



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102271858 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 07

(21) 申请号 200980153692. 0

(22) 申请日 2009. 05. 14

(30) 优先权数据

0900036. 5 2009. 01. 03 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 07. 04

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2009/001232 2009. 05. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02010/076547 EN 2010. 07. 08

(71) 申请人 万佳雷射有限公司

地址 英国牛津

(72) 发明人 P·T·路姆斯比

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280

代理人 胡强 蔡民军

(51) Int. Cl.

B23K 26/06 (2006. 01)

B23K 26/073 (2006. 01)

B23K 26/40 (2006. 01)

B23K 26/08 (2006. 01)

H05K 3/08 (2006. 01)

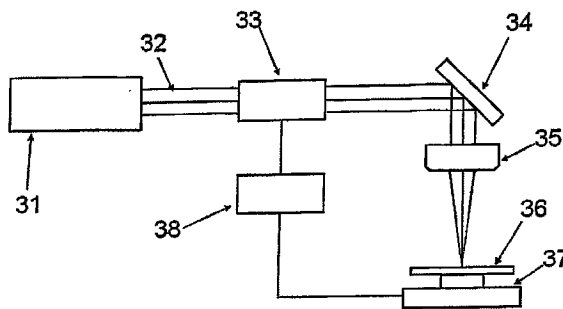
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

在聚合物层表面上开槽的方法和设备

(57) 摘要

一种利用激光直写气化工艺在聚合物层基底 (36, 46, 51, 65, 73, 83) 的表面上开槽 (74, 85) 的方法, 聚合物被如此选择或通过添加有机或无机的材料被改性, 从而使聚合物能强烈吸收 525 纳米至 535 纳米范围内的波长, 该方法包括: 提供波长在 525 纳米至 535 纳米范围内的激光束 (32, 42), 激光束具有衍射受限或基本衍射受限的光束质量并以连续、准连续或 Q 开关方式工作; 使用光学系统 (35, 45, 64, 72, 82) 将激光束聚焦到基底表面上的焦点; 使用扫描装置 (44, 63) 相对基底上的一个区域移动焦点, 从而基底表面的受到光束照射的地方被气化而形成深度小于聚合物层厚度的槽; 控制扫描装置以改变焦点在基底上的位置, 沿其长度具有笔直部分和弯曲部分的槽由此被写在基底表面上; 调整到达基底表面的激光束的功率, 从而写操作被启动和停止, 由此形成具有期望长度的槽。



1. 一种利用激光直写气化工艺在聚合物层基底的表面上开槽的设备,该聚合物已被如此选择或通过添加有机材料或无机材料被改性,从而该聚合物能强烈吸收 525 纳米至 535 纳米范围内的波长,该设备包括:

- a. 激光器,它发出具有在 525 纳米至 535 纳米范围内的波长的光束,该光束具有衍射受限或衍射基本受限的光束质量并以连续方式或准连续方式工作,
- b. 用于将该激光束聚焦至该基底表面上的焦点的光学系统,
- c. 扫描装置,用于相对该基底上的一个区域移动该焦点,从而该基底表面的受到光束照射的地方被气化以形成槽,该槽的深度小于聚合物层的厚度,
- d. 用于扫描装置的第一控制系统,用于改变在该基底上的焦点的位置,从而沿其长度具有笔直部分和弯曲部分的所述槽可以被写在该基底表面上,
- e. 第二控制系统,用于控制到达基底表面的激光束的功率,从而使写操作可以被启动和停止以便形成具有期望长度的槽,第一控制系统和第二控制系统布置成形成具有小于聚合物层厚度的期望深度的槽。

2. 根据权利要求 1 所述的设备,其中,在该基底表面上的激光焦点的移动速度是可控的,从而使所述槽能以在沿其长度的任何点处具有期望深度的方式被写入。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的设备,其中,在该基底上的焦点处的激光功率和 / 或在基底表面上的焦点尺寸是可控的,从而使所述槽能以在沿其长度的任何点处具有期望深度的方式被写入。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的设备,其中,该光学系统包括用于在基底表面上形成光斑的衍射光学元件,该光斑具有基本上为“顶帽”型的功率密度分布,从而能形成具有明确规定的宽度且具有基本平坦的底面的槽。

5. 根据权利要求 4 所述的设备,其中,该衍射光学元件布置成在基底表面上形成基本为八角形的光斑。

6. 根据权利要求 4 所述的设备,其中,该衍射光学元件布置成在基底表面上形成基本为正方形的光斑并且能随着光束在基底表面上移动而转动,由此该光斑的对置两边缘能保持基本平行于所形成的槽的长度。

7. 根据前述权利要求之一所述的设备,其中,该光学系统包括高速光束偏转单元,用于在基本垂直于槽长度的方向上使该焦点在基底表面上往复移动一段短距离,由此能形成具有规定宽度和基本平坦的底面的槽。

8. 根据前述权利要求之一所述的设备,其中,该光学系统包括光束扩展单元,用于在基底表面上形成一条由紧密相邻的多个焦点构成的线,该线基本垂直于所述槽的长度。

9. 一种利用激光直写气化工艺在聚合物层基底表面上开槽的方法,该聚合物被如此选择或通过添加有机材料或无机材料被改性,从而使该聚合物能强烈吸收在 525 纳米至 535 纳米范围内的波长,该方法包括以下步骤:

- a. 提供波长在 525 纳米至 535 纳米范围内的激光束,该激光束具有衍射受限或基本衍射受限的光束质量并且以连续或准连续方式工作,
- b. 使用光学系统将该激光束聚焦到在基底表面上的焦点,
- c. 使用扫描装置来相对该基底上的一个区域移动该焦点,从而基底表面的受到光束照射的地方被气化而形成具有小于聚合物层厚度的深度的槽,

d. 控制该扫描装置以改变在该基底上的焦点的位置,由此沿其长度具有笔直部分和弯曲部分的槽被写在该基底表面上,

e. 调整到达基底表面的激光束的功率,从而该写操作被启动和停止,由此形成具有期望长度的槽。

10. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,该基底的规定区域包含沿其长度有不同形状的多个槽,所有这些槽在单个加工步骤中形成,其中该基底保持固定不动,而在该规定区域内的在基底上方的光束运动只通过双轴扫描系统产生。

11. 根据权利要求 8 或 9 所述的方法,其中,该基底和 / 或扫描装置安装在线性台架上以允许该扫描装置和该基底之间在两个正交方向上的相对运动,从而该基底上的多个规定区域可以按照多个先后步骤被加工。

12. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,在单步扫描操作中被加工的规定区域包括在该基底上的电路器件的整个区域。

13. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,在单步扫描操作中被加工的该规定区域小于该基底上的电路器件的整个区域,所需要的槽图案包括两个或更多、分别利用双轴扫描装置单独被激光器构图的重叠的子区域,该基底和扫描装置的相对位置在每个子区域已被加工后改变,以便在整个器件上形成所需要的槽图案。

14. 根据前述权利要求之一所述的方法,其中,该基底的规定区域具有多个深度基本相同的槽,其中的某些槽彼此相交叉或相连,该激光束和基底之间的相对运动速度和 / 或激光功率被控制成使每个槽具有基本相同的深度,包括它们相交叉或相连的那些点。

15. 根据权利要求 9 至 13 之一所述的方法,其中,所形成的槽的宽度为 0.01 毫米至 0.1 毫米。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所形成的槽的深度为 0.01 毫米至 0.03 毫米。

在聚合物层表面上开槽的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在聚合物基底表面上开槽的激光设备和方法,尤其涉及例如在微电子电路制造中的具有复杂形状和可控的深度和宽度的槽的高速形成。

背景技术

[0002] 许多年来,激光器一直被用于在基底中开槽。美国专利 US4022602 给出了一个早期例子(1977),在该文献中描述了具有 488 纳米波长的连续激光束如何通过将光束聚焦到基底表面并相对光束移动基底被用于在吸收性玻璃基底的表面上形成细槽。近年来,人们对在聚合物膜(层)中开设细槽或沟槽以制造先进的微电子电路越来越感兴趣。美国专利申请公开号 US2005/0041398A1 和霍姆勒等人在“2006 太平洋微电子论坛”上的公开出版物“揭开下一代基底技术的面纱”描述了“激光嵌入电路技术”的构想。在此新兴技术中,激光被用于在有机介电基底中直接烧蚀出细槽。激光构图基底随后被金属化,在多余金属被除去后,留下了嵌入导线图案。脉冲紫外激光器通常已被用来通过利用直写或掩模成像法的多脉冲烧蚀工艺开设槽。对于直写开槽,使用了以 355 纳米工作的脉冲化 Q 开关或模锁固态激光器,而对于掩模成像,采用了以 248 纳米或者 308 纳米工作的脉冲化准分子气体激光器。

[0003] 紫外线固态激光器具有较低的使用成本,但只产生低的输出功率(例如 < 20W)并且就每瓦输出功率单价而言具有高的购买成本。准分子激光器能产生几百瓦的输出功率并且就每瓦输出功率单价而言具有适中许多的购买成本,但具有很高的使用成本。这两种激光器的高额购置成本阻碍了其被用于整合到“激光嵌入电路技术”装置中的激光源。

[0004] 本发明的目标是克服或减少这样的问题,提供一种改进的激光直写开槽工艺,它能够使用具有较低购置成本的激光器。

发明内容

[0005] 根据本发明的第一方面,提供一种利用激光直写气化工艺在聚合物层基底的表面上开槽的设备,该聚合物被如此选择或者通过添加有机材料或无机材料被改性,从而使聚合物能强烈吸收 525 纳米至 535 纳米范围内的波长,该设备包括:

[0006] a. 激光器,其发出具有在 525 纳米至 535 纳米范围内的波长的光束,该光束具有衍射受限或衍射基本受限的光束质量并以连续、准连续或 Q 开关方式工作,

[0007] b. 用于将激光束聚焦到基底表面上的焦点的光学系统,

[0008] c. 扫描装置,用于相对该基底上的一个区域移动该焦点,从而该基底表面的受到光束照射的地方被气化以形成具有小于聚合物层厚度的深度的槽,

[0009] d. 用于扫描装置的第一控制系统,用于改变焦点在基底上的位置,从而沿其长度具有笔直部分和弯曲部分的槽可以被写在基底表面上,

[0010] e. 第二控制系统,用于控制到达基底表面的激光束的功率,从而该写操作可以被启动和停止以便形成具有期望长度的槽,第一和第二控制系统被布置成开设具有小于聚合

物层厚度的期望深度的槽。

[0011] 根据本发明的第二方面,提供一种通过激光直写气化工艺在聚合物膜基底表面上开槽的方法,该聚合物被如此选择或者通过添加有机材料或无机材料被改性,从而该聚合物能强烈吸收在 525 纳米至 535 纳米范围内的波长,该方法包括以下步骤:

[0012] f. 提供波长在 525 纳米至 535 纳米范围内的激光束,该激光束具有衍射受限和衍射基本受限的光束质量并以连续、准连续或 Q 开关方式工作,

[0013] g. 使用光学系统将激光束聚焦到在基底表面上的焦点,

[0014] h. 使用扫描装置来相对基底上的一个区域移动该焦点,从而基底表面的受到光束照射的地方被气化以形成具有小于聚合物层厚度的深度的槽,

[0015] i. 控制该扫描装置以改变焦点在基底上的位置,由此沿其长度具有笔直部分和弯曲部分的槽被写在基底表面上,

[0016] j. 控制到达基底表面的激光束的功率,从而写操作被启动和停止,由此形成具有期望长度的槽。

[0017] 本发明的优选特征和或选特征将从以下说明和说明书的后附权利要求中了解到。

[0018] 本发明提供一种激光直写气化加工方法,用于在聚合物层的表面上高速形成具有复杂形状(即具有笔直部分和弯曲部分)和可控深度和宽度的槽。本发明的一个重要方面是,不是使激光波长匹配于聚合物材料以便优化加工质量(如在现有技术中做的那样),而是选择具有合适的光束性能的经济划算的激光源并且选择或者改性聚合物层材料,从而使聚合物能强烈吸收所选的激光源的波长。这样的做法优化了工作效率并且将工作成本最小化。

[0019] 此方法于是依赖于将来自激光源的光束聚焦到聚合物层表面上,在聚合物层表面处,光束被强烈吸收。光束在该表面上按照规定的轨迹移动有限距离并且聚合物材料沿着该焦点的路径被气化,形成其深度小于聚合物膜的整个厚度的槽。因为光束被基底强烈吸收,所以可以使用 CW 或 QCW 激光器来将槽高速写入基底中。因为激光束快速移动,所以由此产生的热的散失被减弱。于是,大部分的热被用来烧蚀基底,基底其它部分的不希望有的受热被减轻。如果像在现有技术中那样使用的是吸收性不太强的基底,则需要脉冲激光器来获得与上述相同的烧蚀程度。

[0020] 对于用于在聚合物层内开细槽的激光源在重复频率和光束可聚焦性方面有些重点要求。槽宽和光束速度要求表明用于直写开槽工艺的激光器必须以连续或准连续的方式工作,即,脉冲必须具有超过最小值的重复频率。极端情况下,槽宽可以小到 10 微米,并且因为可能需要高达 10 个的激光脉冲来除去材料到高达每秒几米的速度所需要的深度,所以需要超过几兆赫的脉冲激光器重复频率。对于较宽的槽,较低的重复频率是可接受的。通常要求槽深度沿其长度基本保持不变并且激光束重复频率因此必须高到足以使在基底上方的光束在脉冲之间所经过的距离比槽宽小许多。一般,可能会需要超过几百千赫的重复频率。

[0021] 用于直写开槽工艺的理想激光器以连续方式工作(CW 激光器),或者以表现得像 CW 激光器那样的高重复频率工作。这样的高重复频率激光器有时被称为准连续(QCW)激光器。一种特定类型的 QCW 激光器在 80-120 兆赫兹范围内的很高重复频率下工作。这样的 QCW 激光器通常发出具有亚纳秒级持续时间的脉冲并且对于槽的直写是理想的。CW 型

激光器和 QCW 型激光器是众所周知的并且是容易得到的。脉冲 Q 开关激光器也可以被用于开槽,如果它们能以足够高的重复频率工作。所谓的 Nd:YVO₄ (掺钕钒酸钇) 激光器能够以接近几百千赫的频率工作,因此也是适用的。这样的激光器于是也被称为准连续 (QCW) 激光器。

[0022] 激光源的第二个重点是光束质量必须高到它能够被聚焦成在基底表面上的小光斑,以允许开设窄槽。通常,光束应该具有衍射受限或衍射基本受限的性能。发出足够高质量的光束的 CW 激光器、QCW 激光器或者 Q 开关激光器是众所周知的并且是容易得到的。

[0023] 用于开槽工艺的激光源的第三重要性能是其波长。波长的选择要考虑成本是否划算和光束的可聚焦性。最有效并因而每瓦成本最低的固态激光器在波长在 1.064 微米左右的近红外 (IR) 范围内工作。以比这个波长短的波长工作的固态激光器通常基于从基础 IR 波长到高次谐波的谐波转换。在大约 532 纳米 (二次谐波) 和大约 355 纳米 (三次谐波) 下工作的激光器是众所周知的。较高次谐波的波长 (例如大约 266 纳米的四次谐波) 也可使用,但通常功率太低而不能与这种开槽技术相关联。因为谐波转换过程的效率明显低于 100%,所以可由上述的较短波长激光器获得的功率低于可由等效基础 IR 激光器获得的功率。此外,激光器的复杂性和成本随着波长递减而显著增大,因此每瓦成本随着波长减小而显著增加。因此,从而成本和功率角度出发,以较长波长而非较短波长工作是有利的。

[0024] 另一方面,就可在基底表面上获得最小焦点尺寸而言,以较短波长而不是较长波长工作是明显有利的。能以给定的光束质量、透镜焦距和光束直径获得的最小焦点尺寸的取值随波长线性变化。如果激光束是衍射受限的或基本衍射受限的并且光束焦点深度保持不变,则最小焦点尺寸取值为 $\lambda^{1.5}$,其中, λ 是激光波长。于是,从容易获得最窄槽宽并保持最大焦深考虑,以较短波长而不是较长波长工作是有利的。

[0025] 在本发明的优选实施例中,开槽工艺利用在 525 纳米至 535 纳米范围内的例如在接近 532 纳米的波长下工作的激光器来执行。这样的波长通过转换到 IR 固态激光器的基础输出的二次谐波来产生,该 IR 固态激光器基于 Nd 掺杂 YAG 或者 YVO₄。在平衡考虑投资成本和每瓦功率工作成本与最小焦点尺寸时,该工作波长被选择作为最佳折中值。

[0026] 如上所述,本发明的要求是,激光束必须与聚合物层强烈相互作用以便局部气化该聚合物层。一般,这意味着激光束必须被介电材料强烈吸收。因为激光波长被固定在 532 纳米或 532 纳米左右以保证充分吸收,所以需要使用这样的聚合物层,它具有引起在此波长下的高水平吸收的组分。一般,许多聚合物材料在 532 纳米左右的光谱可见光范围内是透明的并因此无法充分强烈吸收。在此情况下,需要在聚合物中加入添加剂来使聚合物变成在 532 纳米下强烈吸收。该吸收性添加剂物质可以是有机类型的,此时聚合物材料保持均质组成。或者,该吸收性添加剂物质可以是无机类型的。在此情况下,这样的添加剂物质通常呈小的无机颗粒形式,它们承载在有机粘合剂中。在此情况下,聚合物材料具有非均质组成。因此,本发明通常将牵涉到已被改性而使其能在或接近 532 纳米波长下高度吸收的聚合物的使用。

[0027] 另一个重要特征是用于使光束在基底表面上方移动的方法。移动激光束的最简单方法是在透镜固定不动的情况下在线性台架上使基底沿双轴移动。该方法通常是缓慢的,因此优选的方法是使用双轴光束扫描装置来在两个正交方向上快速偏转光束。这样的扫描装置是众所周知的并且通常与位于扫描装置后面的透镜连用。在此情况下,经常使用所谓

的 f-theta (平场聚焦) 透镜, 因为这种透镜设计用来在此模式中工作并且尽可能在平面视场内产生具有恒定尺寸和形状的焦点。但在某些情况中, 使用位于扫描装置前面的透镜是合适的。这样的布置形式通常产生弧形聚焦平面, 在此情况下, 需要使用位于透镜前面的动态可变望远镜来调整焦平面。使用带有 f-theta 透镜的位于扫描装置后面的动态可变望远镜也是可行的。带有动态可变望远镜的这样的配置常被称为三轴扫描装置并且是容易获得的。

[0028] 在大范围内快速控制光束功率的能力是上述方法的一个重要特征。它之所以重要是因为, 对于在基底上方的固定光束速度来说, 所形成的槽的深度随着激光功率而变。对于 CW 激光器和 QCW 激光器的情况, 功率控制和光束通断的优选方法是利用声光调制器。与在或接近 532 纳米工作的激光束连用的这类器件是众所周知的并且能被用来大范围控制激光功率。对于高重复频率 Q 开关激光器来说, 一般可以通过调制发送给 Q 开关的触发信号来控制脉冲列的选通和单位脉冲能量并进而控制功率。也可以采用用于控制在基底上的激光功率的其它电光方法。

[0029] 所形成的槽的宽度随基底表面上的焦点尺寸变化。焦点越大, 槽越宽。因此, 能改变光斑大小是有利的。这可通过改变在聚焦透镜处的激光束尺寸来简单实现, 其做法是调整在设置在透镜前面的简单的双元件光束望远镜中的光学元件的间距。因为在透镜处的光束尺寸被增大, 所以焦点尺寸减小。能够改变在透镜处的光束尺寸并同时保持光束准直并由此保持基底处于透镜的焦平面上是非常有利的。这通过具有至少两个活动元件的多元件望远镜来完成。这样的器件可以用马达驱动以便能快速改变焦点尺寸并因而快速改变要开设的槽的宽度。

[0030] 改变焦点尺寸以改变槽宽的一个显著缺点是, 因为在焦点处的功率高斯分布, 所以试图将槽深度限制到比槽宽小许多的值是很难的。一般, 嵌埋导线的要求是, 在特定的电路器件中, 无论导线宽度是多少, 深度应该保持恒定。这意味着针对导线路径产生的槽的深度也必须与宽度无关。这导致需要有这样的横截面形状的较宽的槽, 它具有多个在槽底面上的平坦区域。

[0031] 可被用来开设这样的平底宽槽的方法有几种。其中一种方法涉及连续形成一组平行槽, 这些槽彼此挨得足够近, 从而形成较宽的槽。其中的另一种方法涉及聚焦该光束成直径小于所需要的槽宽的光斑并且在同时使光束沿槽轨迹移动的情况下在垂直于槽走向的方向上使光斑往复振动。只要往复振动的光束沿槽的走向在使光斑从槽一侧移到另一侧所需要的时间内所经过的距离比光斑直径小许多, 则槽的每个区域接受基本均匀的功率密度, 从而产生具有基本平坦底面的槽。光斑振动频率需要高到足以在槽宽范围内并沿槽长度获得均匀的功率分布。例如, 假定激光束用具有 200 毫米焦距的透镜聚焦成直径为 0.025 毫米的焦点并且横跨该槽使该焦点往复振动以便形成 0.1 毫米宽的槽。如果沿槽的光束速度为 1 米/秒并且需要 20% 的光束沿槽重叠因数 (单位光斑宽度过 5 次) 以便具有均匀的功率分布, 则光斑振动频率需要是 100 千赫兹并且偏转角度为 ± 0.25 mrad。声光激光束偏转装置可容易获得以便与在 532 纳米左右工作的高质量激光束连用。这些容易能超过期望的频率和偏转值。如果槽不是笔直的并且利用了这样的做法, 则两个声光偏转装置可被串联使用以允许在任何时候都垂直于槽走向的方向上振动运动, 即便当槽改变方向时。这样的双轴声光束偏转装置是众所周知的。

[0032] 另一个槽扩宽方法采用上述类型的声光偏转装置来产生一条由紧挨着的多个对准焦点构成的且垂直于光束运动方向的线。这些焦点足够相互靠近,从而它们重叠形成具有平底面的宽槽。双轴光束偏转装置允许这条由多个焦点组成的线保持基本垂直于光束运动方向,以用于形成改变方向的槽。

[0033] 可用来开设具有平底面的槽的另一种方法涉及在激光束路径中安置衍射光学元件以在透镜焦点上产生光斑,该光斑具有特殊形状和基本均匀的功率密度分布。具有均匀功率密度分布的激光斑被说成具有“顶帽”轮廓。如果激光束质量使其能聚焦成具有小于所需要的槽的宽度的直径的光斑,则衍射光学元件可以被设计成产生这样的光斑,该光斑的尺寸大于焦点并匹配于所需要的槽宽。光斑可以是圆形的、正方形的或某些其它合适的形状。在基底表面上方移动具有“顶帽轮廓”的圆形光斑导致底面完全不平坦的槽轮廓,因为在光束运动过程中,槽的中心所受到的总激光功率远大于槽边缘所受到的总激光功率。深度不一致性问题可以通过使用正方形光斑来解决,此时该光斑在表面上方的移动方向基本平行于正方形光斑的边缘。将此手段应用于其中槽沿着随机复杂路径的方法意味着衍射光学元件不得不绕激光束轴线转动,从而正方形光斑的边缘被保持基本平行于光束移动方向。这样的配置是可行的,但在此情况下,需要使衍射光学元件高速转动的机械装置。如果在表面上方以 1 米/秒速度移动的光束被用于开设具有 90° 弯曲部且弯曲部半径为 0.5 毫米的槽,则衍射光学元件需要在不到 1 毫秒时间内转过 90°。

[0034] 一个优选方法是采用静止的衍射光学元件,它形成基本为八角形的光斑。通过这样的方法开设出的槽具有比平行于其两边的移动的正方形光斑差的底部轮廓形状,但优于由圆形光斑产生的底部轮廓形状。这样的移动的八角形光斑结构能产生就槽轮廓和深度均匀性而言令人满意的结果,无论槽有什么样的走向,但如果槽轨迹设计能被布置成主要光路平行于八角形光斑的成对对置两侧,则可以获得更好的结果。

[0035] 在实践中,通常存在以下情况,需要形成的嵌埋导线电路器件比较小并且多个小面积的相同器件成排布置在电路板上。在此情况下,基底和扫描装置之一或两者被安装在线性台架上,以允许扫描装置和基底之间的在两个正交方向上的相对运动,从而在基底上的电路器件可以在先后多个步骤中被加工处理。在一个器件已经完成后,基底和扫描装置的相对位置通过线性台架的运动被改变,从而可以加工处理一个新的器件。在具有许多器件的大面积面板上方的操作于是处于“步进和扫描”模式。

[0036] 如果扫描透镜视场没有大到足以在一次操作中覆盖单个电路器件的整个区域,则电路槽图案可以被分为多个单独的小重叠区,它们可以被单独加工处理。这样的电路子区域常被称为“拼片”。在此情况下,面板的加工处理按照“步进和扫描”主模式在电路器件之间进行并且还具有“步进和扫描”副模式来覆盖在每个单独电路器件中的所有拼片。显然,在这样的操作模式中,必须小心翼翼地保证在拼片之间重叠边界处的槽的深度和宽度保持不变。这通过相对基底精确定位光束和小心控制激光功率来实现。

[0037] 在实践中,为了提高工作速度,可以并行采用多个光通道。在功率足够高的情况下,可以分裂来自单台激光器的光束,从而两个或更多的扫描装置和透镜可以并行工作并且同时处理在同一电路板上的不同电路器件。在这些器件已经并行处理完后,基底和扫描装置的相对位置被改变,从而可以并行处理其它的器件。像这样的同时用同一激光器并行处理的器件可以具有相同的电路特征。

[0038] 利用这种基于槽的嵌埋导线技术的许多电路板是在一个芯层上用在相对两面上形成的多层不同电路构建而成。本发明所披露的方法显然可以扩展至这种情况,以允许同时处理在同一电路板的对置两面上的不同电路器件。在此情况下,电路板两面中的每一面都需要由激光器、激光束调制器和激光束成型光学元件、扫描装置和透镜构成的独立光学组件,从而可以实现在对置两面上的不同电路设计。用于高速制造基于嵌埋导线技术的多个多层双面器件的激光器生产工具可以恰好由两个或更多的扫描和透镜系统构成,它们在电路板的一侧工作并且同时操作在对置两面上工作的相同的激光器和光学元件的组合。所述方法的重要特征是能协调至少一个限定在基底表面上的光束位置和速度的双轴扫描装置的操作的合适的控制系统、以及控制扫描装置和基底的相对位置的线性台架,激光器的功率调制和触发控制以及其它装置例如移动望远镜部件。这样的控制系统常用在激光打标和微加工行业中。

附图说明

[0039] 现在将仅参照附图所示的实施例来进一步说明本发明,其中:

[0040] 图 1 是表示如何通过聚焦激光束在基底表面开槽的示意透视图;

[0041] 图 2 是表示如何在基底的一个区域上形成一组具有不同的形状和长度的槽的示意透视图;

[0042] 图 3 是一种被用于在基底表面开槽的光学机械系统的示意图;

[0043] 图 4 是表示被用于在基底表面开槽的一种替代型光学机械系统的示意图;

[0044] 图 5 是表示用于在成排布置于面板的器件上开槽的设备的示意透视图;

[0045] 图 6 是表示允许基底表面上的槽宽度快速改变的光学系统的示意图;

[0046] 图 7 是表示用于开设宽度大于焦点直径的槽的方法的示意透视图;

[0047] 图 8 是表示利用衍射光学元件开设宽槽的方法的示意透视图。

[0048] 附图具体说明

[0049] 图 1

[0050] 图 1 示出了来自激光器的光束 11 如何通过透镜 12 被聚焦以便在聚合物基底 14 的顶面上开设槽 13。在所示的情况下,激光束 11 保持固定不动,而使基底 14 在线性台架上以一定速度移动,该速度造成沉积于基底上的焦点区的能量足以气化基底材料,从而形成明确规定的槽 13。如果激光功率保持恒定且使基底 14 以恒定速度移动,则所形成的具有恒定深度的槽 13 延伸至基底 14 的整个厚度的一部分。

[0051] 图 2

[0052] 图 2 示出了这样的情况,其中激光束 21 和聚焦透镜 22 保持固定不动,而通过合适的台架和控制系统使基底 23 沿双轴移动,从而在基底表面的一个区域内产生形状复杂的槽 24。该控制系统具有协调两个台架运动的能力以便能按照复杂路径移动并同时保持基底相对于基底的速度基本恒定。本图示出长度有限的槽 24,该长度由激光器工作周期来限定。本图还示出了这样的情况,其中多个槽相交 25,从而在随后被镀入槽中的嵌埋金属之间产生连接点。本图还示出以下情况,其中多个槽交叉 26。在槽相交和交叉的情况下,激光功率水平、激光器接通时间和光束速度被控制成在交点或交叉点处的槽深度保持为与槽的其余部分基本相同。

[0053] 图 3

[0054] 图 3 示出本发明的一个简单实施例,在这里,CW 或 QCW 固态激光器 31 发出波长为或接近 532 纳米的光束 32。光束 32 经过控制透射激光功率水平的光束调制单元 33 并接着被反射镜 34 反射以经过造成光束在基底 36 表面上聚焦的透镜 35。基底 36 安装在被控制装置 38 驱动的一个双轴台架系统 37 上。控制装置 38 协调台架运动以使基底 36 按照期望速度沿期望轨迹移动,并且还给调制器 33 提供控制信号以接通和断开激光器 31 并调整激光功率,从而形成具有期望的形状、长度和深度的槽。

[0055] 图 4

[0056] 图 4 示出了本发明的优选实施例,在这里,CW 或 QCW 固态激光器 41 发出波长为或接近 532 纳米的光束 42。光束 42 经过控制透射激光功率水平的光束调制单元 43 并随后通过光束扫描装置 44 在两个轴上被偏转。位于扫描装置 44 后面的透镜 45 造成光束在基底 46 表面上聚焦。控制装置 47 协调扫描装置 44 中的反射镜的运动,以使光束在基底表面上方以期望的速度并沿期望的轨迹移动,而且控制装置还给调制器 43 提供控制信号以接通和断开激光器 41 并调整激光功率,从而形成具有期望的深度、长度和形状的槽。

[0057] 图 5

[0058] 图 5 示出本发明的另一个实施例,它由适用于在电路板 51 上执行激光开槽工艺的设备构成,在每个电路板 51 上有多个重复电路器件 52。激光器 53 产生的光束经过调制器 54 到达扫描透镜装置 55。光束随后被聚焦到基底表面。电路板 51 安装在台架系统的夹具上,该台架系统允许电路板沿两个轴移动经过其整个长度和宽度。控制系统移动台架,从而电路板 51 如此定位,即在电路板 51 上的器件定位在扫描装置 55 的下方。台架保持电路板 51 固定不动,而扫描装置 55 使聚焦的激光束在基底表面上移动以限定出期望的槽图案。台架随后移动电路板 51 至新的器件 52 并且重复扫描过程。此步骤和扫描过程重复进行,直到电路板 51 上的所有器件 52 已经被处理过。本图示出了包括在电路板 51 上操作的单个扫描透镜装置 55 的设备,但如果激光器 53 具有足够高的功率,则可以将光束分为平行两路或更多路且每路对应一个单独的扫描装置 55。可以采用多种方法来实现扫描装置 55 和基底之间的相对运动。除了基底在固定不动的扫描装置下方如图所示地沿双轴运动外,也可以使基底保持固定不动,而使扫描装置 55 沿双轴移动。也可以使基底沿一个轴移动,并按照分轴布置形式使扫描装置 55 在正交方向上移动。

[0059] 图 6

[0060] 图 6 示出了允许待制造的槽宽度快速自动变化的本发明的另一个实施例。CW 或 QCW 固态激光器 61 发出波长为或接近 532 纳米的光束。该光束经过控制透射激光功率水平的光束调制单元 62。双轴扫描装置 63 偏转光束,设置在扫描装置后面的透镜 64 造成光束在基底 65 表面上聚焦。用马达驱动的准直变焦望远镜 66 位于在扫描装置 63 前面的光路中。这一类型的单元 66 是众所周知的并且由多个透镜组成,其中一些透镜能沿望远镜光轴移动以改变部件间距。通过按照规定方式改变部件间距,该单元能被用于改变离开望远镜 66 的光束的尺寸,同时保持光束始终准直。通过该装置,可以改变光束焦点的大小,同时保持聚焦在基底 65 表面上。控制装置 67 协调在扫描装置 63 中的反射镜的运动,以使光束在基底表面上方按照期望的速度和期望的轨迹移动,并且也提供用于调制器 62 的控制信号来接通和断开激光器 61 并调整激光功率,从而形成具有期望的形状、长度和深度的槽。它

还控制在可变准直望远镜 66 中的可移动的透镜元件的位置,以设定或者改变在基底 65 处的光斑大小。

[0061] 图 7

[0062] 图 7 示出了本发明的另一个实施例并且示出用于开设比激光束焦点的直径更宽的且其底部具有平坦区的槽的方法。波长为或接近 532 纳米的激光束 71 通过透镜 72 被聚焦,以便在聚合物基底 73 的顶面上开设槽 74。在本图中,激光束 71 保持固定不动,而使基底 73 在线性台架上移动。所开设的槽 74 比焦点直径宽许多。这是通过使光束 71 经过单轴声光束偏转单元 75 来实现的,该偏转单元布置成造成光束 71 倾斜偏转并使焦点在垂直于基底 73 运动方向的方向上快速往复移动等于期望的槽宽的一段距离。只要基底 73 沿槽走向的运动速度被设定为振荡光束在使光斑从槽 74 的一侧移动到另一侧的时间内沿槽的走向所经过的距离比光斑直径小许多,则形成具有基本平坦底面的槽 74。对于槽 74 并非笔直的情况,则可以串列使用两个声光偏转器 75 以在即便槽 74 改变方向的情况下也允许在任何时候均垂直于槽走向的一个方向上的往复运动。

[0063] 图 8

[0064] 图 8 示出了本发明的另一个实施例并且示出开设具有平坦底面的宽槽的另一个方法。波长为或接近 532 纳米的激光束 81 通过透镜 82 被聚焦,以便在聚合物基底 83 的顶面上开设槽 85。在本图中,激光束 81 保持固定不动,而基底 83 在线性台架上移动。合适的衍射光学元件 84 安放在光路中。在所示情况下,衍射光学元件 84 在透镜焦平面处将激光束 81 变换为具有基本均匀的功率密度分布的大体正方形形状,从而只要基底运动方向平行于该正方形光斑的其中两个侧边,则所形成的槽 85 具有基本平坦的底面。实践中,槽 85 不是总是笔直的,因而为了在槽 85 弯曲时保持平坦底面,需要转动衍射光学元件 84 以保持正方形光斑的边缘平行于如图所示的槽走向。可以使用衍射光学元件 84 在基底 83 上产生许多不同形状的光斑。某些情况下,具有大致为八角形形状的激光光斑可能是有利的。

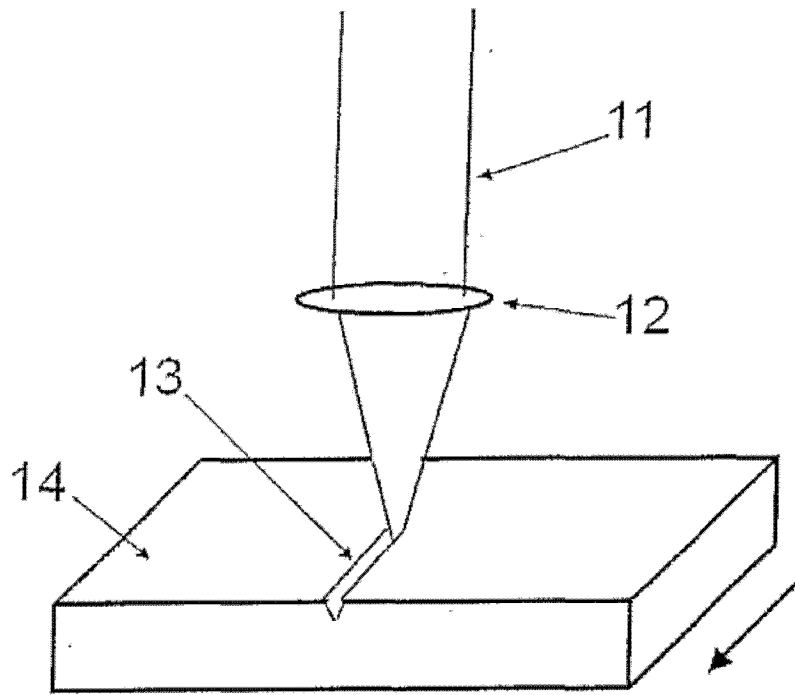


图 1

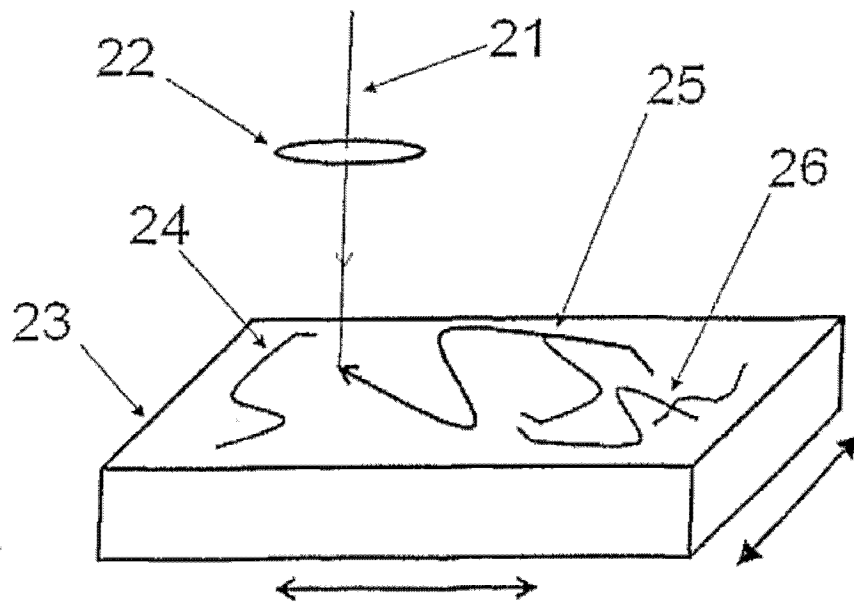


图 2

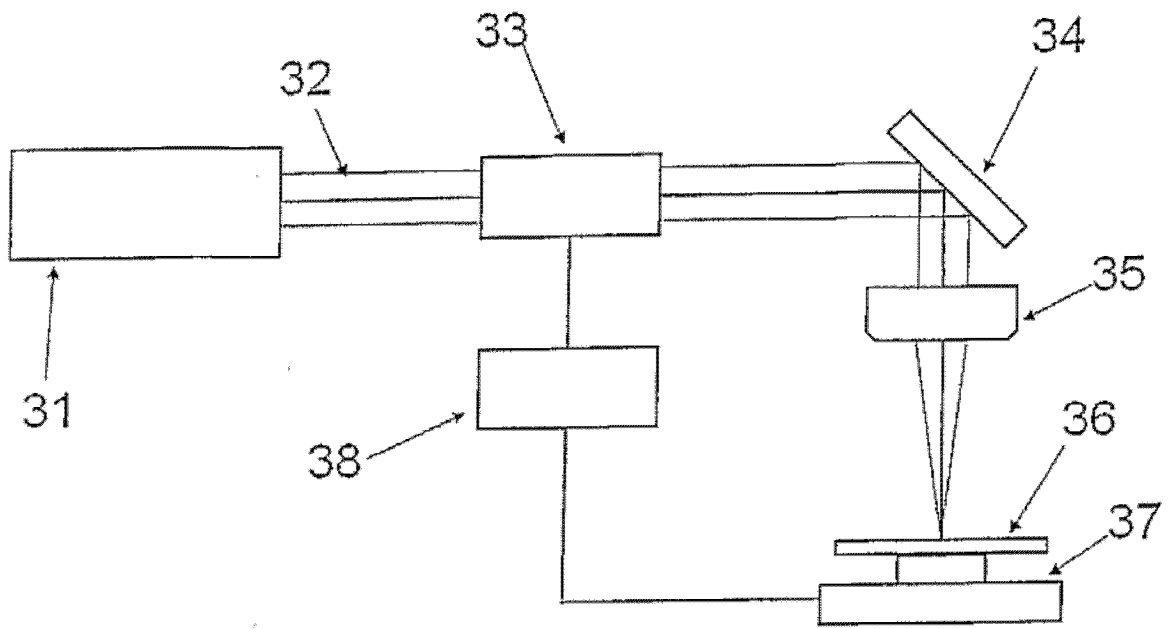


图 3

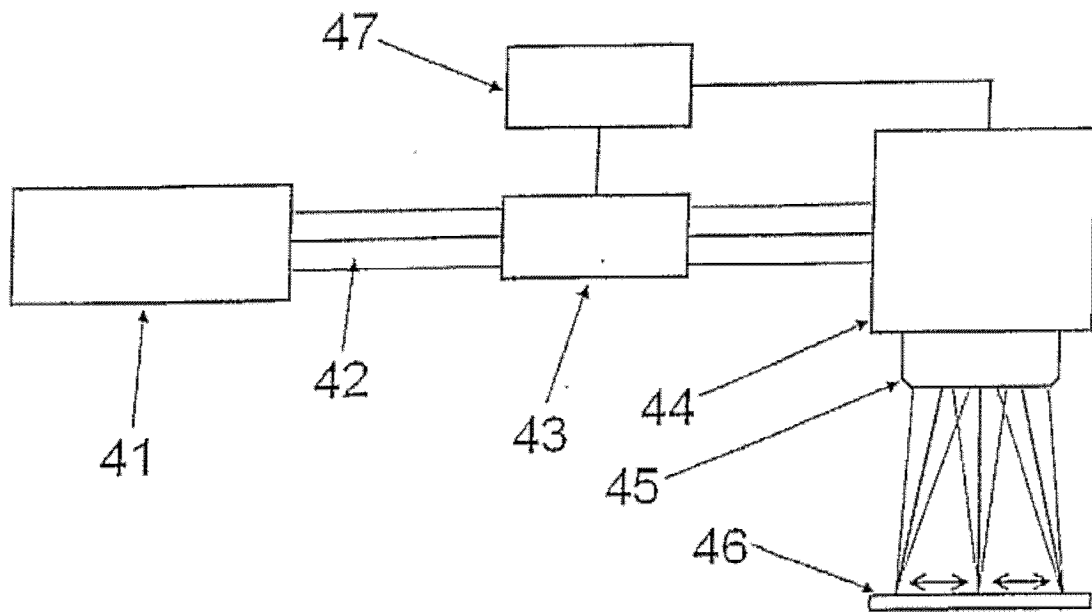


图 4

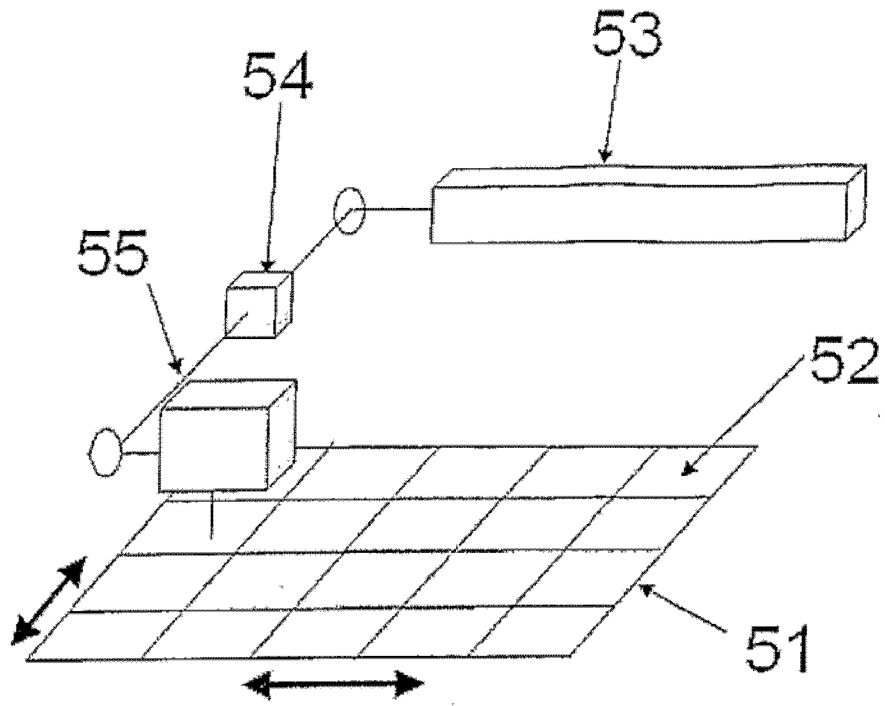


图 5

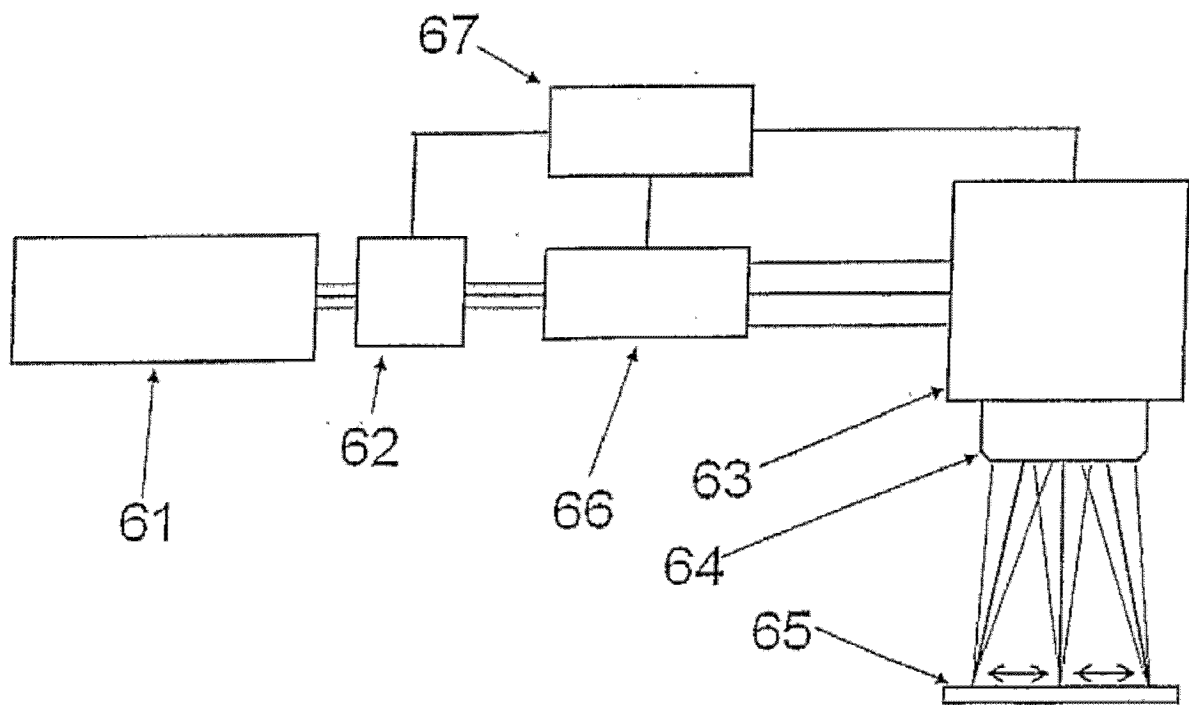


图 6

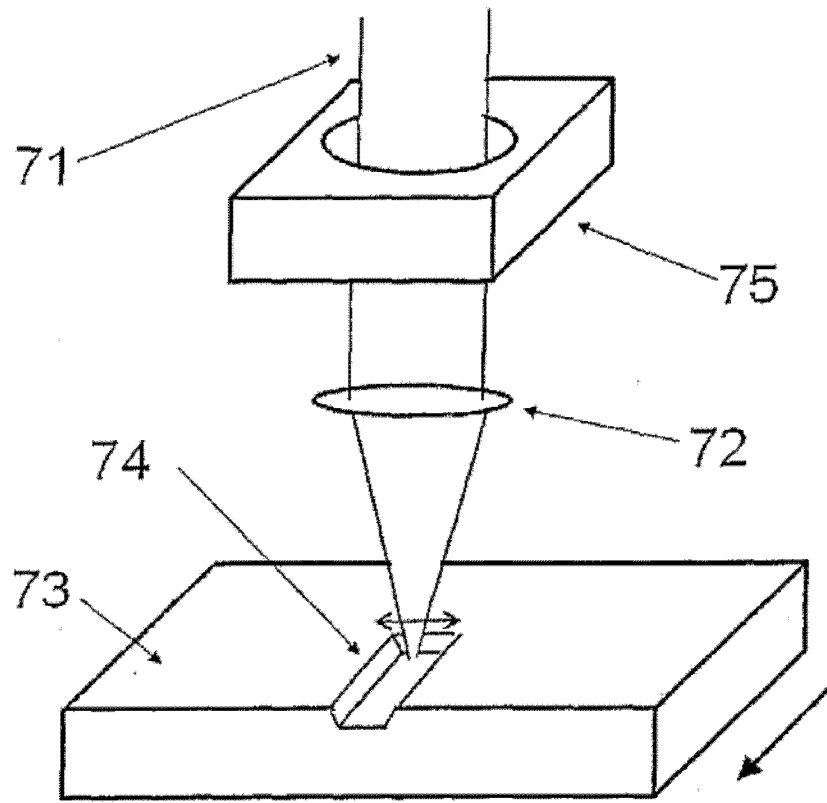


图 7

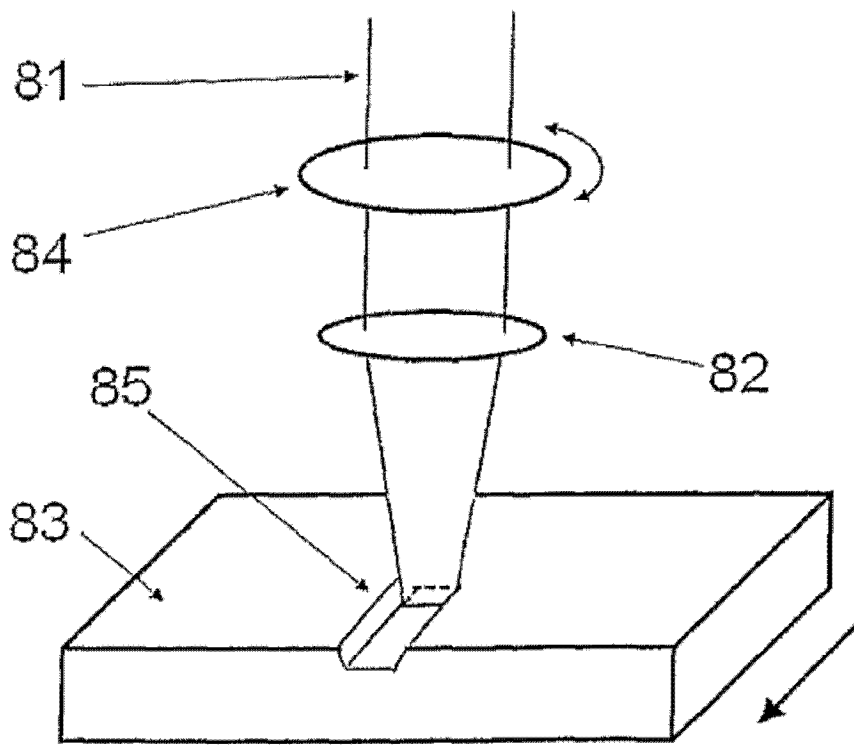


图 8