



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102057544 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 23

(21) 申请号 200980121164. 7

(22) 申请日 2009. 06. 16

(30) 优先权数据

61/073, 254 2008. 06. 17 US

12/209, 959 2008. 09. 12 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/047490 2009. 06. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02009/155280 EN 2009. 12. 23

(73) 专利权人 伊雷克托科学工业股份有限公司

地址 美国奥勒冈州

(72) 发明人 玛密特·E·艾尔帕

布莱恩·强汉森

(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 汤保平

(51) Int. Cl.

H01S 3/02 (2006. 01)

H01S 3/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2002/0076178 A1, 2002. 06. 20,

US 5796880 A, 1998. 08. 18,

US 7067763 B2, 2006. 06. 27,

US 5815278 A, 1998. 09. 29,

US 4676592 A, 1987. 06. 30,

US 5815278 A, 1998. 09. 29,

审查员 张艳

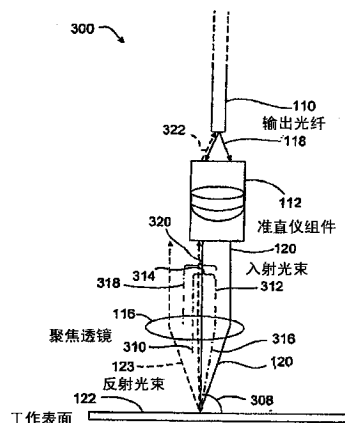
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

降低在激光处理系统中的背反射

(57) 摘要

本揭示的系统及方法降低或防止在一激光处理系统中的背反射。一激光处理系统包含一激光源以发出一入射激光束、一激光束输出以将入射激光束导向一工作表面、以及一透镜以沿着一大致垂直于该工作表面的第一传导轴接收该入射激光束。上述的透镜包含一主轴，其大致平行于上述的第一传导轴，且偏移自上述的第一传导轴。该透镜用以沿着一第二传导轴将上述的入射激光束聚焦至该工作表面上，该第二传导轴与该工作表面呈一非垂直的角度，使得离开该工作表面的一反射激光束的至少一主要部分未返回上述的激光束输出。



CN 102057544 B

1. 一种降低或大致防止背反射的激光处理系统,该系统包含:
 - 一激光源,其发出一入射激光束;
 - 一激光束输出,将该入射激光束导向一工作表面;以及
 - 一透镜,沿一第一传导轴接收该入射激光束,该第一传导轴大致垂直于该工作表面,其中该透镜包含一主轴,该主轴大致平行于该第一传导轴,并偏移自该第一传导轴,且其中该透镜是用以沿着一第二传导轴将该入射激光束聚焦至该工作表面上,该第二传导轴与该工作表面呈一非垂直的角度,使得离开该工作表面的一反射激光束的至少一主要部分未返回该激光束输出,
 - 一辅助光束定位器,其安置于该激光束输出与该透镜之间以穿越该透镜扫描该入射激光束,其中该辅助光束定位器维持介于该透镜的该主轴与该入射光束的该第一传导轴间的该偏移大于或等于该入射激光束的直径的一半。
2. 如权利要求 1 所述的降低或大致防止背反射的激光处理系统,还包含一光束阻挡器,其位于该激光束输出与该工作表面之间,以阻隔该反射激光束的另一部分沿一路径返回该激光束输出。
3. 如权利要求 2 所述的降低或大致防止背反射的激光处理系统,其中该光束阻挡器是位于该激光束输出及该透镜之间,其中该光束阻挡器包含一大致以该入射激光束的该第一传导轴为中心的开孔,且其中该开孔大于或大致等于该入射激光束的直径,以允许该入射激光束自该激光束输出传送至该透镜。
4. 如权利要求 1 所述的降低或大致防止背反射的激光处理系统,其中该辅助光束定位器将该入射激光束的路径自相对于该透镜的一第一位置改变成一第二位置,且其中从该透镜到该工作表面的该入射激光束的路径在该第一位置和该第二位置之间大致维持固定,使得聚焦平面大致平行于该工作表面。
5. 如权利要求 1 所述的降低或大致防止背反射的激光处理系统,其中该辅助光束定位器包含一对检流计驱动式反射镜。
6. 如权利要求 1 所述的降低或大致防止背反射的激光处理系统,其中该激光源包含一光纤激光。
7. 如权利要求 1 所述的降低或大致防止背反射的激光处理系统,其中该激光束输出包含一光纤。
8. 如权利要求 1 所述的降低或大致防止背反射的激光处理系统,还包含一准直仪,其位于该激光束输出及该透镜之间。
9. 一种以激光处理工件的方法,该方法包含:
 - 发出一入射激光束;
 - 沿一第一传导轴将该入射激光束传送至一透镜;以及
 - 利用该透镜将该入射激光束的路径自该第一传导轴改变至一第二传导轴,其中该第二传导轴与该工作表面间形成一非垂直的角度;
 - 扫描穿越该透镜的入射激光束,
 - 其中该扫描维持介于该透镜的一主轴与该入射光束的该第一传导轴间的一偏移大于或等于该入射激光束的直径的一半。

10. 如权利要求 9 所述的以激光处理工件的方法,其中改变该入射激光束的路径包含将该激光束的该主轴置于距该第一传导轴的该偏移处。

11. 如权利要求 9 所述的以激光处理工件的方法,还包含阻隔一反射光束的至少一部分以避免其沿该第一传导轴传送。

12. 如权利要求 11 所述的以激光处理工件的方法,还包含使该入射激光束通过一以该第一传导轴为中心的开孔,该开孔大于或大约等于该入射激光束的直径。

13. 如权利要求 9 所述的以激光处理工件的方法,其中该扫描还包含利用一辅助光束定位器穿越该透镜扫描该入射激光束,以在该扫描期间在聚焦装置与该工作表面之间维持大致相等的光束路径长度。

14. 如权利要求 9 所述的以激光处理工件的方法,还包含在该入射激光束沿该第一传导轴传送时,大致使其准直化。

15. 一种激光处理系统,包含:

用以发出一入射激光束的发射装置;

用以将该入射激光束导向一工作表面的输出装置;以及

用以将该入射激光束聚焦于该工作表面上的聚焦装置,

其中该聚焦装置包含一大致垂直于该工作表面的第一传导轴,且其中该聚焦装置的一主轴偏移自该第一传导轴以将该入射激光束自该第一传导轴转向至一未垂直于该工作表面的第二传导轴;

用以穿越该聚焦装置扫描该入射激光束的光束定位装置,以致于维持介于该该聚焦装置的该主轴与该入射激光束的该第一传导轴间的一偏移大于或等于该入射激光束的直径的一半。

16. 如权利要求 15 所述的激光处理系统,还包含用以允许该入射激光束自该输出装置传送至该聚焦装置的开孔装置,该开孔装置并用以阻隔一反射光束的至少一部分以避免其自该聚焦装置传送至该输出装置。

17. 如权利要求 16 所述的激光处理系统,其中该光束定位装置进一步用以在该扫描期间于该聚焦装置与该工作表面之间维持大致相等的光束路径长度。

降低在激光处理系统中的背反射

技术领域

[0001] 本揭示是有关于以激光处理料材,特别是关于降低激光束的背反射(back-reflection)。

背景技术

[0002] 一般而言,某些激光对于光学回授可能相当敏感,诸如自一工作表面反射回激光装置的激光束。举例而言,光纤激光(fiber laser)基本上即对于来自工作表面的背反射极为敏感。若此等反射未加以适当地阻挡,例如,若存在一回返路径使得此等反射耦合进入输出光纤(output fiber),则其可能对输出光纤和增益光纤(gain fiber)均造成伤害。此外,一种子激光(seed laser)可能因为反射光在其返回种子激光途中被放大,从而损坏高功率主振荡器光纤放大器装置。因此,在诸如激光微加工系统(laser micromachining system)的许多激光处理系统中,其必须防止此类背反射觅得返回输出光纤的路径。

[0003] 降低或防止激光处理系统中背反射的办法之一是使用法拉第隔离器(Faraday isolator),诸如由位于密西根州 Traverse 市的 Electro-Optics Technology 公司所生产制造的隔离器。将一法拉第隔离器放置于输出光纤后的光束路径中,在背反射返回输出光纤之前即将其阻绝于空间之中。举例而言,图 1 是一典型光纤激光处理系统 100 的方块图,其包含一输出光纤 110、一准直仪(collimator)组件 112、一法拉第隔离器 114、以及一聚焦透镜 116。输出光纤 110 将一发散的激光束 118 自一激光源(未显示于图中)导向至前述的准直仪组件 112。准直仪组件 112 将发散的激光束 118 准直化以提供一准直化的激光束 120 至法拉第隔离器 114。

[0004] 法拉第隔离器 114 仅允许光在一个方向上传输。准直化后的激光束 120 通过法拉第隔离器 114 抵达聚焦透镜 116,其将光束聚焦至工作表面 122 上。由于入射激光束的路径是垂直于工作表面 122,故一反射激光束 123(图中以虚线显示)沿着与入射激光束 120 同一路径但相反的方向行进,通过聚焦透镜 116 返抵法拉第隔离器 114。然而,法拉第隔离器 114 阻止反射激光束继续沿着该反向路径回到输出光纤 110。

[0005] 若由输出光纤 110 发出的激光束 118 是随机偏极化的(其通常是如此),则法拉第隔离器 114 将被组构成为对偏极化不敏感。举例而言,如图 1 所示,对于偏极化不敏感的一法拉第隔离器 114 可以包含一输入端双折射光楔(birefringent wedge)124、一法拉第旋转器(Faraday rotator)126、以及一输出端双折射光楔 128。虽然此等隔离器在市面上可以取得,但其体积通常极为庞大(特别是当使用于高功率光束的时)且价格昂贵。

[0006] 降低或防止背反射的另一种方式是让整个光束投射次系统相对于工作表面 122 呈“倾斜”状态,使入射光束撞击工作表面的角度不是 90 度。举例而言,图 2 是另一典型光纤激光处理系统 200 的方块图,其具有一倾斜的光束投射次系统(例如,输出光纤 110、准直仪组件 112、以及聚焦透镜 116)使得入射激光束 120 的路径与工作表面 122 不垂直。

[0007] 由于光束投射次系统的倾斜,反射激光束 123 离开工作表面 122 的路径与入射激光束 120 的路径间呈有角度的分离。反射激光束 123 的一部分 210 可以经由聚焦透镜 116

传回输出光纤 110。然而,入射激光束 120 和反射激光束 123 路径间的角度分离相当于一空间上的分离,其大致阻绝了背反射光束 123 耦合入输出光纤 110。入射激光束 120 和反射激光束 123 路径间的空间分离量正比于聚焦透镜 116 的焦距 (focal length) 以及光束投射次系统的倾斜角度 (相对于工作表面 122)。因此,其可以由增加焦距或倾斜角度、或是同时增加焦距和倾斜角度二者以增加上述的空间分离量。

[0008] 如下所述,虽然将整个光束投射次系统相对于工作表面 122 倾斜可以降低背反射,但其同时亦相对于工作表面 122 倾斜了聚焦平面。此导致工作表面 122 上光斑尺寸 (spot size) 以及能量密度 (fluence) 的变异。此等变异降低了处理的效能。

发明内容

[0009] 本揭示的系统及方法降低或防止在一激光处理系统中的背反射。在一实施例中,一激光处理系统包含一光源以发出一入射激光束、一激光束输出以将入射激光束导向一工作表面、以及一透镜以沿着一第一传导轴接收该入射激光束,前述的第一传导轴大致垂直于该工作表面。上述的透镜包含一主轴 (primary axis),其大致平行于上述的第一传导轴,且偏移自上述的第一传导轴。该透镜用以沿着一第二传导轴将上述的入射激光束聚焦至该工作表面上,该第二传导轴与该工作表面呈一非垂直的角度,使得离开该工作表面的一反射激光束的至少一主要部分未返回上述的激光束输出。

[0010] 此外,或在另一实施例中,上述系统亦包含一光束阻挡器 (beam-stop),其安置于该激光束输出和该工作表面之间以阻隔上述反射激光束的另一部分,避免其沿一路径返回激光束输出端。

[0011] 此外,或在另一实施例中,上述系统更进一步包含一辅助光束定位器 (secondary beam positioner),其安置于该激光束输出和该透镜之间,以穿越该透镜扫描上述的入射激光束。

[0012] 在另一实施例中,一方法包含发出一入射激光束、沿着一第一传导轴将该入射激光束传送至一透镜、以及利用该透镜将该入射激光束的路径自该第一传导轴改变至一第二传导轴。上述的第二传导轴与该工作表面间呈一非垂直的角度。

附图说明

[0013] 经由以下针对较佳实施例的详细说明,其配合附图进行,本发明的进一步特色及优点将更趋于明显。本揭示的非限定、非尽举的实施例说明均是参照以下的附图进行,其中:

[0014] 图 1 是一典型光纤激光处理系统的方块图,其包含一法拉第隔离器以降低背反射;

[0015] 图 2 是另一典型光纤激光处理系统的方块图,其具有一倾斜的光束投射次系统以降低背反射;

[0016] 图 3 是依据一实施例的一激光处理系统的方块图,其可以降低或大致防止背反射;

[0017] 图 4 是依据一实施例的一激光处理系统的方块图,此系统包含一开孔,其允许一入射激光束的传送并阻隔一反射激光束的传送;

[0018] 图 5 是依据一实施例的一激光处理系统的方块图,其包含一辅助光束定位器以穿越聚焦透镜扫描入射激光束;以及

[0019] 图 6A 及 6B 是分别依据特定实施例的激光处理系统的方块图,其比较使用辅助光束定位器时产生的聚焦平面。

具体实施方式

[0020] 本说明书揭示各种降低或防止背反射的系统及方法,其未使用体积庞大及/或昂贵的隔离器即可使前述的背反射不致耦合进入一激光处理系统的输出光纤。在一实施例中,一聚焦透镜被置放于距光束传导轴一偏移距离处的光束路径中,以赋予入射光束一相对于工作表面的非垂直“攻角(angle-of-attack)”。此在入射及反射光束路径之间提供一空间分隔且并未相对于工作表面倾斜整个光束投射次系统。在一实施例中,一开孔进一步阻隔激光束使其无法抵达输出光纤。此外,或在另一实施例中,一辅助光束定位器在距聚焦透镜主轴的一偏移距离处穿越该聚焦透镜扫描一入射激光束,使得一扫描聚焦平面大致平行于工作表面。

[0021] 以下参照附图进行实施例的说明,各附图中相同的参考编号表示相同的构件。在以下的说明中,其提供许多具体的细节以期对所揭示的实施例全盘了解。然而,相关领域的熟习者应能体认,此等实施例可以在略去一或多个该等具体细节下,或是利用其它方法、组件、或料材下实施。此外,在某些情况下,为了避免模糊实施例的特色,对于已然熟知的结构、料材、或运作将不明白显示或详细描述。并且,所描述的特征、结构、或特性可以以任何适当的方式在一或多个实施例中加以组合。

[0022] 图 3 是依据一实施例的一激光处理系统 300 的方块图,其可以降低或大致防止背反射。系统 300 由提供入射激光束 120 以一不等于 90 度的角度 308 投射至一工作表面 122 上而在入射激光束 120 及反射激光束 123(图中以虚线显示)的路径间建立一空间分隔。其应注意,此种在入射光束的“攻角”308 上的变化并非如上参照图 2 所述藉由倾斜光束投射组件而达成。

[0023] 系统 300 包含一光纤激光源(未显示于图中),该光纤激光源具有一输出光纤 110。在本文揭示的实例中,因为光纤式激光对背反射极为敏感,故基本上以其为例进行说明。然而,习于斯艺者应能自本文的揭示体认到,其它种类的激光亦可能对背反射敏感而本发明可应用于任何种类的激光源。因此,其它种类的激光可能具有不同于本文所述输出光纤 110 的激光束输出。具体而言,激光束输出可以包含各种光学构件的组合,用以在光束聚焦至工作表面 122 上之前导出激光束的路径。

[0024] 显示于图 3 中的系统 300 还包含一准直仪组件 112 以及一聚焦透镜 116。输出光纤 110 将一发散的激光束 118 使其导向前述的准直仪组件 112。准直仪组件 112 将发散的激光束 118 准直化使得投射至聚焦透镜 116 的入射激光束 120 大致呈准直的形式。聚焦透镜 116 是一收敛透镜且大致对称于其主轴 310。聚焦透镜 116 的主轴 310 大致垂直于工作表面 122。

[0025] 入射激光束 120 沿着一第一传导轴 312 自准直仪组件 112 传送至聚焦透镜 116。第一传导轴 312 大致平行于聚焦透镜 116 的主轴 310。然而,入射激光束 120 的第一传导轴 312 与聚焦透镜 116 的主轴 310 之间具有一偏移量 314。换言之,(准直化后的)入射激光

束 120 并未（如图 1 和图 2 的标准配置所示地）在透镜 116 的中心处进入聚焦透镜 116。更确切言之，入射激光束 120 在距离透镜 116 中心一偏移量 314 处进入聚焦透镜 116。在一实施例中，偏移量 314 的大小是大于或等于大约准直化入射激光束 120 的直径的一半。如本文以下所述，此一偏移量 314 的大小降低或防止反射激光束 123 与入射激光束 120 之间的交迭。

[0026] 聚焦透镜 116 将入射激光束 120 收敛至工作表面 122 上的一个聚焦光斑直径。由于入射激光束 120 的第一传导轴 312 与聚焦透镜 116 的主轴 310 之间的偏移量 314 所形成的不对称配置，聚焦透镜 116 使得入射激光束 120 朝向聚焦透镜 116 的主轴 310“倾斜”。因此，聚焦透镜 116 将入射激光束的路径自前述的第一传导轴 312 改变至一第二传导轴 316，其以一非垂直的攻角 308 与工作表面 122 相交。

[0027] 由于利用偏移量 314 使入射激光束 120 产生倾斜，故反射激光束 123 的路径与入射激光束 120 的路径呈角度上的分隔。因此，在经由聚焦透镜 116 返回之后，反射激光束 123 沿着一第三传导轴 318 行进，第三传导轴 318 与入射激光束 120 的第一传导轴 312 在空间上彼此分隔。在某些实施例中，对应于入射激光束 120 的第一传导轴 312 与对应于反射激光束 123 的第三传导轴 318 之间的偏移量 320 被安排成使得反射激光束 123 与入射激光束 120 之间未彼此交迭。因此，反射激光束 123 的全部或至少一主要部分并未通过准直仪组件 118 返回输出光纤 110。

[0028] 如图 3 所示，某些情况下，反射激光束 123 的一小部分 322 可能耦合返回输出光纤 110。此在某些实施例之中可能是无法接受的。因此，在某些此等实施例中，其在输出光纤 110 与工作表面 122 间的任何位置上安置一光束阻挡器，以防止反射激光束 123 的残留部分 322 返回输出光纤 110。举例而言，其可以在准直仪组件 118 及聚焦透镜 116 之间放置一反射镜（未显示于图中）以导引反射激光束 123 的大致所有部分远离准直仪组件 118（例如，导入至一光束截集器 (beam dump)）。其可以安排此一反射镜的尺寸及位置，使其不致干扰准直化的入射激光束 120。

[0029] 其它装置亦可以被使用做为光束阻挡器。举例而言，图 4 是依据一实施例的一激光处理系统 400 的方块图，此系统包含一开孔 410，其允许入射激光束 120 的传送并阻隔反射激光束 123 的传送。开孔 410 具有一开孔，其大致以入射激光束 120 的第一传导轴为中心。在一实施例中，开孔 410 大于或大致等于（准直化后的）入射激光束 120 的直径，以使得入射激光束 120 可以通过而从准直仪组件 118 传送到聚焦透镜 116。

[0030] 在一实施例中，系统 400 被安排成使得入射激光束 120 与反射激光束 123 路径间的空间分隔 320（此由聚焦透镜 116 的焦距与介于入射激光束 120 的第一传导轴 312 与透镜 116 的主轴 310 间的偏移量 314 的大小决定）的范围大致介于准直化后的入射激光束 120 的直径的 1.5 倍至 2.0 倍之间。因此，由选择开孔 410 使其开孔直径相当于入射激光束 120 的直径，可以大致降低任何显着的背反射传回输出光纤 110 的可能性。

[0031] 此外，或在另一实施例中，偏移透镜 116 及 / 或光束阻挡器（例如，显示于图 4 的开孔 410）与一辅助光束定位器结合，该辅助光束定位器被插入光束阻挡器与聚焦透镜 116 间的一个位置。举例而言，图 5 是依据一实施例的一激光处理系统 500 的方块图，其包含一辅助光束定位器 510 以穿越聚焦透镜 116 扫描入射激光束 120。辅助光束定位器 510 接收准直化的入射激光束 120（例如，在其通过开孔 410 中的开孔之后），并沿着聚焦透镜 116 在

距其主轴 310 一偏移量处操控入射激光束 120 的路径。

[0032] 在一实施例中,如图 5 所示,上述的辅助定位系统 510 被安排成在二个方向上操控入射激光束 120。一第一检流计 (galvanometer) 512 调整一第一反射镜 514 以在一第一方向操控入射激光束 120,且一第二检流计 516 调整一第二反射镜 518 以在一第二方向操控入射激光束 120。熟悉此技术者由本揭示应能体认,辅助光束定位器亦可以使用其它方式的配置。

[0033] 图 5、6A、及 6B 例示本文揭示的实施例的一优点,相较于图 2 所示的标准“倾斜光束投射组件”的方式。意即,在所揭示的实施例之中,从聚焦透镜 116 到工作表面 122 进入点的光束路径长度大致维持固定,即使当辅助光束定位器 510 穿越聚焦透镜 116 的表面扫描入射激光束 120 时亦是如此。参见图 5,当辅助光束定位器 510 将入射激光束 120 的路径自相对于聚焦透镜 116 的一第一位置 520 改变成一第二位置 522,从前述第一位置 520 到工作表面 122 的光束路径长度 524 维持大致等于从前述第二位置 522 到工作表面 122 的光束路径长度 526。注意在此实例中,从第一反射镜 514、到第二反射镜 518、经过聚焦透镜 116 上的第二位置 522、而抵达工作表面 122 的入射激光束 120 的路径是显示为虚线。

[0034] 图 6A 及 6B 是分别依据特定实施例的激光处理系统的方块图,其比较使用辅助光束定位器 510 时产生的聚焦平面。图 6A 显示使用于一系统 600 中的光束定位器 510,系统 600 具有一倾斜的光束投射次系统。在图 6A 所示的实施例之中,聚焦透镜 116 的主轴 310 并未垂直于工作表面 122。因此,当辅助光束定位器 510 沿着聚焦透镜 116 通过主轴 310 以及其它定点扫描入射激光束 120 时,聚焦平面 610 即随的移动。显示于图 6A 中的聚焦平面 610 大致垂直于“倾斜”的聚焦透镜 116 的主轴 310。工作表面上光斑尺寸及能量密度随的产生的变异可能因此降低处理的效能。

[0035] 此问题由本文揭示的实施例加以降低或防止。举例而言,图 6B 例示图 5 所示的系统 500 的一简化形式,其中聚焦透镜 116 的主轴 310 大致垂直于工作表面 122。因此,当辅助光束定位器 510 于沿着聚焦透镜 116 的一或多个偏移处扫描入射激光束 120 时,聚焦平面 612 维持大致平行于工作表面 122。

[0036] 相较于已知标准方式的插入一法拉第隔离器 114(参见图 1)于光束路径,本揭示的实施例远较其易于实施且成本低廉。本揭示的实施例亦优于光束投射组件倾斜的方式(参见图 2),因为其提供从聚焦透镜 116 到工作表面 122 的一固定的光束路径长度,即使虑及穿越聚焦透镜 116 表面扫描入射激光束 120 的辅助光束定位器 510 的存在亦是如此。

[0037] 虽然本说明书揭示的系统及方法是针对有关光纤激光式系统的背反射问题,熟悉此技术的人士应能体认本揭示对于使用其它种类激光的系统亦同样有效。

[0038] 熟悉本技术者应能理解,前述实施例的细节可以在未脱离本发明的基本原理下进行许多修改。本发明的范畴因此应由权利要求范围所界定。

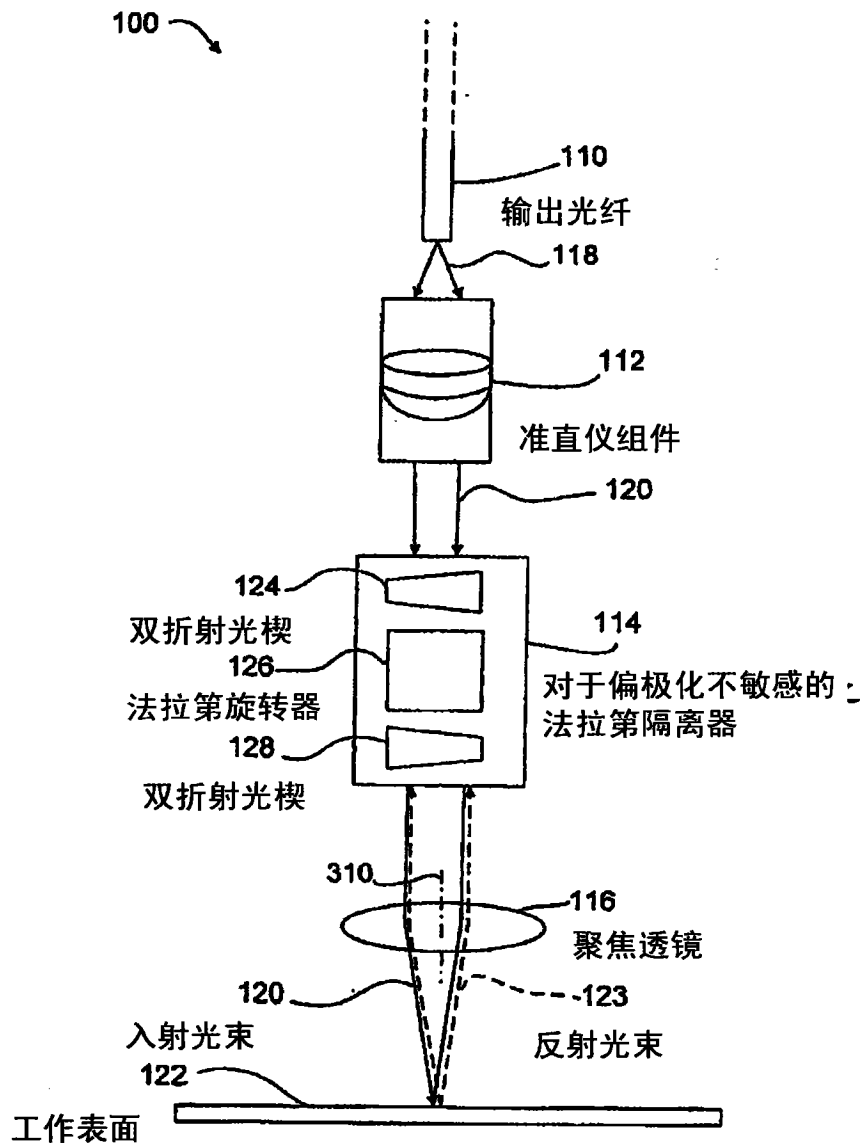


图 1

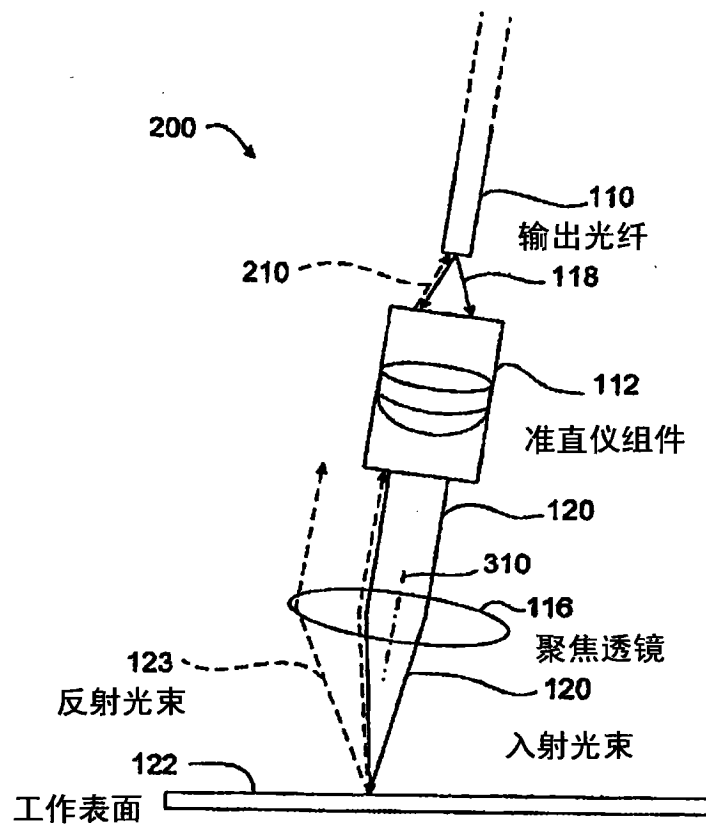


图 2

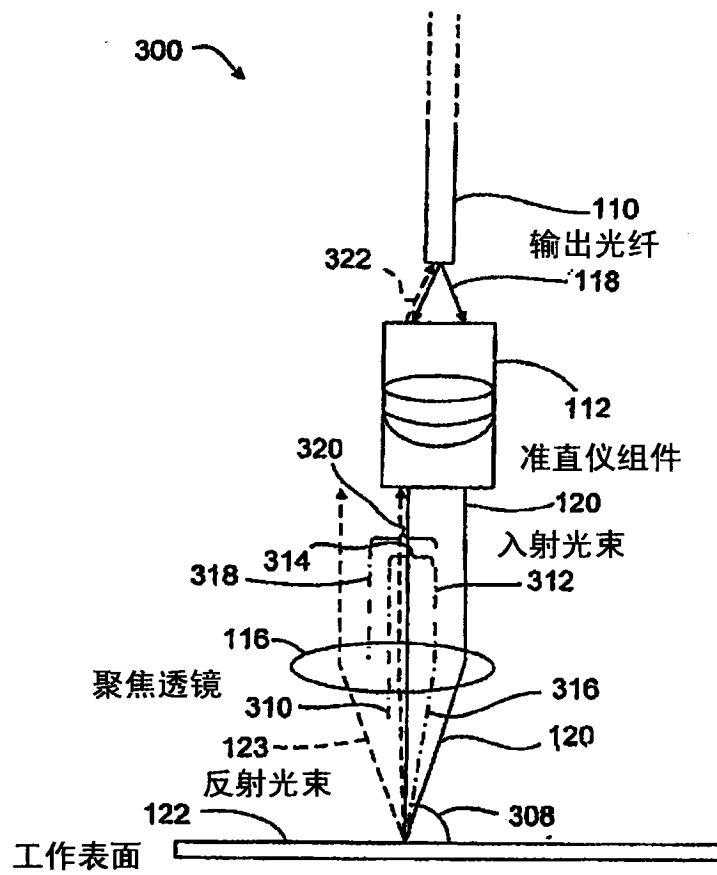


图 3

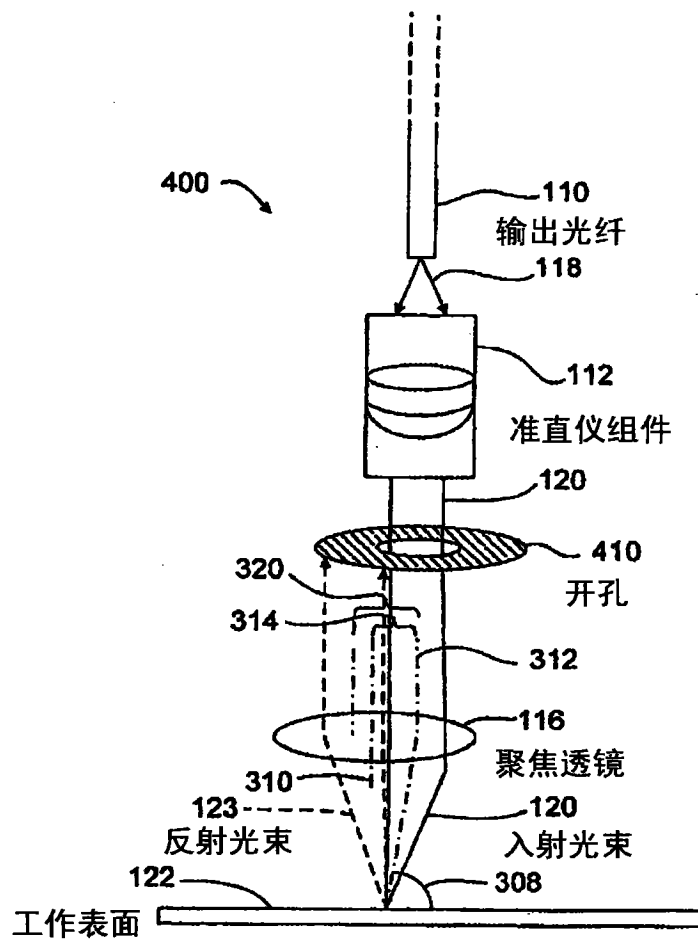


图 4

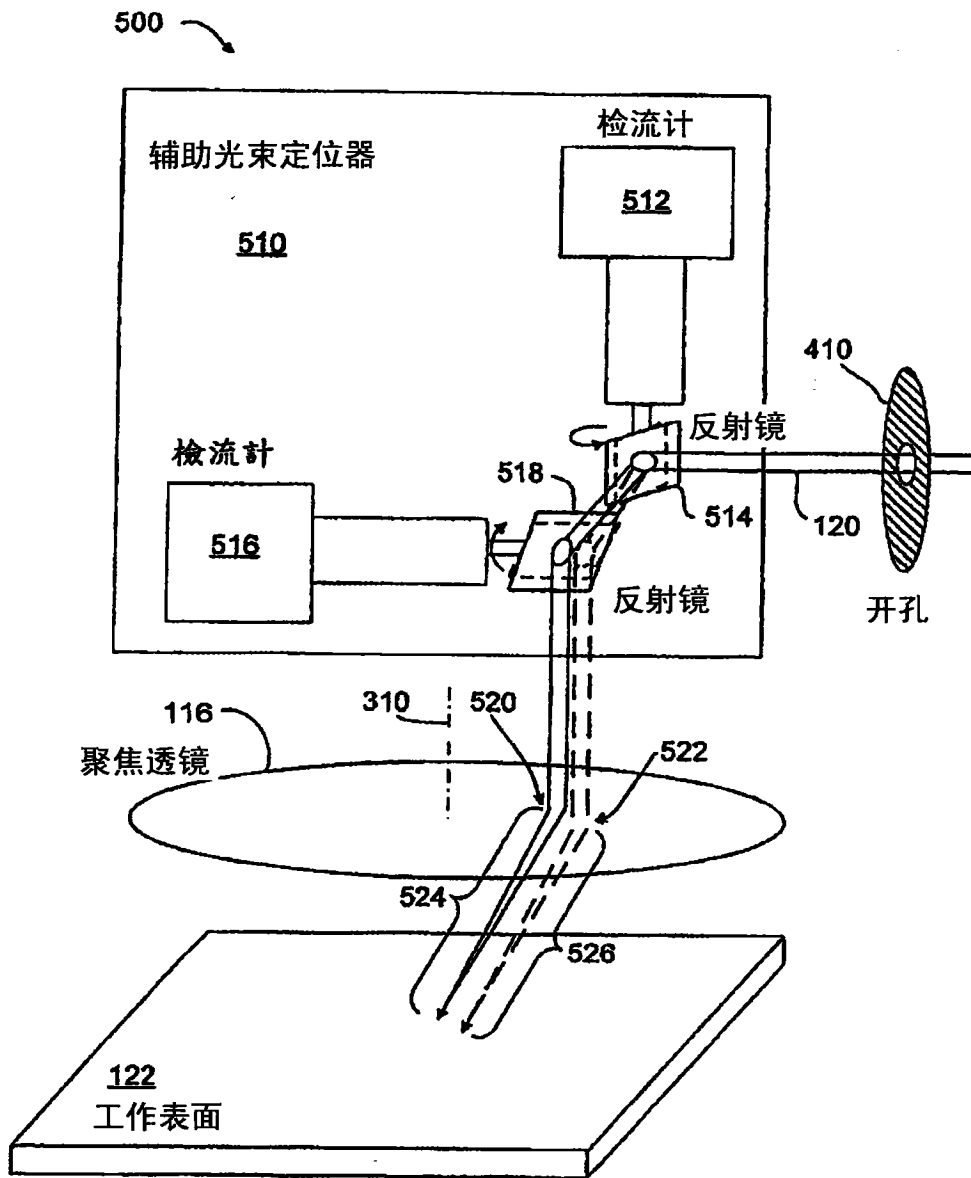


图 5

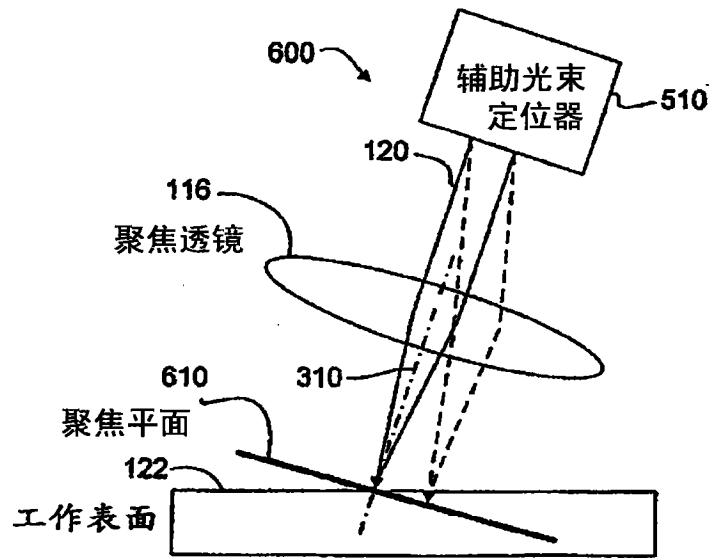


图 6A

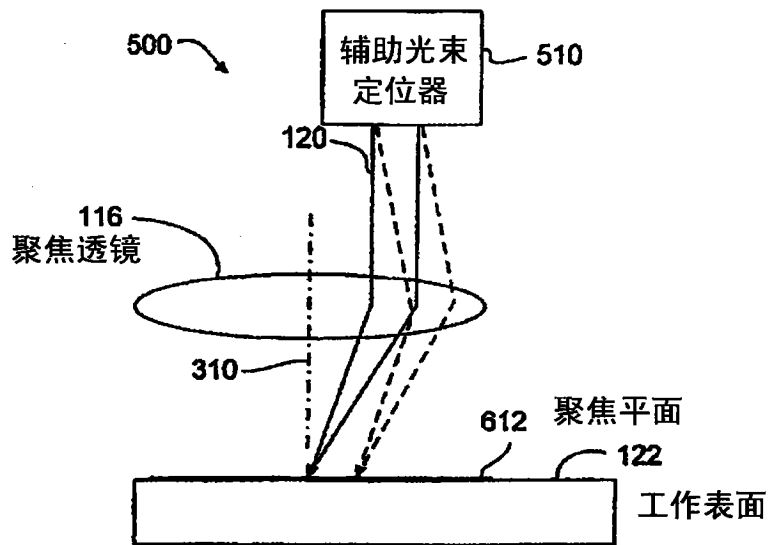


图 6B