

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23K 26/38 (2006.01)

B23K 26/08 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810098104.5

[43] 公开日 2008年11月12日

[11] 公开号 CN 101301703A

[22] 申请日 2008.5.7

[21] 申请号 200810098104.5

[30] 优先权

[32] 2007.5.8 [33] EP [31] 07107714.3

[71] 申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市中心大道330号800室

[72] 发明人 尼古拉斯·帕尔姆奎斯特  
海伦娜·拉尔森

[74] 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有限公司  
代理人 张春媛

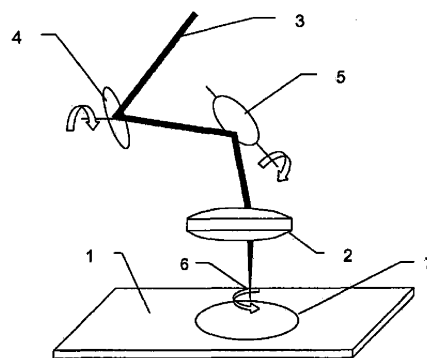
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

### [54] 发明名称

一种扫描激光切割

### [57] 摘要

本发明涉及一种扫描激光切割，特别是有关于一种适于切割多层或涂装的材料，如车身的激光切割方法。所述方法包括低功率激光束沿设计的切割边缘扫描若干转。利用本发明的切割方法，位于切割边缘上的涂料仅仅受到激光束产生的热量的轻微影响。



1.一种通过扫描激光束切割涂装的或多层工件的方法，其特征在于，该方法包括下列步骤：

a) 将从计算机辅助设计模型或其他合适绘图程序得来的期望的原型装载进计算机；

b) 将涂装的或多层工件材料（1）放置在透镜（2）下面；

c) 开启激光器，由此激光束（3）被指向扫描镜组（4和5）；

d) 根据预编程的原型，扫描镜（4）或扫描镜组（4和5）通过机器人或指示部件为激光束指向；

e) 激光束（3）沿着工件（1）上相同的预编程路径（7）重复地扫过直到切穿工件材料为止。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中使用的激光器是Q开关激光器。

3. 根据权利要求1所述的方法，其中使用的激光器是脉冲固态激光器。

4. 根据权利要求2所述的方法，其中步骤e)中的激光束以叠加的圆形（6）运动。

5. 根据权利要求1所述的方法，其中激光束的波长为1000-1100nm，更适合的在1010-1070nm之间。

6. 根据权利要求1所述的方法，其中Q开关激光器的激光束的波长为1030nm。

7. 根据权利要求1所述的方法，其中脉冲固态激光器的激光束的波长为1064nm。

8. 根据权利要求1所述的方法，其中脉冲固态激光器的脉冲持续时间为0.08 - 1.0 ms，更适合的为0.1-0.3 ms，且最适合的为0.15 ms。

9. 根据权利要求1所述的方法，其中Q开关激光器的脉冲持续时间

为 0.02-1.0 ms，更适合的为 0.03-0.1 ms，且最适合的为 0.05 ms。

10. 根据权利要求 1 所述的方法，其中脉冲固态激光器的脉冲重复频率为 0.1-1.5 kHz，更适合的为 0.1-0.5 kHz，且最适合的为 250 Hz。

11. 根据权利要求 1 所述的方法，其中 Q 开关激光器的脉冲重复频率为 10-30 kHz，更适合的为 15-25kHz，且最适合的为 20 Hz。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，其中脉冲固态激光器的平均输出能量为 65W。

13. 根据权利要求 1 所述的方法，其中 Q 开关激光器的平均输出能量为 60W。

## 一种扫描激光切割

### 技术领域

本发明涉及一种用于切割涂装或多层工件的方法，其中激光束具有低平均功率与高峰值功率或高脉冲以沿切割路径扫描若干转。

### 背景技术

激光切割是使用激光去切割材料的技术，并且通常用在工业制造上。

激光切割原理是将输出的高功率激光引导至被切割的材料。然后，材料会熔化、燃烧或蒸发以留下具有高品质的表面抛光的边缘。

虽然激光切割相对于机器切割的优点会随着情况不同而改变，但是重要的因素如下：不会物理接触（因为没有会被材料污染或污染材料的切割的边缘）、切割形状的弹性化以及更高的精度（因为激光没有磨损）。由于激光系统具有小的热影响区，故被切割材料的扭曲机会较小。一些材料通过传统方式切割也非常困难或不可能。

传统上的，金属片（如车身上的）在切割之前会被涂装。这是因为大多数切割技术都会产生热量，这种热量对靠近切割边缘的涂料产生破坏效果。由于靠近切割处的上升的温度会导致长期腐蚀点增加，不同的涂层会彼此分离也并非不常见。冲压是一种用于在已经涂装的金属片上制造孔的方法。然而，在可视区域冲压技术很难实现，因为会在车体上有大的变形风险。激光切割涂装材料（如涂装车身）有许多优点。很多时候在车身涂装前就知道了终端客户，并且决定采用一些附件和附加设备。通过在车辆离开生产线的最后时刻切割一些客户选择的可选的孔如 GPS 导航天线、尾翼、纵梁及各种塑料铸件等的孔，可以将白车身的变型减至最少，因此也在最后组装前使储存区域最小。装配与导向孔可以在完成与涂装后的车

身上切割，以消除孔的几何分层与偏差来制造更合适的零件同时也减少用于组装和调整的人力。

然而，当用传统的激光切割程序切割涂装材料时，有时也能观察到靠近切割边缘的热影响区。

一种用来防止产生这些增加的腐蚀点的方法是使用具有低平均功率同时带有高峰值功率或高脉冲的激光器。激光器必须具有很高的光束质量及扫描光学器件以沿着设计的切割边缘或切缝扫描激光束。多次扫描将在形成切口的同时在涂层上释放最小的热量，因此减轻了长期腐蚀的问题。

## 发明内容

本发明提供一种通过扫描的激光束切割涂装的或多层工件的方法，其特征在于该方法包括下列步骤：

将从计算机辅助设计模型或其他合适绘图程序得来的期望的原型装载进计算机；

将涂装的或多层的工件材料 1 放置在透镜 2 下面；

激光器开始工作，由此激光束 3 被朝扫描镜组 4 和 5 引导；

根据预编程的原型，通过扫描镜 4 或扫描镜组 4 和 5 为激光束导向；

激光束 3 沿着工件 1 上相同的预编程路径 7 重复的扫过直到切穿工件材料为止。

本发明一个实施例中的激光器是 Q 开关激光器。

本发明一个实施例中使用的激光器是脉冲固态激光器。

本发明一个实施例中，当使用 Q 开关激光器时，激光束以叠加的圆形运动。

本发明一个实施例中，激光束的波长为 1000-1100nm，更适合的在 1010-1070nm 之间。

本发明另一实施例中 Q 开关激光器的激光束的波长为 1030nm。

本发明一个实施例中脉冲固态激光器的激光束的波长为 1064nm。

本发明一方面，脉冲固态激光器的脉冲持续时间为 0.08 - 1.0 ms，更适合的为 0.1-0.3 ms，且最适合的为 0.15 ms。

本发明一方面，Q 开关激光器的脉冲持续时间为 0.02-1.0 ms，更适合的为 0.03-0.1 ms，且最适合的为 0.05 ms。

本发明一个实施例中脉冲固态激光器的脉冲重复频率为 0.1-1.5 kHz，更适合的为 0.1-0.5 kHz，且最适合的为 250 Hz。

本发明一个实施例中 Q 开关激光器的脉冲重复频率为 10-30 kHz，更适合的为 15-25kHz，且最适合的为 20 Hz。

本发明一个实施例中脉冲固态激光器的平均输出能量为 65W。

本发明一个实施例中 Q 开关激光器的平均输出能量为 60W。

## 附图说明

图1揭示了根据本发明方法激光束切割工件。

## 具体实施方式

下面将详细描述本发明。然而，下面提到的描述实施例仅仅是作为范例，而非对本发明的限制。在本发明的专利权利范围内描述的其他解决方法、使用、目标及功能对于本领域技术人员是显而易见的。

通过使用具有低平均功率同时带有高峰值功率或高脉冲，以及具有很高的光束质量及扫描光学器件的激光器，激光束沿着想要的切割边缘或切缝扫描。将被切割成的期望的形状或原型可以从计算机辅助设计(CAD)模型或其他合适的绘图程序中得到，且应当编程入计算机中。激光束的开关由计算机控制，且激光被光纤或束管引导至包括一个或多个可动反射镜的扫描光学器件，所述可动反射镜可在一个平面内传导光束。计算机控制可将激光束按照装载在计算机内的编程的原型指向的扫描镜。所述反射镜由石英玻璃制成，该石英玻璃上涂上一层可生成反射激光束波长的表面的物质。所述的可动反射镜（组）或振镜（组）由压电电动机控制。如果使用两个反射镜，则其中一个反

射镜将激光引导至 X 方向，另一个反射镜将激光引导至 Y 方向。通过两个反射镜的移动组合，光束可在一个平面内移动，例如制造圆形孔或方形孔。激光束也可以被单个反射镜引导。

由于高脉冲能量，在激光束每一次扫过时通过激光烧蚀将材料薄层去除掉、先是涂料覆层，然后是金属。多次扫过将最终形成切口，而在涂层上释放最小热量。激光能量不被吸收的最大深度及因此被单一激光脉冲所去除的材料量取决于材料的光学性能与激光的波长。激光脉冲可在非常大的持续时间范围（从毫秒到飞秒）内变化，并可被精确控制。烧蚀深度由材料的吸收深度与工作材料的汽化热量决定。深度也是关于光束能量密度、激光脉冲持续时间与激光波长的函数。合适的激光器可以是脉冲激光器，其工作循环相对较低，通常用于激光标示或远程焊接，或者是可以关闭的连续激光器。然而，为了释放最小热量效果，脉冲激光器更为可取的。合适的激光器可以是脉冲固态激光器如 HL101P，或 Q 开关激光器。

激光烧蚀有几个关键参数需要考虑。首先要选择具有最小吸收深度的波长。这将确保高能量沉积在小空间内以利于快速完整的烧蚀。本发明中使用的波长在 1000-1100nm 范围内，更适合的是在 1010-1070 nm 范围。当使用 Q 开关激光器时，较佳的波长是 1030 nm，而对脉冲固态激光器来说最佳的波长是 1064 nm。

第二个参数是脉冲持续时间，所述脉冲时间必须非常短以最大化峰值功率，从而将对工作材料的热传导保持最小。这与具有大质量和高频的力函数的振动系统相似。这种结合可减小响应幅值。一旦激光束射到材料表面上，材料就立即蒸发，这样可以防止热量传导至周围的材料。对于脉冲固态激光器来说，使用时间范围在 0.08-1.0 毫秒的短脉冲，更适合的脉冲时间范围是 0.1-0.3 ms，最适合的脉冲时间是 0.15 ms。对于 Q 开关激光器来说，脉冲持续时间更短，为 0.02-1.0 ms，更适合的为 0.03-0.1 ms，且最适合的脉冲时间是 0.05 ms。

第三个参数是脉冲重复频率。如果频率太低，所有未被用于烧蚀

的能量将离开烧蚀区被冷却。如果余热可以被保留，从而通过快速的脉冲重复频率来限制热传导的时间，烧蚀会更有效率。更多射入能量将用于烧蚀，少部分的能量将损失在周围的工作材料与环境中。对于脉冲固态激光器来说，最理想的脉冲频率在 0.1-1.5 kHz，更适合的是在 0.1-0.5 kHz，且最适合的频率是 250 Hz。对于 Q 开关激光器来说，适合的脉冲频率在 10-30 kHz，更适合的是在 15-25 kHz，且最适合的频率是 20 Hz。

第四个参数是以光束参数积（BBP, Beam Parameter Product）表示的光束质量。光束质量可以通过亮度（能量）、聚焦性能及均匀性来测量。本发明中两种激光器的光束参数积都是 1-15 mm x mrad。如果不能合适与有效地传送到烧蚀区，光束能量就没有用。此外，如果不控制光束的尺寸，则烧蚀区可能会比期望的要大且在侧壁上产生过多的斜坡。本发明中脉冲固态激光器使用的最大脉冲能量为 4 KW，平均脉冲能量为 65 W。对于 Q 开关激光器使用的最大的脉冲能量为 3 KW，平均脉冲能量为 60 W。在切割流程中会发现有时候激光束难以切穿工件。在一定切割深度达到切穴的壁时，激光束就不能向更深处再切割。为了解决这个问题，当使用 Q 开关激光器时，激光束方便地沿工件上的切割线以叠加的圆形运动。这样就产生光滑的且向切口轻微倾斜的切割边缘。

请参阅图 1，图 1 描述了一种通过扫描激光束切割涂装或多层工件的方法。该方法包括以下步骤：

1. 将从计算机辅助设计模型或其他合适绘图程序得来的期望的原型（未揭示）装载进计算机。
2. 将涂装的工件材料或车身（1）放置在工作区且位于透镜（2）下面。
3. 激光器开始工作，由此激光束（3）被指向扫描镜组（4，5）。
4. 根据预编程的原型，扫描镜（4）或扫描镜组（4 和 5）通过机器人或指示部件（未揭示）为激光束（3）引导。

5. 激光束 (3) 沿着工件或车身 (1) 上相同的预编程路径 (7) 重复地扫过直到切穿材料为止。

可选地, 在第 5 步中激光束沿着工件的切割线以叠加的圆形 (6) 运动。

#### 范例 1

使用上面描述的方法, Q 开关激光器被用来在厚度为 0.8 mm 的镀锌金属片上切割 19X19 mm 的方形孔, 所述镀锌金属片上覆盖有 100  $\mu\text{m}$  涂层。波长设置为 1030 nm, 脉冲频率为 20 kHz, 脉冲持续时间为 0.05 ms, 且激光束具有的平均能量为 60 W。在光束切穿工料之前, 激光束需要转 72 圈, 花费 32 秒。当切割边缘在显微镜下放大 25 倍时, 切割边缘仍然光滑且在涂装区没有热影响或变形的可见征兆。

#### 范例 2

相同的 Q 开关激光器具有与范例 2 相同的参数, 被用来在厚度为 0.8 mm 的镀锌金属片上切割 19X19 mm 的方形孔, 所述镀锌金属片上覆盖有 400  $\mu\text{m}$  涂层。同样, 在本例中激光束需要转 72 圈或花费 32 秒以切穿工料。

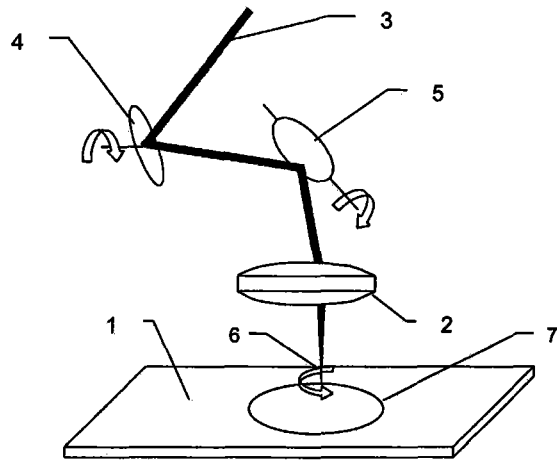


图 1