[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B23K 26/06 (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01804978.8

[45] 授权公告日 2006 年 7 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 1265930C

[22] 申请日 2001.2.15 [21] 申请号 01804978.8
[30] 优先权
[32] 2000. 2.15 [33] DE [31] 10006516.3
[86] 国际申请 PCT/EP2001/001708 2001.2.15
[87] 国际公布 WO2001/060560 德 2001.8.23
[85] 进入国家阶段日期 2002.8.14
[71] 专利权人 数据卡片公司
地址 美国明尼苏达州
[72] 发明人 里迪格尔·克罗伊尔
于尔里克·比勒斯奇
审查员 王 伟

[74] 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司
代理人 徐小琴

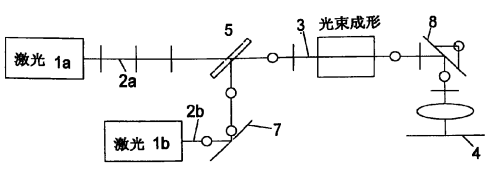
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

应用多束激光束的工件加工方法

[57] 摘要

本发明的目的是一种方法，该方法是用激光束(2a，2b，2c)加工材料的过程中，特别是在蚀刻如金属，或在黑化或铭刻塑料的过程中，尽管高脉冲频率，达到每脉冲要求的最少能量。 所述目的的达到是利用光束组合器(5，5a，5b)，将几束激光(2a，2b，2c)聚集在一起，并用通用的导束装置供给工件，尤其是以间歇的方式进行控制。



1. 一种用加工激光束（3''）加工工件的方法，其特征在于，至少三束激光（2a，2b，2c）用一个连续可能的多次程序被聚集在一起，并共同形成加工激光束（3）：

___ 一第一间歇式激光束（2a）和一第二间歇式激光束（2b）在一个光束组合装置中，以相互时间位移的关系被聚集在一起，

___ 以该种方式获得的局部加工光束（3'）通过能够改变局部加工光束（3'）线性偏振的一有源光学元件（6），只要一激光束（如2b）照射到有源光学元件（6），该元件呈活性，可改变该激光束对于其它激光束（如2a）的偏振，但是，当其它的激光束（如2a）照射到元件（6），它是去活性的，

___以该种方式获得改变的局部加工光束（3'），具有对应的线偏振的一激光束（2a）与另一个其线偏振特别不同于局部加工光束（3'）线偏振的激光束（2c）被聚集在另一个光束组合装置（5b），及

___通过一导束装置，加工激光束被通入到工件（4）。

2. 按照权利要求1的方法， 其特征在于，以该方式获得的局部加工光束（3"）通过另一个有源光学元件，该元件能够改变一到达光束的线偏振，如另一激光束（2c）到局部加工光束（3'）的线偏振，是利用一加工激光束（3'）与第一激光束（2a）的线偏振而产生。

3. 按照权利要求1或2的方法，其特征在于，有源光学元件（6）是一普克尔盒。

4. 按照权利要求1或2的方法，其特征在于，有源光学元件是一种克尔盒。

5. 按照权利要求1或2的方法，其特征在于，有源光学元件（6）应用由机械负荷如压力在某些材料产生的二次光折射，材料是一种单轴透明晶体，包括一种氯化钠（NaCl）或氟化锂（LiF）晶体，或丙烯酸树脂。

应用多束激光束的工件加工方法

技术领域

本发明涉及在同一加工位置上用多束激光束来加工工件的方法。

背景技术

当今激光在工业上有各种用途：

- 以极高的能量密度来焊接或切割十分不同的材料，包括像钢那样很硬的材料；及

- 以与到达材料表面时相比要低的能量密度，通过表面材料的蒸发和燃烧来刻蚀材料。

在这方面的一个特例是以改变塑料的初色，使之变成灰色或黑色，用于塑料卡片上形成图象或标示及符号，如信用卡，身份证或类似塑料卡上的表示；但也可用于其它材料，如纸状或织物状的材料上，像护照等。

对于采用的激光源及其附属设备有不同的要求。

当焊接、气割及一部分蚀刻作业取决于被蚀刻材料的硬度时，单位时间能够去除材料的最大值的决定因素主要是对激光束最大可能的能量密度。

在这方面，与激光的吸收程度，就是说被加工材料的吸收能力有很大关系，它对加工结果的影响比激光器输出功率还大。

连续工作的激光器，即所谓的连续波（CW）激光器，与脉冲激光器相比，它在单位照射时间内进入工件材料的能量密度低。

在比较中看出，脉冲激光器在单位照射时间内输入材料的能量很高，但在这方面，单只闪光灯使用寿命很短，闪光灯也能用来加工低熔点材料。

为了提高效率，适用的等离子云的生产和维护在实际上得到应用，例如从 EP-A-0481270 可知，用运行成本小的，连续波激光器来加工材料，如果将一台 CO_2 脉冲激光器射向 CW-CO_2 激光器的加工位置或沿激光前进方向射到该加工位置正前方的话，则其吸收程度及其效率都得到改进。其特征在于，脉冲激光器的脉冲能量及脉冲频率明显地不能完成要求的加工作业，但却能在加工位置产生少量等离子云，从而提高由 CW-CO_2 激光器的实际加

工效果。

在这种情况下，脉冲激光器与作为逆向工作的光束分配器的 CW-CO_2 激光器结合起来，并借助于普通射束导向器和其它光学系统作为加工光束射到工件上。

这样显然没有这二个激光束的线性偏振产生。

众所周知，随着入射角的不同，线性偏振激光束在工作材料中的吸收效果好于随机偏振或循环偏振激光束的吸收水平。因此，值得将这样的随机偏振的激光束作线性偏振处理，当加工质量被提高时，只使用其输出能量的 50%。

在对低熔点材料，如塑料卡进行划线或作标记时，问题不在于加工位置上产生的密度最高有多少，而在于尽快产生加工深度，就是说变黑的深度，以便使加工过程，即对此塑料卡产生图象及或标记的时间缩短到最低。

考虑到这种塑料卡是批生产的物品，其单价必须很低，但这种卡片仍然只用激光器这一昂贵的激光标刻装置一张一张的作标记。在这方面已对加工期内单件有十分不利的影响。

这种塑料卡一般还可用连续波缴光器进行加工。因为当用连续波照射时，变黑效应所需能量密度太高，以致会使卡片材料燃烧。

为了消除使用脉冲激光器所需装置和费用，特别是其冷却装置，价格昂贵的消耗品，如闪光灯、高压开关等，尤其是为了不必采用相对低的 30-2000Hz 的脉冲频率工作，实现了用所谓的质量转换激光器（Q 转换激光器）。这种 Q 转换激光器的特点在于，共振器的质量是改变的，然后产生脉冲，其在激光脉冲内单位时间的能量密度明显高于连续作业时的数值，但这种 Q 转换激光器优点在于每秒 1000-100，000 个脉冲的高频率，因此，通过使变黑表面光栅化，有可能以相对高的操作速度工作。

但由于激光单位脉冲进入工件的能量，随着脉冲频率的提高而降低，操作速度的提高受到限制。因此，不可能在实践中使用理论上能达到的 100KHz 的频率。因为在标刻工序中不能再实现足够的变黑作用。即在蚀刻工序中，达不到材料的去除深度，也就是说材料去除深度不够。

发明内容

所以，本发明的目的是提供一种加工工件的方法。具体说是用于蚀刻金属或使塑料变黑的方法，不管加工脉冲频率有多高，每个脉冲都提供最低的能量。

本发明权利要求 1 的特征可实现这个目的： 一种用加工激光束（3”）加工工件的方法，其特征在于，至少三束激光（2a，2b ，2c ）用一个连续可能的多次程序被聚集在一起，并共同形成加工激光束（3 ）：

___ 一第一间歇式激光束（2a）和一第二间歇式激光束（2b）在一个光束组合装置中，以相互时间位移的关系被聚集在一起，

___ 以该种方式获得的局部加工光束（3’）通过能够改变局部加工光束（3’）线性偏振的一有源光学元件（6），只要一激光束（如 2 b）照射到有源光学元件（6），该元件呈活性，可改变该激光束对于其它激光束（如 2a）的偏振，但是，当其它的激光束（如 2a ）照射到元件（6），它是去活性的，

___以该种方式获得改变的局部加工光束（3’），具有对应的线偏振的一激光束（2a）与另一个其线偏振特别不同于局部加工光束（3’）线偏振的激光束（2c ）被聚集在另一个光束组合装置（5b ），及

___通过一导束装置，加工激光束被通入到工件（4 ）。

在说明书中描述了优选实施例。

作用到材料上的高脉冲频率及单位脉冲高的能量水平可通过将几个，至少二个激光束组合起来；形成的加工光束通过普通光束导向器及光束聚焦装置射到工件上。

在这方面，最好以互成 90^0 的线偏振 Q 转换激光器作为激光源，光束通过一台光束合并器汇集，通常是反向操作偏振光分光镜，或半透明反射镜。

在这方面，可采用同样的激光光源，但不一定必须这样。

根据不同的应用情况，可审慎地使用不同波长。不同特性的激光器，如一个用红外激光器，另一用紫外激光器，它们每一单位脉冲有不同聚焦能力和不同能量密度。

由于用激光器作用一种加工时，例如作逐渐变黑处理以便标记或产生灰度图象或蚀刻或切除材料时，不同的材料要求在单位脉冲中有不同的能

量密度水平，所以可特意选不同波长的激光器来加工给定材料。如果在同一被加工物内有不同材料，或者存在于在空间上分开的不同区域内，或者以混合物形式出现的话，则能够完成的效应的种类也取决于激光的波长。因此，红外激光器主要产生热效应，而紫外激光器可破坏分子键。根据这个效应，波长不同的激光器一方面可通过加热产生灰色色调或黑色刻度，另一方面可通过破坏分子键使材料改变。材料的改变可产生彩色效应。就通过破坏分子键产生反应物而言，首先能产生彩色效应，即能从初级产品上产生不同彩色效应。

当加工同一件物体时，不同的效应也可每次同时或连续不断地应用；每次连续不断或同时使用，及在空间上交叉重叠或在同一位置上使用。

因此，就每次连续使用而言，首先应用热作用，作为主要加工作业的初步措施，它将在以后起作用，或反之，可用于对其它激光器加工后作修理。

根据各自不同的应用目的，二台激光器可同步工作，因此各台激光器的脉冲在光束组合器内同步碰撞，因而同时作用于工件上，这样引起单位脉冲的能量相当于各台激光源脉冲能量的总和。当完成一个刻蚀工序时，它在同一加工位置产生多的切除材料，即加深了刻蚀深度。

当进行塑料变黑作业时，例如用一台激光器只可获得灰色色调，而当同步控制二台或多台激光器时就产生较暗灰色色调或变黑。

正是这样，就通过表面各点有选择变黑来产生灰度图象而言，应用脉冲激光器的优点是明显的。

当加工光束穿过光束导向器射出，从机械观点这样相当复杂和昂贵，例如通过变向反射镜，以便产生 CW 激光器的光束灰度时，碰撞点的前进速度，及所包括的变向反射镜和其它机械部件的转动速度，都必须改变。由于图象表示很小且要求的清晰度很高，这类速度变化必须十分迅速，所以从这种机件的动作来看，存在很多不可解决的问题。

当相反，应用脉冲激光器时，脉冲激光器以恒速在物体上移动的速度保持不变，但变的是脉冲频率时，这样引起变黑点间隔的改变，从而在要求的清晰度范围内，被加工表面的灰色色调有变化。如果脉冲频率的变化直接引起单位能量的附加变化，当建立脉冲频率，即激光器的激发能被适

当改变的话，则能被作为补偿效应加以另外考虑。

还应提到，使用线性偏振激光器是绝对必要的，同样也可用圆偏振激光器和一线性偏振激光器，组合在一起，连续波激光器和脉冲激光器的联合使用也是一种选择。

此外，当涉及不同波长的激光器时，不同能量的聚集能力可审慎地加以采用。

附图说明

下面通过例子并参照附图详细说明本发明的一个实施例，其中：

图 1 表示由二个激光源组成的加工光束装置，

图 2 表示部件的时间转换图

图 3 表示部件的另一时间转换图

图 4 表示将三个激光源结合起来，构成一个加工激光束的装置，及

图 5 表示图 4 中部件的时间结合图

图号说明：

1a, 1b, 1c	激光源
2a, 2b, 2c	激光束
3	加工激光束
4	工件
5	光束组合器
6	有源光学部件
7	反射镜
8	反射镜

具体实施例

图 1 示出二个激光源 1a, 1b 它们分别输出激光束 2a 和 2b，在此布局中，激光束 2a 平行于薄片发生偏振，用激光束 2a 的横线表示；相反，激光束 2b 在垂直于薄片平面内线偏振，用激光束 2b 所在圆附号表示。

这二条激光束 2a, 2b 在光束组合器（如光透射反射器）内汇集，激光

器 1a 通过半透明反射镜，而激光束 2a 与其成直角碰撞，从而以 45°角斜面射到半透明反射器，经 90° 偏转后与通过反射镜的激光束 1a 平行。

如果最初二个激光器 1a，1b 互相平行布置，则激光 2 b 先通过反射镜 7，转向 90° 角。

在光束组合器 5 中汇集的加工激光束 3 通过光束成形及光束导向器，它包括一个或几个所述的可部分绕轴转动的反射镜 8，在光束聚集后撞击工件 4，这时，叠加的加工激光束 3 的二个局部光束保持在原始的线性互不相同的偏振性。

图 2 示出二个激光器 1a，1b 或其脉冲激光束 2a，2b 的时间转换第一种可能性。

脉冲受到控制，使其同时在光束组合器 5 内碰撞，并且就其同时离开激光器而言，有同样的实际行程，因此，脉冲也同时在工件上撞击，使每个脉冲有特别高的能量值，相当于各激光束 2a, 2b 脉冲碰撞能量总和，尽管是在大的跨距处。

图 3 示出激光源 1a, 1b 的连续启动，因此，脉冲到达光束组合器 5 有时间位移关系，具体说是交替地呈均匀的时间位移关系，因此，也是交替地到达工件上。

结果是，工件上单位脉冲能量较低，且间距为一半，与图 2 所示的时间同步。

图 4 示出应用汇集的三个激光束 2a, 2b, 2c 的加工设备。

头二个来自激光源 1a, 1b 的激光束 2a, 2b，以与图 1 相同的方式汇集，由光束组合器 5a（此时为一棱镜）产生的局部加工光束 3'通过有源光学部件 6（如普克尔斯盒），该盒仅当激光束 2b 的一个脉冲通过该部件时才启动，结果，有源光学部件 6 将其线性偏振转变成与激光束 2a 相应的线偏振。以同样方式均匀偏振的局部加工光束 3'，在另一光束组合器 5b 中与来自激光源 1c 的另一激光束 2c 组合。

新增加的激光源 2c 也是线性偏振的，但必然与均匀偏振的局部光束 3'不同，具体说，和激光束 2b 在同一方向上。

这种情况下，即原始激光源 1a, b, c 平行布置，且在激光束 2b, 2c 进入光束组合器 5a, 5b 之前，这种布置通过合用反射镜 7，7'产生 90° 方向改

变，进入光束组合器 5a,5b，产生同样的光线行波长度，而占用空间小。

来自第二光束组合器 5b 的加工激光束 3" 包括不同线偏振的脉冲，因此不再均匀偏振，在与工件发生撞击前，它只能通过光束成形和导向专门装置，包括一个或几个可转动反射镜 8 及光束聚集装置。

此外，必须考虑到，它对单个平行激光器，通过变向反射镜的正确角定位，是不足以产生波束。但此光束必须叠加导向，因为任何位置都可引起物体上产生作用区（如变黑点）的位移。因为这个问题也受到包括在光束导向器中不同机械零件热膨胀程度不同的影响。措施之一是向不同激光束提供其光传送长度，使它们正确汇集在一起。

图 5 示出时间的控制图。

如果激光器 1a,1b 交替工作，其脉冲交替地在第一光束组合器 5a 中互相作时间位移关系撞击，则有源光学部件 6 如普克尔斯盒）中仅当第二激光束 2b 的脉冲经过其中时才产生电源。

光学部件 6 的起动时间大于受影响的激光束质量转换时间，因此，该时间在光学部件 6 的起动时间以内，最后合在一起的激光束，如光束 2c，不必再与其它加工光束作偏振平衡。

对最后的激光束 2c 还有选择的自由。与其它激光束 2a,2b 相比，有关最后激光束 2c 脉冲顺序的时间同步或时间位移方式，在加工时，也可以将时间同步方式改变成时间位移方式，反之亦然。

如图 5 下部所示，和图 2、3 中所述一样，也可以在物体上加二个大于或小于碰撞频率的脉冲。在这种情况下，高频引起每个脉冲能量增大，反之亦然。为了获得要求的加工效果，也可审慎地使用这种办法，作为不同位置上灰度图象的变黑点。

这样，线偏振光线（如垂直于薄片的）转变成与薄片平行的偏振光（相当于激光器 1a 的线偏振）。因此，在有源光学部件 6 的输出端，有均匀偏振的脉冲激光束。就是说，所有脉冲都是同一线偏振的，如上所述，线偏振激光束 3'可与第三激光束 2c，通过另一光束组合器汇集。来自第三激光器的激光束 3"现在可导向工件，如上所述，另外激光器可通过交替使用另外部件与其结合，以便研究偏振改变和光束的组合。

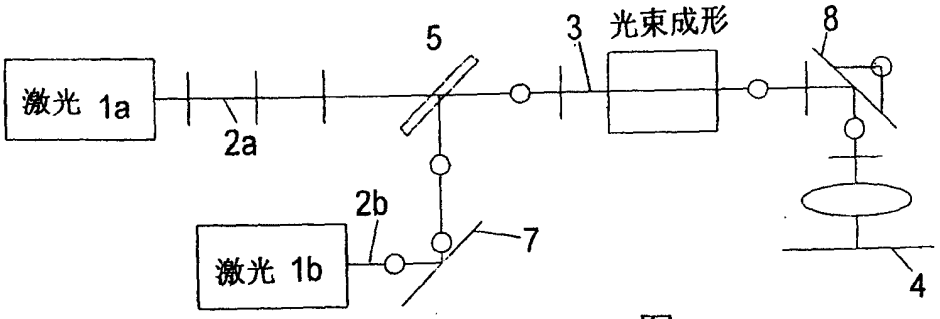


图 1

两束激光的同步质量转换

激光 1a 的质量转换信号

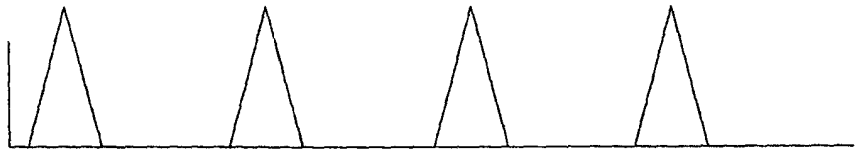


时间

激光 1b 的质量转换信号



时间

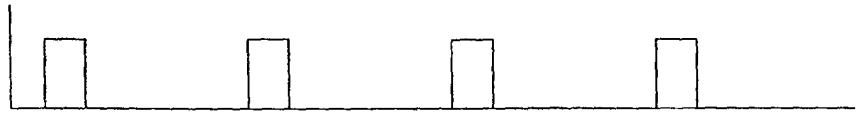


时间

图 2

两束激光的交替质量转换

激光 1a 的质量转换信号



激光 1b 的质量转换信号 时间



在工件的激光能量 时间



时间

图 3

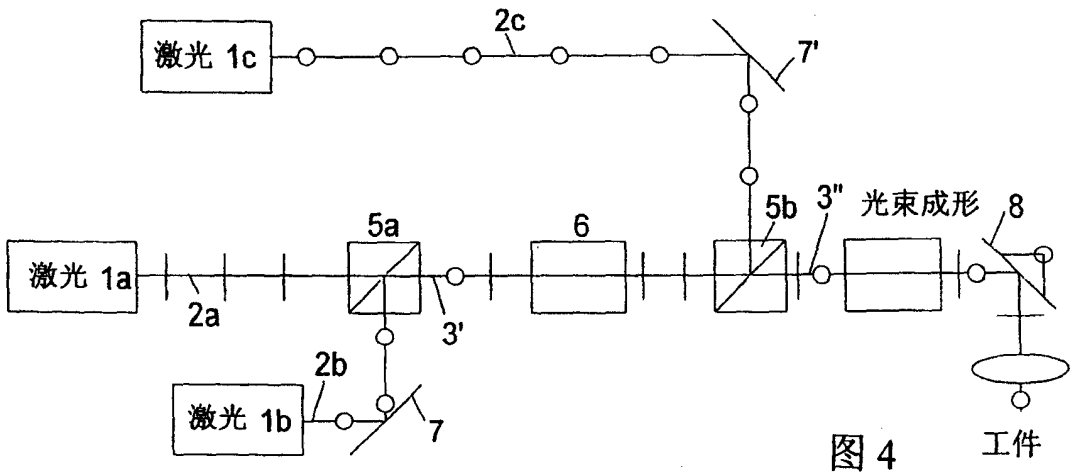

激光 1c
2c
7'
5b
3"
光束成形
8
5a
6
激光 1a
2a
3'
2b
激光 1b
7
工件

图 4

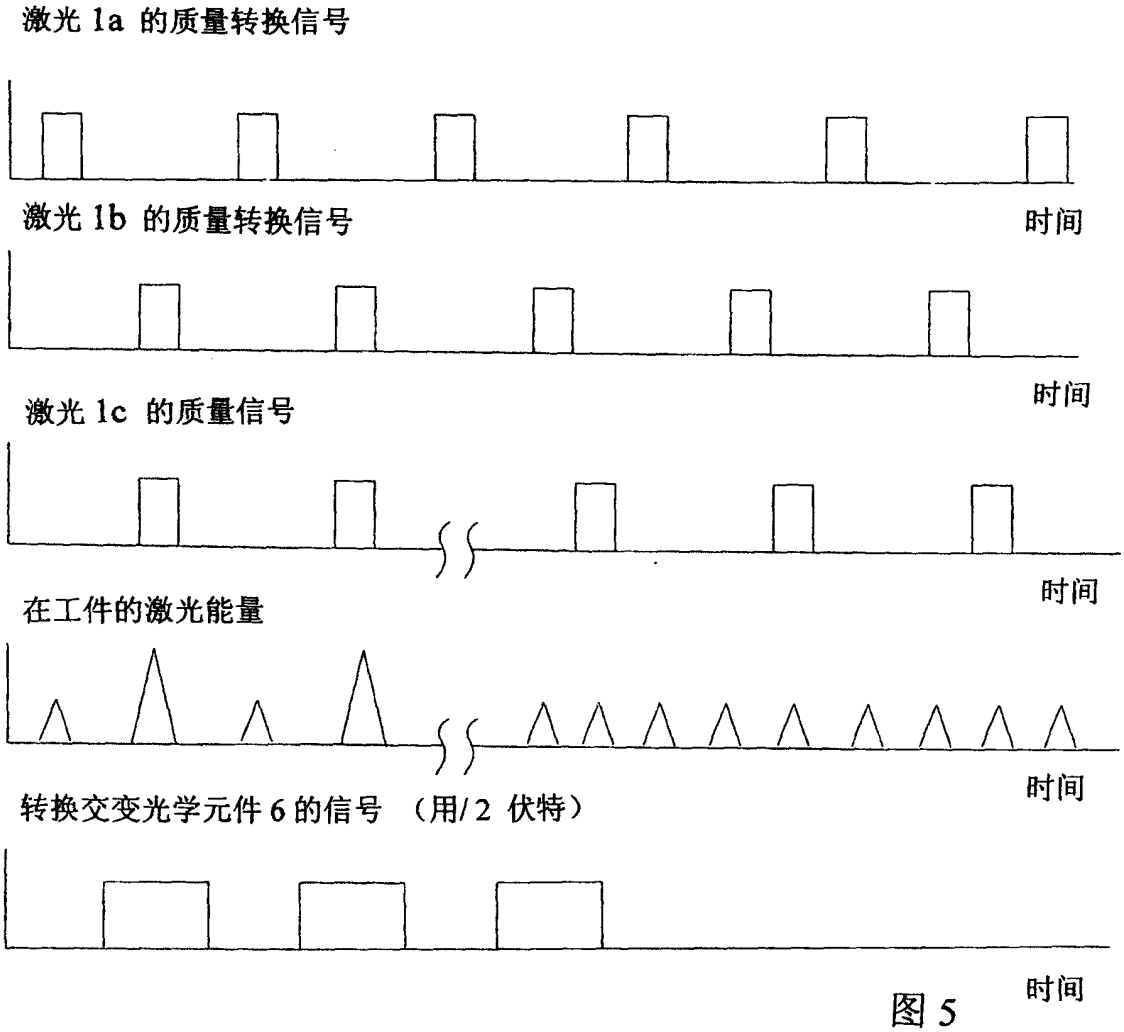

激光 1a 的质量转换信号
时间
激光 1b 的质量转换信号
时间
激光 1c 的质量信号
时间
在工件的激光能量
时间
转换交变光学元件 6 的信号 （用/2 伏特）
时间

图 5