

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101910787 B

(45) 授权公告日 2013.03.13

(21) 申请号 200980101728.0

代理人 任永武

(22) 申请日 2009.01.11

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G01C 3/08 (2006.01)

61/020,273 2008.01.10 US

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

CN 1124916 C, 2003.10.22,

2010.06.30

US 4270130 A, 1981.05.26,

(86) PCT申请的申请数据

US 2003161375 A1, 2003.08.28,

PCT/IL2009/000041 2009.01.11

审查员 王方

(87) PCT申请的公布数据

WO2009/087638 EN 2009.07.16

(73) 专利权人 以色列商奥宝科技股份有限公司

地址 以色列亚夫内

(72) 发明人 Z·柯特勒 B·格林伯格

P·格洛布洁尔德

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

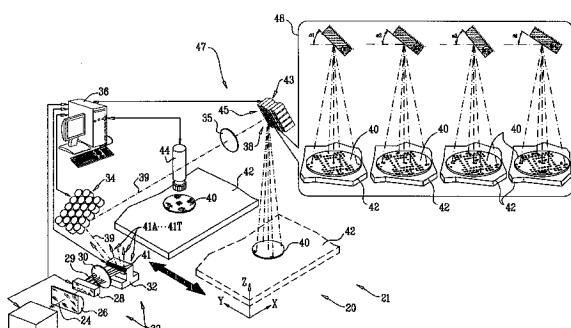
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54) 发明名称

光学系统及校准多个选择性引导面镜的方法

(57) 摘要

本发明是关于一种光学系统,包含:多个选择性引导面镜(38),分别被设置用以引导激光束(41)至场域内的可选择的位置;多个面镜方位传感器(45),用以感测所述多个选择性引导面镜的方位并提供多个面镜方位输出;以及自动校准子系统(47),用以自动校准所述多个选择性引导面镜,所述自动校准子系统包含:标靶(40),被用以在所述标靶上提供由激光束照射的光学可见指示,所述标靶是可复写的(rewritable)并具有多个光学可见的基准标记(fiducial marking)(54,56);标靶定位器(42),用以选择性定位所述标靶;光学传感器(44),用以在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶并提供多个激光束照射输出;以及相关器(correlator)(36),用以提供校准输出。



1. 一种光学系统,包含 :

多个选择性引导面镜,分别被设置用以引导激光束至场域内的可选择的位置;

多个面镜方位传感器,用以感测所述多个选择性引导面镜的方位并提供多个面镜方位输出;以及

自动校准子系统,用以自动校准所述多个选择性引导面镜,所述自动校准子系统包含:

标靶,具有至少与各所述可选择性引导面镜的所述场域一样大的面积,并在所述标靶上提供由激光束照射的光学可见指示;所述标靶是可覆写的并具有多个光学可见的基准标记;

标靶定位器,用以在各所述多个选择性引导面镜引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置的同时,将所述标靶选择性地定位在相对应各所述选择性引导面镜的这些场域中;

光学传感器,用以在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并提供多个激光束照射输出;以及

相关器,用以接收这些面镜方位输出以及这些激光束照射输出而提供校准输出。

2. 如权利要求 1 所述的光学系统,其特征是所述光学系统可用在校准阶段及生产阶段中。

3. 如权利要求 2 所述的光学系统,其特征是所述校准阶段包含:

将各所述多个面镜定位在第一方位;

利用所述多个传感器,感测各所述多个面镜的所述第一方位并提供多个面镜方位输出;

固定所述标靶至所述标靶定位器;

对于各所述多个选择性引导面镜:

通过定位所述标靶定位器,在所述多个选择性引导面镜在引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置时,将所述标靶选择性地定位在所述多个选择性引导面镜其中之一的所述场域中,进而在所述标靶上产生多个激光束照射标记;

在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并为所述多个选择性引导面镜其中之一提供多个激光束照射输出;以及

抹除这些激光束照射标记;以及

将这些面镜方位输出与这些激光束照射输出产生关联,以为各所述多个选择性引导面镜提供校准输出。

4. 如权利要求 2 所述的光学系统,其特征是所述校准阶段包含:

将各所述多个面镜定位在第一方位;

利用所述多个传感器,感测各所述多个面镜的所述第一方位并提供多个面镜方位输出;

固定所述标靶至所述标靶定位器;

通过定位所述标靶定位器,在各所述多个选择性引导面镜引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置时,将所述标靶选择性地定位在相对应各所述多个选择性引导面镜的这些场域中;

在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并提供多个激光束照射输出;以

及

将这些面镜方位输出与这些激光束照射输出产生关联,以为各所述多个选择性引导面镜提供校准输出。

5. 如权利要求 2 所述的光学系统,其特征是所述生产阶段包含激光钻孔阶段、激光烧蚀阶段及激光加工阶段至少其中之一。

6. 如权利要求 1-5 中任一项所述的光学系统,其特征是所述标靶包含 :

基板;

光致变色层,形成在所述基板的上表面;

透明层,覆盖在所述光致变色层上;

金属层,形成在所述基板的下表面;以及

热电致冷器,耦合至所述金属层的下表面。

7. 如权利要求 6 所述的光学系统,其特征是这些可见基准标记是形成在所述光致变色层内。

8. 如权利要求 1-7 中任一项所述的光学系统,其特征是也包含多个可调的面镜安装座,这些可调的面镜安装座包含这些面镜方位传感器。

9. 如权利要求 8 所述的光学系统,其特征是各所述多个面镜安装座具有二旋转自由度。

10. 如权利要求 8 或 9 所述的光学系统,其特征是所述多个面镜安装座包含多个电流计马达,供所述多个面镜附装。

11. 如权利要求 1-10 中任一项所述的光学系统,其特征是也包含用以产生所述激光束的一激光。

12. 一种用于校准多个选择性引导面镜的方法,所述多个选择性引导面镜被设置用以引导激光束至场域内的可选择的位置,所述方法包含 :

定位各所述多个面镜在第一方位;

感测各所述多个面镜的所述第一方位并提供多个面镜方位输出;

固定标靶至标靶定位器,所述标靶具有至少与各所述多个选择性引导面镜的所述场域一样大的面积,并在所述标靶上提供由激光束照射的光学可见指示;所述靶是可覆写的并具有多个光学可见的基准标记;

对于各所述多个选择性引导面镜:

通过定位所述标靶定位器,在所述多个选择性引导面镜在引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置时,选择性地定位所述标靶在所述多个选择性引导面镜其中之一的所述场域中,进而在所述标靶上产生多个激光束照射标记;

在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并为所述多个选择性引导面镜其中之一提供多个激光束照射输出;以及

抹除这些激光束照射标记;以及

关联这些面镜方位输出与这些激光束照射输出,以为各所述多个选择性引导面镜提供校准输出。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其特征是也包含:对于各所述多个选择性引导面镜,在所述抹除步骤之后冷却所述标靶。

14. 一种用在校准多个选择性引导面镜的方法,这些选择性引导镜面被设置用以引导激光束至场域内的可选择位置,所述方法包含:

定位各所述多个面镜在第一方位;

感测各所述多个面镜的所述第一方位并提供多个面镜方位输出;

固定标靶至标靶定位器,所述标靶具有至少与各所述多个选择性引导面镜的所述场域一样大的面积,并在所述标靶上提供由激光束照射的光学可见指示;所述标靶是可覆写的并具有多个光学可见的基准标记;

通过定位所述标靶定位器,在各所述多个选择性引导面镜在引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置时,选择性地定位所述标靶在对应各所述多个选择性引导面镜的这些场域中;

在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并提供多个激光束照射输出;以及

关联这些面镜方位输出与这些激光束照射输出,以为各所述多个选择性引导面镜提供校准输出。

光学系统及校准多个选择性引导面镜的方法

[0001] 相关申请案交叉参照

[0002] 本申请案是参照于 2008 年 1 月 10 日提出申请且名称为“多激光束定位及能量递送系统 (Multiple Laser Beam Positioning and Energy Delivery System)”的美国临时专利申请案第 61/020,273 号,该申请案的揭示内容特此以引用方式并入且特此依据 37 CFR 1.78(a)(4) 及 (5)(i) 要求其优先权。

[0003] 本申请案与在同一日期提出申请且名称为“多光束钻孔系统 (Multiple Beam Drilling System)”相关,该申请案让与本发明的受让人且亦以引用方式并入本文中。

[0004] 技术领域

[0005] 本发明总的是涉及装置校准,且具体而言涉及用以引导激光束的多转向面镜的校准。

[0006] 背景技术

[0007] 激光束已用在制造系统多年,针对诸如基板等物体实施如物体的钻孔、熔融或烧蚀等作业。为缩短制造时间,这些系统可使用多激光束,因而对于这些多光束系统的准确性的要求不断增加。

[0008] 关于 Müller 等人的第 6,615,099 号美国专利,是揭露一种使用“偏转装置 (deflection device)”用以校准激光加工机械的作业程序,所述专利的揭示内容以引用方式并入本文中。所述方法首先产生校准板的影像,用以定义由所述反射装置造成的成像误差。在所述测试板上形成图案,并测量所述图案以定义光学偏移后,所述校准板被测试板替换。多个工件可通过补偿这些成像误差及所述光学偏移后而在所述机械中进行加工。

[0009] 发明内容

[0010] 本发明提供改进系统及方法应用在用以引导激光束的多面镜的校准。

[0011] 藉此,根据本发明的一方面是提供一种光学系统,包含:多个选择性引导面镜,分别被设置用以引导激光束至场域内的可选择位置;多个面镜方位传感器,用以感测这些选择性引导面镜的方位,并提供多个面镜方位输出;以及自动校准子系统,用以自动校准这些选择性引导面镜,所述自动校准子系统包含:标靶,具有至少与各所述选择性引导面镜的所述场域一样大的面积,并用以在所述标靶上提供由激光束照射的光学可见指示,所述标靶是可复写的并具有多个光学可见的基准标记;标靶定位器,用以在各所述多个选择性引导面镜引导所述激光束的所述标靶上的可选择位置的同时,将所述标靶选择性地定位在相对应于各所述选择性引导面镜的这些场域中;光学传感器,用以在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并提供多个激光束照射输出;以及相关器,用以因应这些面镜方位输出以及这些激光束照射输出而提供校准输出。

[0012] 根据本发明的一较佳实施例,所述光学系统可用在校准阶段及生产阶段中。

[0013] 较佳地,所述校准阶段包含:将各所述多个面镜定位在第一方位;利用这些传感器,感测各所述多个面镜的所述第一方位并提供多个面镜方位输出;固定所述标靶至所述标靶定位器;针对各所述多个选择性引导面镜:通过定位所述标靶定位器,在所述多个选

择性引导面镜其中之一引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置时,将所述标靶选择性地定位在所述多个选择性引导面镜其中之一的所述场域中,进而在所述标靶上产生多个激光束照射标记;在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并为所述多个选择性引导面镜其中之一提供多个激光束照射输出;以及抹除这些激光束照射标记;以及将这些面镜方位输出与这些激光束照射输出产生关联,以为各所述多个选择性引导面镜提供校准输出。

[0014] 或者,所述校准阶段包含:将各所述多个面镜定位在第一方位;利用这些传感器,感测各所述多个面镜的所述第一方位并提供多个面镜方位输出;固定所述标靶至所述标靶定位器;通过定位所述标靶定位器,在各所述多个选择性引导面镜引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置时,将所述标靶选择性地定位在相对应各所述多个选择性引导面镜的这些场域中;在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并提供多个激光束照射输出;以及,将这些面镜方位输出与这些激光束照射输出产生关联,以为各所述多个选择性引导面镜提供校准输出。

[0015] 较佳地,所述生产阶段包含激光钻孔阶段、激光烧蚀阶段及激光加工阶段至少其中之一。

[0016] 根据本发明的较佳实施例,所述标靶包含:基板;光致变色层(photochromic layer),形成在所述基板的上表面;透明层,覆盖在所述光致变色层上;金属层,形成在所述基板的下表面;及热电致冷器(thermoelectric cooler),耦合至所述金属层的下表面。另外,这些可见基准标记是形成在所述光致变色层内。

[0017] 较佳地,所述光学系统也包含多个可调的面镜安装座,这些可调的面镜安装座包含这些面镜方位传感器。另外,各所述多个面镜安装座具有二旋转自由度。另外或另一选择为,所述多个面镜安装座包含多个电流计马达(galvanometric motor),供所述多个面镜附装。

[0018] 在本发明的一较佳实施例中,所述光学系统也包含产生所述激光束的一激光。

[0019] 根据本发明的另一方面是提供一种用在校准多个选择性引导面镜的方法,所述多个选择性引导面镜被设置用以引导激光束至场域内的可选择的位置,所述方法包含:定位各所述多个面镜在第一方位;感测各所述多个面镜的所述第一方位并提供多个面镜方位输出;固定标靶至标靶定位器,所述标靶具有至少与各所述多个选择性引导面镜的所述场域样大的面积,并在所述标靶上提供由激光束照射的光学可见指示,所述标靶是可覆写的并具有多个光学可见的基准标记;对于各所述多个选择性引导面镜,通过定位所述标靶定位器,在所述多个选择性引导面镜其中之一在引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置时,选择性地定位所述标靶在所述多个选择性引导面镜其中之一的所述场域中,进而在所述标靶上产生多个激光束照射标记;在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并为所述多个选择性引导面镜其中之一提供多个激光束照射输出,以及抹除这些激光束照射标记;以及关联这些面镜方位输出与这些激光束照射输出,以为各所述多个选择性引导面镜提供校准输出。

[0020] 较佳地,所述方法也包含,对于各所述多个选择性引导面镜,在所述抹除步骤之后冷却所述标靶。

[0021] 根据本发明的另一较佳实施例,也提供一种用在校准多个选择性引导面镜的方

法,这些选择性引导面镜被设置用以引导激光束至场域内的可选择位置,所述方法包含:定位各所述多个面镜在第一方位;感测各所述多个面镜的所述第一方位并提供多个面镜方位输出;固定标靶至标靶定位器,所述标靶具有至少与各所述多个选择性引导面镜的所述场域一样大的面积,并在所述标靶上提供由激光束照射的光学可见指示,所述标靶是可覆写的并具有多个光学可见的基准标记;通过定位所述标靶定位器,在各所述多个选择性引导面镜在引导所述激光束至所述标靶上的可选择位置时,选择性地定位所述标靶在对应各所述多个选择性引导面镜的这些场域中;在所述激光束照射在所述标靶上之后查看所述标靶,并提供多个激光束照射输出;以及关联这些面镜方位输出与这些激光束照射输出,以为各所述多个选择性引导面镜提供校准输出。

附图说明

- [0022] 结合附图及以下实施例的详细说明可更充分理解本发明,在附图中:
- [0023] 图 1 是根据本发明实施例镜面校准装置的简化示意图;
- [0024] 图 2A 及图 2B 是根据本发明实施例,在所述装置中使用的标靶的简化示意图;
- [0025] 图 3 是根据本发明实施例,在第一校准模式中所述装置的不同作业阶段的简化示意图;
- [0026] 图 4 是根据本发明实施例,显示有标记的所述标靶的简化示意图;
- [0027] 图 5 是根据本发明实施例,显示由所述装置的处理单元在产生校准表或方程式的过程中的执行步骤的简化流程图;
- [0028] 图 6 是根据本发明的实施例,示例所述装置的第二校准模式的简化示意图。
- [0029] 图 7 是根据本发明的实施例,所述处理单元执行所述第二模式的步骤的一简化流程图。

具体实施方式

[0030] 请参照图 1,是根据本发明实施例的面镜校准装置 20 的简化示意图。装置 20 包含光学系统,所述光学系统处在处理单元 36 的全面控制下,并通常由所述装置的控制人员操作。

[0031] 处理单元 36 通常包含通用计算机处理器,所述通用计算机处理器是以软件编程,用以执行本文所述的功能。举例而言,所述软件可通过网络以电子形式下载到处理器中。此外或附加地,所述软件可提供在实体媒体中,诸如光学、磁性或电子储存媒体。更甚者,所述处理器的至少某些功能可由专用或可程序化硬件执行。

[0032] 装置 20 包含一组选择性引导面镜 38,各所述引导面镜的方位分别由处理单元 36 产生的各个指令单独控制,这些指令使得所述处理单元能选择每一欲定位的面镜。这些引导面镜在本文中也称为可定位面镜,以作为使照射在其上的光束的转向面镜。装置 20 包含光学传感器 44,在本文中假定为包含录像机,光学传感器 44 用作所述装置用以校准各所述面镜的方位的自动校准子系统 47 的一部分。除传感器 44(在本文中也称为录像机 44)外,子系统 47 的组件包含可移动工作台 42、可复写标靶 40 以及产生相关器作用的处理单元 36。下文详细描述自动校准子系统 47 各组件的功能。

[0033] 一般而言,当这些面镜已校准后,所述装置中便不再需要录像机 44,可将所述录像

机移除。或者，所述录像机可留在原处。当这些可定位面镜已校准后，在所述装置的生产阶段，装置 20 可作为激光钻孔设备 21，其中这些可定位面镜用以引导相应的激光子光束，在安装在可移动工作台 42 上的材料（图 1 中未图示）中钻取多个孔。除钻孔外，应理解，在所述生产阶段，设备 21 可用在类似在钻孔的作业，例如材料的烧蚀及 / 或加工。因而，如自下文的描述可看出，装置 20 的某些组件可执行双重功能，第一功能是关于这些组件在所述装置的校准阶段中用以校准可定位面镜组 38，第二功能是关于这些组件在所述装置的生产阶段中作为激光钻孔之用。也如下文所述，装置 20 的所述校准阶段可以多种不同模式实施。

[0034] 装置 20 包含激光 22，激光 22 通常是固态激光，产生在紫外光波段的单一激光束 24 脉冲。所述光束的参数是依据自处理单元 36 而接收到的指令设定。在本发明实施例中，所述光束包含以约 100kHz 的重复率产生约 30ns 的脉冲，每一脉冲具有约为 100 μJ 等级的能量，因此所述光束的平均功率约为 10W。光束 24 穿过柱状透镜 26，柱状透镜 26 将所述光束汇聚成实质准直光束，并被传送至声光致偏器 (acousto-optic deflector, AOD) 28。这些激光脉冲的大约全部能量均可用在所述生产阶段。在本文所述的所述校准阶段中，通常将所述激光脉冲能量降低到不足以对标靶造成损害的程度。

[0035] 声光致偏器 28 接收来自处理单元 36 的射频 (radio-frequency, RF) 驱动输入，所述射频输入导致所述入射准直激光束绕射形成单一或多个子光束 29。多个子光束 29 通常产生在二维平面中。处理单元 36 可通过改变输入声光致偏器 28 的射频输入的参数而选择这些子光束的数量以及这些子光束间的能量分布。在本发明实施例中使用的声光致偏器是由法国 Saint-Rémy-Lès-Chevreuse 的 AA Optoelectronic 生产的部件 MQ180-A0, 2-UV。

[0036] 多个子光束 29 被中继透镜 30 传送至第一面镜组 32。定位面镜组 32，用以将分别入射光束以三维子光束群 41 形式反射至第二面镜组 34。为清楚示例，图 1 中仅显示所述组三维子光束其中之一的路径 39。在以下说明中，根据需要而藉助字尾字母区分所述子光束群 41 的每一子光束。因此，若如图 1 中所示，面镜组 34 有二十个面镜及面镜组 38 有二十个面镜，而子光束群 41 包含子光束 41A、41B…… 41T。视情况，在以下说明中，也可将所述相应字母附加至需加以区分的组件。举例而言，首先自子光束 29B 而产生子光束 41B，接着子光束 41B 被面镜 32B 及 34B 反射，随后被可定位面镜 38B 反射。面镜组 32 及 34 的位置及方位通常固定，并被配置成使自面镜组 34 反射的三维子光束组通常彼此平行。

[0037] 自面镜组 34 反射的所述三维子光束组被传送至可定位面镜组 38。在面镜组 32、面镜组 34 与面镜组 38 之间是光束调整及中继透镜，在图 1 中，为清楚示意，仅以透镜 35 示出。这些光束调整及中继透镜是确保由面镜组 38 反射的子光束是窄的准直光束。在以下说明中，产生子光束群 41 的装置 20 的各组件，即组件 22、26、28、30、32、34 及 35，在本文中也称为子光束产生系统 33。

[0038] 面镜组 38 的每一面镜耦合至一组安装座中的相应转向组件，本文中称为可调的安装座 43。所述组安装座中的每一安装座 43 分别由处理单元 36 单独控制，处理单元 36 可在特定安装座的特性限制内引导所述安装座的方位，从而能引导耦合至所述安装座的面镜的方位。每一安装座包含传感器 45，传感器 45 可感测所述安装座的方位，从而可感测耦合至所述安装座的面镜的方位，且所述传感器提供相应输出至处理单元 36，因此所述处理单元可得知所述安装座及其面镜的方位。

[0039] 尽管并非本发明实施例的要求，但为简便起见，本文中假定，举例而言，处理单元

36 能以大致同一全立体角改变每一面镜的方位。另外，每一安装座通常被初始设定，使其“零方位 (null orientation)”，即安装座的方向关于处理单元 36 改变所述安装座的方位，大致相同，使其各自反射后的子光束大致正交在可移动工作台 42。举例而言，假定每一安装座 43 具有二旋转自由度，并能在与面镜的零方位方向相交的各自的正交平面中以二个独立角 θ 、 Φ 旋转其所附装的面镜。通常，安装座 43 利用供面镜组 38 附装的电流计马达来达成在二轴的面镜转向要求。

[0040] 工作台 42 可按照自处理单元 36 而接收到的命令在正交 x、y 及 z 方向上移动。在本文所述的装置 20 的所述校准阶段中，处理单元 36 通常将光束产生系统 33 设定为一次仅发射束子光束至安装在工作台 42 上的可复写标靶 40 上。如插图 48 中所示，工作台 42 将标靶 40 在针对每一面镜 38 的不同位置间移动，所述标靶的每一位置皆对应在不同面镜的相应作业场域。

[0041] 如上所述，每一面镜 38 接收各自相对应的子光束 41。然后每一面镜 38 按照所述面镜的方位反射其各自相对应的子光束 41。尽管每一面镜的零方位大致相同，但由在这些面镜的实体位置不同，故自每一面镜 38 反射的子光束覆盖不同的相应作业场域。

[0042] 图 2A 及图 2B 是本发明一实施例标靶 40 的简化示意图。图 2A 显示所述标靶的俯视图。图 2B 显示所述标靶的一局部剖面图。所述标靶被设置为具有至少与各所述面镜在工作台 42 上的工作场域一样大的面积。标靶 40 的形状及尺寸通常被选择为大于这些作业场域中的最大者。在以下说明中，举例而言，标靶 40 被假定为圆形，直径约为 50mm。

[0043] 标靶 40 是构造在基板 64 上的多层次标靶。基板 64 通常是低热膨胀材料，诸如 ZerodurTM 玻璃，以便在装置 20 的作业温度内，所述标靶以及位在所述标靶内的组件的尺寸实质不变。金属层 66 形成在基板 64 的下表面，且热电致冷器 68 (thermoelectric cooler, TEC) 耦合至金属层 66 的下表面。热电致冷器 68 因应处理单元 36 的要求而加热及冷却标靶 40。

[0044] 光致变色层 62 形成在基板 64 的上表面，且保护透明层 60 覆盖在光致变色层 62 上。保护透明层 60 通过最小化所述光致变色层与空气中氧气的相互作用而保护所述光致变色层免受光化学变质。光致变色层 62 对于可见光是透明的，直至被来自激光 22 的辐射照射。所述辐射导致受所述辐射照射的光致变色材料区域发生光致变色反应。所述反应使这些被照射区域在特定光谱带上变得实质不透明，所述光谱是通常在可见光范围内且通常为几十纳米宽，因此所述辐射能在标靶 40 上在照射区域处有效写入可见标记或指示。

[0045] 光致变色层 62 可保存写入所述标靶上的这些可见标记足够长的时间，直至这些标记因热衰减而消退。所述衰减通常遵守一项简单的阿瑞尼斯 (Arrhenius) 定律，其中衰减率与 $\exp(-E_a/kT)$ 成正比，其中 E_a 是材料的激发能量， k 是波兹曼常数 (Boltzmann's constant)，而 T 是绝对温度。通常所述衰减时间被设计为数小时。利用热电致冷器 68 向所述标靶施加适量热量，随后升高的温度可显著增加衰减率，藉此可抹除这些标记。在这些标记抹除后，通常继而用热电致冷器 68 冷却所述标靶，使得再通过另一辐射对所述标靶照射而重新写入新的可见标记。如上所述，通常需要通过冷却来延长这些标记的寿命。

[0046] 基准标记 50F 也形成在标靶 40 上，并按下文所述加以利用。通常，基准标记 50F 通过在基板 64 的上表面以及光致变色层 62 内覆盖金属 (如铬) 而形成。位在标靶 40 内的基准标记的结构实例显示在图 2B 中，其中包含在标记 50F 中的基准标记 54、56 显示在剖

面中。

[0047] 标靶 40 被构造为使这些基准标记以及写入所述光致变色层中的标记相对于其周边环境,在测量时皆具有高对比差。传感器 44 所使用的检验辐射通常被选择用 以产生高对比差。这些标记的高对比差通常通过峰值发射波长位在或接近所述光致变色材料的吸收带最高峰值在呈现色彩形式下的发光二极管照明装置达成。基板 64 通常被构制成大致可散射的,从而可确保所述高对比差。

[0048] 图 3 是根据本发明一实施例在第一校准模式中装置 20 的不同作业阶段的简化示意图。在所述第一校准模式中,工作台 42 作用为一靶标定位器,依序地移动靶标 40,使得在每一位置,靶标 40 皆包含每一面镜 38 的作业场域。对于每一面镜,所述靶标被自所述面镜反射的子光束辐射照射,所述面镜将所述子光束引导至所述面镜作业场域内的可选择位置。在所有面镜皆被照射后,工作台 42 将所述标靶移出这些面镜的作业场域,并移入传感器 44 的查看场域。

[0049] 图 3 对应于图 1 的插图 48,显示标靶 40 被工作台 42 依序定位在四个不同位置 P1、P2、P3 及 P4。每一位置对应在不同面镜的作业场域,举例而言,假定这些面镜是所述校准顺序中的前四个面镜。举例而言,被辐射照射的这些前四个面镜是假定为面镜 38G、38F、38P 及 38Q,在本文中也称为面镜 M1、M2、M3 及 M4。根据需要,在以下说明中,预定面镜 38 可在本文中称为面镜 Mn,其中 n 是正整数。

[0050] 当标靶 40 位在位置 P1 时,处理单元 36 激发子光束 41G(通常具有如上述的降低的脉波能量),并确保其余子光束群 41 无激发。在子光束 41G 被激发时,处理单元 36 利用面镜 M1 的耦合安装座 43 将面镜 M1 相对于其入射子光束旋转至小数量个不同已知方位 a_1 、 a_2 ……。应可理解,每一具体方位是附装至面镜 M1 的安装座 43 的二旋转角 θ 、 φ 的组合,因此方位 a_1 可更完整地写为序对 $(\theta(a_1), \varphi(a_1))$ 。然而,除必要情况外,为简便起见,在以下说明中,每一方位仅用一字母及一字尾符号表示。

[0051] 在下文中举例而言,假定不同已知方位的数量是 5,因此这些不同方位包含 $\{a_1, a_2, \dots, a_5\}$,也写为 $\{\alpha 1\}$ 。对于以 $\{\alpha 1\}$ 表示的每一方位,来自 M1 的光束被以一角度反射至 z 轴且位在包含所述 z 轴的一平面中。处理单元 36 保持所述面镜在各所述已知不同方位上分别固定一段时间,在所述段期间,标靶 40 被所述反射的子光束辐射照射。于不同方位 $\{a_1, a_2, \dots, a_5\}$ 下的辐射照射在光致变色层 62(图 2B) 中,分别产生标记 $\{1x1, 1x2, \dots, 1x5\}$,也写为 $\{1X\}$ 。通常方位 $\{\alpha 1\}$ 是经选择,以使标记组 $\{1X\}$ 大致均匀地分布在面镜 M1 的整个作业场域中。处理单元 36 尽可能选择将所述时段缩短,但需足以使由所述反射的子光束形成的这些标记具有足以使传感器 44 容易地识别出的对比差。对于上述例示性激光,典型时段允许大约十个脉波 制造每一标记,因此所述时间段是大约 $100 \mu s$ 。

[0052] 当已产生标记组 $\{1X\}$ 后,处理单元 36 切断子光束 41G,并定位工作台 42,以定位标靶 40 至位置 P2,其中面镜 M2 的作业场域包含在所述标靶内。当标靶 40 位在位置 P2 时,处理单元 36 激发子光束 41F,并确保其余子光束群 41 不被激发。在子光束 41F 被激发时,处理单元 36 将面镜 M2 相对于其入射子光束旋转至一组小数量的不同已知方位 $\{\alpha 2\}$ 。通常,本文中假定,方位组 $\{\alpha 2\}$ 的不同方位的数量与方位组 $\{\alpha 1\}$ 的数量相同。然而,这些数量不必定相同,在某些实施例中这些数量可不同。

[0053] 方位组 $\{\alpha 2\}$ 被选择,以使通过子光束 41F 反射在标靶 40 上而产生的标记 $\{2x1,$

2x2……2x5} (也写为 {2X}) 与标记组 {1X} 分开。所述分开距离的选择是足以使传感器 44 能够将每一标记 {1X} 与每一标记 {2X} 区分开来。标记组 {2X} 的形成方式实质与标记组 {1X} 相同。在标记组 {2X} 形成后, 处理单元 36 移动工作台 42, 用以定位标靶 40 于位置 P3, 在位置 P3, 所述标靶包含面镜 M3 的作业场域; 然后定位标靶 40 于位置 P4, 在位置 P4, 所述标靶包含面镜 M4 的作业场域。

[0054] 面镜 M3 的标记 {3x1、3x2……3x5} (也写为 {3X}) 以及面镜 M4 的标记 {4x1、4x2……4x5} (也写为 {4X}), 是分别利用子光束 41P 及 41Q 以实质如上文针对标记 {1X} 所述方式形成。

[0055] 在图 3 中, 为清晰起见, 每一组标记 {1X}、{2X}、{3X} 及 {4X} 针对同一特定组使用同一符号显示, 但各组间使用不同符号显示。由这些子光束产生的实际标记的形状是由处理单元 36 控制。在某些实施例中, 所有标记不论其是否是在同一组抑或是不同组中, 皆实质具有相同的形状。举例而言, 所有标记是可在面镜在受辐射照射期间不移动之下, 在标靶 40 上形成数个单点, 一特定标记的单点是通过在相应方位下的辐射照射形成。这些点通常具有介在约 20 μm 与约 70 μm 之间的直径。

[0056] 或者, 在另外一些实施例中, 标记可形成为具有二个或更多个不同形状。标记所具有的结构是由多个单点群组形成, 其是通过处理单元 36 将面镜关于其特定方位移动, 从而使自所述面镜反射的子光束在所述标靶上形成一预定图案。可使用的图案的实例包含一三角形或一长方形的部分边及 / 或顶点, 但也可使用任何其它适宜图案。以一组单点的形式形成一标记通常要求更准确地定位点的位置, 因此面镜的校准需要更准确。

[0057] 处理单元 36 将上述针对前四个面镜的方法应用到所有面镜组 38。因此, 每一面镜 38 皆在标靶 40 上产生一组标记, 处理单元 36 定位这些标记, 以使每一标记分开。分开距离足以使得当传感器 44 配合处理单元 36 检查标靶 40 时, 可区分开不同的标记。

[0058] 图 4 是根据本发明一实施例标靶 40 的简化示意图。标靶 40 显示在已使用二十个面镜 38A、38B……38T 如上所述辐射照射所述标靶后所产生的例示性标记, 其中每一面镜在所述标靶上产生五个标记。在图 4 中, 假定这些标记是数个单点, 但应可理解, 如上所述, 某些或所有这些标记可为点的群组。

[0059] 返回图 1, 在欲被校准的所有面镜组 38 已用在辐射照射标靶 40 后, 工作台 42 将所述标靶移动至传感器 44 的查看场域中。处理单元 36 利用由传感器 44 所获得的标靶 40 的影像而产生每一面镜 38 的校准表, 如下文参照图 5 所述。

[0060] 图 5 是简化流程图 100, 显示按照本发明的实施例通过处理单元 36 而产生每一面镜 38 的校准表或方程式的步骤。流程图 100 的步骤描述假定是按照上文中, 针对装置 20 的作业的描述, 并对应在装置 20 的所述第一校准模式。

[0061] 在第一定位步骤 102 中, 固定标靶 40 至工作台 42, 且处理单元 36 定位所述工作台, 以使所述标靶位在面镜 M1 的作业场域中。

[0062] 在第一辐射照射步骤 104 中, 处理单元 36 激发合适的子光束, 在此, 是子光束 41G。然后, 所述处理单元将面镜 M1 定位至其预定位置, 以便在所述标靶上形成标记。相对于面镜 M1, 这些标记是 {1X}。

[0063] 随后的定位步骤 106 重复步骤 102 中的操作, 处理单元 36 定位所述工作台, 使所述标靶位在另一面镜 38 的作业场域中。

- [0064] 随后的辐射照射步骤 108 对已在步骤 106 中定位的面镜重复步骤 104 的作业。
- [0065] 在一判断步骤 110 中, 处理单元 36 检查是否所有面镜 38 皆已完成上述步骤的校准过程。若某些面镜尚未完成所述过程, 则处理单元 36 返回步骤 106。
- [0066] 若所有面镜皆已完成所述校准过程, 则在一标靶平移步骤 112 中, 处理单元 36 移动工作台 42, 使标靶 40 位在传感器 44 的查看场域中, 且处理单元 36 利用传感器 44 以采集标靶 40 及其标记的影像。
- [0067] 在一分析步骤 114 中, 利用所采集的所述标靶的基准标记的影像, 所述处理单元确定标靶 40 上的每一标记的实际 (x, y) 值, 并关联这些实际值与理论期望值 {1X}、{2X} ……, 在本文中也写为 E{1X}、E{2X} ……。所述关联可由处理单元 36 自动实施。举例而言, 对于每一期望值 {1X}、{2X} ……, 具有最接近所述期望值的实际 (x, y) 的标记是被设定为相应的标记。或者, 装置的操作人员可至少部分地协助处理单元 36 执行所述关联。
- [0068] 对于每一面镜 38, 处理单元 36 皆选择所述面镜的标记的实际 (x, y) 值。由这些选出的值, 处理单元 36 担任相关器, 用以对于每一面镜在所述面镜的方位与通过所述面镜的子光束的反射形成的实际 (x, y) 值之间产生关联。处理单元 36 利用习知技术中常见的内插及 / 或外插方法产生所述关联。处理单元 36 可以任何合宜形式储存定义这些面镜的关联, 诸如每一面镜的校准表, 及 / 或每一面镜具有以下通式的方程式 :

[0069]

$$(x,y) = f_{Mn}(\theta,\varphi) \quad (1)$$

- [0070] 其中, f_{Mn} 是由所述处理单元所定义的面镜 Mn 的函数。
- [0071] 应可理解, 每一表或方程式的值 (x, y) 可虑及每一面镜 Mn 的不同实体位置。
- [0072] 在步骤 114 完成后, 通常流程图 100 即结束。可视情况, 如虚线 116 所示, 在抹除步骤 118 中, 可抹除标靶 40 上的标记, 从而使所述标靶可用在装置 20 的另外的校准。
- [0073] 自上文对所述第一校准模式的描述中, 应可了解, 所有面镜 38 皆可利用对标靶 40 的一次检查及分析 (如以上步骤 114 中所述) 自动校准。因此, 用在校准所有面镜 38 所花费的时间较短。
- [0074] 根据本发明的实施例, 图 6 是简化示意图, 显示装置 20 的第二校准模式, 而图 7 是用以实施所述第二模式而执行的步骤的简化流程图 150。除下述不同外, 所述第二校准模式与所述第一校准模式大致相同, 因此在构造及作业方面, 在图 1 与图 6 中以相同参考组件符号表示。
- [0075] 不同于所述第一校准模式, 在所述第二校准模式中, 每一面镜分别利用标靶 40 单独校准。在每一面镜校准后, 用在所述校准的所述标靶上的标记被抹除, 而所述标靶可用在校准另一面镜。
- [0076] 在流程图 150 中, 一定位步骤 152 与步骤 102 (图 5) 实质相同。
- [0077] 第一辐射照射步骤 154 与步骤 104 大致相同。然而, 由于一次仅校准一个面镜, 因而用在每一校准的标记数量可大幅增多。举例而言, 在以上对所述第一校准模式的示性说明中使用 5 个标记, 而在所述第二校准阶段模式中使用的标记的典型数量是约 100 个。
- [0078] 在平移步骤 156 中, 处理单元 36 移动工作台 42, 使标靶 40 位在传感器 44 的查看场域内, 且处理单元 36 利用传感器 44 采集标靶 40 及其标记的影像。
- [0079] 在抹除步骤 158 中, 处理单元 36 激发热电致冷器 68 (图 2B), 用以充分加热所述

标靶，以抹除在步骤 154 中产生的标记。在抹除这些标记后，所述处理单元通常激发热电致冷器 68 以冷却所述标靶，使标靶处在可被标记的状况，供随后的辐射照射使用，如上文所述。

[0080] 在判断步骤 160 中，处理单元 36 查看所有面镜是否皆已完成处理，即步骤 154、156 及 158 是否已应用至每一面镜。

[0081] 若有面镜尚未完成处理，则在平移步骤 162 中，处理单元 36 移动附装有标靶 40 的工作台，使所述标靶处在另一面镜的场域内，且所述流程图返回步骤 154 的开端。

[0082] 若判断步骤 160 回报的结果是所有面镜皆已处理，则在分析步骤 164 中，处理单元 36 分析在步骤 156 中采集的各所述影像。分析步骤 164 大致类似于上述的分析步骤 114。处理单元 36 自所述分析步骤以校准表及 / 或方程式的形式针对每一面镜产生一关联。

[0083] 随后流程图 150 结束。

[0084] 以上描述内容已描述装置 20 校准面镜 38 的二种模式。所述第一模式使得利用标靶 40 在这些面镜场域与传感器 44 的查看场域之间经过一次便能校准所述装置的所有面镜。在所述第二模式中，所述面镜需要在这些面镜场域与传感器 44 的查看场域之间多次经过。所述第一校准模式能在相对短时间段内校准所有面镜 38。所述第二校准模式所需的时间通常较所述第一模式长，但由所述第二模式提供的校准通常具有更高的准确性。

[0085] 应可理解，上述二种模式是例示性的，装置 20 也可执行其它校准模式。举例而言，面镜组 38 可被组织成多个群组，且实质上可如上文所述，针对所述第一模式校准每一群组中的多个面镜，但针对每一面镜的标记的数量可多于所例示的五个。然后可抹除所述标靶，并可依据所述第一模式中所述，随后校准另一面镜群组。将这些面镜组织成群组可允许装置的操作人员选择期望的校准精确水平以及校准所花费时间。

[0086] 应可了解，上述实施例是以举例方式引述，本发明并不限于上文中具体显示及描述的内容。而是，本发明的范围包含熟悉此项技术者在阅读上述说明中可能想到的且在先前技术中未曾披露者，同时一并包含上述的各种不同特征的各个组合及子组合以及其变化形式和修改形式。

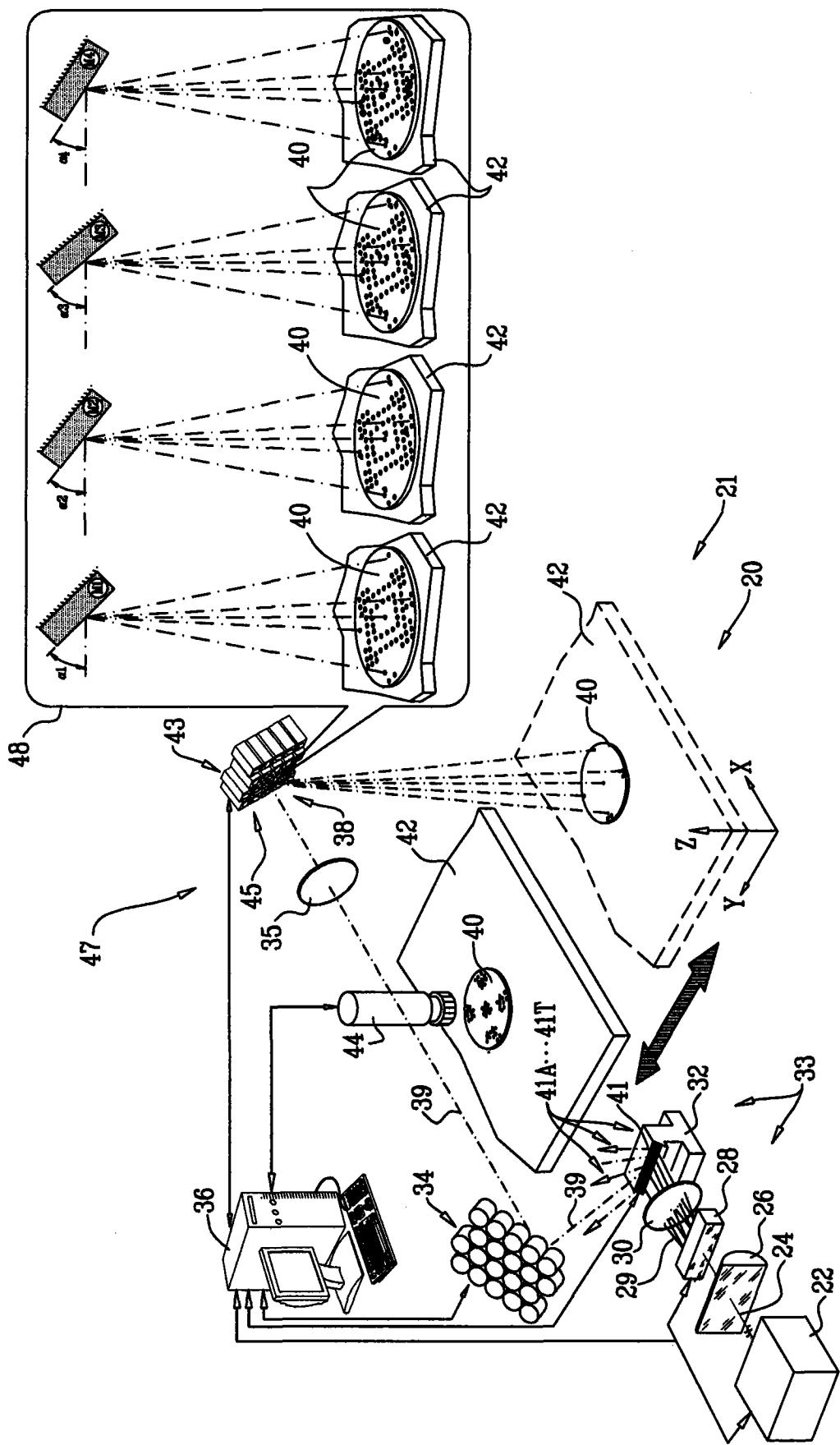


图 1

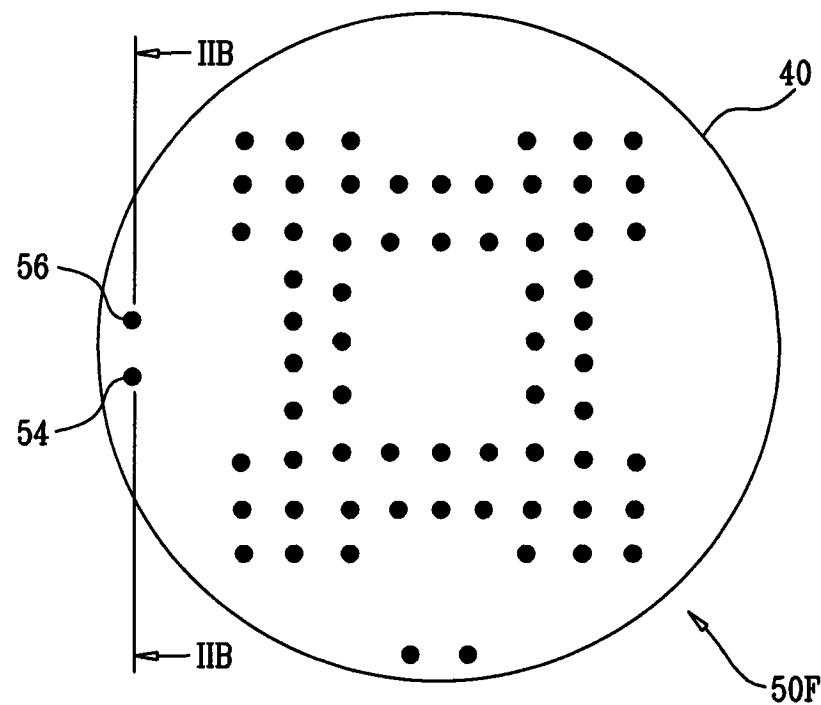


图 2A

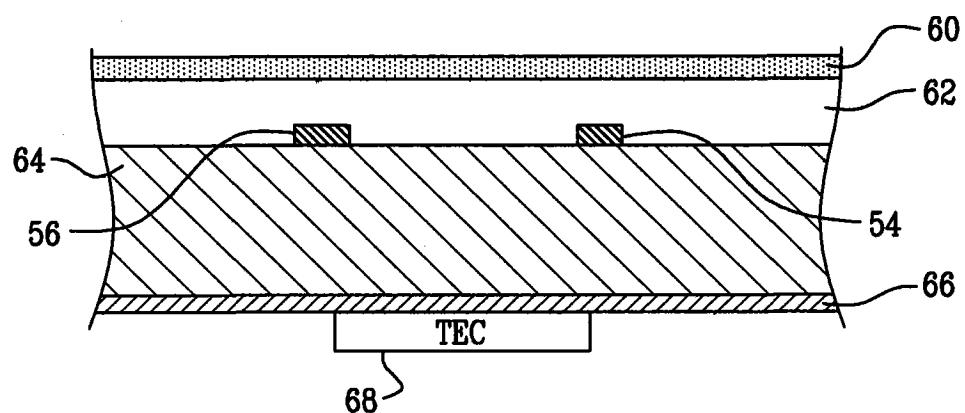


图 2B

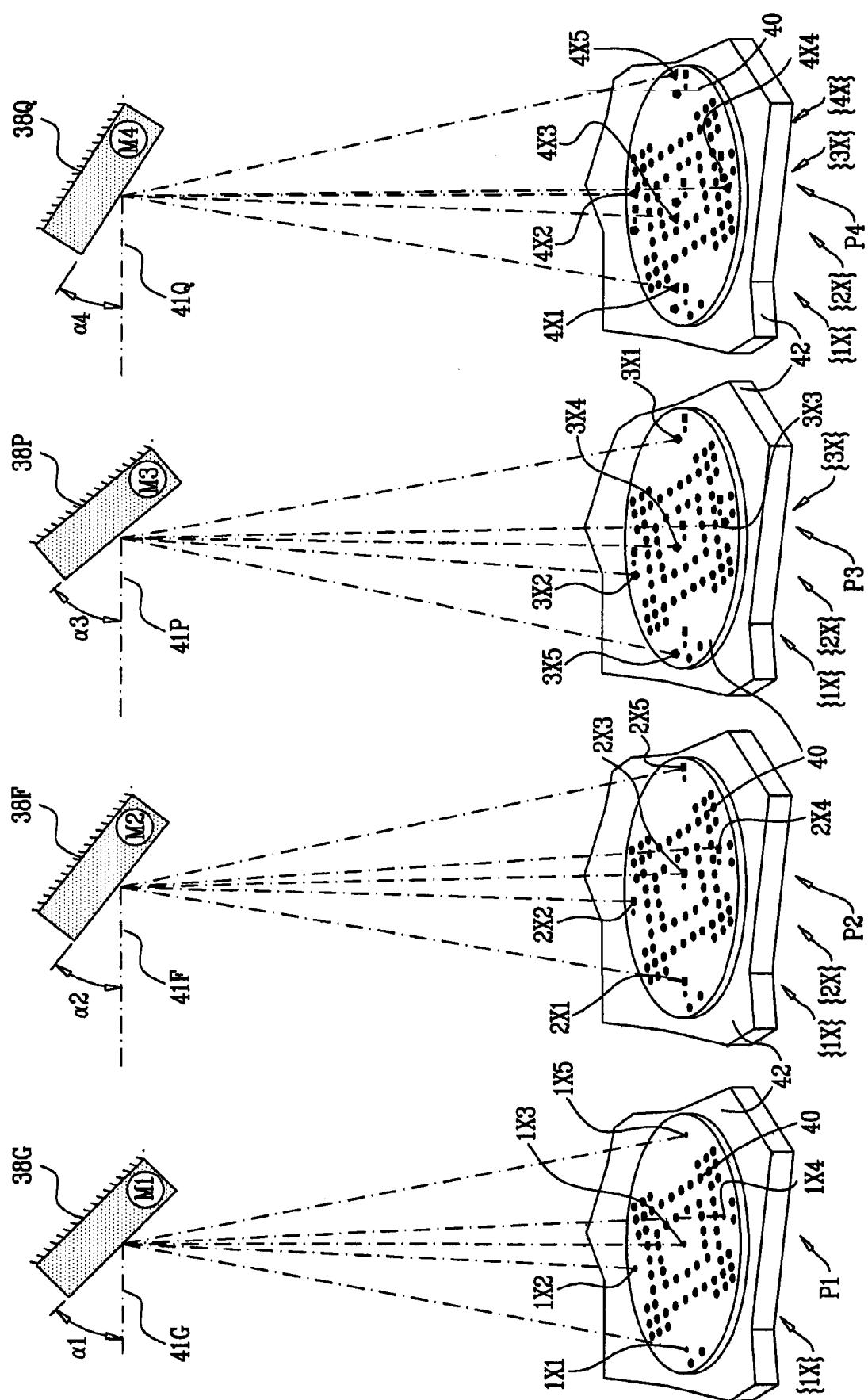


图 3

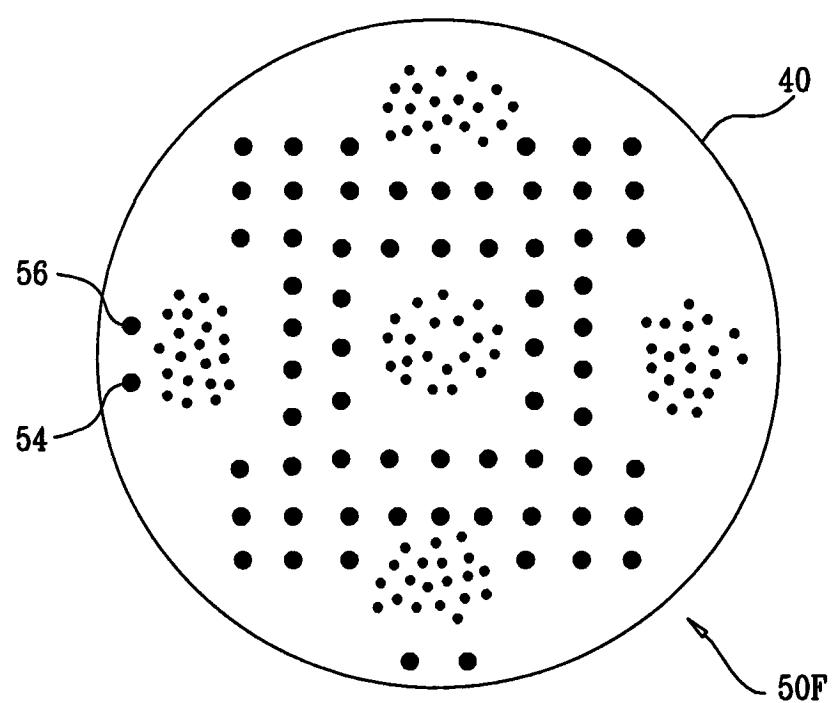


图 4

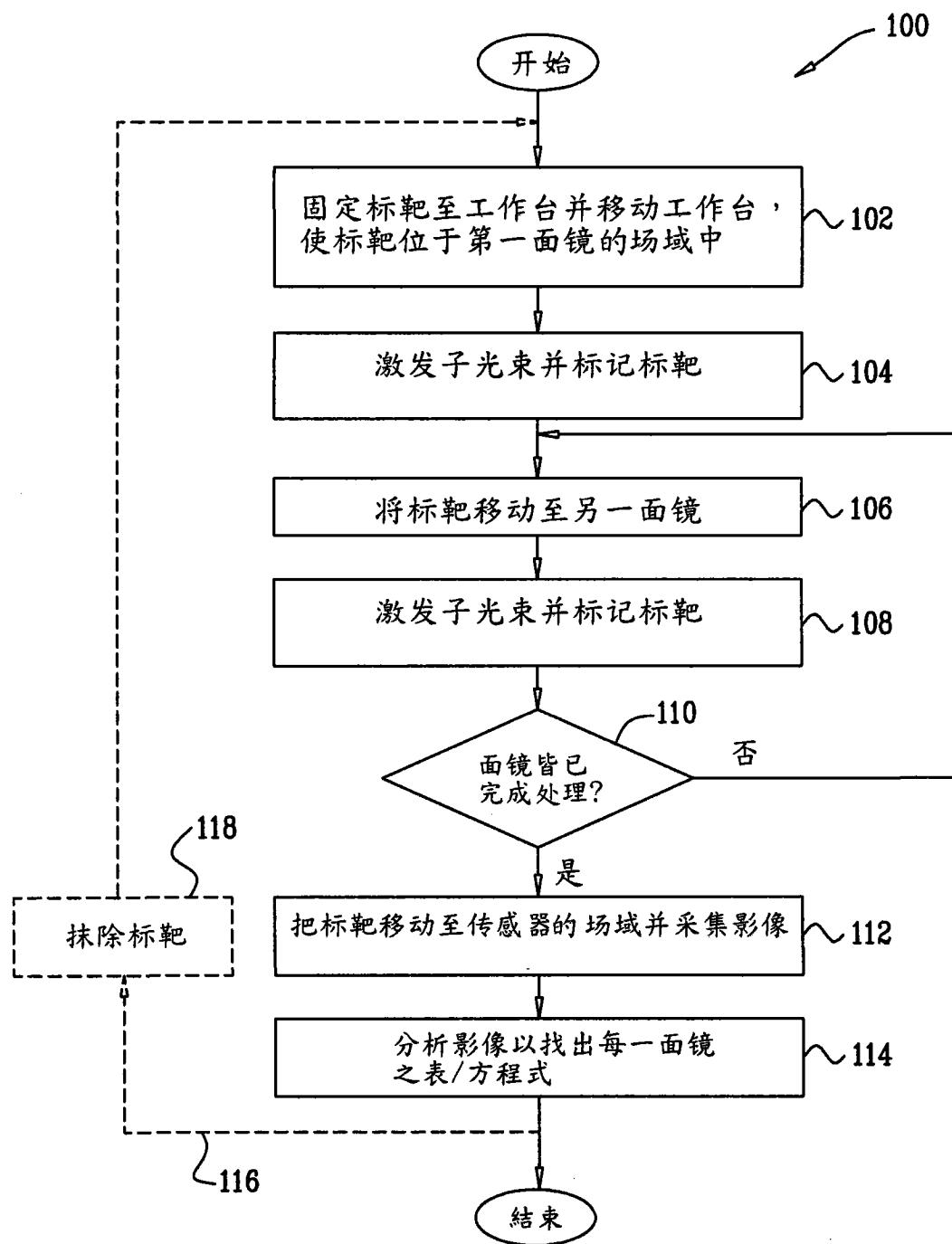


图 5

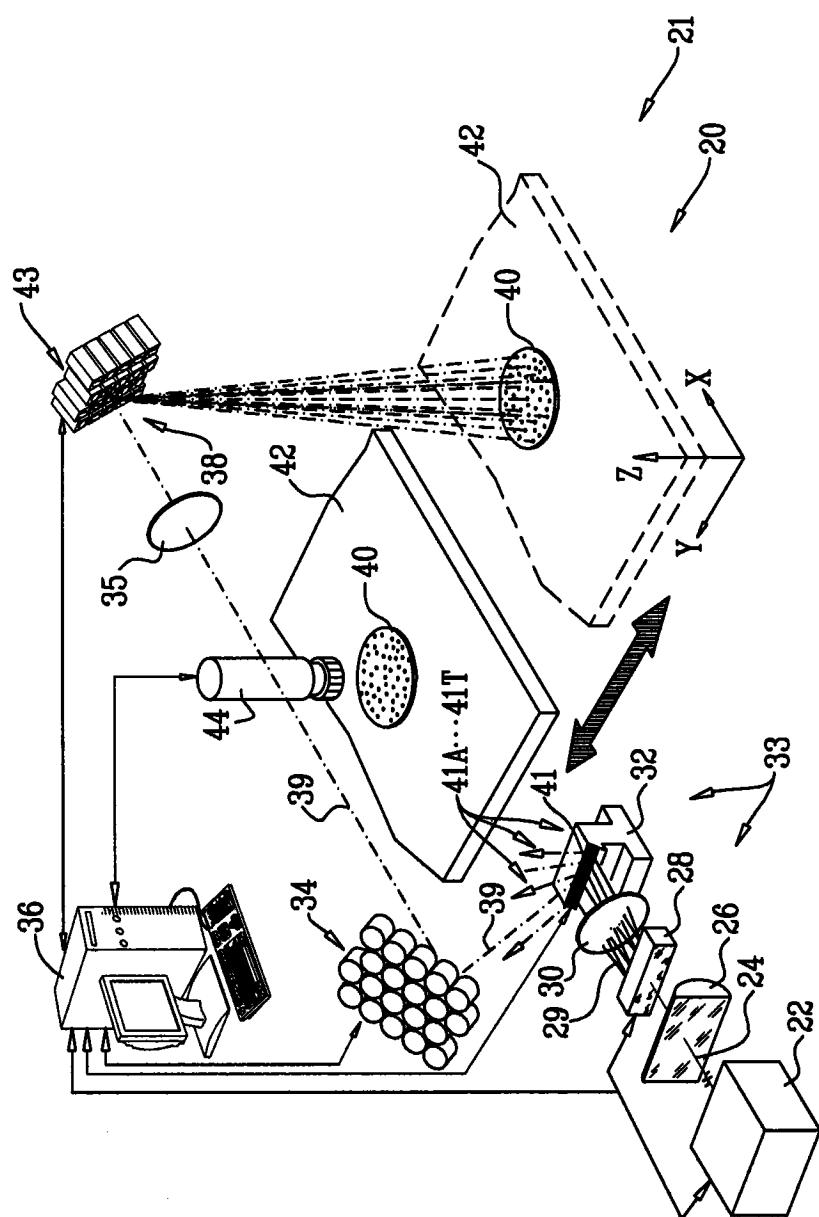


图 6

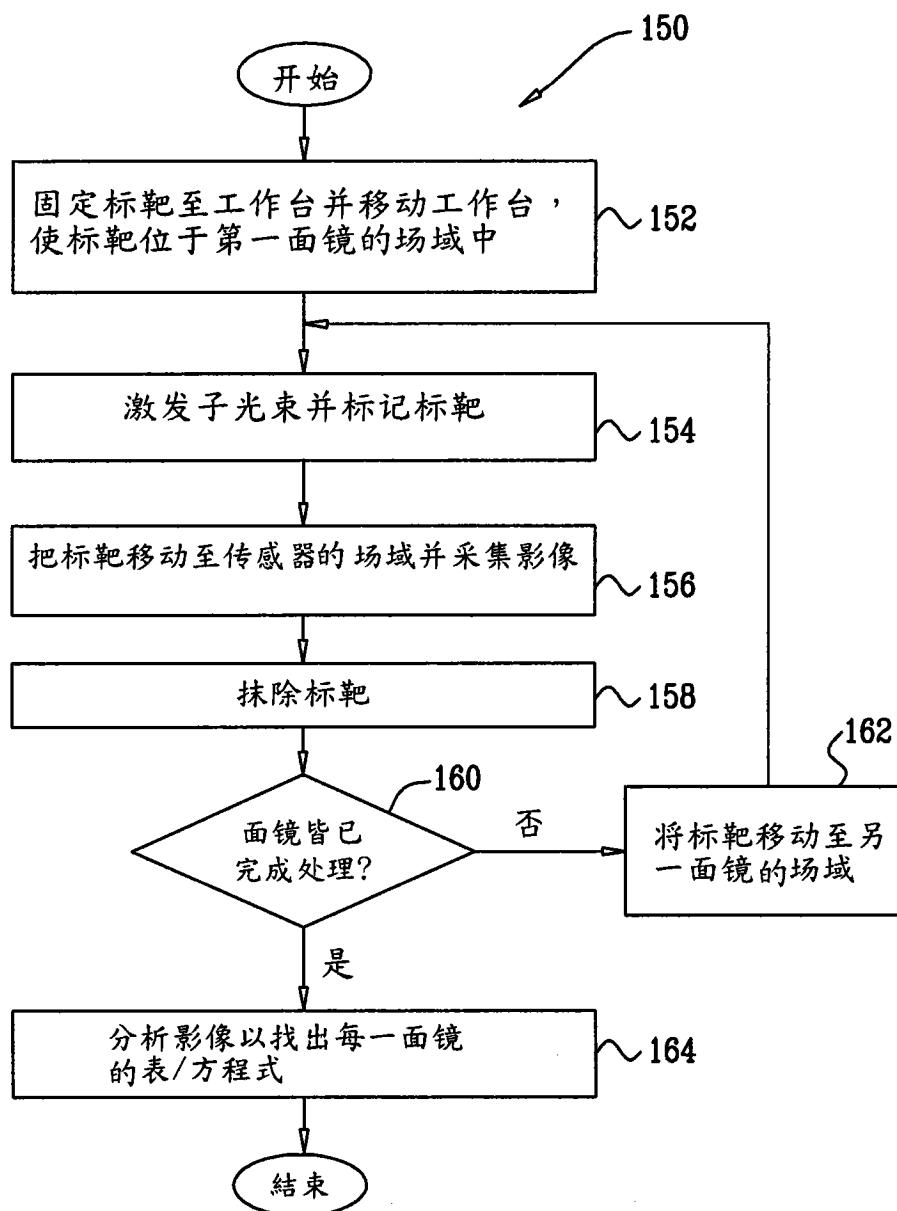


图 7