



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103681190 B

(45)授权公告日 2018.06.05

(21)申请号 201310404108.2

(22)申请日 2013.09.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103681190 A

(43)申请公布日 2014.03.26

(30)优先权数据

13/607329 2012.09.07 US

(73)专利权人 FEI 公司

地址 美国俄勒冈州

(72)发明人 M.斯特劳 M.埃默森

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 马红梅 胡莉莉

(51)Int.Cl.

H01J 37/28(2006.01)

H01J 37/244(2006.01)

H01J 37/22(2006.01)

H01J 37/305(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开平11-23481 A,1999.01.29,

CN 102812533 A,2012.12.05,

CN 102364329 A,2012.02.29,

审查员 孔敏

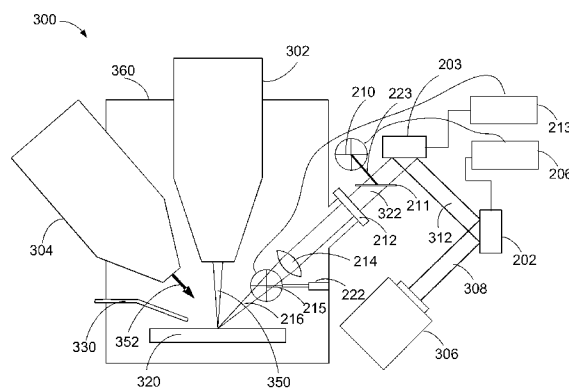
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

用于激光束和带电粒子束的重合对准的方法

(57)摘要

一种用于将激光束对准成与带电粒子束重合的方法和装置。所述发明提供了一种用于对准激光束穿过物镜的中心并最终瞄准多束系统的共心点的方法。该装置利用了定位于带电粒子系统的真空室内或外的激光束对准系统的部件。



1. 一种多束系统,包括:

真空室;

用于支撑该真空室内的工件的工件支座;

用于生成带电粒子束的带电粒子束系统,

所述束被引导向该工件;

用于生成激光束至所述带电粒子束系统的共心点从而加工该真空室内的工件的激光束系统;

用于对准所述激光束的激光束对准系统,

所述激光束对准系统包括:

在所述真空室内的第一激光束对准检测器;

在所述真空室外的第二激光束对准检测器;

耦合至所述第一激光束对准检测器的第一束倾斜反射镜;

耦合至所述第二激光束对准检测器的第二束倾斜反射镜;

第一束倾斜控制器,该第一束倾斜控制器响应于该第一激光束对准检测器检测到的位置信号并引导该第一束倾斜反射镜以将所述激光束移动向第一位置;以及

第二束倾斜控制器,该第二束倾斜控制器响应于该第二激光束对准检测器检测到的位置信号并引导该第二束倾斜反射镜以将该激光束移动向第二位置;以及

其中,该第一位置和第二位置与所述带电粒子束系统的共心点对准。

2. 如权利要求1所述的多束系统,其中,所述带电粒子束系统包括用于生成电子束的电子束源和用于生成离子束的离子束源中的至少一个。

3. 如权利要求2所述的多束系统,其中,所述带电粒子束系统包括用于供应与所述工件反应的前驱气体的气体注入系统。

4. 如权利要求2或3所述的多束系统,其中加工所述工件包括从所述工件清除材料。

5. 如权利要求1所述的多束系统,其中,该激光束穿过物镜。

6. 一种用于带电粒子束系统内的激光对准的方法,包括:

在真空室内的工件支座上提供工件;

提供用于生成带电粒子束的带电粒子束系统,并将所述带电粒子束向该工件引导;

提供用于生成激光束的激光束系统以加工所述真空室内的工件;以及

提供用于对准所述激光束至所述带电粒子束系统的共心点的激光束对准系统;

其特征在于:

提供在所述真空室内的第一激光束对准检测器;

提供在所述真空室外的第二激光束对准检测器;

提供耦合至所述第一激光束对准检测器的第一束倾斜反射镜;

提供耦合至所述第二激光束对准检测器的第二束倾斜反射镜;

使用第一束倾斜控制器来响应于该第一激光束对准检测器检测到的位置信号并引导该第一束倾斜反射镜以将所述激光束移动向第一位置;以及

使用第二束倾斜控制器来响应于该第二激光束对准检测器检测到的位置信号并引导该第二束倾斜反射镜以将该激光束移动向第二位置;以及

其中,该第一位置和第二位置与所述带电粒子束系统的共心点对准。

7. 一种将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,包括以下步骤:
 - 由所述带电粒子束系统生成带电粒子束;
 - 将该带电粒子束引导到在真空室的工件支座上的工件;
 - 由激光系统生成激光束以将所述激光束与所述带电粒子束系统的共心点对准;
 - 定位所述激光束,从而使得其穿过激光注入端口窗口并进入真空室;
 - 移动对准检测器至激光束路径内的预对准位置;
 - 定位所述激光束,从而使得其指向分束器的第一对准位置;
 - 用所述对准检测器监控在所述分束器上的位置;
 - 使用快速倾斜反射镜来调整所述激光束,从而使得所述激光束指向与物镜对准的第二对准位置处;以及
 - 再次监控在所述分束器上的所述激光束的位置,从而使得其指向所述第一对准位置。
8. 如权利要求7所述的将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,其中,在所述第一对准位置上的束位置通过所述对准检测器转换成施加在所述快速倾斜反射镜上的电压。
9. 如权利要求7所述的将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,其中,重复地进行针对所述第一对准位置和所述第二对准位置瞄准激光束的过程直到所述激光束与所述第一对准位置和所述第二对准位置均对准。
10. 如权利要求7所述的将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,其中使用所述快速倾斜反射镜来扫描工件上的所述束。
11. 如权利要求7所述的将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,其中如果所述倾斜反射镜没有将所述束集中在所述第二对准位置上,则在X/Y方向上移动所述倾斜反射镜以使所述束集中。
12. 如权利要求7所述的将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,其中,在所述工件上机加工激光光点,并与系统的共心点相比较。
13. 如权利要求12所述的将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,其中,如果所述激光光点与所述共心点不匹配,则重复权利要求7-12之一所述的步骤直到它们匹配。
14. 如权利要求7-12任一项所述的将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,其中使用所述快速倾斜反射镜来调整所述激光束,从而使得所述激光束指向与所述物镜对准的第二对准位置处包括使用第二对准检测器来监控所述激光束在第二对准位置处的对准。

用于激光束和带电粒子束的重合对准的方法

[0001] 发明技术领域

[0002] 本发明涉及带电粒子束系统,更确切地说,涉及一种用于在带电粒子束系统内对准激光束的系统和方法。

[0003] 发明背景

[0004] 带电粒子束系统用于各种应用中,包括微型装置的制造、修理和检查,如集成电路、磁性录音头以及光刻掩膜。带电粒子束包括离子束和电子束。

[0005] 聚焦束中的离子通常具有足够的动量通过从表面上物理地喷射材料来进行微机械加工。因为电子比离子轻得多,所以电子束通常局限于通过在蚀刻剂蒸汽和基底之间引起化学反应来清除材料。离子束和电子束两者都可以用于以比最好的光学显微镜所能实现的更大的放大率和更高的分辨率使表面成像。

[0006] 由于离子束甚至在被用于成像时易于破坏样品表面,所以经常在双束系统中使离子束柱与电子束柱相组合。此类系统经常包括能够以对目标造成最小破坏来提供高分辨率影像的扫描电子显微镜(SEM)和能够用于改变工件和形成影像的离子束系统,如聚焦束系统或成形束系统。包括液态金属聚焦离子束(LMIS FIB)和电子束的双束系统是众所周知的。

[0007] 对于一些微机械加工应用而言,许多实例中的聚焦离子束(FIB)铣削的缓慢程度不能让人接受。其他技术(如用飞秒激光器铣削)可以用于更快速地清除材料,但这些技术的分辨率低于典型的LMIS FIB系统。激光器通常能够以比带电粒子束高得多的速率向基底供应能量,并且因此激光器通常具有比带电粒子束(对于1kHz激光脉冲重复频率,通常高达 $7 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{s}$)高得多的材料清除速率(对于镓FIB,通常为0.1至 $3.0 \mu\text{m}^3/\text{s}$)。激光系统使用若干种不同的机理用于微机械加工,包括激光烧蚀,在激光烧蚀中,快速地供应至一小体积上的能量致使原子从基底上被爆炸式地驱逐。所有此类使用激光束用于快速地从基底上清除材料的方法将在此通称为激光束铣削。

[0008] 带电粒子束系统与激光束系统的组合可以展现出两者的优点。例如,使高分辨率LMIS FIB与飞秒激光器组合允许激光束用于快速材料清除并且允许离子束用于高精度微机械加工,以便在相同系统内提供扩展范围的铣削应用。电子束系统或者单独地或者结合FIB的组合允许样品的非破坏性成像。

[0009] 图1示出了具有带电粒子束柱101和激光器104的组合的现有技术双束系统100。Marcus Straw等人的美国专利申请号2011/0248164“组合式激光器和带电粒子束系统(Combination Laser and Charged Particle Beam System)”中描述了此类双束系统,此申请被转让给本发明的受让人并通过引用结合于此。美国专利申请号2011/0248164通过其包含在此背景部分而不被承认是现有技术。如在图1的示意图中所示,来自激光器104的激光束102通过位于真空室108内的透镜106被聚焦成一条会聚激光束102。激光束102通过窗口110进入该室。位于与带电粒子束112相邻的单个透镜106或一组透镜(未示出)用于使激光束102聚焦,从而使得当带电粒子束在位置116上冲击样品114时,该激光束与带电粒子束112(由带电粒子束柱101产生)或者重合且共焦或者相邻。

[0010] 整合激光束系统与带电粒子束系统提出了巨大的挑战。在空间上稳定激光束中会出现问题,该激光束与带电粒子束结合使用。激光器的稳定性通过其精确地保持其与输出孔径的方向和其初始位置来确定。然而,激光束位置在时间上会随着温度的变化、激光器内的机械振动以及其他环境条件而漂移。因此需要定期重复对准激光束,以补偿漂移。在带电粒子束系统内对准激光束目前是一个非常冗长且耗时的手动过程并且需要重要的专业技能。激光束系统内的自动化束定位是众所周知的。见科学仪器评论80,013102 (2009年)“用于脉冲红外激光器的自动束对准系统 (Automatic beam alignment system for a pulsed infrared laser)”。过去的系统通常使用一种接收来自束位置检测器的信号的控制器的,并且因此发出用于机动光学元件(例如,可调反射镜)的命令,以便保持束的正确对准。

[0011] 不幸地,除了手动地对准激光束外,目前没有允许方便地在带电粒子束系统内对准激光束定位的实用系统。带电粒子束系统的小样品室使得难于容纳束对准系统所需的部件。需要一种方法和装置,用于以方便的方式在带电粒子束系统内对准激光束而不需要手动地进行对准。

[0012] 发明概述

[0013] 本发明的目标是提供一种方法和装置,以在带电粒子束系统内进行激光束的对准,这是结合电子束或聚焦离子束来完成的,该电子束或聚焦离子束提供与系统的共心点的重合对准。根据本发明的优选实施例,束定位系统可以用于提供此种类型的对准。

[0014] 本发明的另一个目标是提供一种系统,该系统具有真空室、该真空室内的工件支座、用于生成带电粒子束的带电粒子束系统、用于生成激光束的激光束系统以及用于对准激光束的激光束对准系统,其中,该激光束对准系统在该真空室内具有激光束位置检测器。该系统在真空室外将具有第二束位置检测器和束倾斜反射镜,以对激光束做出调整,从而使得激光束对准带电粒子束系统的共心点。

[0015] 本发明的另一个目标是提供一种对激光束做出调整的方法,该方法包括:能够生成带电粒子束的带电粒子束源、提供真空室、提供能够生成激光束的激光束源、提供允许该激光束源对准带电粒子束系统的共心点的激光束对准系统。

[0016] 本发明的另一个目标是提供一种将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法,其中,这些步骤包括生成有待在该工件上使用的带电粒子束、生成有待在该工件上使用的激光束,其中,该激光束共心地对准该工件。使用位于系统的真空室内的对准检测器以及位于该检测器外的对准检测器执行激光束的对准过程。

[0017] 为了更好地理解本发明的以下详细说明,上文已经相当广泛地概述了本发明的特征和技术优点。下文将描述本发明的附加特征和优点。本领域技术人员应认识到所披露的概念和具体实施例可容易地用作改进或设计用于完成本发明相同目的其他结构的基础。本领域技术人员还应认识到这些同等构造不脱离如随附权利要求中所阐明的本发明的精神和范围。

[0018] 附图简要说明

[0019] 为了更加彻底地理解本发明和本发明的优点,现在结合附图参考以下说明,其中:

[0020] 图1示出了包括带电粒子束和激光束子系统的现有技术双束系统的示意图。

[0021] 图2示出了显示激光束对准系统的本发明的实施例的示意图。

[0022] 图3示出了显示与多束系统整合的激光束对准系统的本发明的实施例的示意图。

[0023] 图4为一个流程图,示出了激光束对准过程的步骤。

[0024] 不旨在按比例绘制附图。在附图中,用相同的数字表示各图中所示的每个完全相同或几乎完全相同的部件。出于清晰性的目的,在每张图中,不是每个部件都可以都被标号。

[0025] 优选实施方案的详细描述

[0026] 激光束系统与带电粒子系统的结合涉及到的困难是对准激光束所需的时间量和专业技能。用于在真空室内对准激光束的一般方法是非常冗长且耗时的手动过程。本发明的实施例提供了较在带电粒子束系统内手动地对准激光束的一般方法的优点。本发明的一些实施例提供了一种用于使用激光器位置传感器在带电粒子束系统内对准激光束的系统。

[0027] 图2示出了根据本发明的优选实施例的用于带电粒子束系统201内的激光束对准系统的示意图。激光束源205生成激光束204。两个快速倾斜反射镜202、203被定位成控制激光束204的方向。快速倾斜反射镜(FSM)具有机械地倾斜反射镜的能力,以便控制激光束的方向。FSM对于本领域的技术人员来说是众所周知的,并且不需要在此进一步描述。其他类型的束倾斜反射镜在本领域内众所周知,包括扫描反射镜。可以使用基于电流计的扫描反射镜代替FSM,并且基于电流计的扫描反射镜对于本领域的技术人员来说也是众所周知的。快速倾斜束反射镜202和203通过线207和208连接到快速倾斜反射镜控制器206和213上。为电流计或起到类似电流计作用的音圈或装置用于快速倾斜反射镜中,以使用其从控制器上接收到的电信号。快速倾斜反射镜控制器206和213控制激光束的精细定位和跟踪。

[0028] 快速倾斜反射镜202通过控制器206耦联到四单元检测器210上。四单元检测器210位于带电粒子束系统201的室壁209外。室壁209将带电粒子束系统201的真空室与外部分隔开。随着激光束204被快速倾斜反射镜202和203反射,用束采样器或分束器211分开激光束204,以形成一条第二束223。分束器211为一个将束分成两条分量束(component beam)的常规分束器。这两条分量束之间的功率分流由分束器的反射和透射系数确定。第二束223被引导向四单元检测器210。通常,第二束223为这两条分离束中的较弱的束。四单元检测器210和四单元检测器215可以是能够检测激光束源的对准或位置的常规对准检测器。位敏检测器(PSD)是另一种类型的对准检测器。PSD通常可以是入射光或激光束转化为连续位置数据的光电装置。换言之,PSD可以检测并记录入射光束的位置。PSD可以具有各种配置,包括象限检测器配置或双轴横向效应检测器。这些两种类型的目的是感测与光轴正交的X-Y平面内的束形心的位置。为了从PSD测量X和Y位置,四个电极附装(未示出)在该检测器上,并且然后一种算法处理光吸收生成的四个电流。四单元检测器210通常被固定住并且向FSM控制器206提供激光束204的位置数据。然后其调整快速倾斜反射镜202,从而使得激光束到达对准点220。激光束204通过窗口212进入真空室,该激光束通过该窗口使用物镜214被聚焦。

[0029] 四单元检测器215耦联到控制器213和快速倾斜反射镜203上。四单元检测器215位于真空室内的室壁209内。四单元检测器215与快速倾斜反射镜控制器213和快速倾斜反射镜203一起工作,以便将激光束204机械地对准对准点221。室内四单元检测器215能够以相对良好的位置精度和高重复性被远程定位。其他类型的对准检测器可以执行激光对准的检测或位置检测。四单元检测器通常为一个带有两条跨其表面的缝隙的均匀圆盘。其从该圆盘的每个象限上生成四个信号。激光束在圆盘上是不同的,直到该圆盘的每个象限的信号长度相等。室内四单元检测器215能够被收缩或移动,以便使用收缩器222为激光束204清理干

净路径。收缩器222可以从真空室360(图3中示出)外被远程控制并且可以是能够将四单元检测器215从其对准位置移动至离开激光束路径的位置的任何机构。该机构可以是在X-Y-Z方向上被手动地调整的杆,或者该机构可以是一个可以在X-Y-Z方向上电子地调整四单元检测器215的电子部件。该机构必须允许收缩器222将四单元检测器215精确地并且反复地移动进和移动出正确的位置。收缩器222对准物镜214的光轴。在本发明的一个实施例中,物镜214为四单元检测器215(未示出)提供硬停止。其将包括电子地控制的致动器臂,该致动器臂将四单元检测器215滑入和滑出正确对准的位置。

[0030] 图3示出了根据本发明的优选实施例的系统300,该系统包括用于用聚焦离子束(FIB)352(由FIB柱304产生)快速清除材料以便进一步处理材料的聚焦激光束216(由激光器306产生)和用于监控材料清除过程的电子束350(由SEM柱302产生)。激光器306将激光束308引导向第一倾斜反射镜202,该第一倾斜反射镜反射激光束308以形成一条第一反射束312。第一反射束312被引导向第二倾斜反射镜203,该第二倾斜反射镜反射第一反射束312以形成一条第二反射束322,该第二反射束被引导通过真空室360内的透明窗口212。“透明”指的是该窗口对正在使用的具体类型激光的波长是透明的。倾斜反射镜202和203(或者类似反射元件)用于调整激光束216在样品320上的位置。

[0031] 物镜214使激光束322(其可以是基本上平行的)聚焦成一条聚焦激光束216,其中焦点在样品320的表面处或附近。在一些实施例中,激光束216优选地能够以大于正在被机加工的样品320内的材料的烧蚀阈值的注量被操作。本发明的优选实施例可以使用提供足够注量的(现有的或有待开发的)任何类型的激光器。优选激光器提供短的、纳秒至飞秒的脉冲激光束。合适的激光器包括例如钛宝石振荡器或放大器、基于光纤的激光器、或掺镱或掺铒薄盘形激光器。其他实施例可以使用具有较少的与工件反应的注量并且没有烧蚀的激光器,如使用激光器的热感应化学解吸工艺或激光光化学工艺。目前的系统允许操控有待被精确地控制的快速倾斜反射镜202和203,其中通过四单元检测器210和215的读数计算调整,从而使得可以进行激光束的对准通过物镜214的中心,并且最终瞄准目标320的共心点。四单元检测器215位于尽实际可能地靠近物镜214的输出端,以提供激光束更高的精度并且防止聚焦激光束引起对检测器的破坏。

[0032] 样品320通常定位于精密台(未示出)上,该精密台优选地可以在X-Y平面内平移样品,并且更优选地还可以沿Z轴平移工件,以及为了制造三维结构中的最大灵活性而能够倾斜和旋转样品。系统300可选地包括一个或多个带电粒子束柱,如电子束柱302、离子束柱304或者两者,其可以用于使样品成像以监控激光烧蚀过程,或用于其它加工(如FIB铣削)或成像任务。离子束柱304通常形成一束离子352,这些离子被聚焦到激光束216的焦点处或附近的样品表面320上。FIB柱304还可以能够扫描基底表面上的离子束352,以进行成像和/或FIB铣削。系统300还可以包括注入系统330,该注入系统用于供应在存在电子束350或聚焦离子束352的情况下与基底320反应的前驱气体。

[0033] 如现有技术内众所周知的,电子束柱302包括用于产生电子的电子源(未示出)和用于形成电子的精细聚焦束350的电子光学透镜(未示出),该电子的精细聚焦束可以用于样品表面320的SEM成像。电子束350可以通过偏转线圈或板(未示出)定位在样品320的表面上并且可以在其上被扫描。透镜和偏转线圈的操作由电源和控制单元(未示出)控制。应指出的是,透镜和偏转单元可以通过使用电场、磁场或它们的组合来操控电子束。

[0034] 样品室360优选地包括一个或多个用于使用在真空控制器(未示出)控制下的高真空和机械泵送系统排空样品室的出气口。样品室360优选地还包括一个或多个进气口,气体可以通过这个或这些进气口在所希望的压力下被引入至该室。

[0035] 图4为一个流程图,示出了用于根据这些实施例之一的图3的激光束系统300的对准的算法的步骤。在开始该算法前,在步骤401中,该束必须被粗糙地聚焦并且被对准,从而使得该激光束对准点220。应当用排空后的系统和浮动的防震台(如果有)完成此步骤。进一步定位激光束204,从而使得其穿过激光注入端口(LIP)窗口212并进入真空室360。当真空室开着时,足够粗糙的焦点将通常导致可见等离子体的形成。来自等离子体的光学发射将能够使使用者粗略地将激光束的焦点定位在靠近该柱的1点(LIP窗口212能够从室外在X、Y和Z内被手动地平移)。可以在X和Y方向移动LIP窗口212,这将该束定位在样品上。可以沿Z轴移入和移出LIP窗口212,从而使得该束的焦点可以被引导向所希望的位置,例如,从而使得该束与系统的共心点对准。该束的手动粗糙聚焦和定位后,排空系统300并打开电子束。通常,将只需要在激光器第一次与系统300对准时完成用于粗糙聚焦的手动操控。

[0036] 在步骤402中,四单元215被移动至激光束路径内的其预对准位置。在步骤403中,在四单元检测器210处监控激光束204在分束器211上的位置。来自四单元检测器210的束位置信息被转换成可用的信号(通过快速倾斜反射镜202和控制器206)。在步骤404和411中,控制器206与快速倾斜反射镜202的音圈一起工作,这提供了将束倾斜从而与点220重合所需的精确调整。反复地进行步骤404和411,直到束正确地对准点220。

[0037] 一旦束正确地对准点220,在步骤405中,则通过四单元检测器215监控在束在物镜214处的位置。和四单元检测器210一样,来自四单元检测器215的束位置信息被转化成施加在快速倾斜反射镜203的音圈上的电压(通过快速倾斜反射镜203和控制器213)。反复地、顺序地以及重复地进行用控制器213对快速倾斜反射镜203进行的调整,直到束与步骤407中的点221重合。如果束正确地瞄准在点221上,则在步骤408中,再一次用四单元检测器210在分束器211处监控该束位置。在步骤409中,监控该束瞄准在点220上。重复整个过程,直到该束与点220和221两者对准。

[0038] 一旦对束进行对准成与点220和221重合,该束就进入LIP窗口212。在快速倾斜反射镜203上检查束的位置。因为快速倾斜反射镜203用于扫描样品320上的束,所以需要快速倾斜反射镜203来引导束,从而使得该束集中在样品320上。如果该束没有集中在快速倾斜反射镜203上,则扫描可能不是跨扫描场线性的。没有使其集中还会限制一个方向上的扫描范围。在快速倾斜反射镜203没有集中在样品320上的情况下,根据集中该束的需要,在步骤410中,在X/Y方向上移动整个反射镜组件。在此过程中,通常不改变反射镜的角度。

[0039] 一旦激光束被对准成与系统的共心点重合,则收缩器222用于将四单元检测器215移出该束路径,以允许该束入射到样品。在使用中,激光束被聚焦到带电粒子系统的共心点。该共心点通常为距电子柱302的末端的先前已知的距离。调整电子束350的焦点,从而使得焦点距离和系统的共心点一样,并且调整工件高度,直到样品进入焦点。然后激光光点在样品上被机加工并与系统的共心点相比较。如果激光光点没有定位在共心点上,则手动地调整LIP窗口212,直到达到正确的位置。重复以上详细说的对准程序并再次进行激光光点的手动定位。重复整个过程,直到将束对准并定位在共心点上以及电子束350对准该共心点。一旦设置了对准,则LIP窗口212位置是固定的。

[0040] 根据本发明的一些实施例,多束系统包括:真空室;用于支撑该真空室内的工件的工件支座;用于生成带电粒子束的带电粒子束系统,所述束被引导向该工件;用于生成激光束从而加工该真空室内的工件的激光束系统;以及用于对准所述激光束的激光束对准系统,所述激光束对准系统在所述真空室内具有激光束对准检测器。

[0041] 在一些实施例中,该激光束对准系统在所述真空室外包括第二束对准检测器。在一些实施例中,该激光束对准系统包括耦联到所述激光束对准检测器上的束倾斜反射镜。在一些实施例中,该激光束对准系统包括耦联到所述激光束对准检测器上的第一束倾斜反射镜以及耦联到位于该真空室外的第二束对准检测器上的第二束倾斜反射镜。在一些实施例中,该多束系统包括第一束倾斜控制器,该第一束倾斜控制器响应于该第一束对准检测器检测到的位置信号并引导该第一倾斜反射镜以将束移动向第一位置;以及第二束倾斜控制器,该第二束倾斜控制器响应于该第二束对准检测器检测到的位置信号并引导该第二倾斜反射镜以将该束移动向第二位置,在一些实施例中,该第一位置和该第二位置与该工件共心。

[0042] 在一些实施例中,该多束系统包括用于生成在该工件处被引导的电子源的电子束源。在一些实施例中,激光束对准系统在所述真空室外包括第二束对准检测器。在一些实施例中,该激光束对准系统包括耦联到所述激光束对准检测器上的束倾斜反射镜。在一些实施例中,该激光束对准系统包括耦联到位于所述真空室外的第二激光束对准检测器上的第二束倾斜反射镜。在一些实施例中,该多束系统包括:第一束倾斜控制器,该第一束倾斜控制器响应于该第一束对准检测器检测到的位置信号并引导该第一倾斜反射镜以将束移动向第一位置;以及第二束倾斜控制器,该第二束倾斜控制器响应于该第二束对准检测器检测到的位置信号并引导该第二倾斜反射镜以将该束移动向第二位置,在一些实施例中,该第一位置和该第二位置与该样品共心。在一些实施例中,该激光束穿过物镜并且其中该激光束与目标共心。

[0043] 在一些实施例中,该激光束穿过物镜并且其中该激光束与目标共心。

[0044] 根据本发明的一些实施例,一种用于带电粒子束系统内激光对准的方法包括:提供能够生成带电粒子束的带电粒子束源;提供真空室;提供能够生成激光束的激光束源;提供用于对准所述激光束源的激光束对准系统;以及所述激光束对准系统将所述激光束源对准成与该工件共心。

[0045] 在一些实施例中,在真空室内进行对准所述激光束源。在一些实施例中,该用于激光对准的方法包括用于将该激光束对准成与该真空室外的样品共心的第二对准系统。在一些实施例中,在该第一对准系统和该第二对准系统内使用对准检测器,从而使得该激光束与该真空室外的目标共心并且该激光束与该真空室外的该目标共心。

[0046] 根据本发明的一些实施例,一种将激光系统与带电粒子束系统一起使用的方法包括以下步骤:生成带电粒子束;将该带电粒子束引导到工件上;生成有待在该工件上使用的激光束;以及将该激光束共心地对准到该工件。

[0047] 在一些实施例中,使用位于所述系统的真空室内的对准检测器对准所述激光束。在一些实施例中,第二对准检测器位于所述真空室外。

[0048] 上述本发明具有广泛的可应用性并且可以提供如以上示例中所示和所述的许多利益。实施例根据特定应用将有很大不同,并且不是每个实施例将提供所有这些利益和满

足本发明可以实现的所有目标。例如，在优选实施例中，使用镓液态金属离子源生产TEM样品，以产生聚焦到亚微米点上的镓粒子束。例如可以从本发明的受让人FEI公司商购此类聚焦离子束系统。然而，尽管之前说明书的大部分是针对FIB铣削的使用，但用于加工所希望的TEM样品的铣削束可以包括例如电子束、激光束、或例如来自液态金属离子源或等离子离子源的聚焦或成形离子束、或任何其他带电粒子束。进一步地，尽管之前描述许多针对半导体晶片，但本发明可以应用于任何合适的基底或表面。

[0049] 尽管已经详细描述了本发明及其优点，但应理解到在不脱离所附权利要求书所定义的本发明的精神和范围的情况下可以对此处所述的实施例做出各种变化、替换和改动。而且，本发明的范围并非旨在局限于在本说明书中所述的工艺、机器、制造物、物质的组合物、手段、方法以及步骤的具体实施例。如本领域的普通技术人员将从本发明的披露中轻易认识到的，可以根据本发明利用现有的或往后要开发的、大体上执行相同功能或大体上实现和此处所述的对应实施例相同结果的工艺、机器、制造物、物质的组合物、手段、方法以及步骤。相应地，所附权利要求书是旨在于将此类工艺、机器、制造物、物质的组合物、手段、方法或步骤包括在它们的范围内。

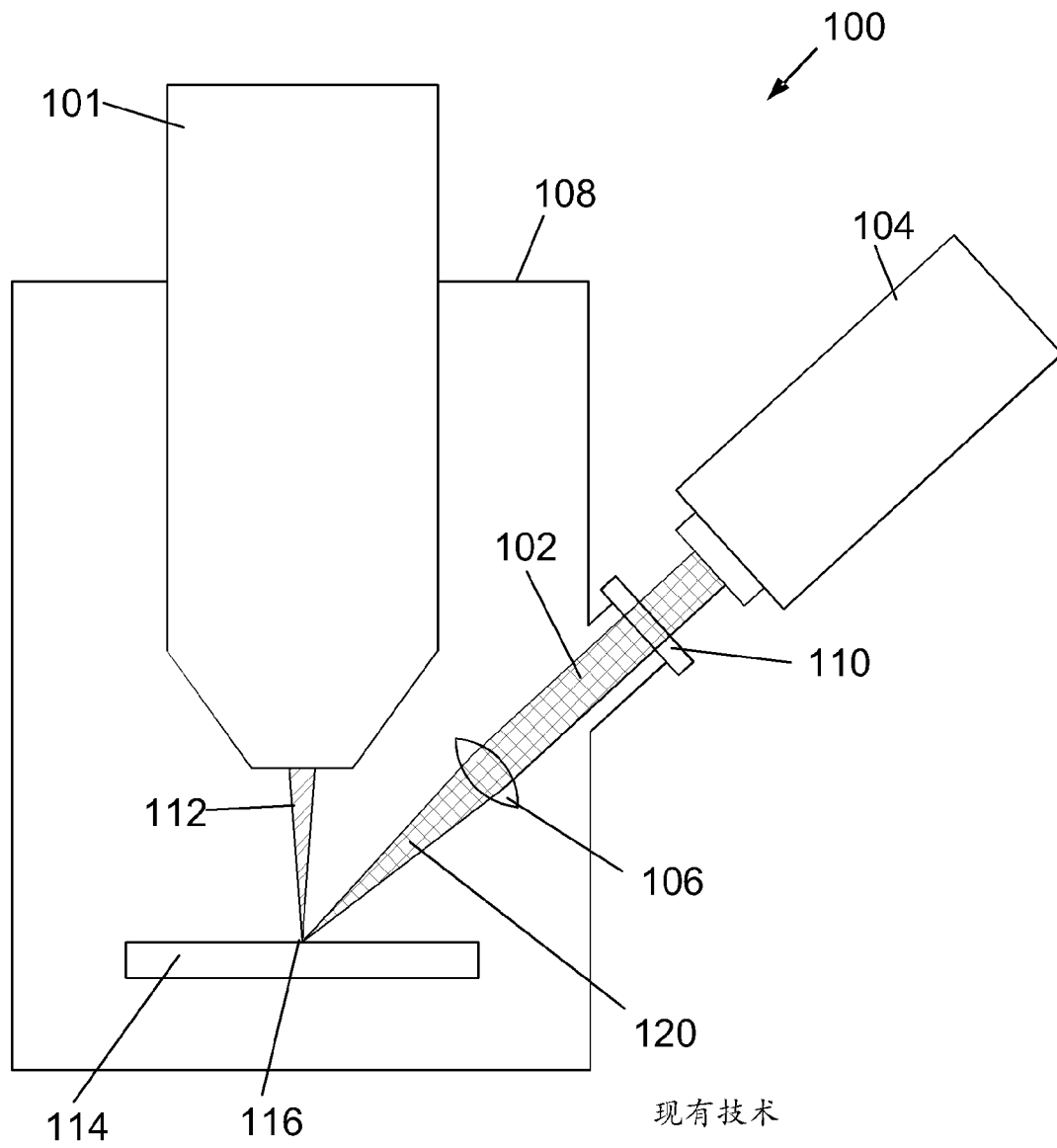


图 1

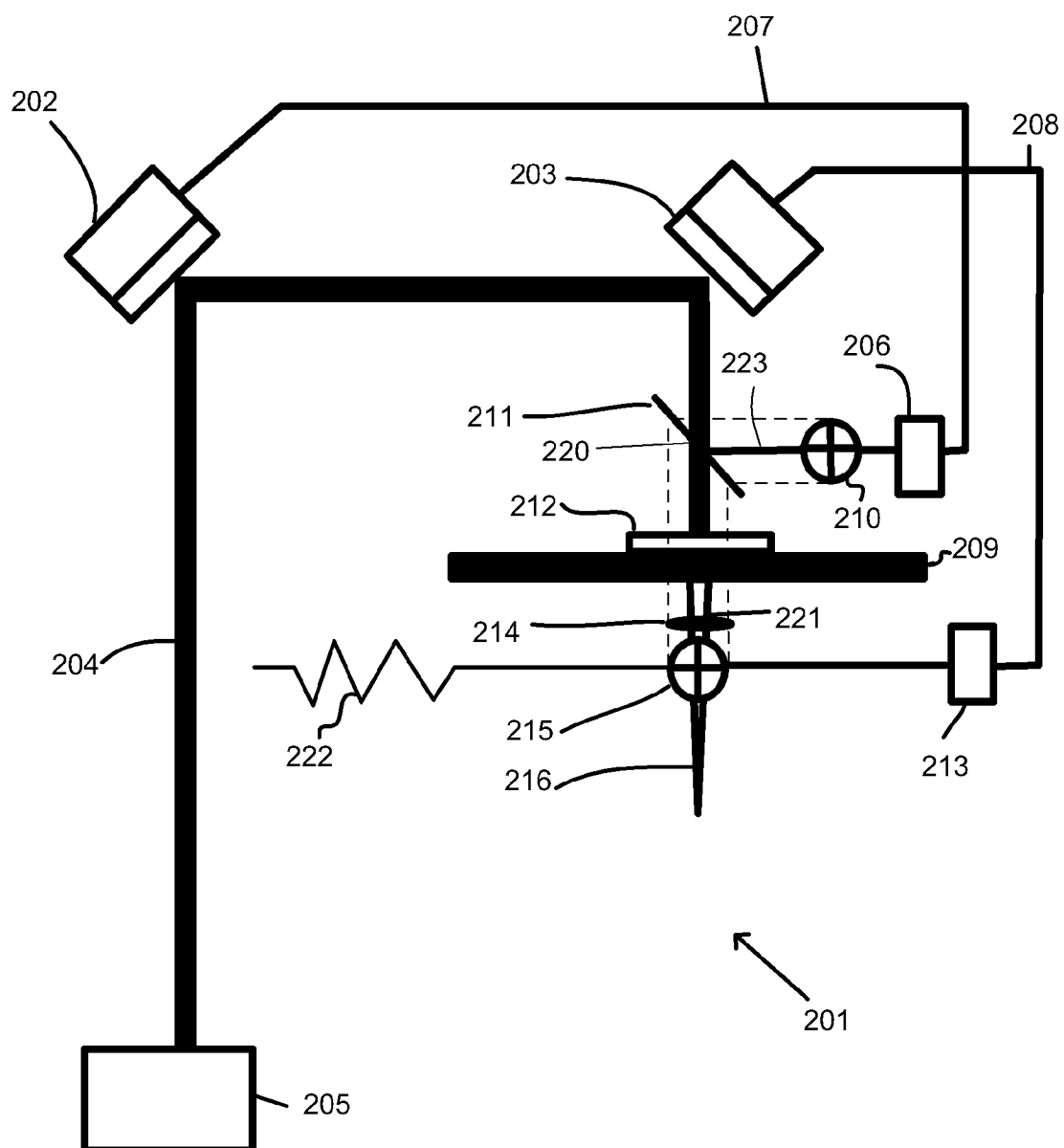


图 2

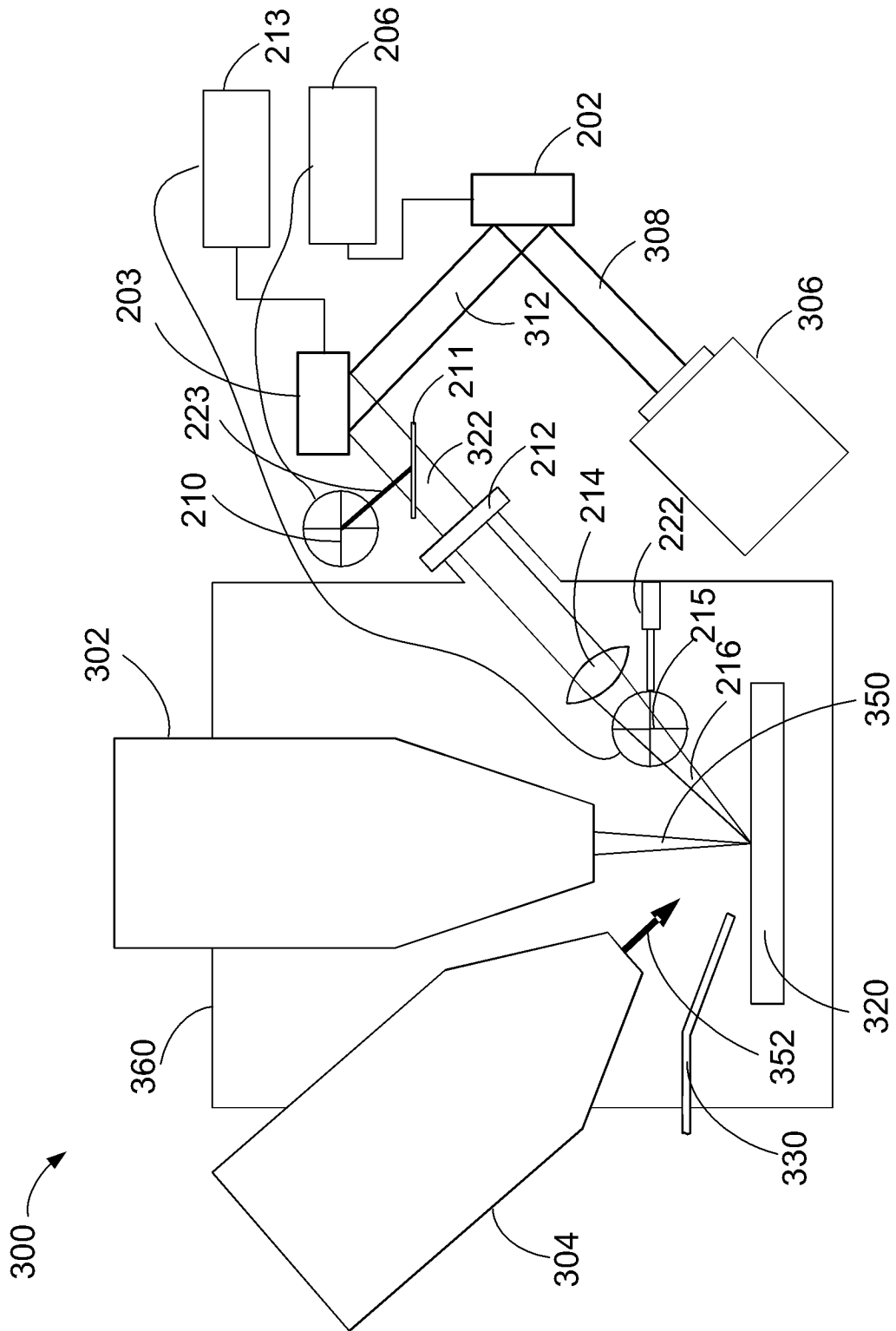


图 3

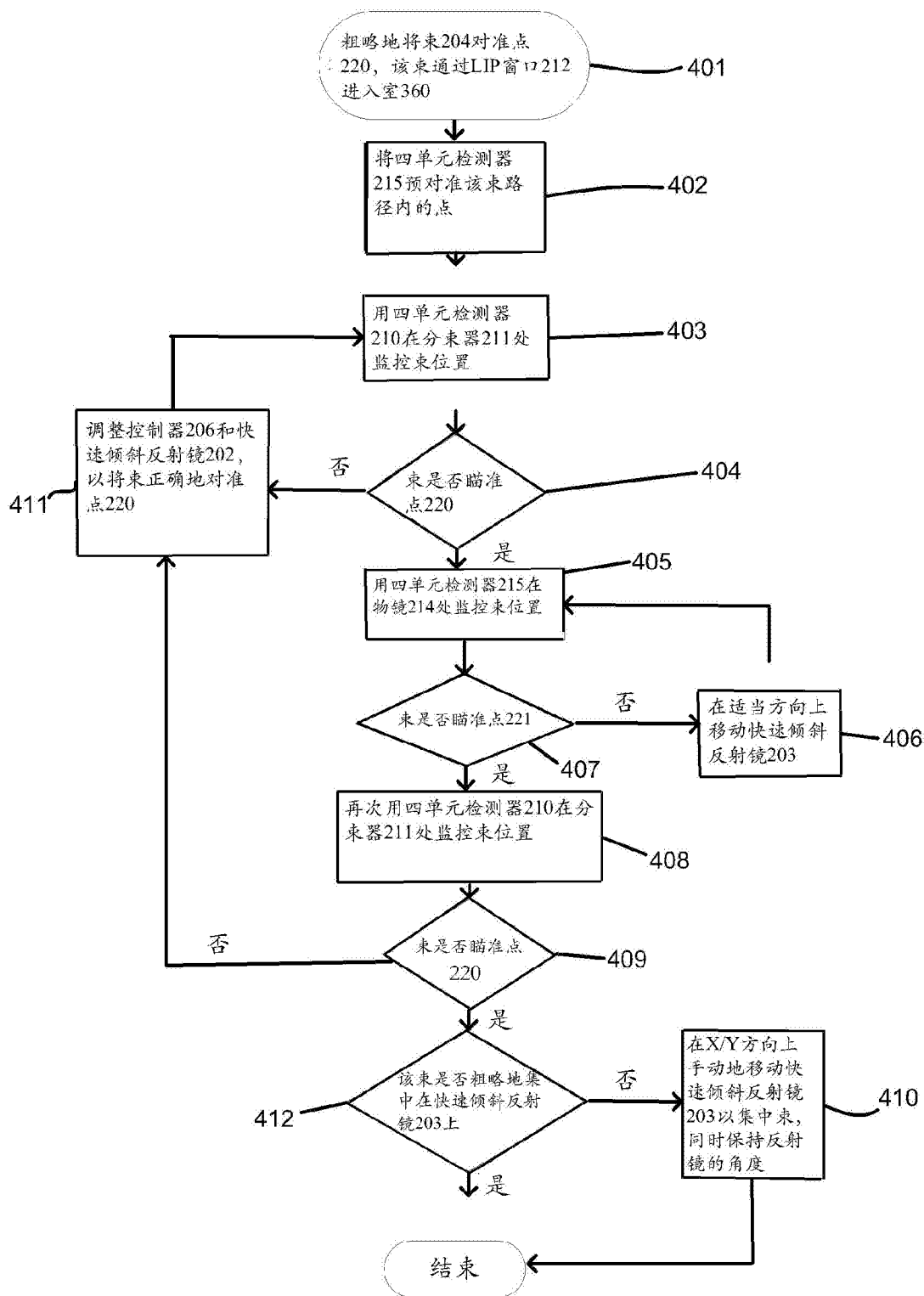


图 4