



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107000122 B

(45)授权公告日 2020.07.10

(21)申请号 201580065139.7

(22)申请日 2015.10.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107000122 A

(43)申请公布日 2017.08.01

(30)优先权数据
14189586.2 2014.10.20 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.05.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2015/058071 2015.10.20

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/063215 DE 2016.04.28

(73)专利权人 百超激光股份公司
地址 瑞士尼德罗兹

(72)发明人 托马斯·拉特

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 李江晖

(51)Int.Cl.
B23K 26/064(2014.01)
B23K 26/38(2014.01)
B23K 26/14(2014.01)
B23K 26/06(2014.01)

(56)对比文件
CN 1842393 A,2006.10.04,
CN 102658431 A,2012.09.12,
WO 2008025811 A1,2008.03.06,
DE 202004007511 U1,2004.08.05,
US 2005252895 A1,2005.11.17,
CN 102144182 A,2011.08.03,

审查员 冯玉贝

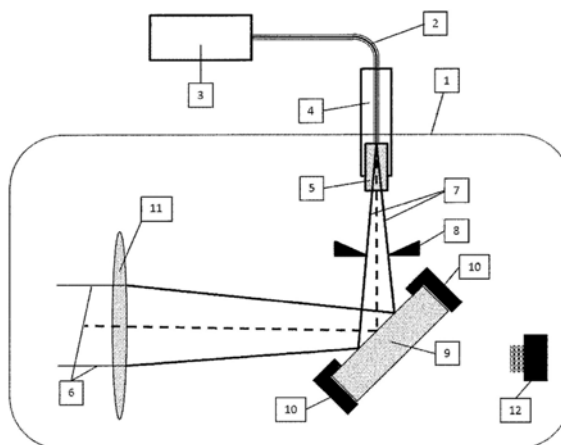
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

用于激光加工机械的加工头部和激光加工
机械

(57)摘要

用于激光加工机械的加工头部(1)具有至激光
光源(3)和聚焦光学器件(11)的接口。用于至少
工作激光束(6)的单次偏转的偏转组件(9、10)布
置在接口和聚焦光学器件(11)之间,并且被设计
成根据功率改变工作激光束(6)的发散的无源光
学元件的形式。



1. 一种用于激光加工机械的加工头部(1),所述加工头部具有聚焦光学器件(11)和至激光源(3)的接口,其特征在于:

至少用于工作激光束(6)的单次偏转的偏转组件(9、10)布置在接口和聚焦光学器件(11)之间,并且设计成无源光学元件的形式,无源光学元件根据功率而改变工作激光束(6)的发散,所述偏转组件由无应力安装件和基本平坦的偏转镜组成,偏转镜通过基板形成,基板以基本无应力的方式通过无应力安装件被安装以便在工作激光束的作用下均匀地变形。

2. 根据权利要求1所述的加工头部,其特征在于:

偏转组件(9、10)包括具有基本恒定曲率的偏转镜(9)。

3. 根据权利要求2所述的加工头部,其特征在于:

基板具有施加在其面向工作激光束(6)的前侧上的多个电介质层,其中电介质层系统被优化以用于在工作激光束(6)的入射角附近在 2° 和 20° 之间的角度范围中的最大反射,其中工作激光束(6)的任何区域的入射角位于 1° 和 89° 之间。

4. 根据权利要求3所述的加工头部,其特征在于:

偏转组件(9、10)的基板以楔形方式实现。

5. 根据权利要求3或4所述的加工头部,其特征在于:

应力补偿平衡涂层施加在基板的后侧上,其中所述平衡涂层是如下一组的至少一个涂层,所述一组包括,具有与基板的前侧上的涂层相同的性质的涂层、与前侧上的那些涂层相同的涂层、具有抗反射性质的涂层或纯玻璃涂层。

6. 根据权利要求3或4所述的加工头部,其特征在于:

用于硫化锌透镜或蓝宝石透镜的基板由硅玻璃构成并且用于硅玻璃透镜的基板由蓝宝石构成。

7. 根据权利要求3或4所述的加工头部,其特征在于:

用于监控被透射通过基板或被在基板中反射的光束的装置被提供。

8. 根据权利要求1至4中的任一项所述的加工头部,其特征在于:

保护窗口和/或必要时可调节光阑(8)布置在偏转组件(9、10)上游的光束路径(7)中。

9. 根据权利要求1至4中的任一项所述的加工头部,其特征在于:

偏转组件(9、10)透射过程光。

10. 根据权利要求9所述的加工头部,其特征在于:

过程光监控装置(12)定位在偏转组件(9、10)的与聚焦光学器件(11)相反的侧面上。

11. 根据权利要求10所述的加工头部,其特征在于:

另一光学系统用于偏转组件(9、10)的偏转镜和过程光监控装置(12)之间。

12. 根据权利要求11所述的加工头部,其特征在于:所述另一光学系统为具有可变焦距的系统。

13. 根据权利要求1至4中的任一项所述的加工头部,其特征在于:

光束成形光学元件用于聚焦光学器件(11)的下游或上游。

14. 根据权利要求1至4中的任一项所述的加工头部,其特征在于:聚焦光学器件(11)具有单独的、起成像作用的透镜。

15. 一种激光加工机械,其特征在于:

根据权利要求1至14中的任一项所述的加工头部(1)。

16. 根据权利要求15所述的激光加工机械,其特征在于:
激光源(3)借助于光学波导(2)连接至加工头部(1)。

用于激光加工机械的加工头部和激光加工机械

技术领域

[0001] 本发明涉及根据权利要求1的前序所述的特别用于激光切割机械的用于激光加工机械的加工头部以及根据权利要求18的前序所述的具有该加工头部的激光加工机械。

背景技术

[0002] 当该激光加工机械用于金属加工时,例如,激光加工机械在非常高于例如根据EP 0515983 A1操作的医疗激光器系统的功率范围的高功率范围中操作。这些激光器分别地在低或中功率范围中操作并且不必克服在具有超过500W的输出功率的激光源中由于光学元件的热应力而出现的问题。

[0003] 特别地激光切割机械的激光加工机械的重要元件是激光束源、激光束引导件和包括切割喷嘴的加工头部(聚焦光学器件)。离开激光束源的光束可以在使用在近红外范围中操作的激光器(Nd:YAG激光器、光纤激光器、盘形激光器、直接二极管激光器)时借助于光学波导并且在使用CO₂激光器时借助于偏转镜而被引导到位于加工点处的聚焦光学器件。聚焦光学器件将激光束聚集在焦点处,并且从而生成用于切割过程的强度。

[0004] 具有CO₂激光器的系统主要由固定激光束源、反射镜和在加工头部中的聚焦光学器件组成。反射镜望远镜确保近似准直光束,近似准直光束在整个加工空间中具有轻微发散或会聚。聚焦光学器件上的光束直径因此是相同的或大约相同的并且在焦点中还导致等同的焦比和强度。对应的激光加工头部通常地借助于具有可变曲率的偏转镜将该准直光束优选地偏转90°,使得聚焦光学器件下游的焦点位置可以改变。根据US5493095A,悬臂式聚焦光学器件还能够改变焦点位置并且从而校正准直激光束的轻微发散或收敛。

[0005] 共振器(激光束源)和聚焦光学器件之间的光束引导件借助于,如果适用,用水冷却的偏转镜而实现。偏转镜涂覆有金或钼并且由单晶硅或纯铜组成。大约1μm的波长范围中的激光辐射(Nd:YAG激光器、光纤激光器、盘形激光器),相比之下,可以借助于挠性光纤光缆通过较远的距离而没有损耗地被引导到加工头部。

[0006] 偏转镜为了各种目的而用于激光机械。例如,DE 202004007511 U1公开了利用部分反射式偏转镜以用于去耦一小部分激光辐射以用于功率测量。然而,在具有显然未变的发散的情况下,工作激光束穿过该偏转镜。较小的去耦部分然后在探测器上借助于弯曲的偏转镜而被反射。部分反射式偏转镜被优化以用于传输大部分激光辐射并且为此目的以抗反射涂层为特征。

[0007] 另一方面,DE 102009047105 A1公开了以具有光纤出射面的光纤以及反射式聚焦光学器件为特征的成像光学器件,激光束从光纤出射面发散地出射。公开的成像光学器件在焦点处形成发散激光束的图像。反射式聚焦光学器件由单个聚焦反射镜元件组成,聚焦反射镜元件的反射镜表面被设计用于在焦点处对光纤出射面点对点成像。

[0008] 为实现定向独立切割质量,线性偏振激光束借助于移相偏转镜而在CO₂激光共振器下游圆偏振。使用的偏转镜具有多层涂层,多层涂层的功能对应于四分之一波板。在切割间隙中的激光辐射的偏振依赖式吸收率可以导致定向依赖式边缘质量和切割效率。激光源

的在近红外范围中的激光辐射通常地至少在经过一段平均时间中是非偏振的。

[0009] 近红外激光源的加工头部中的聚焦光学器件通常地由硅玻璃组成,然而CO₂激光器的聚焦光学器件由单晶硒化锌或铜的轴偏离抛物面反射镜组成。光束以聚焦方式穿过所谓的切割喷嘴,其中所述切割喷嘴通常包括铜并且还在加工点处引导吹制气体或过程气体。

[0010] 然而,由于芯部和包层之间的不同反射角,使得离开光纤的光通常地具有比例如CO₂激光器更高的发散度,在激光源和激光加工头部之间的光纤中消除耦合激光束的高度平行。为减少该发散度,DE 43 24 848提出提供在光纤的被称为光传播方向的下游的光学系统(优选地准直透镜),其中所述光学系统使离开光纤的光束平行。

[0011] 因而准直光束因此仅具有轻微的发散或会聚。在新式的加工头部中,反射镜偏转通常地不被实现,直到光束已经以上述方式被准直。轻微角度偏差允许对应偏转光学器件的电介质涂层的比较简单的设计。

[0012] 发散光束的偏转基本上是更困难的,使得该方法之前不应用于加工头部。例如,严重的像差产生在传输方向上并且分别地使处理区域或喷嘴区域的良好成像显著地复杂。另外,必须在反射镜涂层的设计中考虑由发散光束导致的更宽角度范围。

[0013] 根据DE 202012102794 U1,特别在用于1 μ m激光辐射的基于光纤的激光器系统中测量的光束通常是发散的,类似于例如,离开光纤尖端的光束或由加工光学器件聚焦的光束。在该德国实用新型中,还提到因为在平行板上的入射角在光束中变化,使得根据菲涅耳公式的反射系数不是恒定的并且还根据光束的偏振方向,所以利用倾斜的未涂覆的平行板用于使来自发散光束的局部光束去耦是有问题的。在这种情况下,该角度相关性的减少通过在两个平行板上保持较小的入射角度而实现。

[0014] 为规避反射的角度相关性的问题,还可想到首先在局部光束借助于平行板的适当涂层偏转之前,借助于准直物镜或至少一个透镜准直光束。关于这点,例如,DE 20 2004 007 511描述了专用抗反射涂层,专用抗反射涂层应该被实现使得剩余反射系数在较小的角度范围中尽可能少地变化,并且用于两个偏振方向的反射系数同时相等的情况是可以的。出于该目的,数个较薄的电介质层用于基板上。

[0015] 为减少不同偏振状态中的反射差异,从现有技术已知的是提供具有适当涂层的部分反射偏转镜的边界表面。例如,这些边界表面设置有专用抗反射涂层,所述专用抗反射涂层应该被实现使得剩余反射系数在较小的角度范围中尽可能少地变化,并且用于两个偏振方向的反射系数同时相等的情况是可以的。为此目的,数个较薄的电介质层必须被用于基板上。例如在DE 20 2004 007 511中提出该方法。在该公开文件中公开的用于偏转镜的涂层的层系统包括六个单独的层,六个单独的层的层厚度必须被严格地观测。对于本领域技术人员,显然制造相关公差发生在这种情况下并且因此非常难以确保,特别还在可以不利地导致较薄层由于老化、湿度等而改变的长期条件下,反射的需要恒定性。另一问题是,该涂层必须用于板的两侧,并且被板的前侧和后侧反射的辐射的部分可能彼此干涉,这又可能导致测量强度的波动。

[0016] 光纤引导激光器的光束在光纤出射点处比CO₂激光器的光束更加发散。因此试图首先在加工头部中准直发散光束。因此,在聚焦光学器件上游的准直光束路径中执行偏转。

[0017] 如果在局部光束去耦之前光束首先借助于物镜或透镜准直或以其他方式投射,则

另一问题出现。当辐射穿过透镜时,最小部分的辐射被材料吸收并且被吸收在透镜的涂层中。随着激光源的光束功率(功率相关性)和使用寿命(热化时间)增加,光学系统的加热也增加使得发生焦点位置的改变(所谓的焦点移动)和焦点几何结构的改变(所谓的像差)。这些效应称为热透镜并且根据使用的材料以及其涂层。

[0018] 光纤引导激光器的光束在光纤出射点处比CO₂激光器的光束更加发散。因此试图首先在加工头部中准直发散的工作激光束。因此,在准直透镜下游和聚焦光学器件上游执行偏转。DE 102010011253 A1的图1示出激光加工头部的,特别地用于激光加工机械或激光加工系统中的类型的激光加工头部的,示意图。在这种情况下,来自激光加工机械的工作激光束借助于偏转组件通过激光加工头部的壳体投射在工件上。

[0019] 对应的激光加工头部通常地借助于具有可变曲率的偏转镜将该准直光束优选地偏转90°,使得聚焦光学器件下游的焦点位置可以改变。

[0020] 分光器布置在激光加工头部的壳体中的用于工作激光束的通路区域中,使得照相机的监控光束路径(用其光学轴线指示)可以与工作激光束的光束路径去耦。聚焦光学器件和光学带通滤波器布置在照相机上游的监控光束路径中。在如DE 102010011253 A1的图1所示的示例性实施例中,照相机的监控光束路径借助于分光器被引导在工件的工作区域处。

[0021] 偏转装置通常地还必须借助于相应地精密装置而被冷却,精密装置增加加工头部的尺寸和重量。在新式的加工头部中,优选的是冷却偏转装置的暴露给传输激光辐射或散射辐射的部分。然而,冷却装置还可以用于光学系统的温度控制。本发明因此基于消除上述已知构造的缺点并且特别地实现具有最小调节或光学器件定位努力的尤其用于光纤引导或基于光纤的激光源的紧凑设计的目标。如果如此要求,则这可以借助于仅具有很少透镜和因此较小像差的简单光学系统而实现。

发明内容

[0022] 该目标利用独立权利要求1和独立权利要求18的特征而实现。有利的增强公开在图和从属权利要求中。

[0023] 根据本发明,用于激光加工机械的加工头部设置有聚焦光学器件和至激光源的接口,其中所述接口优选地被设计用于连接用于工作激光束的光学波导。关于这点,优选的是使用在近红外范围中操作的光纤连接或基于光纤的激光源。本发明特别旨在具有超过500W的平均输出功率的近红外范围的中的激光源。传输激光的所有光学系统(特别地聚焦光学器件和可能的玻璃保护件)优选地由具有良好导热率($>10\text{W/m}\cdot\text{K}$)的材料制成。冷却系统(例如,水冷却系统)优选地用于具有良好导热率的光学材料。

[0024] 根据本发明,该加工头部的特征在于:用于至少工作激光束的单次偏转的偏转组件布置在接口和聚焦光学器件之间,并且被设计成根据功率改变工作激光束的发散的无源光学元件的形式。功率相关性频繁地,而非专门地,自身显示成特别地被光学元件的局部加热导致的温度诱导作用的形式。然而,在这种情况下还发生不是直接温度相关的作用。

[0025] 例如,热透镜是功率相关的并且不是直接温度相关的。由辐射穿过的透镜从而可以被加热并且仅局部生成产生热透镜的温度梯度。然而,还具有产生热透镜的机构。所有机构主要是功率相关的。例如由于材料选择也发生变化。例如,如果材料改变成蓝宝石,则功

率相关的热透镜也改变。诸如蓝宝石和硫化锌的材料具有良好的导热率并且应该优选地被冷却。因为生成的热几乎不在径向方向上输送,所以硅玻璃不要求冷却。

[0026] 因此,接口和偏转组件之间的光束路径没有改变工作激光束的发散的光学元件,即具体地设计用于以故意的或有目的的和限定的方式影响发散的元件。然而,光学元件可以无意地和/或随机地以不确定程度影响工作激光束的发散。例如,玻璃保护件由于热作用可以影响发散,但是本发明不考虑该副作用。

[0027] 在超过500W的高激光输出功率下,具有良好导热率的光学材料的冷却聚焦光学器件和在发散光束中定位在其上游的偏转镜的组合提供如下优点,即该光学系统位于这些输出功率下在几秒内在具有较小的焦点移动的情况下实现稳定的热状态,并且因此确保较高的处理可靠性。

[0028] 由于在发明申请中的在高功率范围中的偏转镜的热应力,该偏转镜的发散的改变特别以功率相关方式和因此通常温度相关方式发生。这样,在整个功率范围中,由聚焦光学器件导致的焦点移动可以被部分地和理想地甚至完全地被补偿。

[0029] 根据本发明,从而可以实现用于加工头部的非常紧凑的设计,其中也可以借助于单个透镜系统用简单的方式实现基于照相机的过程光图像和过程光控制。由于发散光束的偏转,可以基于很少的透镜或甚至仅单个透镜构造先进的机械手使得显著地减少需要的结构空间。加工头部的较小结构尺寸和相关联的重量减少特别用于满足增加的机械动力学要求。偏转装置下游的紧凑的和轻质的单个透镜设计的选择对于以发明性加工头部获得高动力学也是特别有利的。发散光束的偏转还使得可以实现加工头部的全部功能范围诸如,例如,调节成像放大率、过程光控制、基于照相机的过程光监控、光束成形等。

[0030] 偏转组件优选地包括具有基本恒定曲率的偏转镜,优选地平坦偏转镜。该偏转镜优选地特别借助于多点式紧固装置或黏合剂以无应力方式安装在支架中以将反射镜安装在支撑表面上。这样,基板可以容易地以无应力方式被安装,其中基板的膨胀或变形然而也是可能的。

[0031] 对于该解决方案,特别有利的是,偏转组件的偏转镜通过具有施加于其面向工作激光束的前侧上的多个电介质层的基板形成。在这种情况下,电介质层系统被优化以用于在工作激光束的入射角附近在 2° 和 20° 之间的角度范围中的最大反射,其中工作激光束的任何部分的入射角位于 1° 和 89° 之间。优选的角度范围可以在 3° 和 7° 之间。

[0032] 应力补偿平衡涂层优选地施加在基板的后侧上以确保持良好的尺寸稳定性。该平衡涂层可以具有与基板的前侧上的涂层相同的性质并且优选地与前侧的涂层相同,以从而实现直接泄露辐射的极大减少。然而,还可想到施加具有抗反射性质的涂层,所述涂层允许最优的过程光和喷嘴监控或,如果需要,纯玻璃涂层。例举的涂层的任何组合也是可以的。

[0033] 根据本发明,用于硫化锌透镜或蓝宝石透镜的偏转镜的通常也被冷却的基板包括硅玻璃。由于对于发散的同样地功率相关的影响,该用于激光束的聚焦光学器件和偏转镜的合适的材料选择使得可以借助于偏转组件补偿或至少显著地减少热相关作用,特别是聚焦光学器件的焦点移动。

[0034] 本发明的另一实施例的特征在于:用于监控被透射通过基板或在基板中被反射的光束的装置。因此,在本实施例中,还可以用最小的空间要求实现过程监测/控制和同时激光或背向反射监控。

[0035] 保护窗口和/或,如果适用,光阑可以优选地布置在偏转组件上游的光束路径中。这些构件可以分别或组合地形成接口的部分或布置在该接口下游的光束路径中。接口和偏转组件前方之间的保护窗口用作用于光学器件区域的污垢防护。端盖和偏转组件之间的光阑允许用更高的角度比例对直接激光进行亮度控制。

[0036] 为允许监控工作激光束,本发明的另一实施例的特征在于:偏转组件对于过程光是透明的。这特别地通过利用具有良好的透射性能的电介质层系统而实现,透射性能优选地在200nm和900nm之间的范围中。大于1300nm的透射性能也特别是有利的。这样,可以实现用于加工头部的紧凑设计。从而特别当使用单个透镜系统时,也可以实现简单的和有效的基于照相机的过程监测/控制。

[0037] 根据本发明的另一可选择的特征,以楔形方式实现偏转组件的基板。这样,减少了在通过偏转组件传输发散过程光并且例如传输至过程光照相机的过程中的像差。在这种情况下,楔角度位于0°和5°之间,优选地0°和3°之间,的范围中。

[0038] 根据本发明的另一实施例,过程光监控装置定位在偏转组件的与聚焦光学器件相反的侧面。

[0039] 在该类型的系统中,另一光学系统,优选地具有可变焦距的系统,有利地用于偏转组件和过程监测/控制装置之间,使得确保对于聚焦光学器件的所有可能位置进行处理区域的不同平面的成像。

[0040] 针对相应的机加工过程使工作激光束最优地形成的光束成形光学元件可以另外地用于聚焦光学器件的下游或上游。

[0041] 针对相应的机加工过程使工作激光束最优地形成的光束成形光学元件可以另外地用于聚焦光学器件的下游或上游。

[0042] 此外,本发明利用优选地仅包括一个成像透镜的聚焦光学器件,成像透镜特别以非球面透镜的形式实现。

[0043] 上述目标还借助于激光加工机械,特别地激光切割机械,而获得,其中使用根据先前段落中的一个所述的加工头部。特别优选的是该激光机械以激光源为特征,在激光源中使用光纤激光器或二极管激光器。

[0044] 在该激光加工机械中,激光源优选地借助于光学波导连接至加工头部。

附图说明

[0045] 可以参照附图根据本发明的示例性实施例的以下描述了解本发明的其它优点、特性和细节。关于这点,在权利要求和说明书中公开的特征可以分别地单独地或成任何组合地对于本发明是必要的。

[0046] 类似于权利要求和附图的技术内容,附图标记列表也形成本发明的部分。连贯地和全面地描述附图。相同的构件以相同的附图标记识别,其中具有不同指数的附图标记在功能上识别相同的或类似的构件。

[0047] 在附图中:

[0048] 图1示出具有激光加工头部的发明性激光加工机械的示例性实施例的示意图,其中在聚焦光学器件上游的发散光束路径中实现偏转,并且

[0049] 图2示出激光反射和散射光发射以及泄露辐射和过程光的方向的示意图。

具体实施方式

[0050] 如图1所示的激光加工机械以激光加工头部1为特征,激光加工头部1例如借助于光纤光缆2连接至激光源3。出于该目的,光纤光缆2的连接器4用其端盖5连接到激光加工头部1,其中连接器4和端盖5连接至加工头部1的接口并且可以至少临时性固定在其上。接口优选地实现成连接器4的对应部分的形式并且设计用于将光纤光缆2的端盖5插入在其中,以及用于将光纤光缆2至少临时性连接件到其中。激光源3优选地利用光纤激光器或二极管激光器,但是其它类型的激光器也可以使用。本发明的优选应用是具有激光切割头部的激光切割机械,其中工作激光束6的偏转发生在发散光束路径7中,如下文更详细地所述。在这种情况下,工作激光束6从光纤光缆2的光纤出射通过端盖5,并且优选地用光束光阑8被“清洁”,如果适用,光束光阑8也可以布置在偏转的工作激光束6的下游。具有较大出射角度的光束部分被取消。如果适用,导致光束传播方向轻微改变的其它光学系统,例如玻璃保护件等,也可以用于端盖5和偏转的工作激光束6之间。

[0051] 根据如图1所示的示例性实施例,发明性激光加工头部1的特征是至连接器4和端盖5的接口的下游的光学系统,其中:所述系统被设计用于被称为其离开接口的值的至少一个偏转的工作激光束6。出于该目的,接口下游的光学系统至少包括用于工作激光束6的第一偏转组件9、10,其中:在连接器4和端盖5之间的接口和偏转组件9、10之间的光束路径没有改变工作激光束6的发散的光学元件。根据本发明,用于工作激光束6的偏转组件9、10同时地被设计成改变工作激光束6的发散的光学系统的形式。在高功率范围的发明性应用中,在偏转组件9、10处的发散的该改变仅由于其热应力而被导致,并且因此特别以功率相关的方式发生。在低输出功率下,其被设计为发散保持元件。

[0052] 偏转组件9、10的最重要的元件是以优选地无应力安装件10保持的基本平坦的偏转镜9。这可以借助于在支撑表面或类似结构上的多点式紧固装置或粘附连接而实现。偏转组件9、10的偏转镜9优选地通过具有施加于其面向工作激光束6的前侧上的多个电介质层的基板形成。该电介质层系统被优化以用于在工作激光束6的入射角附近在 2° 和 20° 之间的,优选地在 3° 和 7° 之间的角度范围中的最大反射。在这种情况下,工作激光束6的任何区域通常地具有在 1° 和 89° 之间的入射角。角度范围优选地位于 20° 和 70° 之间。

[0053] 实际偏转发生在偏转镜9的用于其前侧上的电介质层系统上。层系统包括多个电介质层以覆盖较宽的角度范围。如果工作激光束6的中心轴线具有 $A0I=45^{\circ}$ 的入射角,则介质层必须能够覆盖 $A0I=45^{\circ}\pm 2^{\circ}$ 到 $\pm 20^{\circ}$ 的角度范围以还偏转发散工作激光束6的最外侧区域。层系统被优化以用于在激光的整个角度范围中的最大反射。

[0054] 端盖5、端盖5和偏转组件9、10之间的任何玻璃保护件和偏转镜9自身通常仅稍微地并且大约也以相同程度改变发散。这些是功率相关的热作用使得对于所述发散的影响随着功率增加而增强。光学元件可以根据材料而导致发散的减少或增加。在高输出功率和因此对于偏转镜9的基板的特别地极大的加热下,工作激光束6的发散通常地在偏转镜9处稍微地增加,其中:这抵消特别是聚焦光学器件11的下游光学构件的焦点移动。

[0055] 通常复杂的层系统可以导致偏转镜9的基板中的导致变形的应力。在高功率范围中,额外的热作用作用在光学构件上。被激光照明的电介质层系统特别可以加热和导致偏转镜9的基板的轻微变形使得热透镜被生成。如果安装基板允许均匀的变形,则从而可以实现相应成像透镜或多个成像透镜的通常生成的热透镜的补偿或局部补偿。除了热作用,还

有利地在安装基板时考虑散射光作用。这是为什么以基本无应力方式优选地安装偏转镜9的基板并且使得基板还可以膨胀或变形的原因。这借助于在支撑表面上的上述多点式紧固装置或偏转镜9的适当粘附连接而优选地实现。

[0056] 为抵消偏转镜9的基板的变形,应力补偿平衡涂层可以施加在基板的后侧上,另外地或可选地施加在上述安装件上。为此目的可以优选地使用前侧的反射层系统。然而,层系统也可以被不同地实现并且例如具有抗反射性质。纯玻璃涂层可以同样地认为是应力补偿平衡层。

[0057] 偏转镜9的基板可以由诸如硅玻璃、蓝宝石等的不同光学材料组成。基板还可以具有任何几何形状(例如有角形状、圆形或椭圆形)。安装件10包括尽可能少地吸收光的材料(例如黄铜)。

[0058] 在发明性系统主要所设计针对的超过500W的平均输出功率下,在偏转镜分别地经受应力或加热的任何情况下,实现偏转镜9的非常快速的形状改变的作用。特别在聚焦光学器件成单个透镜的形式的情况下,该形状改变和偏转组件9、10的发散改变性质的相关联变化至少部分地补偿聚焦光学器件11的发散改变性质的变化。偏转组件9、10的发散影响作用优选地根据激光源的输出功率和因此使用的光学元件的相对较短的热化时间。这样,偏转组件9、10可以补偿聚焦光学器件11对于发散的影响,这同样地随着输出功率改变。

[0059] 成像光学系统布置在偏转组件9、10下游并且优选地包括透镜11。该透镜可以由不同的光学透明材料制成,光学透明材料诸如为硅玻璃、ZnS、蓝宝石等。如果需要,则至少一个光束成形光学元件用于聚焦光学器件11下游或上游以最优地使工作激光束6成形以用于相应的加工过程。

[0060] 通过有目的地利用偏转组件9、10的功率相关的发散改变性质,在任何情况下,特别在仅具有优选地非球面透镜的一个聚焦透镜的加工头部中,可以实现焦点移动的补偿或减少。出于该目的,聚焦光学器件11和偏转镜9的材料必须彼此适应。

[0061] SiO₂偏转镜优选地用于硫化锌或蓝宝石的聚焦光学器件11,使得ZnS透镜的焦点移动由于偏转镜9的相反定向移动而减少。可选地,可以用蓝宝石透镜和SiO₂偏转镜的组合实现类似作用。

[0062] 图2示出工作激光束6的反射、散射光发射和偏转镜9的基板的扭曲的示意图。散射光作用特别在最大输出功率下影响偏转组件9、10。然而,如果相同的反射涂层用于基板两侧,则光束偏转镜9下游的泄露辐射14显著地减少(大约0.0001%)。这样,保护泄露辐射14的传输中的元件。散射光15(大约0.1%)主要从基板9的外侧表面发出。

[0063] 在与工作激光束6的传播方向相反地延伸的方向上,来自处理区域的过程光被成像光学器件11投射返回在偏转组件9、10上并且相对于激光被尽可能完全地在该方向上透射。出于该目的,电介质层系统被规定具有在200nm和900nm之间的并且优选地还高于1300nm的范围中的足够的透射性能。在这种情况下,透射的发散过程光通常地投射在定位在偏转组件9、10的被称为过程光的传播方向的下流的照相机装置12上。这导致光学误差(彗形像差和球形像差),可以优选地用偏转镜9的基板的和因此包括涂层的整个偏转镜9的稍微地楔形设计减少光学误差。在这种情况下,楔角度位于0°和5°之间,优选地在0°和3°之间。

[0064] 具有可变焦距的光学系统优选地定位在过程光照相机12和偏转镜9之间。在单个

透镜系统中,连同楔形偏转镜9的作用,处理区域的图像从而总是投射在照相机12的CCD芯片上。在这种情况下,优选的是使用具有可电调节的焦距的新式的透镜(“可电调谐的透镜”),这使得可以实现特别轻质的和紧凑的装置。

[0065] 用于监控被透射通过基板或被在基板中反射的光束的装置有利地被设置。

[0066] 总之,特别具有提出的单个透镜解决方案和具有发散光束的偏转的发明性加工头部提供如下优点:

- [0067] • 紧凑的结构形状
- [0068] • 重量减轻和因此更高的机械动力学
- [0069] • 由于光学元件的减少而导致的低成本生产
- [0070] • 减少的调节和定位努力
- [0071] • 减少的像差
- [0072] • 非常高的功率能力
- [0073] • 最大的处理可靠性

[0074] 附图标记列表

- [0075] 1 加工头部
- [0076] 2 光纤光缆
- [0077] 3 激光源
- [0078] 4 光纤光缆的连接器的连接器
- [0079] 5 光纤光缆的端盖
- [0080] 6 工作激光束
- [0081] 7 发散光束路径
- [0082] 8 光束光阑
- [0083] 9 偏转镜
- [0084] 10 偏转镜安装件
- [0085] 11 聚焦光学器件
- [0086] 12 过程照相机
- [0087] 13 过程光
- [0088] 14 泄露辐射
- [0089] 15 散射光

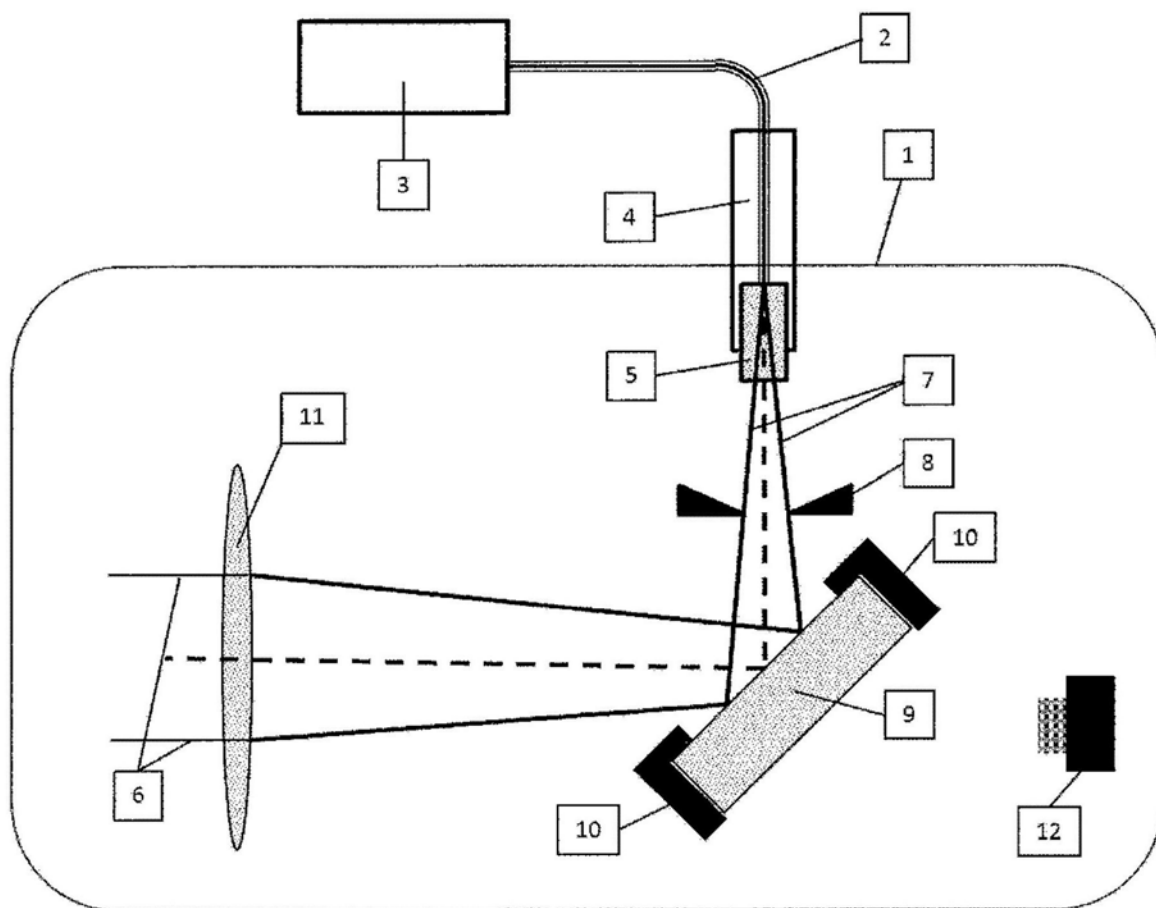


图1

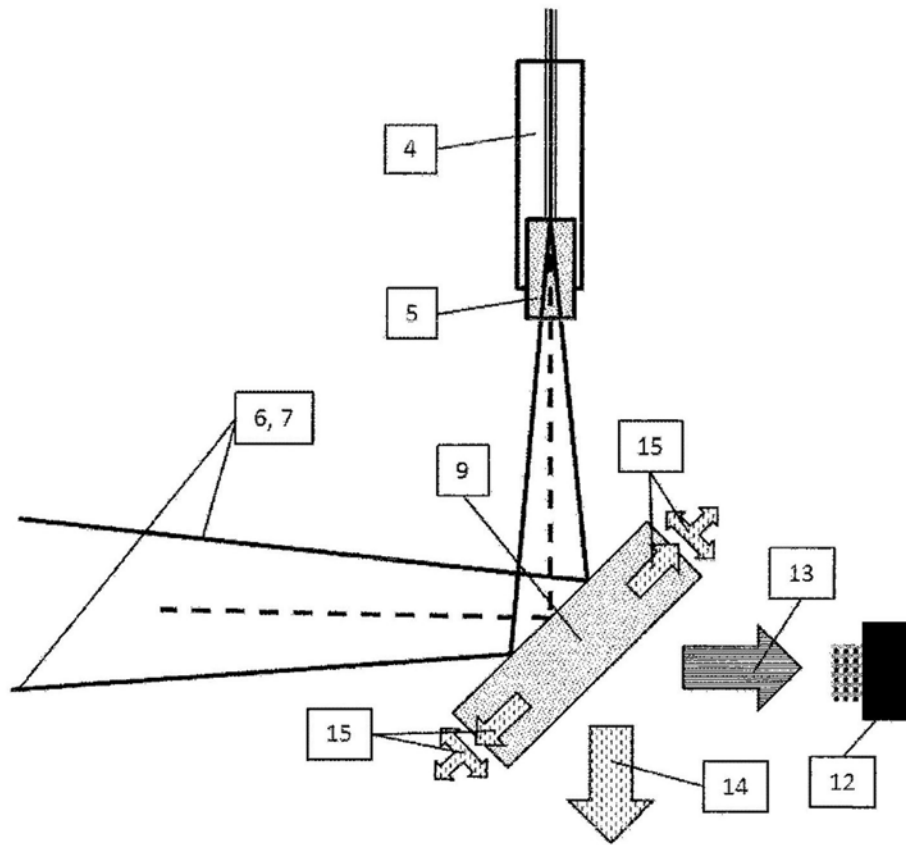


图2