水平移动，将来自该光强度测定器3的输出信号进行处理后，将合成强度分布绘出于监视画面，因此，多个激光的合成强度分布是否成为所需强度分布（例如，在预定位置得到预定强度的值），可由监视画面上显示的例如照射位置和强度数据值加以确认。

另外，用不同输出强度的激光源11、12、...、m1、m2、...、mn，例如在图1的激光源11、12、...、m1、m2、...、mn的排列中，如图3B所示，将位于中央的激光源的光强度设成比两侧列的激光源的光强度高时，能够通过分析来自光强度测定器3的输出信号来确认合成光强度分布成为何种形态。这时，合成光强度分布未成为预定形状时，能够通过控制器7输入所需的数据来控制各激光源11、12、...、m1、m2、...、mn的电流值，得到所要的合成光强度分布。

本发明的实施方式中，通过选择多个激光源11、12、...、m1、

m2、...、mn中驱动的激光源或适当选定中空光纤10...10前端侧的配置(捆扎的方式),可任意设定照射到脆性材料W的激光的光束形状。

例如,如图4(A)~(D)示意表示的椭圆环型光束,或如图4(E)(F)(G)所示,在具有椭圆环型的外形形状的光强度分布中,在各环的光强度分布区域内的右端附近、中央附近、左端附近具有光强度高于周围区域的区域。为了示意表示这种状况,特别将光强度强的区域用阴影线加以表示。通过用特殊的透镜或衍射光栅等光学元件设计光学系统,能够形成图5(A)所示的V字形光束、图5(B)所示的U字形光束、图5(C)所示的三角形光束、图5(D)所示的裂缝形光束等各种光束形状。这时,光束的纵向宽度窄,这对于速度和精度的改善具有效果。另外,光束的横向宽度大,这同样对于速度和精度的改善具有效果。

因此,能够对成为加工对象的脆性材料W照射具有最佳光束形状的即预先用计算机进行应用分析解析以及导热的温度分布解析,然后与加工对象条件(玻璃材质、厚度等)对应地按照预想的最佳光强度分布形状适当设定激光组合上需要的数量、强度、配置。

并且,通过用不同输出强度的多个激光源,能够任意设定照射到脆性材料表面的激光的合成光强度分布,因此,通过进行加进强度分布的力学计算等,可将具有最佳的光束形状且最佳的光强度分布的激光照射到脆性材料W,能进一步提高加工速度。另外,考虑到所用的激光源的单价和数量时必须考虑其经济性,在配置成加工对象的材料表面区域的全长上照射合成的激光时,通过控制各激光源的光束输出的发生时刻,顺序从端边的激光源照射激光,不必进行通常用单一激光源时的激光源的移动或工作台的机械移动,可从材料的一端到另一端诱导龟裂形成。这样的照射方法可用于沿曲面照射激光来切断的场合或切断圆形材料的场合。

以上的实施方式中,例示了用半导体激光器的情况,但本发明并不以此为限,也可采用CO₂激光器或YAG激光器等其它种类的激光

装置。还有，用CO₂激光器等的高输出激光装置时，作为将激光引导到脆性材料表面的光波导，可用低损耗传送的中空光纤与中空光波导等（松浦祐司、宫城光信：应用物理，第68卷，pp. 41 - 43 1993年以及第62卷，pp. 44 - 46 1993年）。

5

工业上的利用可能性

如上所述，依据本发明，增加了激光同时照射的照射面积，并大幅度增大了加工对象的脆性材料表面上的激光照射面积，从而增加了单位照射时间内被加热的内部加热体积，结果，能够提高加工速度。另外，还具有这样的优点：在脆性材料的加工上可用低输出

10 半导体激光器等，以最佳条件加工作为加工对象的脆性材料。

图 1

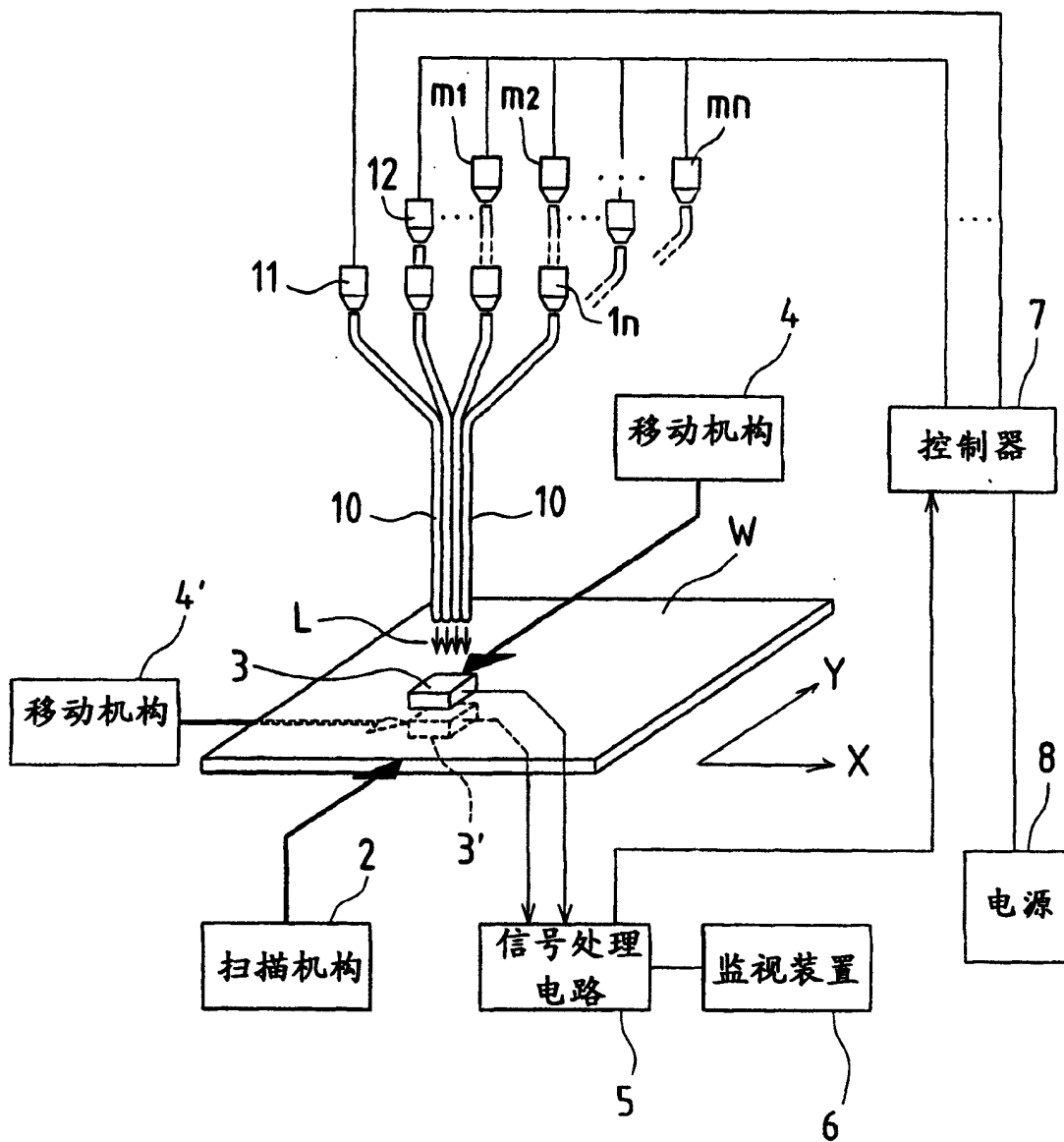


图 2

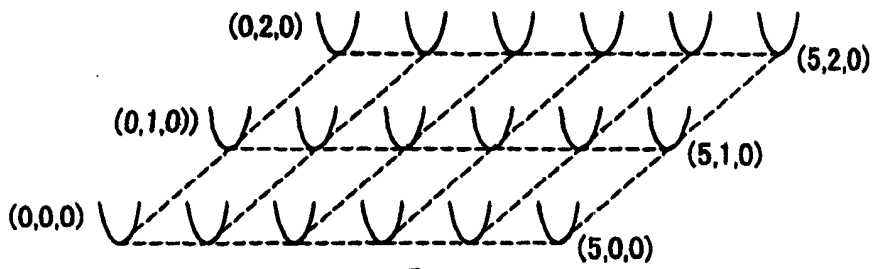
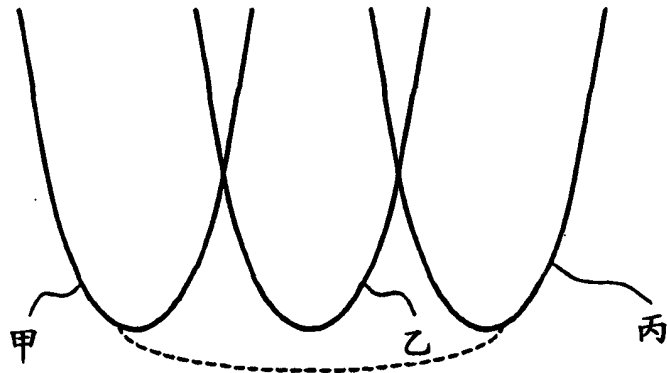


图 3A

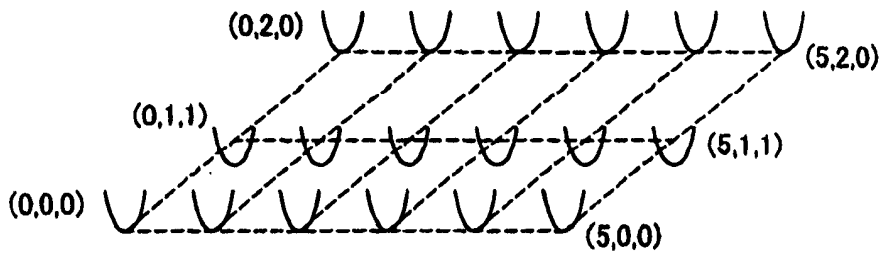


图 3B

图 4

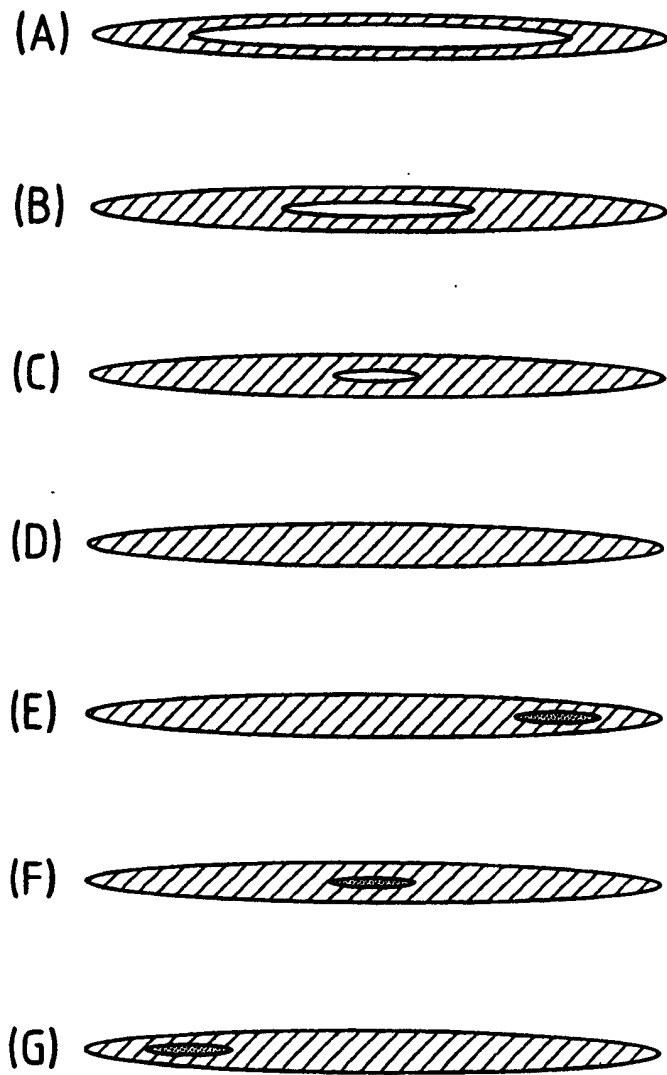


图 5

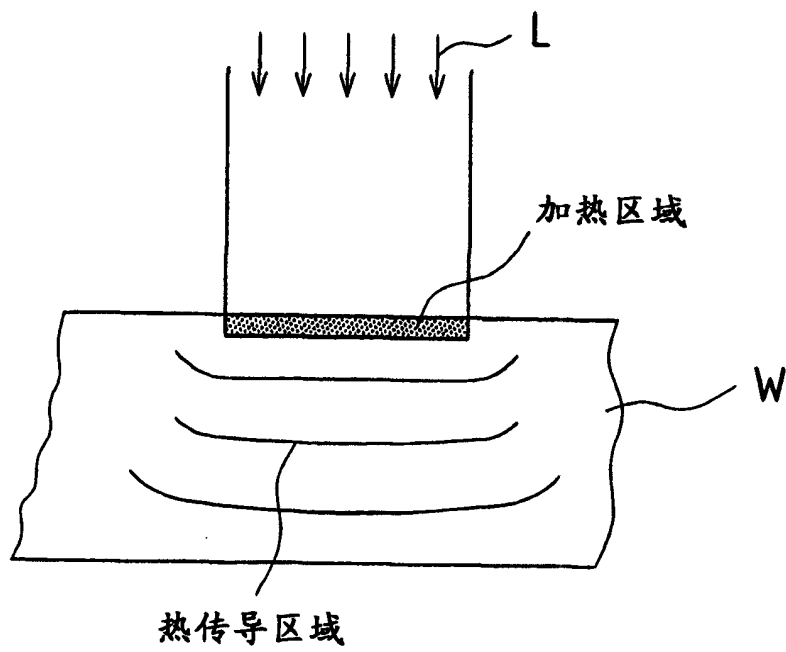
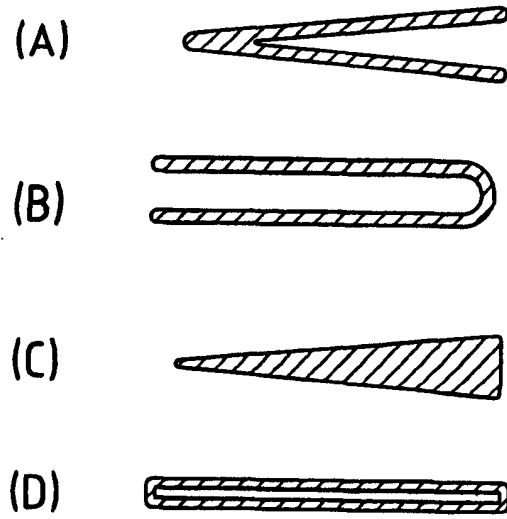


图 6

1. (补正后)一种通过将来自激光源的激光照射到脆性材料,并使该照射位置沿所述脆性材料的预定的线上移动来加工脆性材料的方法,其特征在于:

设置将各激光从多个激光源引导到脆性材料的多个光波导,并将这些光波导以捆扎成束的状态,通过驱动所述多个激光源将预定形状的激光合成光照射到所述脆性材料的表面,并通过分别控制所述多个激光源的光强度,调整该激光合成光的光强度分布。

2. (补正后)如权利要求1所述的脆性材料的加工方法,其特征在于:

通过有选择地驱动所述多个激光源设定所述激光合成光的形状。

3. (补正后)如权利要求1所述的脆性材料的加工方法,其特征在于:

通过选定所述多个光波导的捆扎方式设定所述激光合成光的形状。

4. (补正后)如权利要求1所述的脆性材料的加工方法,其特征在于:

所述多个激光源的输出强度设为不同。

5. (补正后)如权利要求1所述的脆性材料的加工方法,其特征在于:

通过用顺序预定的时间差控制所述多个激光源的发光开始时刻,设定所述激光合成光的形状。

6. (补正后)一种通过将来自激光源的激光照射到脆性材料,并使该照射位置沿预定的线上移动来加工脆性材料的加工装置,其特征在于:

设有多个激光源,

将来自各激光源的激光引导到该脆性材料表面的、捆扎成束的多个光波导, 以及

使对该脆性材料的激光照射位置移动的扫描部件;

5 通过所述捆扎成束的多个光波导, 对该脆性材料表面照射具有预定形状的激光合成光, 并通过分别控制所述多个激光源的光强度来调整该激光合成光的光强度分布。

7. (增加) 如权利要求6所述的脆性材料的加工装置, 其特征在于:

10 还设有用以测定所述脆性材料的所述激光合成光照射面的光强度分布的光强度测定部件。

8. (增加) 如权利要求7所述的脆性材料的加工装置, 其特征在于:

还设有使所述光强度测定部件沿该脆性材料的激光照射面移动的移动部件。