



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03802368.7

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1310733C

[22] 申请日 2003.1.7 [21] 申请号 03802368.7

[30] 优先权

[32] 2002. 1. 16 [33] DE [31] 10201476.0

[86] 国际申请 PCT/DE2003/000019 2003.1.7

[87] 国际公布 WO2003/059567 德 2003.7.24

[85] 进入国家阶段日期 2004.7.16

[73] 专利权人 日立 VIA 机械株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 H·J·迈尔

[56] 参考文献

US6229940B1 2001.5.8

JP2000-190087A 2000.7.11

DE0299702A1 1989.1.18

US4993837A 1991.2.19

US5293213A 1994.3.8

审查员 王伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 张志醒

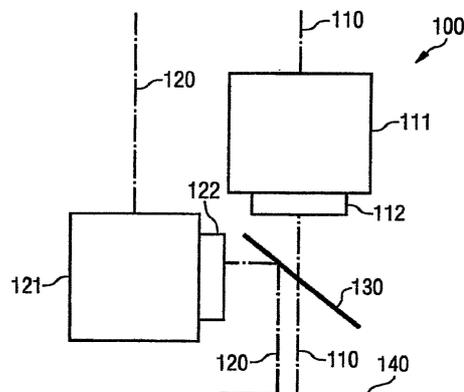
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

[54] 发明名称

激光加工装置

[57] 摘要

本发明创立了一种激光加工装置(100)，用这种装置在一个唯一的加工过程中能将两个相互独立的激光束(110, 120)导向到相同的加工区域上。通过应用至少部分反射的光学元件(130)使这成为可能，该元件是这样构成的，即基本上将第一个激光束(110)透射和基本上将第二个激光束(120)反射。两个激光束(110 和 120)的光路，在打到至少部分反射的光学元件(130)上之前，相互独立地通过两个偏转单元(111 和 121)来变化，并用两个平面场镜组(F-Theta 镜头)(112 和 122)聚焦。



1. 用激光束加工物件的装置，具有
 - 第一个偏转单元（111），它经过第一个平面场镜组（112）将第一个激光束（110）导向到部分反射的元件（130）上，和
 - 第二个偏转单元（121），它经过第二个平面场镜组（122）将第二个激光束（120）导向到所述部分反射的元件（130）上去，其中，所述部分反射的光学元件（130）是这样构成的，即基本上使第一个激光束（110）透射和基本上使第二个激光束（120）反射，和
 - 其中，所述部分反射的光学元件（130）相对于要加工的物件如此布置，以使两个激光束（110，120）直接在透射或反射之后打到要加工的物件上。
2. 如权利要求 1 的装置，其中，两个偏转单元（111，121）是相互垂直地安排的。
3. 如权利要求 1 至 2 之一的装置，其中，
 - 第一个激光束（110）的频谱分布有第一个波长，
 - 第二个激光束（120）的频谱分布有不同于第一个波长的第二个波长，和
 - 部分反射的元件（130）是一面双色镜。
4. 如权利要求 3 的装置，还具有
 - 产生第一个激光束（110）的第一个激光器，和
 - 产生第二个激光束（120）的第二个激光器。
5. 如权利要求 3 的装置，其中，设置一个激光器，
 - 它直接或间接经过一个频率转换产生第一个激光束（110），和
 - 它间接经过一个频率转换产生第二个激光束（120）。
6. 如权利要求 1 至 2 之一的装置，其中，
 - 部分反射的光学元件（130）是一面与偏振相关的镜子，其反射能力取决于打在与偏振相关的镜子上光线的偏振，和
 - 打在与偏振相关的镜子上第一个激光束（110）的偏振方向，基

本上是垂直于打在与偏振相关的镜子上第二个激光束(120)的偏振方向。

7. 如权利要求6的装置,其中,设置一个偏振面旋转器(150),它改变打在与偏振相关的镜子上第二个激光束(120)的偏振方向。

激光加工装置

技术领域

本发明涉及一种用激光束加工物件的装置。

背景技术

激光加工机现在往往应用两个或多个激光束，将这些激光束互相独立地导向到要加工的物件上。为了产生不同的激光束，不一定非要求有多个不同的激光源。从唯一的一个激光器发射的激光束也可以是足够的，将该激光束例如借助于一个分光镜分成多个分光束，然后能将这些分光束导向到要加工的物件上。

在很多情况，尤其为了能以高精度加工不同的材料，要应用不同波长的激光。为了产生两个或多个不同的激光波长，通常应用两个或多个激光源。另可选择的是，也能用唯一的一个激光器，其中将从该激光器发射的光束用分光镜分成至少两个分光束，至少将两个分光束之一通过非线性光学效应（尤其是所谓的倍频）使其改变波长。以这种方式，同样能像在用两个激光源那样，用唯一的一个激光源产生两个不同的分光束，在这种情况下一个分光束的光谱分布相对于另一个分光束的光谱分布有所不同。

同时应用一个短波激光束和一个长波激光束，尤其是在多层印刷电路板的激光结构化和激光钻孔时所需要的。其中，例如能用短波激光，而且是以尽可能短的激光脉冲冲击中要加工的物件，将薄的金属层去除，这些金属层既在表面也在多层印刷电路板的内部形成，且将不同的不导电层相互分开。为了精确地将这些不导电的中间层去除，就应用长波激光。以此方式，例如能产生直径为 $20\ \mu\text{m}$ 或更小的孔，致使通过激光钻的孔随后金属化，使一些金属中间层在极小的空间互相导电连接。

用两种不同波长的激光加工现在通常这样进行，即将两个激光束用并排排列的偏转单元准确地瞄准到要加工的物件上。每个偏转单元通常有两

个可旋转置放的镜子，这样能将打是要加工物件上的激光束在一个 x-y-平面上定位。两个偏转单元的布置有缺点，即假使两个激光束要对准到被加工物件的一个共同局部范围上，它们也是在不同的角度下打到加工表面上。两个激光束的不同击中角度，尤其对小孔的激光钻孔不利，因为基于不同的角度得出的钻孔直径随着孔深而增大，尤其是在孔的上边缘。除此之外，在角度偏差大时孔是斜着钻进要加工的物件。因此，例如在通孔时，在物件一侧上的孔在相对另一侧上产生不同的位置，致使钻孔的精度明显变坏。

从 JP 2001 196 665 A 得知用激光束加工物件的一种装置和一种方法，其中将由不同激光振荡器产生的不同波长的激光束用一面双色镜重叠，并在透射过一个聚光透镜之后对准到要加工的物件上。

从 DE 199 10 880 A1 得知用激光束加工物件的一种装置，其中将要用于加工的激光束在透射过聚焦镜组后，从由两个偏转镜组成的偏转单元导向到要加工的物件上。在偏转单元与要加工的物件之间布置平面场镜组 (Planfeldoptik)，这样，对准物件的激光束以与偏转单元的准确位置无关地以稳定的聚焦直径打在物件上。

从 JP 2000 190 087A 得知一种激光加工机，其中使两个不同偏振激光束的光路借助于一个与偏振有关的镜子组合起来，在透射过一个平面场镜组后对准到一个要加工的物件上。两个激光束击中到要加工物件上的地方由当时的偏转单元的位置决定，它在两个激光束重叠之前位于两个光路之一中。

发明内容

因此本发明的任务在于，创立一种用激光束加工物件的装置，在该装置中两个不同的激光束可互相独立地聚焦到物件表面上，其中各自的聚焦直径与到物件表面上各自激光束的准确击中地点无关。

该任务通过以下技术方案的激光束加工物件的装置来解决。

根据本发明的用激光束加工物件的装置，具有：第一个偏转单元，它经过第一个平面场镜组将第一个激光束导向到部分反射的元件上，和第二

个偏转单元，它经过第二个平面场镜组将第二个激光束导向到所述部分反射的元件上去，其中，所述部分反射的光学元件是这样构成的，即基本上使第一个激光束透射和基本上使第二个激光束反射，和，其中，所述部分反射的光学元件相对于要加工的物件如此布置，以使两个激光束直接在透射或反射之后打到要加工的物件上。

本发明的原理在于，如果将两个激光束的光路用一个部分反射的光学元件至少接近于聚集在一起，则用两个不同的激光束对物件的尽可能垂直加工就有可能。本发明装置的优点在于，两个偏转单元原则上能相互以一个任意距离安排，不会因为很不同的击中角度而造成两个对准到物件上的激光束射束导向的变坏。

如果两个激光束按如下重叠在部分要反射的光学元件处，即它们的光路基本上是同心地打在要加工的物件上，则本发明的装置就尤其能有利地用于激光钻孔。以此种方式，在准确控制两个激光束的功率时，无论通孔还是盲孔都能快速和高精度地钻出。

如果将两个激光束平行地以一定的偏移导向到要加工的孔上，则本发明的装置也能有利地用于激光钻孔。在这种情况下，能同时钻两个不同的孔。

本发明装置最重要的优点在于，为了加工一个物件，能将两个分离的激光束完全互相独立地导向在一个和同一个加工范围。这为用单一的一台加工机能精确和快速加工不同类型的物件提供了很多可能性。

应用平面场镜组使在大的加工范围内的两个激光束导向到要加工的物件上成为可能，同时射线束的质量不因聚焦宽度不同而改变。聚焦宽度的这种改变通常是在普通的所谓球面形透镜时出现，在这些透镜情况下，聚焦范围，即在激光束的不同入射角时该激光束聚焦的范围是在一个球形表面上。也被称作为 F-Theta-镜头的平面场镜组，与普通球面形透镜相比其出众之处在于，聚焦范围很大程度地与打在平面场镜组的激光束入射角无关地位于一个平面上。因此，应用平面场镜组使在大加工范围内精确聚焦用于加工的激光束成为可能，也就能加工大型物件，无须在此期间去移动物件，从而加工也不会中断。

在本发明的实施形式，其中两个偏转单元是相互垂直布置时的优点在

于,即在两个偏转单元的零位时,两个激光束相互垂直地打在部分反射的
光学元件上。这简化了结构,尤其是简化了相应激光加工装置的光学调整,
因为在两个偏转单元的零位时,只能将激光束垂直或平行地引向加工表
面。

按照本发明,两个激光束有不同的波长,并将双色镜作为部分反射的
元件应用。应用双色镜与应用普通半透明镜相比的优点在于,即以双色镜
适宜的光谱反射特性或透射特性为先决条件,能将两个激光束提供的功率
在没有较大的损失的情况下应用于加工要加工的物件。与此相反,在应用
一个普通半透明镜时,既出现不希望有的透射激光束的反射,也出现不希
望有的反射激光束的透射。这些不希望有的激光束的强度的后果是造成功
率损失,它使在用普通半透明镜聚合射线束的情况时激光加工机的热稳定
变的困难。因此应用一面与两个激光束的波长协调一致的双色镜,会由于
降低了损失功率而激光加工机的热稳定容易实现,因而对在时间上是稳定
的加工精度有好处。

按照本发明,为了产生第一个激光束,应用第一个激光器,为了产生
第二个激光束,应用第二个激光器。

除应用两个激光源外,还能通过一个单一的激光器产生两个激光束,
在这种情况下至少两个激光束之一的频谱分布要通过所谓的频率转换来改
变。在频率转换时将原始激光束频率提高的频率转换,例如显示在光学非
线性晶体内的倍频。但是,借助于频率转换也同样能使原始激光束的频率
降低。这能例如通过频率混合进行,其中将具有相互不同频谱分布的两个
不同的激光束,在光学非线性晶体中空间上重叠,使在两个混合激光束的
频率之间既产生和频也产生差频。

在没有由于不希望有的反射或不希望有的透射激光束造成的损失功率
时,高效的射线束聚集也能在具有相同波长的两个激光束情况下达到。为
此,按照本发明的应用一面与偏振相关的镜子作为部分反射的光学元件。
有效应用与偏振相关的反射器的前提在于,两个激光束的偏振方向不同,
最好是相互垂直。作为与偏振相关的镜子,例如能应用所谓尼科耳棱镜或
原则上任何一种光学活性的材料,这种材料对于不同的偏振方向各有不同

的折射率。

打在与偏振相关的镜子上的激光束的偏振方向，能受光学活性晶体影响。例如，首先在某个确定方向线性偏振的激光束通过一个所谓 $1/4$ 之一波长的薄片旋转 90° 。但是，作为面向偏振的元件也能应用其它材料，这些材料的光学活性基于磁光效应（法拉第 - 效应）或电光克尔 - 或波凯尔效应，此外，要指出，为了从首先未偏振的激光束产生偏振的激光束，也能应用诸如起偏器薄膜或尼科尔棱镜那样的偏振光学元件。

附图说明

本发明的其它优点和特征，由现在优选实施形式的下列举例说明给出。

在图中示出

图 1 一种按照本发明第一个实施例的激光加工装置和

图 2 一种按照本发明第二个实施例的激光加工装置。

具体实施方式

图 1 示出的是按照本发明第一个实施例的一个激光加工装置 100 的示意图。激光加工装置 100 能通过具有相互不同频谱分布的两个激光束加工物件（未示出）。如从图 1 看到的，第一个激光束 110 的光路用一个偏转单元 111 来改变。偏转单元 111 有至少两面相互倾斜的镜子，使其能借助于控制装置（未示出）如此移动，使该第一个激光束 110 在垂直于第一个激光束 110 传播的平面上偏转。相应地将第二个激光束 120 的光路用第二个偏转单元 121 改变，该装置按照在此示出的本发明的实施例垂直于第一个偏转单元 111 布置。与第一个偏转单元 111 相同，第二个偏转单元 121 也有两面相互倾斜的镜子，它们根据偏转单元 121 的控制，通过一个未示出的控制装置操纵第二个激光束 120 的光路。

第二个偏转单元 121 跟第一个偏转单元 111 相比附带还有另一个反射镜，使在平行对准起始入射到两个偏转单元上的激光束 110 和 120 时，由两个偏转单元发出来的激光束的光路优先以相互成 90° 角走向。面对另一

种反射镜的抉择,跟第一个偏转单元 111 的镜子相比,至少第二个偏转单元 121 两面镜子之一的零位,也能相应地调整。作为其它由于应用结构相同的部件特别优选的途径,可将一个与第一个偏转单元 111 相同的偏转单元在不带附加的反射镜的情况下,作为第二个偏转单元 121 应用。在这种情况下,打在偏转单元 121 上的激光束 120,必须垂直地对准第一个激光束 110。这能以简单的方式用一个附加反射镜来实现,该反射镜将打在偏转单元 121 上的激光束 120 优先偏移 90° 。

在光路 110 或 120 中还有一个平面场镜组 112 或 122,它们就布置在偏转单元 111 或 121 附近。两个激光束 110 和 120 的射线束聚集,用一面双色镜 130 完成。双色镜 130 的特征是对第一个激光束 110 的光有高透射系数和第二个激光束 120 的光有高反射系数。将通过双色镜 130 透射的第一个激光束 110 和由双色镜 130 反射的第二个激光束 120,在适当选择这两个平面场镜组 112 和 122 的焦距时聚焦到加工平面 140 上。

要指出的是,要将双色镜 130 的频谱反射特性或透射特性,小心地调整到两个激光束 110 和 120 的波长。没有由于不希望有的第二个激光束 120 的透射的光和不希望有的第一个激光束 110 的反射的光造成的大损失时,高效的射线束聚集尤其能达到,前提是两个激光束 110 和 120 波长的差如此之大,致使双色镜 130 对激光束 110 有尽可能接近 100%的透射系数,为激光束 120 有一个尽可能接近 100%的反射系数。与 Nd:YAG-, Nd:YVO4-, Nd:YLF-, 受激准分子-激光器和 CO₂-激光器相联系,适用的波长组合是 355 nm 和 532 nm, 355 nm 和 1064 nm, 532 nm 和 1064 nm, 355 nm 和 9.2 μm 至 10.6 μm 以及 532 nm 和 9.2 μm 至 10.6 μm 。

此外,还能在两个激光束 110 和 120 的光路中插入在图 1 中未示出的普通的所谓射线束扩径器 (Strahlauflweiter),使两个激光束 110 和 120 能用不同的焦距投影到加工平面 140 上。该射线束扩径器还能用于两个激光束 110 和 120 的微调。通过调整射线束扩径器还能调整相应激光束的聚焦平面,这样就有可能在不同的平面进行激光加工。

为了清除一个以前钻的孔上的有干扰的材料残迹,还能将聚焦平面的变化加以改变。这样的材料残迹例如是由于钻孔产生的毛刺或在钻的孔中

残留的碎片。在这样一种清理过程中，要选择聚焦偏移的大小，使产生的射线束强度在被钻的孔中是如此的强一方面能尽可能完全清除掉有干扰的材料残迹，另一方面能使印刷电路板上材料的去除量小到不改变以前所钻孔的几何形状。

此外要指出的是，在第一个激光束 110 通过双色镜 130 投射时出现射线错位，其大小与镜基片的折射率和镜基片的厚度有关，尤其是与第一个激光束 110 在双色镜 130 上的入射角有关。通过应用远心平面场镜组 112，射线束的角度依赖关系明显降低。

激光加工装置 100 的高精密度通过定期校准来保证，两个激光束 110 和 120 的校准是相互独立进行的。对此，无论是各激光束要击中物件的额定-位置，还是各激光束要击中物件的实际-位置，都用一个图象收集装置归纳起来。额定-位置与实际-位置的偏差存储在一个所谓的失真表中。将该失真表为各偏转单元随后的控制作如下考虑，即在整个工作范围内，将以前计算的额定-位置与实际-位置之间的偏差尽可能给以补偿。

图 2 示出的是按照本发明的第二个实施例的一种激光加工装置 100a。激光加工装置 100a 使第一个激光束 110 与第二个激光束 120 的聚集成为可能，其中两个激光束 110 和 120 的频谱分布既可不同也可相同。激光加工装置 100a 与激光加工装置 100 的区别在于部分反射的光学元件，它在激光加工装置 100a 中是一面与偏振相关镜 130a。在第二个激光束 120 没有高的、不希望有的透射光强度和激光束 110 没有高的、反射光强度时的高效射束聚集最好这样去达到，即尽可能使打在与偏振相关镜 130a 上的激光束 110 和 120 的偏振方向有差别。

按照图 2 中示出的本发明的实施例，这是通过一个所谓的偏振面旋转器 150 来确保，该旋转器改变第二个激光束 120 的偏振方向或偏振方式。如果两个激光束 110 和 120 是由一个且是同一个激光器经过一个普通射束分裂而产生，或如果两个激光器光源的安装使发射的两个激光束 110 和 120 的各偏振方向相同，则应用偏振面旋转器才尤其合适。

要指出的是，两个激光束 110 和 120 的不同偏振在不应用偏振面旋转器 150 的情况下也能达到，其中两个产生两个激光束 110 和 120 的激光器

光源是以不同的空间定向布置的。

激光加工装置 100a 的校准用与校准图 1 中所说明的激光加工装置 100 相同的方式进行。

概括起来，本发明提供了一种激光加工装置 100，用该装置能在单一的一个加工过程中将两个相互独立的激光束 110，120 导向到相同的加工区域上。通过应用一个至少部分反射的光学元件 130 使这成为可能，该元件是如此构成的，即第一个激光束 110 主要是被透射，第二个激光束 120 主要是被反射。两个激光束 110 和 120 的光路，在打到至少部分反射的光学元件 130 上之前，相互独立地通过两个偏转单元 111 和 121 来变化。因此，给出了尤其是下面这些对于材料加工有利的可能性：

- 能用两个可个别偏转的激光束在一个且是同一个加工区域上工作。
- 在应用有同一波长的激光束时，能通过同时加工两个相互并列的不同结构，达到双倍的加工速度。
- 在应用脉动的激光束时，通过两个激光束的同心重叠，用两个激光束脉冲序列的时间偏移，以双倍脉冲频率进行材料加工。这尤其对于钻孔有利。
- 能将具有相互不同波长的激光束同心重叠，几乎同时在同一个位置能一步完成两个加工步骤。如果在两个加工步骤中各要去除不同的材料，这些材料在要加工的物件中又是上下重叠地布置的话，这种情况就尤其有好处。

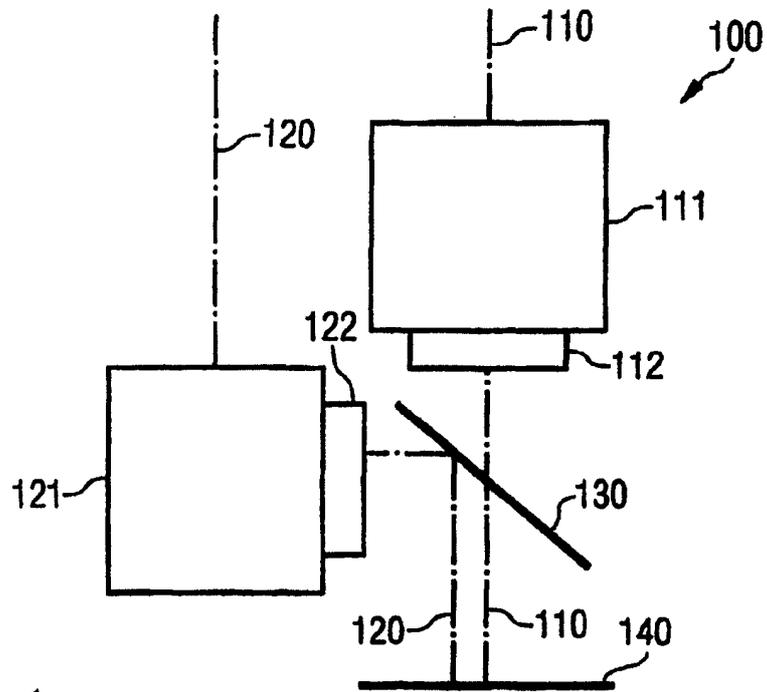


图 1

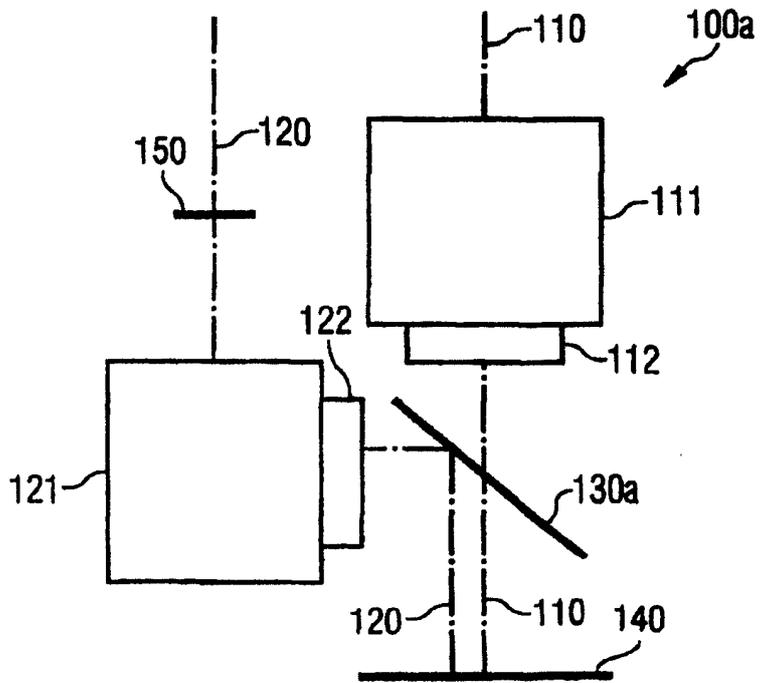


图 2