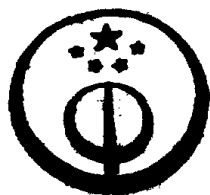


[19]中华人民共和国专利局

[11]授权公告号

CN 1022361C



[12] 发明专利说明书

[21] 专利号 ZL 91109015

[51]Int.Cl⁵

H01S 3/10

[45]授权公告日 1993年10月6日

[24]颁证日 93.7.24

[21]申请号 91109015.0

[22]申请日 91.9.19

[30]优先权

[32]90.9.19 [33]JP [31]246976/90

[73]专利权人 株式会社日立制作所

地 址 日本东京

[72]发明人 矢野真 桑原皓二

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

B23K 26/00

代理部

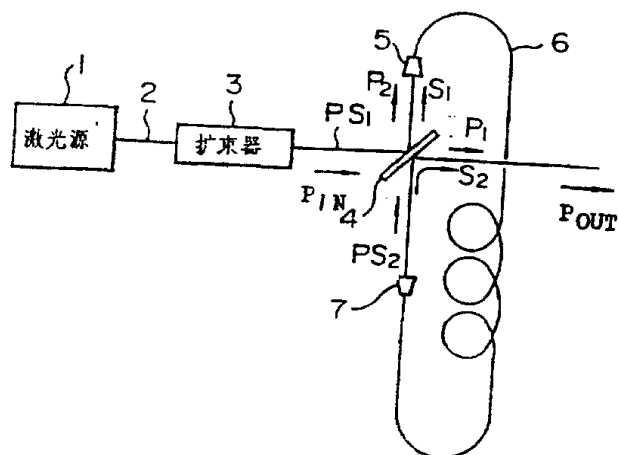
代理人 冯康维

说明书页数: 附图页数:

[54]发明名称 多脉冲激光束产生方法和装置

[57]摘要

一种用于产生至少包含三个激光束的多脉冲激光束的方法和装置,其中该多脉冲激光束来自于由单一的激光束光源的振荡形成的一个单脉冲激光束。来自激光束的一个脉冲光束被分成在第一和第二方向上线性偏振的激光束,在第二方向上分开的脉冲光束再次产生一个第三脉冲光束。



权利要求书

1. 一种多脉冲激光束发生装置, 其特征是,

所述的装置包括: 一个用于产生脉冲激光束的脉冲激光束振荡器 (1); 一个用于把由所述的脉冲激光束振荡器振荡产生的一个脉冲光束分成第一和第二方向的激光束和用于把在所述的第一方向的激光束提供到器件的输出端的偏振光分束器; 用于对由所述的偏振光分束器分成的所述第一和第二方向的所述激光束的所述第二方向的激光束进行偏振, 以及以一个预定量对所述的非线性偏振激光束进行延迟使被延迟的激光束再一次入射到所述的偏振光束分束器上的非线性偏振和延迟装置 (4—6), 最后取出在所述的第一方向上分出的经延迟的脉冲激光束, 通过分束器到所述的输出端。

2. 一种多脉冲激光束发生装置, 其特征是,

所述的装置包括: 一个用于振荡单波长脉冲激光束的激光束振荡源; 一个偏振光分束器 (4) 在它板的每一侧上有两个激光束的入射和振荡光轴, 即, 所有的第一、第二、第三和第四个光轴都在分束板的两侧面上; 用于结合所述偏振光束分束器的第三和第四光轴以改变从所述偏振光束分束器来的一个方向的激光束成为非偏振光束的偏振消除装置; 由透光材料形成的, 并耦合到所述的消偏振装置以便用于经过一定长度的透光材料对激光束提供一定量延迟的延迟装置; 以及用于把已通过所述的消偏振装置和所述的延迟装置的脉冲激光束再次导向所述光束分束器的所述第四个光轴的光束方向改变装置, 由此把所述激光振荡源的脉冲激光束加到所述偏振光束的第一光轴, 并从所述第二光轴取出一个激光束作为一个多脉冲激光束的输出。

3. 一种多脉冲激光束发生装置, 其特征是, 所述的装置包括: 一个用于振荡脉冲激光束的脉冲激光束振荡器; 一个用于把由所述脉冲激光束振荡器振荡的脉冲激光束分成两个方向的激光束的偏振光束分束器; 用于把由所述的偏振光束分束器所分成的两个方向的激光束中的一束改变成非线性偏振的激光束, 以及对所述的非线性偏振的激光束提供延迟, 并把经过延迟的激光束再次加到所述的偏振光束分束器上的消偏振装置; 用于把来自所述的偏振光束分束器的部分多脉冲激光束的波长变换成不同波长的脉冲激光束的波长变换器。

4. 一种产生多脉冲激光束的方法, 其特征是, 所述的方法包括下述各步: 把由脉冲激光束振荡器振荡产生的脉冲激光束射到一个偏振光分束器使所述的脉冲激光束分成第一和第二方向的激光束; 利用一个光束延迟和消偏振装置对在所述第一方向上的所述激光束产生一定的延迟和非线性偏振; 把所述的位于第一方向的激光束再次加到所述的偏振光束分束器上以产生一个多脉冲激光束。

5. 一种产生多脉冲激光束的方法, 其特征是, 所述的方法包括下述各步: 在一个面板状的偏振光分束器的每个表面上的设置入射激光束和振荡激光束的两个光轴, 以改在所述光束分束器的两侧提供总数为四个光轴; 由所述的四个光轴中的两个通过消偏振装置形成一个光学回路; 把由脉冲激光束振荡器振荡产生的脉冲激光束加到其它两个光轴中的一个上; 再从另一个光轴取出一个多脉冲激光束。

6. 一种产生多脉冲激光束的方法, 其特征是, 所述的方法包括下列各步:

(a) 把由脉冲激光束振荡器振荡产生的一个脉冲激光束用一个偏振光分束器把它分成在第一和第二方向上的线性偏振激光束;

(b) 只把所述的两个分开的激光束中的一束加到消偏振器上以延迟所述的激光束, 并扰乱激光束的偏振态, 使它成为非线性偏振的激光束;

(c) 把经延迟的, 和非线性偏振的脉冲激光束再次射到所述的偏振光分束器上;

(d) 重复所述的步骤 (a) — (c), 从所述的光束分束器中取出多脉冲激光束。

7. 按权利要求 4 所述的产生多脉冲激光束的方法, 其特征是, 还有一步, 即改变加到所述偏振光分束器上的脉冲激光束的偏振方向, 由此控制多脉冲激光束的能量大小。

8. 按权利要求 3 所述的一种多脉冲激光束发生装置, 其特征是, 所述的波长变换装置产生一个多脉冲激光束时使其中的第一脉冲激光束 (P_1) 受到波长变换, 而随后的脉冲激光束 (S_2 至 S_n) 没有被波长变换。

9. 按权利要求 1 所述的一种多脉冲激光束发生装置, 其特征是, 由光纤 (6) 形成所述的延迟和非线性偏振装置, 光纤 (6) 的长度需要满足 $l > l_p \cdot \frac{1}{\Delta n}$ 的关系, 其中, l_p 表示由所述脉冲激光束振

荡器振荡产生的脉冲激光束的脉冲宽度, c 表示光速, n 表示所述光纤的折射率。

本发明涉及多脉冲激光束的产生方法及其产生装置。

在 1987 年 6 月 16 日本专利 JP—A—62—123788 (NEC) 中已经披露了一种常规的多脉冲激光束产生器, 即一种延迟的脉冲激光束产生器, 延迟激光束脉冲产生器包括具有类似特性的用于把输入的圆偏振光束经过透射或反射反把它分成 P—偏振光和 S—偏振光的第一和第二偏振器; 一个放置在这些偏振器之间的用于由第一偏振器的反射把 P—偏振或 S—偏振的偏振激光束的偏振而旋转 90 度的偏振旋转装置; 一个供激光束形成光路的全反射镜; 以及把圆偏振激光束变换成具有二个轴线互相垂直, 并有一定延迟时间的线偏振激光束的变换器, 由此提供一个延迟的脉冲激光束。在这种情况下, 输出到装置外的脉冲束限于两种光束。现有技术的装置不采用一种半透半反镜来阻止激光束能量的损失。

激光束加工是适宜于对一种其中包含有类似于导线层的金属薄层的多层板的加工, 通常, 用于对由金属薄层和树脂层迭层构成的印刷线路板进行钻孔。

一种打孔的钻孔方法已经得到广泛的实施其原因在于这种方法具有批量加工层压板的优点。然而, 由于印刷电路板上的电路结构越来越高度的密集, 所以钻孔的直径就变得越来越小, 由此引起了一个带孔印刷电路板耐久性差的问题。尤其, 在大型计算机中用的大块电路板上, 需要大量的打孔工作, 还需要周期性的改变钻孔以避免由于拙劣的钻孔工作损坏线路板引起的在单块线路板上各种毛病的出现。

最近, 已研究了一种激光束加工方法来代替上述的钻孔方法。激光束加工方法不仅可消除加工质量差的线路板, 而且可以打各种小直径, 如约 0.3 毫米的孔, 打这样的孔采用机械打孔的操作是困难的。而且, 激光束加工方法具有在印刷线路板上不施加物理作用力的优点, 因为它是一种无接触的加工。然而, 仅使用由一台激光器所得到的一个波长的激光束来进行对迭层板的有效加工是有困难的,

因为, 一块迭层板包括各种不同材料的迭层, 如金属薄膜和树脂层, 这样的迭层板有不同的激光吸收系数, 由此, 必须使用由两台不同的激光器所获得的二种不同波长的二个激光束来解决这个问题。作为这一类型装置的例子已在 1989 年 10 月 24 日公开的 JP—A—01—266983; 1988 年 11 月 10 日公开的 JP—A—63—273587; 和 1989 年 11 月 1 日公开的 JP—01—273684 中有过披露。有关激光束加工的技术也已有日本专利, JP—A—54—120498; JP—A—63—136546; 和 JP—A—63—154280 予以公开。

而上述的诸现有技术是利用不同的激光波长的特性进行加工的方法, 这种加工技术的问题是加工装置的整个结构很复杂, 而且体积很大, 这是因为在所使用的系统中需使用两台完全不同类型的激光器。

本发明的目的在于提供一种用于产生多脉冲激光束的方法和装置, 该多脉冲激光束至少包括由一个激光束源产生的一个脉冲束中的三个脉冲束。

本发明的一个方面是: 一个产生多脉冲激光束的方法包括下述各步, 把来自脉冲激光束振荡器的振荡所产生的一个脉冲激光束利用偏振光分束器 (PBS) 或偏振器分成两个方向的线偏振激光束, 仅把透射光束和反射光束的一束光加到光脉冲延迟器, 由非线性偏振元件, 例如一种光纤元件和玻璃镶嵌板使脉冲光束延迟, 同时破坏激光束的线偏振状态, 从而提供一束非线性偏振状态的光束, 再一次把激光束加到偏振束分束器或偏振器上, 取出其它的透射光和反射光作为一个多脉冲激光束。

本发明的另一方面是: 在于得到一个多脉冲激光束发生器, 该发生器包括一个能对由上述结构的光回路中得到的仅仅一部分多脉冲激光束的波长进行变换的波长变换部分, 由此产生一个双波长多脉冲激光束。

本发明的其它方面的内容是: 在于一个包含上述多脉冲激光束发生器的激光束加工设备具有一个监控单元, 该监控单元的光接收区对双波长多脉冲激光束的可见激光束是灵敏的, 所以, 可以用由照射在欲加工物体表面上的可见激光束所产生的散射光束来监控激光束加工的状态。

对激光束发生器的概要操作, 以及根据本发明

的一个特征利用激光束发生器的激光束加工操作将由下面作出描述。

操作方法可以包括下列各步：利用偏振光分束器或偏振器把由脉冲激光振荡器的振荡所产生的一个脉冲激光束分成两束在第一方向和第二方向上的线性偏振激光束；利用一个单元，譬如具有一种脉冲延迟功能和非线性偏振功能的光学纤维或玻璃波导把两束分开的激光束中的第二个方向上的激光束进行延迟，并把受到延迟的激光束转变成一束非线性的，或非偏振的激光；以及把来自延迟和非线性偏振单元的激光束再一次加到偏振光分束器或偏振器上，再次把激光束在第一和第二个方向上分成线性的偏振激光束。把上述各步重复进行。

从偏振光分束器出来的脉冲激光束受到振荡，并在通过延迟和非线性偏振单元后又回到同一个偏振光分束器的脉冲激光束只受到该光程距离的延迟，由偏振光分束器在第一个方向上分开的激光束被变换成一个多脉冲的激光束。由光束分束器在第一方向和第二方向上分束的激光束分别相应于透射光束和反射光束，或反射光束和透射光束。

多脉冲激光束包括一个第一脉冲光束，它由偏振光束分束器变成透射光束（P—偏振光束），以及一个第二脉冲光束和相继的脉冲光束 S_2 , S_3 和 S_4 。它们由偏振光束分束器变成反射的光束（S—偏振光束），在第一脉冲光束和第二以及随后的脉冲光束之间具有不同的偏振方向。因此，在这种情况下，把波长变换部分整理成只使得具有第一脉冲光束偏振方向的激光束的波长得到变换是可能的，采用这样的一种安排，所提供的一种双波长多脉冲激光束其包括波长已被变换成短波长光束的第一脉冲光束 P_1 ，以及具有与脉冲激光束振荡器振荡所产生的脉冲束相同的长波长的第二和相继的脉冲束 S_2 至 S_4 。另一种安排是，在第一脉冲束是一个从光束分束器反射的光束，以及第二和相继的脉冲束是透射光束时，同样可能提供一种多波长激光束。

当应用一种双波长多脉冲激光束来进行激光束加工操作，以便在一种迭层的印刷线路板，例如含有金属薄膜和树脂层的线路板上打孔时，一种具有对材料有高吸收系数的短波长激光束用来对印刷线路板的表面层或者加热，或者熔化，致使在短波激光束之后马上振荡产生的长波长激光束的吸收系数就增加。由此，以高的工作效率取得了一种激光束

打孔的加工操作。

图 1A 表示按本发明的一个多脉冲激光束发生器的实施例的方框示意图。

图 1B 表示一种经改进的图 1A 中的多脉冲激光束发生器的示意方框图

图 1C 表示一种不采用图 1A 或图 1B 装置中的光纤的示意方框图和输出波形图。

图 2 表示本实施例中入射光束的输出和激光束的振荡光束的操作时间的曲线图。

图 3 表示本发明另一个实施例的构形图。

图 4A 和 4B 是用于说明图 3 中所示实施例的操作的时间曲线图。

图 5 表示本发明另一个实施例的示意方框图。

图 6 表示需加工物体的截面示意图。

图 7 表示本发明另外一个实施例的激光束加工设备的示意图。

图 8A 和 8B 是用于解说激光束加工设备的被加工物体表面的示图。

图 9 表示本发明用于激光束加工操作中激光束光路的示图。

本发明的实施例将参照附图予以详细的描述。在附图中，相同的参考数字和符号代表类似部分的元件和器件。

图 1A 示意地表示本发明的一个实施例中所采用的激光束发生器。

在图 1A 中，具有单一波长的脉冲激光束 2 来自脉冲激光束振荡器或者激光源 1，用扩束器 3 对脉冲激光束进行扩束，加到偏振光分束器或偏振器 4 上的激光束 PS_1 被分成一束透射光束 P_1 和一束反射光束 S_1 。两束被分束的光束中，反射光束 S_1 经过一个纤维输入光学系统 5 被导入非偏振保持型的光纤 6 内，所述的纤维输入光学系统譬如是一种使用透镜的聚光系统，被导入光纤内的反射光束 S_1 从一个纤维输出光学系统或准直器 7，作为非线性偏振激光束 PS_2 再一次被加到偏振光分束器 4 上，激光束 PS_2 由分束器 4 被分成一束反射光束 S_2 和一束透射光束 P_2 。光束 S_2 的方向就是先前透射光束 P_1 的方向，光束 P_2 方向与先前的反射光束 S_1 同向。透射光束 P_2 由纤维输入光学系统 5 被导入光纤 6 内，由此形成一个光学回路，如后面所述，光纤 6 将改变通过它的线偏振激光束成为非线偏振的，如非偏振、或圆偏振和椭圆偏振的激光束，并

且由取决于光纤长度的光程的称度来延迟激光束。光纤 6 可以改用其它的具有非线性偏振和延迟功能的装置来替代。

图 2 表示输入和输出脉冲关系的一个例子, 即, 在装置的输出处可获得的多脉冲激光束和输入脉冲激光束之间的关系, 以及他们的特征。在上述的构形中, 加到偏振光分束器 4 的激光束 PS_1 的双向线偏振的分量比是基本上相等的。假设具有一个给定时间间隔 (例如: $200\mu s$) 的激光束 PS_1 , PS_1 作为入射光束 P_{IN} , 那么输出光束 P_{out} 有恒定的脉冲距离或脉冲延迟时间 t_d (例如: $100ns$), 该延迟时间由光纤 6 的长度确定。由输出光束形成多脉冲系列 S_2 至 S_4 , 脉冲系列的输出电平每次依次降低, 激光束 P_1 在回路内循环。

图 1B 表示由图 1A 所示的多脉冲激光束产生器的一种改进构形, 图中还给出一种输出波形的特征, 在图 1B 中, 入射到偏振束分束器 4 上的激光束 P_{IN} 被分成透射光束 P_1 和反射光束 S_1 。利用聚光系统 5 使透射光束 P_1 导入光纤 6, 并且由纤维输出光学系统 7 使被导入光纤 6 的透射光束 P_1 非线性化。由此, 利用光纤的长度来提供经延迟的非线性偏振的激光束 PS_2 , 激光束 PS_2 再次由光束分束器 4 分成透射光束 P_2 和反射光束 S_2 , 用输出的透射光束 P_2 作为挨着多脉冲光来的反射光束 S_1 之后输出的脉冲光束 P_{out} 。然后, 由反射光束 S_2 类似地产生非线性激光束 PS_3 , 而脉冲光束 P_3 作为输出光束 P_{out} 输出。

在本实施例中, 第一脉冲 P_1 和第二脉冲 S_2 不重叠, 使每个脉冲束的操作分得很清楚。脉冲之间的距离实质上取决于光纤的长度 l , 假是, n 表示光纤的光学折射率, c 为光速, t_p 为脉冲宽度, 那么, 需整定的光纤长度 l 要满足 $l > t_p \cdot c / N$ 以保证脉冲束之间的距离 t_d 。在采用普通的 Q-开关脉冲 YAG 激光系统的情况下, 脉冲宽度近似地为 $50ns$, 假定光纤的光学折射率 $n = 1.5$, 光速 $c = 3 \times 10^8 m/s$, 光纤需要有 10 米的最小长度才能确保 $50ns$ 的脉冲距离 t_d 。

图 1C 表示不用在图 1B 中所示的光纤作为非线性偏振和延迟元件。在图 1C 中, 单脉冲的激光束通过偏振光分束器 4, 通过可以延迟光程长度 (例如在 10 米) 的玻璃块 30, 以及一个已知的 $1/4$ 波长变换件 32, 该变换件 32 把线偏振光束

变换成圆偏振光束或椭圆偏振光束, 激光束由反射镜 34-38 反射并改变光束的方向, 从而使激光束再次入射到光束分束器 4 上, 所述的玻璃块 30 可以是尺寸为 $10mm \times 250mm \times 250mm$ 的带有反射层的石英板。透过分束器 4 的激光束被作为多脉冲激光束发生器的输出光来 P_{out} 的输出, 它跟随在激光束 P_{IN} 的反射光束 S_1 之后。上述构形的操作类似于图 1B 中所示。 $1/4$ 入推迟板可以从美国的 MELLES GR10T 得到, 可以把它用来作为 $1/4$ 波长板。

应明白, 可以变动图 1C 所示的构形以延迟来自分束器中的反射光束, 并使该光束如同图 1A 所示那样为非线性偏振的光束。采用上面所描述的方法, 由脉冲激光束振荡器 1 振荡输出的单脉冲激光束可以被变换成多脉冲激光束。

参考图 3 和图 4 将介绍本发明的另外的实施例。在上述实施例的脉冲激光束振荡器 1 内提供一个内含布儒斯特 (Brewster) 片和 $1/2$ 波片的已知偏振方向的控制装置 8, 并且通过改变布儒斯特片的角度来改变入射到偏振束分束器 4 上的激光束 PS_1 的偏振特性, 采用这样的布置, 有可能改变多脉冲激光束输出 P_{out} 的每个脉冲束的能量密度, 例如: 从图 2 和图 4 中的脉冲波形可以看到。有关激光束 P_1 的偏振特性, 可以把偏振方向控制装置 8 的布儒斯特片控制成使得由偏振束分束器 4 反射的 S 偏振分量光来 S_1 成为主要部分, 而透射的 P 偏振分量光束 P_1 具有较小的比例。于是, 该多脉冲激光束的输出 P_{out} 能够提供具有有所希望峰值波形的一个脉冲序列, 例如, 有可能得到一序列脉冲波形的脉冲, 利用具有小能量的第一脉冲光束 P_1 和在能量的第二脉冲光束 S_2 , 在 S_2 之后的脉冲束能量逐步衰减 (如图 4A 所示) 的序列脉冲束有效地对一种脆性物体进行预热加工。也可能产生具有单调衰减波形的脉冲序列的激光束, 这种激光束对于一种逐步冷却的加工是有效的, 如图 4B 所示。

如上所述的一个偏振方向控制装置将允许控制第一脉冲束 P_1 和多脉冲激光束的第二以及相继的脉冲束 S_2 至 S_4 之间的能量的相对量。

图 5 示意说明根据本发明的一个实施例所述的激光束加工设备。该加工设备中, 把图 1A 至 1C 所示的任一实施例中的多脉冲激光束的输出脉冲 P_{out} , 通过一个波长变换部分或装置 9, 由方向改

变反射镜 10 被引导到光学聚焦系统 11, 经过聚焦系统的激光束照射到设置在移动平台 12 上的被加工的物体 13 上。其中, 波长变换部分 9 只有在激光束具有特定的偏振方向时才能有效地工作, 例如, 可以采用由杜邦 (Du Pont) 公司制造和加工的 KTD 晶体作为波长变换元件。该元件被架持成一种强转动的状态。例如, 波长变换元件允许把典型的固体 YAG 激光器的 1064nm 波长的输出降到 532nm 的短波长输出。

在图 5 的构形中, 在整定波长变换装置 9 只对由图 2 所示的多脉冲激光束 Pout 中的第一脉冲 P_1 的偏振方向的波长进行变换时, 那么, 具有偏振方向与第一脉冲束 P_1 成 90 度不同的第二脉冲束 S_2 和随后的脉冲束不受到波长变换。由此, 波长变换装置 9 提供一个双波长多脉冲的激光束 14, 其中第一脉冲束已经被变换成短波长的光束, 而第二脉冲束 S_2 和随后的脉冲束没有被变换波长, 但是他们的波长与由脉冲激光束振荡器 1 所得到的脉冲激光的波长相同。于是, 把所产生的激光束 14 照射到被加工处理的物体 13 上, 例如: 这种物体是一种多层的, 或迭层的由金属膜层 15 和树脂层 16 制成的夹层板, 在图 6 中表示出这种板的横断面。首先, 使具有对材料高吸收系数的短波长的第一脉冲光束 P_1 加热金属薄膜层 15 的表面, 或者去除该表面, 以提供一种粗糙的表面状态, 由此增加在 P_1 之后即刻跟随的未经波长变换的光束的吸收系数, 用它进行对较低的树脂层 16 的加工。在这种情况下, 迭层板的树脂层其厚度为 2—3mm, 金属 Cu 和 Au 的薄膜层的厚度为几个 μm 至 100 μm 。不用树脂层, 可以用陶瓷, 例如氧化铝, Al_2O_3 作为一种厚度为 0.6mm 的混合的集成 (IC) 电路板, 作为光源的 YAG 激光束的波长为 1064nm, 其平均功率为 50W 或以下, 多脉冲宽度为 100ns 或以下, 依据被加工物体的热散射特性来确定振荡激光束的脉冲之间间距 t_d 的可允许的最大值, 可以安排第二脉冲束 S_2 照射在物体上而保持由第一脉冲束 P_1 的照射所形成的热状态。

根据本实施例, 利用双波长多脉冲激光束, 从激光源得到的一个脉冲激光束可以通过加工有效地用来改变迭层板的表面, 并进行主激光脉冲的加工操作。

根据本发明的另一个实施例的一种激光束的加

工操作将参照附图 7, 8A 和 8B 予以描述。

在图 7 所示的实施例的系统中, 设置 YAG 激光束的 TV 监控器 18a 和 / 或 18b, 该监控器包括一个显示件, 和一个光电变换器件, 所述的光电变换器件用来接收当双波长多脉冲激光束 14 照射到被加工的物体 13 上所产生的散射光束 17。监控器 18a 或 18b 可以有一种已知的构形, 他们的输出被输入到激光束加工设备的操作控制器 25, 用来控制激光束加工或激光束发生器的位置。例如, 需对工件进行打孔加工时, 被加工物体上的加工位置利用在图 8A 中所示的监视屏进行监控, 依据监控的结果, 可以对位置的偏差或错误进行校正。因此, 探测散射光束 17 的强度在于控制激光束振荡器 1 的功率和光束的偏振方向, 并执行加工操作的开—关控制。操作者可以从监视屏上判断激光束加工操作的进行程度。仅举一例, 激光束加工设备可应用于在集成组件上作记号的操作, 如图 8B 中所示, 对作标记的情况作直接的监视成为可能。

所用的 YAG 激光束的振荡波长是 1064nm (红外射线), 该波长由波长变换器 9 被变换到 532nm (一种绿色的激光束), 利用波长被变换后的激光束进行作标记操作。

根据本实施例, 在需要的时候, 可以监控任何时候的激光束加工操作的状态, 致使来自激光束振荡器的输出可以得到控制, 并且可以确定任何的误差。

参见附图 9 将描述本发明的另一个实施例, 利用一个固体激光束光源, 例如, YAG 激光器或红宝石激光器来提供激光束。激光束加工设备包括: 用于把双波称多脉冲光束 14 的短波长的激光束聚焦到被加工物体 13 的表面上的光学聚焦系统 11; 用于垂直移动光学系统的透镜来改变焦点位置的控制机构 20。由于构成光学聚焦系统 11 的透镜其折射率是小的, 所以激光束 14 的长度长分量 21 其焦距比短波长激光束的长, 于是在表面上形成一个扩束的焦点。在激光束加工操作中, 首先, 短波长激光束 19 被聚焦到物体 13 的表面, 由此而除去表面的材料, 被去除材料的散射粒子 22 可能被在短波长激光束之后即刻照射的非聚焦的长波长激光束 21 完全燃烧或升华。

根据本实施例, 散射材料可能得到再加热以提

供已得到加工的物体具有满意的抛光表面。

按照本发明的各个方面的描述，一个短脉冲的激光束可以被变换成具有一种短的脉冲间隔和减幅脉冲包络的多脉冲激光束，从而在激光束加工操作中可以有效地提供一种逐步冷却的加工操作。采用这种加工操作在脆性物体的加工部分周围几乎不造成裂缝或类似的开裂。

可以产生多脉冲的激光束，使其呈现一个小的输出功率的第一脉冲，以及在第一脉冲之后的一个大的输出功率的第二脉冲，于是可以把它可用于预热的激光束加工，譬如焊接加工。

一种双波长多脉冲激光束也可用于包含不同种材料的迭层板的激光束加工。

不停的监控双波长多脉冲激光束的可见光束致使控制加工的条件，控测中间光学系统的损坏和诸如激光束振荡器不能工作的出错等成为可能。

在去除被加工表面时产生的散射材料的再加热，可以由在这种去除之后立刻照射的激光束来进行，这种再加热在于使激光束加工操作取得一种满意的抛光度。

整个激光束加工系统可以利用一个激光源装置来构成，不需要一起调节用于加工操作的可见激光束和主激光束，致使加工系统结构紧凑，由此也不需对两台激光器的激光光束轴的匹配进行调节的工作。

图. 1A

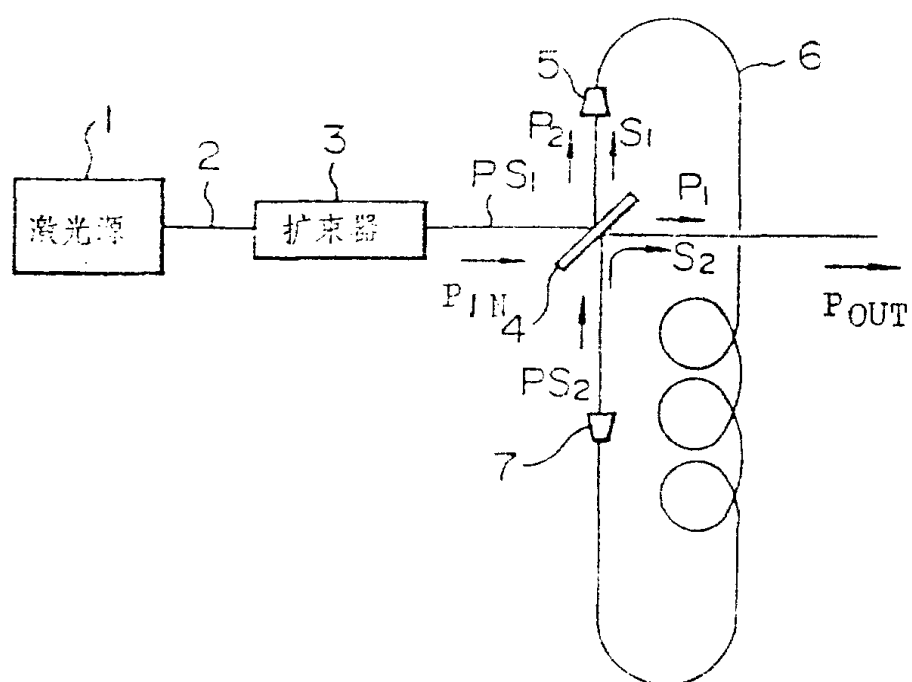


图. 1B

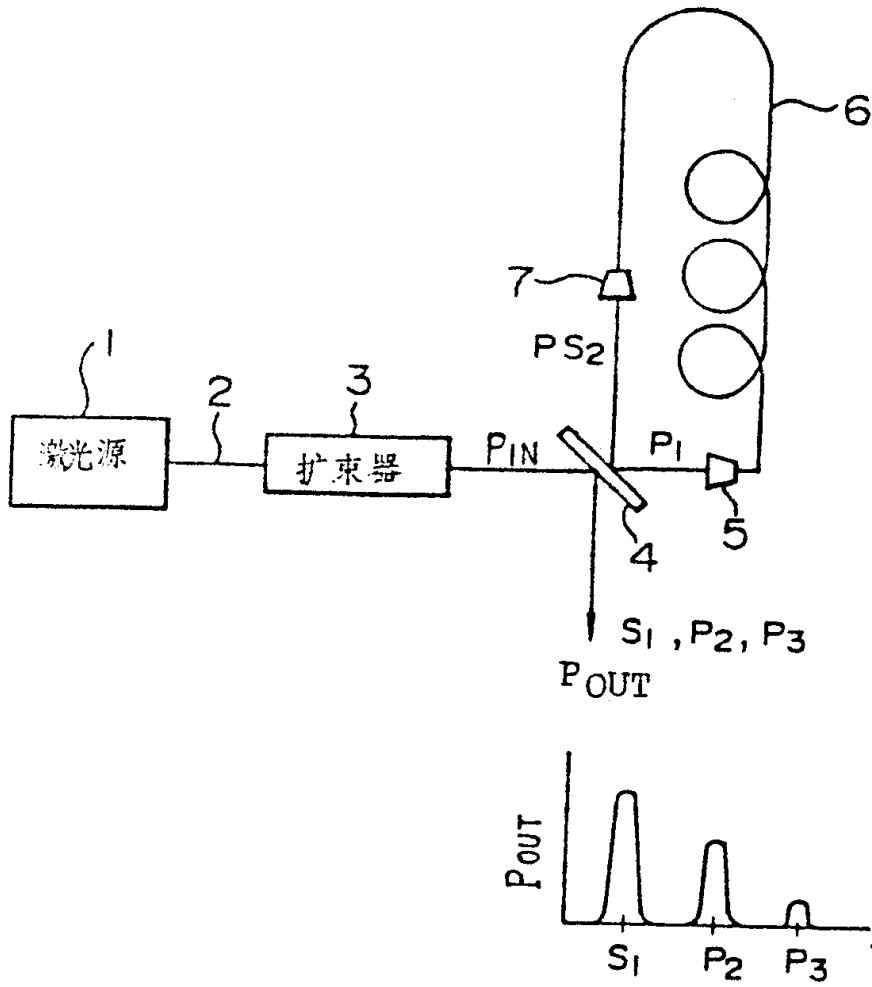


图. 1C

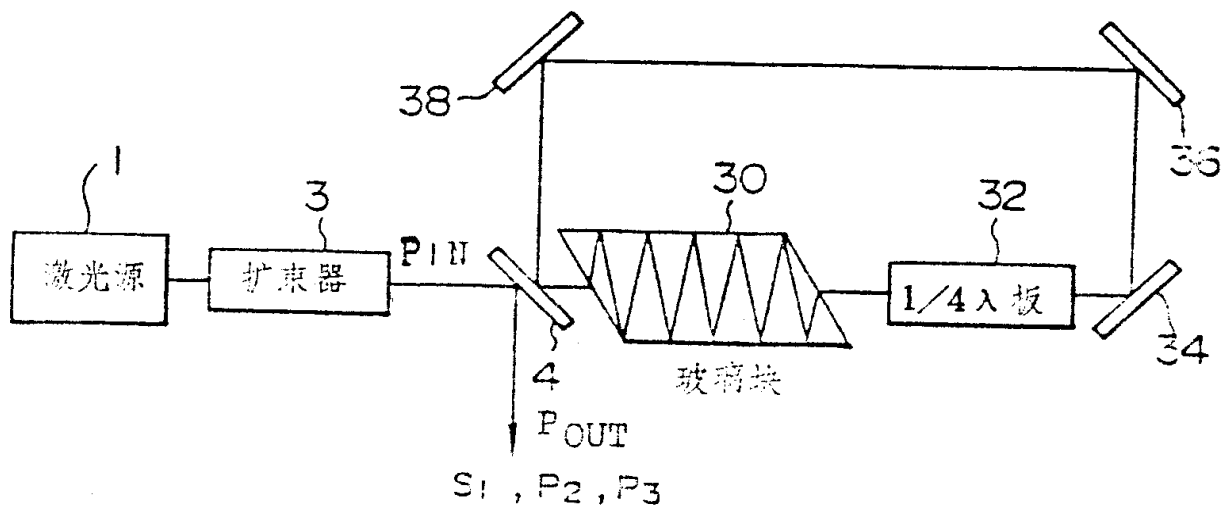


图 . 2

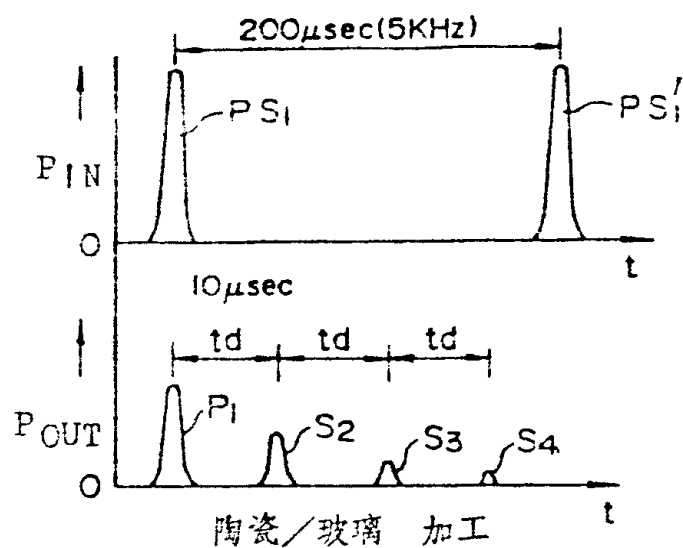


图 . 3

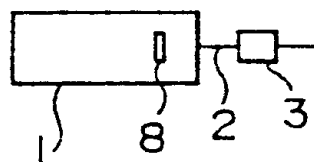


图 . 4A

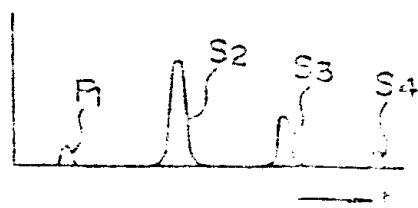


图 . 4B

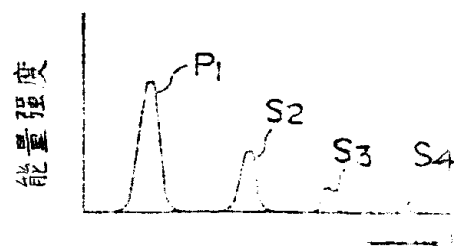


图. 5

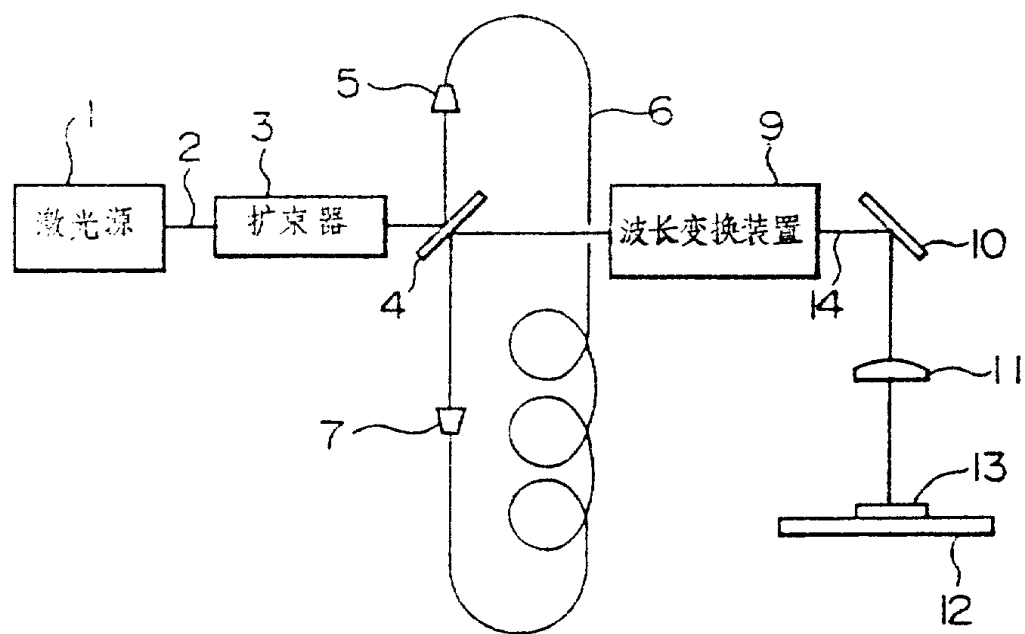


图. 6

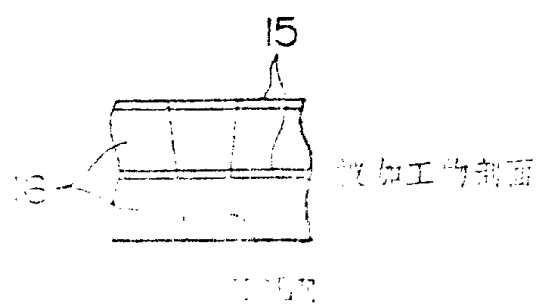


图. 7

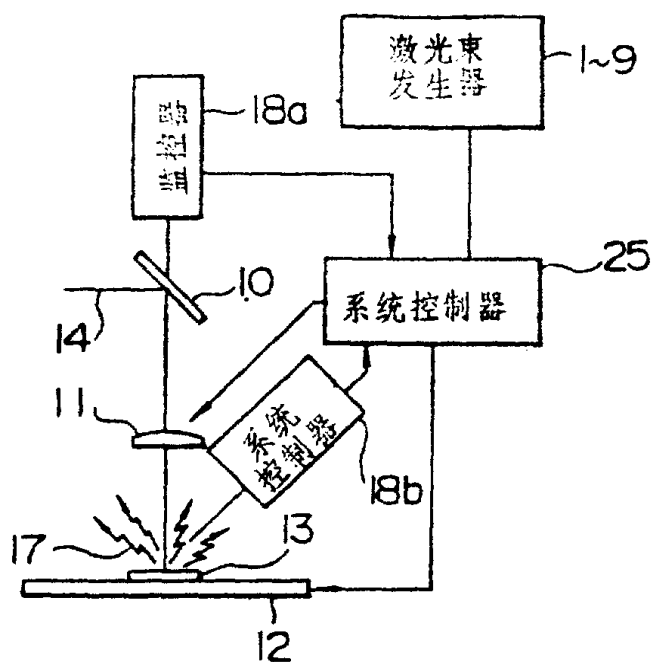


图. 8A

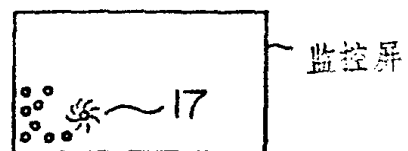


图. 8B

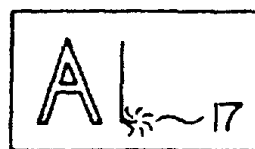


图. 9

