



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105264633 B

(45)授权公告日 2018.02.02

(21)申请号 201480031930.1

(22)申请日 2014.05.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105264633 A

(43)申请公布日 2016.01.20

(30)优先权数据

61/819,080 2013.05.03 US

14/037,207 2013.09.25 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.12.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/036549 2014.05.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/179672 EN 2014.11.06

(73)专利权人 瓦里安半导体设备公司

地址 美国麻萨诸塞州格洛斯特郡都利路35号

(72)发明人 斯坦尼斯拉夫·S·托多罗夫

乔治·M·葛梅尔

理查·艾伦·斯普林克

诺曼·E·赫西 法兰克·辛克莱

常胜武 约瑟·C·欧尔森

大卫·罗杰·汀布莱克

库尔·T·岱可-路克

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

代理人 杨贝贝 臧建明

(51)Int.Cl.

H01J 37/304(2006.01)

H01J 37/317(2006.01)

(56)对比文件

CN 101467227 A, 2009.06.24,

审查员 杨燕

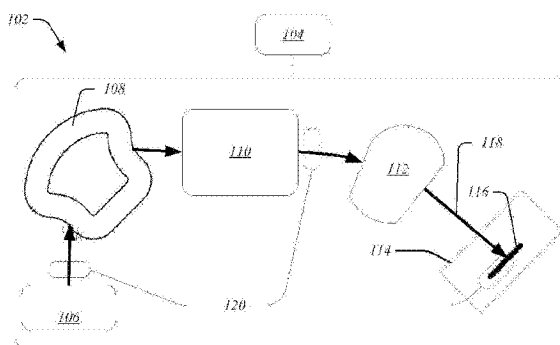
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

离子植入机与用于控制其中离子束的系统

(57)摘要

本发明公开一种离子植入机与用于控制离子植入机中的离子束的系统,包括检测系统与分析组件。检测系统用于检测在第一频率的离子束的多个束电流量测。分析组件用于判定基于多个束电流量测的离子束的变化,所述变化对应于在第二频率的离子束的束电流变化,所述第二频率不同于所述第一频率。所述系统也包括回应于分析组件的输出而调整离子束的调整组件以减少所述变化,其中当离子植入机中产生离子束时,所述分析组件与所述调整组件经设置以动态地将离子束的变化减少至低于阈值。



1. 一种在离子植入机中控制离子束的系统,包括:
检测系统,用于检测在第一频率的所述离子束的多个束电流量测;
分析组件,用于基于所述多个束电流量测来判定所述离子束的变化,所述变化对应于在不同于所述第一频率的第二频率的所述离子束的束电流变化;以及
调整组件,用于回应所述分析组件的输出而调整所述离子束以减少所述变化,其中当所述离子植入机中产生所述离子束时,所述分析组件与所述调整组件经设置以在不停止产生所述离子束至基板的情况下动态地将所述离子束的所述变化减少至低于阈值。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述分析组件经设置以:
基于所述多个束电流量测的离散傅立叶转换来产生频域功率光谱;以及
基于所述频域功率光谱中的经确认的频域峰来判定所述离子束的所述变化。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述分析组件经设置以:
计算所述频域峰的优值,其中所述优值等于包含于所述频域峰中的功率对所述频域功率光谱中的总功率的比例;
比较所述经确认的频域峰的所述优值与阈;以及
当所述经确认的频域峰的所述优值超过所述阈时,标示用于调整的所述离子植入机的参数。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述检测系统包括:
电流检测器,配置于所述离子植入机中的第一位置,且经设置以检测束电流来进行所述多个束电流量测;以及
阻挡组件,配置于所述电流检测器的上游,所述阻挡组件经设置以:
当所述离子束的尺寸以及所述离子束的束位置在各自的束尺寸限制与束位置限制之内时,传输所有的所述离子束;以及
当所述离子束的所述尺寸超过所述束尺寸限制或所述离子束的所述束位置超过所述束位置限制时,拦截部分所述离子束。
5. 根据权利要求4所述的系统,还包括束导向控制器,经设置以将所述离子束导向至所述阻挡组件。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一频率大于16Hz。
7. 根据权利要求1所述的系统,其中取样操作、所述离子束的所述变化的所述判定以及束调整一同构成束调整循环,其中所述系统经设置以进行所述束调整循环,直到所述离子束的所述变化低于阈值。
8. 根据权利要求7所述的系统,其中在预定数目的所述束调整循环之后,当所述离子束的所述变化超过阈值,则所述分析组件经设置以终止离子植入制程。
9. 一种离子植入机,包括:
离子源,用于产生离子束;
检测系统,用于检测在第一频率的所述离子束的多个束电流量测;以及
控制器,用于基于所述多个束电流量测来判定所述离子束的变化,所述离子束的所述变化对应于在不同于所述第一频率的第二频率的所述离子束的束电流变化,以及所述控制器,用于当所述离子束的所述变化超越阈值时,在不停止产生所述离子束至基板的情况下在离子植入机中产生用于进行参数调整的信号。

10. 根据权利要求9所述的离子植入机, 其中所述控制器, 用于基于来自所述多个束电流流量测的离子电流强度的离散傅立叶转换来产生频域功率光谱, 以及所述控制器, 用于基于所述频域功率光谱中的经确认的频域峰来判定所述离子束的所述变化。

11. 根据权利要求10所述的离子植入机, 其中所述控制器, 用于基于所述频域峰的功率来计算所述频域峰的优值; 比较所述经确认的频域峰的所述优值与阀; 并且当所述经确认的频域峰的所述优值超过所述阀时, 指示调整组件进行束调整。

12. 根据权利要求10所述的离子植入机, 其中所述控制器, 用于将所述离子束导向至所述检测系统的阻挡组件,

所述阻挡组件配置于所述检测系统的电流检测器的上游, 且经设置以

当束尺寸以及束位置在各自的束尺寸限制与束位置限制之内时, 传输所有的所述离子束; 以及

当所述束尺寸及/或所述束位置超过所述各自的束尺寸限制及/或所述束位置限制时, 拦截部分所述离子束。

13. 根据权利要求10所述的离子植入机, 其中所述第一频率大于16Hz。

14. 根据权利要求10所述的离子植入机, 其中进行取样操作及进行所述参数调整包括束调整循环, 且所述控制器, 用于指挥额外的束调整循环, 直到所述离子束的所述变化低于所述阈值。

15. 根据权利要求9所述的离子植入机, 其中所述控制器, 用于在预定数目的束调整循环后, 当所述离子束的所述变化超过所述阈值时传送信号, 以终止离子植入制程。

离子植入机与用于控制其中离子束的系统

[0001] 相关申请交叉参考

[0002] 本申请主张于2013年5月3日提申的美国临时专利申请案第61/819,080号的优先权。

技术领域

[0003] 本实施例是关于一种离子植入装置,更特别的是,关于离子植入装置中的离子束均匀度控制。

背景技术

[0004] 现今用于半导体电子、太阳能电池与其他技术的工业是仰赖用于掺杂或者调整硅与其他类型的基板的离子植入系统。典型的离子植入系统通过产生离子束且将其导向至基板内,使得离子保持在基板下方来进行掺杂。在许多应用中,在基板上方扫描具有经定义的形状与离子束区域(诸如点束或束)的离子束,以将物种植入大于离子束区域的基板区域内。或者,可相对于固定束来扫描基板,或基板与束两者可彼此相对扫描。在此些情况中的任一中,许多应用需要在基板的大部分上方均匀地植入。

[0005] 一种可由离子束产生的不均一性的类型称作“微不均一性(micrononuniformity)”,且其表示基板上的不同离子剂量的规则图案的存在。此种图案可显现为(例如)当基板沿着特定方向扫描时,观察到的不同离子剂量的条纹。例如,当扫描基板时,若离子束展现束电流中的周期性变化,可得到由低离子剂量区域与高离子剂量区域交替组成的微不均一性图案。此种束电流中的周期性变化可能产生自离子植入机中的不同来源。例如,束制程组件(例如透镜)内的机械来源(诸如震动)可能会诱发束电流的变动(调变)。尤其,束线组件(例如静电组件、磁性组件或机械组件)内的变动可能导致基板处的离子束强度改变。在一些情况下,在离子束传播通过束线时,束位置、束尺寸及/或束散度(beam divergence)与方向可能会变动。

[0006] 此外,相对于基板之给定扫描速度而需要“平均掉(average out)”束电流变化的频率而言,与束电流中的周期性变化相关的所述频率通常相对低。对于沿着给定方向的基板之通用扫描速度而言,离子束的横截面尺寸通常太小而无法平均掉此种束电流变化,因而导致在扫描期间基板上产生微不均一性条纹图案。

[0007] 其他不均一性可能归因于离子束性质的高频率变化,其也与离子束中的离子电流密度中的急剧改变相关,例如“热点(hot spot)”。一般而言,直到已经处理基板后,可能不会检测到此种不均一性。此外,依据给定应用的需求,低至数个千分之一或更低的离子剂量的不均一性可能无法被接受。未被检测到的微不均一性可能因此在不慎生产中导致不可用的产品。关于这些与其他考虑因素,需要本发明的改进。

发明内容

[0008] 实施例是关于一种用于控制离子束的装置与方法。在一实施例中,一种控制离子

植入机中的离子束的系统包括检测系统与分析组件。所述检测系统用于检测在第一频率的离子束的多个束电流量测。所述分析组件用于判定基于多个束电流量测的离子束的变化，所述变化对应于在不同于第一频率的第二频率的离子束之束电流变化。所述系统亦包括回应于分析组件的输出而调整离子束的调整组件，以减少所述变化。其中当离子植入机中产生离子束时，所述分析组件与所述调整组件经设置以动态地将离子束的变化减少至低于阈值(threshold value)。

[0009] 在另一实施例中，一种离子植入机包括产生离子束的离子源与检测系统。所述检测系统用于检测在第一频率的离子束的多个束电流量测。所述离子植入机亦包括控制器，所述控制器包括至少一电脑可读的存储媒体，包括一指令，是当执行时使所述控制器基于多个束电流量测而判定离子束的变化，所述离子束的变化对应于在不同于第一频率的第二频率的离子束的束电流变化，且当离子束变化在阈以上时，会产生用于进行离子植入机中参数调整的信号。

附图说明

[0010] 图1A描绘示例性离子植入机。

[0011] 图1B描绘示例性控制系统。

[0012] 图2为使用与本实施例一致的控制系统的基板处理结果的平面图。

[0013] 图3A描绘第一示例性傅立叶转换光谱。

[0014] 图3B描绘第二示例性傅立叶转换光谱。

[0015] 图4A表示被导向通过孔隙的离子束与检测器的排列，以检测离子束位置及/或离子束尺寸中的调变的一情况。

[0016] 图4B示出由图4A的排列产生的示例性束电流曲线。

[0017] 图5A与图5B表示被导向通过孔隙的离子束与检测器的排列，以检测离子束位置及/或离子束尺寸中的调变的另一情况。

[0018] 图5C示出由描绘于图5A与图5B的情况所产生的示例性离子束电流曲线。

[0019] 图6表示第一示例性逻辑流程图。

[0020] 附图标记说明：

[0021] 102: 离子植入机

[0022] 104: 系统

[0023] 106: 离子源

[0024] 108: 磁性分析器

[0025] 110: 扫描器

[0026] 112: 校正磁铁

[0027] 114: 基板台

[0028] 116、220: 基板

[0029] 118、212、400、500: 离子束

[0030] 118A: 束部分

[0031] 120、412: 侦测器

[0032] 124: 分析组件

- [0033] 126:调整组件
- [0034] 204、206、406:方向
- [0035] 214:区域
- [0036] 300、310:光谱
- [0037] 302、312:峰
- [0038] 314:位准
- [0039] 404:孔隙
- [0040] 405:中心线
- [0041] 408:曲线
- [0042] 410、510:波谷
- [0043] 508:束电流
- [0044] H:高度
- [0045] P_{v1} :周期
- [0046] W_1 :距离

具体实施方式

[0047] 本文中描述的实施例提供用于处理或控制离子植入机中的离子束的装置与方法。一种离子植入机的实例包括束线离子植入机。由本实施例涵盖的离子植入机包括产生具有横截面为点的一般形状的“点离子束”的离子植入机以及产生具有狭长的横截面的“带离子束”或“带束”的离子植入机。在本实施例中,提供一种系统以动态地控制离子植入机中的离子束均匀度。所述系统包括检测器(或检测系统)、分析组件与调整组件。所述检测器用以测量或取样离子束中的离子束电流。所述分析组件基于经取样的离子束电流来决定离子束中的不均一性。所述调整组件调整基于经判定的不均一性来调整离子植入机的参数。离子植入机的调整是以动态方式进行,亦即,当离子束被导向通过离子植入机且被测量时,动态地调整控制离子束性质的参数。可以于封闭循环(closed loop)中尝试以反复的方式、透过调整离子植入设备的一个或多个参数来调整离子束性质,而进行此制程直到代表不均一性之经取样的离子束电流已降至低于阈值(threshold value)。

[0048] 本实施例因此提供微不均一性的潜在原因的即时检测(real-time detection),所述微不均一性可能产生在基板(诸如半导体晶圆)上。这里提供了优于目前方法的优势,目前的方法为,在完成基板处理后(可能于一批或多批基板上制造完整的设备后)或在完成植入制程后进行的大量离线测量(extensive off-line measurement)后检测微不均一性。对于离子植入机中会导致在基板中产生微不均一性图案的条件的即时检测,会促进用于调整或“微调”离子束的自动封闭循环控制。此产生较佳的设定处理及/或以离子植入机的不同硬件组件而易于检测问题(包括预防性的维护操作后的不当重建)的能力。

[0049] 图1A描绘具有控制系统104的离子植入机102,其用以动态地调整离子植入机的硬件或组件。本领域具有通常知识者将辨识出图1的离子植入机是束线离子植入机,且于本文中可指涉为此。所述离子植入机102可包括不同的常见组件,包括离子源106、磁分析器108、校正磁铁112与基板台114。在不同实施例中,束线离子植入机102产生如点类型的离子束或带束的离子束118。所述束线离子植入机102可包括不同的额外束处理组件,当离子束118自

离子源106传播至基板116时,其可塑形、聚焦、加速、减速且弯曲所述离子束118。例如,可提供扫描器110以相对于所述基板116扫描点离子束118。

[0050] 离子植入机也包括一个或多个离子电流检测器120,在一些实施例中其可为法拉第检测器。所述检测器120可置于所述束线离子植入机102中的不同位置,且在不同实施例中可为静止的或可移动的。也可量测提供电至某些植入机光学元件之关键电源的电流输出,亦即,电源亦可做为“检测器”。如图1B中进一步示出,所述检测器120可形成所述控制系统104的部分,其动态地调整所述离子植入机102的单个或多个参数,以减少所述离子束118的变化。经调整的参数与所述离子植入机102的一个或多个组件相关,其包括除了描绘于图1A中的此些组件之外,诸如聚焦元件、离子束透镜、可移动孔隙、束导向组件的任意离子束处理元件。所述实施例不限于本文中。

[0051] 现转至图1B,示出有与各实施例一致的所述控制系统104的细节。如以下详述,所述控制系统一般包括检测器,其经设置以分别在一或多个实例进行离子束的一或多个束电流量测。所述控制系统也包括分析组件124,其用以基于所述一或多个束电流量测,来判定由离子束产生的离子束变化。所述离子束变化可为在规律的频率下发生的离子束(电流)调变(变动)。所述离子束变化可包括离子束尺寸的调变及/或离子束位置的调变。在特定实施例中,所述离子束变化亦可为晶圆平面中的束位置的调变(变动)。或者,所述离子束变化可以是束电流的急剧梯度或“热点”及/或束高度的改变。所述控制系统亦包括用以调整所述离子植入机的参数的调整组件,以减少被检测的离子束变化。当所述离子植入装置中产生离子束时,所述控制系统104、(且特别是)所述分析组件与束调整组件是经设置以动态地减少离子束变化。

[0052] 在图示的实施例中,所述系统104经设置以接收所述离子束118的束部分118A,以测量与判定离子束电流与束电流中之变化,并基于束电流中的被判定的变化来适当调整所述离子植入机102的参数。所述控制系统104包括所述检测器120、束导向控制器128、分析组件124与束调整组件126。在不同实施例中,由所述检测器120接收的所述束部分118A可为完整的所述离子束118、或仅为少于完整的所述离子束118的部分。

[0053] 所述系统104与其中的组件可包括不同的硬件元件、软件元件或其组合。硬件元件的实例可包括设备、组件、处理器、微处理器、微控制器、电路、电路元件(如电晶体、电阻器、电容器、电感器等)、积体电路、特殊应用积体电路(application specific integrated circuit,ASIC)、可程序逻辑装置(programmable logic device,PLD)、数位信号处理器(digital signal processor,DSP)、场可程序闸阵列(field programmable gate array,FPGA)、存储器单元、逻辑闸(logic gate)、暂存器(register)、半导体设备、芯片、微芯片、芯片组(chip set)等。软件元件的实例可包括软件组件、程序、应用、电脑程序、应用程序、系统程序、机器程序、操作系统软件、中间软件(middleware)、固件、软件模组、常用程序(routine)、子常用程序(subroutine)、函数、方法、程序、软件介面、应用程序介面(application program interfaces,API)、指令集(instruction set)、计算代码(computing code)、计算机代码(computer code)、码段(code segment)、计算机代码段(computer code segment)、字(word)、值(value)、符号或其任意组合。是否使用硬件元件及/或软件元件来执行实施例的决定可根据对于给定实施所需要的任意数目的因素而变化,所述因素诸如想要的计算速度、功率位元准、热容忍度、处理周期预算、输入数据速度、

输出数据速度、存储器资源、数据汇流排速度与其他设计或效能限制。

[0054] 在后续讨论中,已揭示使用束电流取样技术来检测离子束变化(离子束调变)的不同的实施例,所述束电流取样技术经设计以检测最多到一给定频率(调变频率)的离子束调变。特别的是,在指定频率进行束电流取样,以捕捉可能在不同于所述指定频率处发生的离子束调变。在一些实施例中,所述调变频率低于取样频率,且在特定实施例中为低于二分之一的所述取样频率。在这些状况下,其中一些于下详述,一种由束电流调变的傅立叶转换分析确认的特征频率是独特的。然而,在其他实施例中,所述调变频率可能超过所述取样频率,在此情况下,FT分析对于调变频率的家族(family)可能产生相同的分析频率。

[0055] 在用于检测离子束调变的操作的特别模式中,所述检测器120可在多个实例(诸如多个连续的规律周期)中取样所述束部分118A。取样可在(例如)1024Hz的频率或其他频率发生。做为本文中使用的术语“样本”或“取样”一般表示在一组可以是与彼此连续的预定样本周期中测量离子束的束电流,其中可针对各样本周期而记录束电流。取样可包括测量一部分所述离子束118,如所述束部分118A,其可为少于所述完整的离子束118。例如,在各取样周期期间,单一检测器或检测器组中检测到的总检测束电流可加总及储存,所述单一检测器或检测器组测量一部分的所述离子束118。术语“取样周期”是“取样频率”的倒数。因此,1024Hz的取样频率对应于1/1024秒或约1ms的取样周期。在其他实施例中,所述取样频率可以更低,如大于16Hz的任意频率。

[0056] 在一些实例中,通过所述控制系统104,法拉第检测器阵列中的单一法拉第检测器可用于束取样。在一些实例中,所述控制系统104可设定取样操作时间于一秒至数秒的十分之几至数十秒之间。术语“取样操作(sampling run)”表示在连续周期中发生的多个取样周期内多个束电流测量的纪录及/或累积。因此,在典型的数秒的取样操作期间,可进行约1ms的取样周期的一系列的数千个样本测量。

[0057] 在其他操作模式中,可连续地测量离子束中的束电流,且以连续、间歇性或周期性方式分析来自所述离子束的束电流数据。

[0058] 如以下进一步详述,所述分析组件124可接收来自取样操作的累积数据,且可使用诸如傅立叶转换演算法的不同操作来处理所述数据。由分析组件124的取样操作的处理结果,可接着提供至所述束调整组件126,当合适时其可发送信号以调整所述离子植入机102的组件的参数,而减少所述离子束118中的变化。

[0059] 所述控制系统104有能力去即时减少离子束变化,可避免或迅速消除归因于基板处理期间的离子束变化的潜在问题(诸如基板上的离子剂量的微不均一性)。特别的是,在不同实施例中,所述控制系统104用以确认与减少或消除所述离子束的束电流中的变化,其可为系统性的(systematic)及/或周期性的并以时间为函数。如上论述,离子束中的束电流的此种周期性变化可能特别有问题,因为所述周期性变化可能产生微不均一性,其表现为(诸如)经受离子束的基板上的离子剂量改变的交替条纹的图案。

[0060] 图2展示基板上的离子剂量图案,其描绘由控制系统104调整后一开始时经历束电流中的周期性变化的离子束。在图2的实例中,由离子束212处理基板220,其为点束。图2的观察视角为上视平面图,其展示在绘示的直角座标的X-Y平面中暴露于所述离子束212的所述基板220的表面。当所述基板220沿着方向206(Y方向)(其可与方向204垂直)移动时,所述离子束212可沿着方向204(X方向)来回扫描。以此方式,整个基板220可暴露于所述离子束

212。所述离子束212的高度是由符号H表示。

[0061] 在所述控制系统104不存在的情况下,所述离子束212可能经历束电流中的周期性变化,使得由高离子剂量条纹与低离子剂量条纹交替而成的微不均一性的图案产生。此种束电流中的周期性变化可能产生自所述离子植入机102中的不同来源。例如,束制程组件(例如透镜(lens))内的机械源(诸如震动)可能会诱发束电流中的变动(调变)。尤其,束线组件(例如静电组件、磁性组件或机械组件)内的变动可能导致所述基板220处的离子束强度改变。在一些情况下,在所述离子束212传播通过束线时,束位置、束尺寸及/或束散度(beam divergence)与方向可能会变动。

[0062] 所述控制系统104透过检测束变化来解决此问题,以便进行调整而避免将不均匀的离子剂量传送至基板。特别的是,在不同实施例中,所述系统104经设置以产生足以确认此种束电流调变的束电流取样率(sampling rate),且动态地调整离子植入机的参数,以减少或消除所述束电流调变,导致传送较均匀的离子剂量至基板。因此,如图2所示,传送经动态调整的离子束(即离子束212)至所述基板220。这会造成均匀的离子剂量区域214,其中在横跨所述基板220处每单位面积的离子剂量是均匀的。

[0063] 如先前指出,在不同实施例中,在检测器(诸如拦截至少部分的离子束的法拉第检测器120)处进行束电流取样。设定足够快的取样频率或取样率,使得离子植入机中自许多典型来源的束电流变动易于被检测。例如,在不同实例中,所述取样频率可以是512Hz、1024Hz或2048Hz。所述实施例不限于本文中。与本实施例一致,将针对由检测器120登录(registered)的给定取样操作的束电流取样,记录为表示时域(time domain)中被检测的束电流或功率变化的数据。在一实例中,测量10Hz束调变10秒,所检测到的束电流在最大值与最小值之间变动一百次。

[0064] 值得注意的是,离子植入机可能具有多个不同的组件,若未适当调整,可能会产生束电流调变。由于基板通常位于离子源下游的最远处,所述基板可能会经受来自这些组件的任意者的离子束调变。此外,在不同组件中,调变频率会变化。因此,在不同情况下,可由所述检测器120取样对应于单一调变频率或多个不同调变频率的束电流数据。

[0065] 随后,所述分析组件124可对经取样的束电流数据进行傅立叶转换(Fourier transform,FT)的操作,以将束电流数据转换成表示功率作为频率的函数的频域光谱(frequency domain spectrum)。在由检测器120记录束电流的周期性调变的情况下,此种FT光谱可能会在一个或多个分别的频率处展现一个或多个峰,其中在分别的频率处的各峰是由离子植入机中的特定组件产生的束电流中的给定调变的特征。

[0066] 图3A描绘一示例性FT光谱300在约7Hz频率处展现的峰302。所述FT光谱300表示频域功率光谱,其中曲线下的面积与功率相关。在一实例中,所述峰302可由所述分析组件124确认如下。可计算针对所述峰302以及其他经确认的峰的优值(figure of merit,FOM)。在一些实施例中,FOM定义为包含于要考虑之峰中的功率对频域功率光谱中的总功率的比例。若FOM超过预定阀(predetermined threshold),所述分析组件124可能会标示(传送)经确认的峰至所述调整组件126,以便进行对离子植入机参数的调整。由所述调整组件126进行的调整可能会导致与经确认的所述峰302相关的束电流调变的减少。在图3A的实例中,计算自所述峰302的FOM可被认为超过阀,因此可由所述调整组件126引发离子植入机调整。

[0067] 图3B描绘另一示例性FT光谱310,其展现在约5Hz的频率的峰312。在此实例中,所

述峰312可由所述分析组件124确认。在此情况下,所述峰312具有低强度,使得自所述峰312计算的FOM不超过预定阀(其如示意性地示出于图3B的位准314)。因此,由于已判定由所述峰312表示的束电流密度的变动不足以需要补救(remedy),因此所述分析组件124可能决定经确认的峰不被标示至所述调整组件126。

[0068] 根据不同实施例,根据经取样的束电流的FT光谱中的经判定的峰,所述调整组件126可判定离子植入机要被调整的是什么参数。例如,在所述调整组件126包含于控制器的实施例中,所述控制器可耦接于多个束线组件,所述多个束线组件包括用于不同组件的电源、可移动的孔隙等。所述控制器可另外以所选择的参数预设置,在不同的组件中所述参数可经调整以试图减少或消除检测到的离子束电流调变(变动)。在一实例中,所述调整组件126可包括控制软件,其经设计以传送控制信号来重新调整离子植入机的所选择的参数,来消除束电流调变或减少束电流调变至低于阈值。

[0069] 在不同实施例中,可通过进行下述的至少一者来传送控制信号以调整旋转质量狭缝(rotating mass slit)的操作。可传送信号以最佳化分析磁铁,使得离子束更精准地扭曲(being threaded)而通过旋转质量狭缝以避免可能由旋转质量狭缝造成的周期性调变。可传送信号以增加旋转质量狭缝中的开口尺寸,以减少任何与通过其的离子束的反应。当静止时,可传送信号以停止旋转质量狭缝的旋转且操作离子束。

[0070] 在一些实施例中,调整组件及/或分析组件可经设置以基于FT光谱中的经检测的峰的频率来进行欲调整的合适的硬件/参数之判定。举例来说,28Hz的峰可能是旋转质量狭缝故障的特征,而4Hz的峰可能表示聚焦元件的问题。

[0071] 在各个实施例中,所述控制系统104可经设置以进行一系列的封闭循环周期,也称作束调整循环(beam adjustment loop)。每个束调整循环包括取样操作、接着判定离子束变化以及基于所述取样操作的结果来做适当的束调整,其中所述取样操作包括离子束的多个束电流量测。所述控制系统可经设置以进行多个束调整循环,直到离子束变化低于阀。阀的一个实例为针对取样操作中收集的束电流数据的傅立叶转换光谱中的峰所计算的优值(figure of merit)的上述阀。因此,在一系列的调整过后,若此种光谱中的峰减少到FOM不再超过阀的程度,则可停止进一步调整束线组件。

[0072] 在一些实施例中,若离子束变化仍超过阈值,则所述控制系统(诸如控制系统104)可经设置以在进行给定数目的束调整循环之后终止离子束制程。这可能传信号给操作器,即离子植入装置无法自动地校正组件来将束电流变化转至可容忍的范围内,且人工介入是必须的。

[0073] 在一特定实施中,若在预定数目的束调整循环之后,后续进行的束电流取样操作表示重新调整的经选择的参数并未在离子束调变中产生想要的改善,则所述控制系统104可经设置以避免离子束进入晶圆台。举例来说,所述控制系统104可传送控制信号至可停止晶圆制程的连锁装置(interlock),直到过量束调变的原因被确认且以其他方式矫正为止。

[0074] 在额外实施例中,所述控制系统104可经设置以检测离子束变化而非检测束电流调变,所述离子束变化表现为离子束位置的改变或离子束尺寸的改变。在此些后面的实施例中,所述控制系统104可包括束导向控制器128,所述束导向控制器128经设置以产生束导向信号来刻意引入欲取样的离子束的束削波(beam clipping)。举例来说,束导向信号可导向离子束,使得部分离子束被束线孔隙拦截。通过这么做,离子束的空间调变(诸如位置或

离子束尺寸的改变)可转换成离子电流强度或由检测器记录的电流位准(level of current)的调变。特别的是,在一些情况下,离子束位置及/或束尺寸的调变(其可能引致不均匀的植入)可能不会在给定检测器中被检测为离子束强度的调变。举例来说,若离子束位置偏移而束强度未改变,则由束电流检测器测量的束电流可能不会改变(如果偏移的离子束仍畅通无阻的抵达束电流检测器的话)。然而,若离子束偏移位置超出或变大,则如果孔隙或其他束阻挡元件经排列以阻挡部分离子束的话,当部分偏移的束被孔隙拦截时,孔隙下游检测到的束电流可能会变化。

[0075] 因此,为了确定束位置调变或束尺寸调变存在,可经由孔隙来导向离子束,所述孔隙筛选此种调变。请参照图4A,其展示将所述离子束400经由所述孔隙404导向的情况,所述孔隙404用于筛选离子束位置及/或离子束尺寸的调变。所述孔隙404在束线装置中可以是用于额外用途的规则孔隙,或者所述孔隙404可为检测离子束调变用的专门孔隙。束电流检测器412位于所述孔隙404的下游以记录束电流与束电流的变化。特别的是,束电流检测器一般可如本文中上述的方式进行取样操作。在所述离子束400在束位置中并未经历过多的调变的所需条件下,所述孔隙404可经设置以传输所述离子束400而不会拦截或阻挡任何所述离子束400。然而,若所述离子束400的位置以规律的方式在两个所示的不同位置之间变动(fluctuate),则在较低位置(在其自中心线405沿着方向406偏移距离 W_1 处)时,所述离子束400被部分阻挡,造成如图4B所示的离子束电流曲线408。值得注意的是,当所述离子束400被所述孔隙404拦截时,所述束电流曲线408展现规律的一系列波谷(trough)410。因此,所述孔隙404提供将离子束位置的调变转换成检测到的束电流的调变的功能,其可接着如上述通过对可疑的束线组件进行适当调整来校正。 P_{v1} 表示单一个周期,包括一波谷410。

[0076] 现转至图5A,其展示将离子束500经由所述孔隙404导向的另一种情况,所述孔隙404用于筛选离子束位置及/或离子束尺寸的调变。束电流检测器(未示出)可位于所述孔隙404的下游以记录如图4A的情况下的束电流与束电流的变化。在所述离子束500在束尺寸中并未经历过多的调变的所需条件下,所述孔隙404可经设置以传输所述离子束500而不会拦截或阻挡任何所述离子束500,如图5A所示出。然而,若所述离子束500的尺寸在图5A中的实例T1以及图5B所示的实例T2之间以规律的方式变动,则变成所述孔隙404会部分地阻挡所述离子束500(在其变大的状态下),造成展现如图5C所示的规律的一系列的波谷510的束电流508。因此,所述孔隙404提供将离子束尺寸的调变转换成检测到的束电流的调变的功能,其可接着如上述的通过对可疑的束线组件进行适当调整来校正。

[0077] 本文中包括的流程图为用于进行已揭示结构的新颖态样的代表性示例性方法。虽然(为说明简洁起见)本文中所示的一个或多个方法(例如以流程表或流程图的形式)被绘示及描述为一系列的作动,然而应了解且注意到,所述方法并不会被作动的顺序所限制,如同一些作动可能(据此)以不同顺序发生及/或与本文所绘示与描述的其他作动并行。举例来说,本领域具有通常知识者将会了解且注意到一种方法可另外诸如在状态图中被表示为一系列相关的状态或现象。此外,新颖的实施中可能不需要在方法中说明所有的作动。

[0078] 图6描画用于控制束电流均匀度的第一示例性流程600。在方块602处开始流程。在方块604处进行多个束电流量测。在一实例中,可在约1KHz的速率下进行所述束电流量测。在各量测中,检测到的束电流在量测期间可加总,所述量测期间在以上实例中可为1ms。在方块606处进行束电流取样操作的傅立叶转换。在一实例中,进行离散傅立叶转换操作

(discrete Fourier transform operation)以产生做为频率函数的功率频谱。接着进行流程至决定方块608,在此处决定在傅立叶转换光谱中的一个峰或多个峰是否超过阈值。若超过阈值,则进行流程至方块610。在方块610处,若尝试调整离子植入机的参数的次数并未超过限制或阈,则进行流程至方块612。在方块612处,调整离子植入机的选择的参数。接着流程回到方块604。

[0079] 若在方块608确认没有超过阈值的峰,则流程移到方块614,在此处使用离子植入机的电流参数进行离子植入。若在方块610处的调整尝试次数超过限制,则流程移到方块616,在此处停止离子植入制程。

[0080] 本揭示并非由本文所述的特定实施例的范畴所限制。确实,本揭示的其他各种实施例以及修改加上本文所述的此些部分将从以上描述与随附图式而对本领域具有通常知识者而言为显而易见。因此,此种其他实施例及修改意图为落入本揭示的范畴中。此外,虽然本揭示已为特定目的在特定环境中的特定实施的上下文中描述于本文中,此些本领域具有通常知识者将辨识到,其用途并非限制于此,且本揭示可为任意数目的目的在任意数目的环境有益地实施。因此,以下阐述的权利要求应以本文所述的本揭示的全广度及精神来诠释。

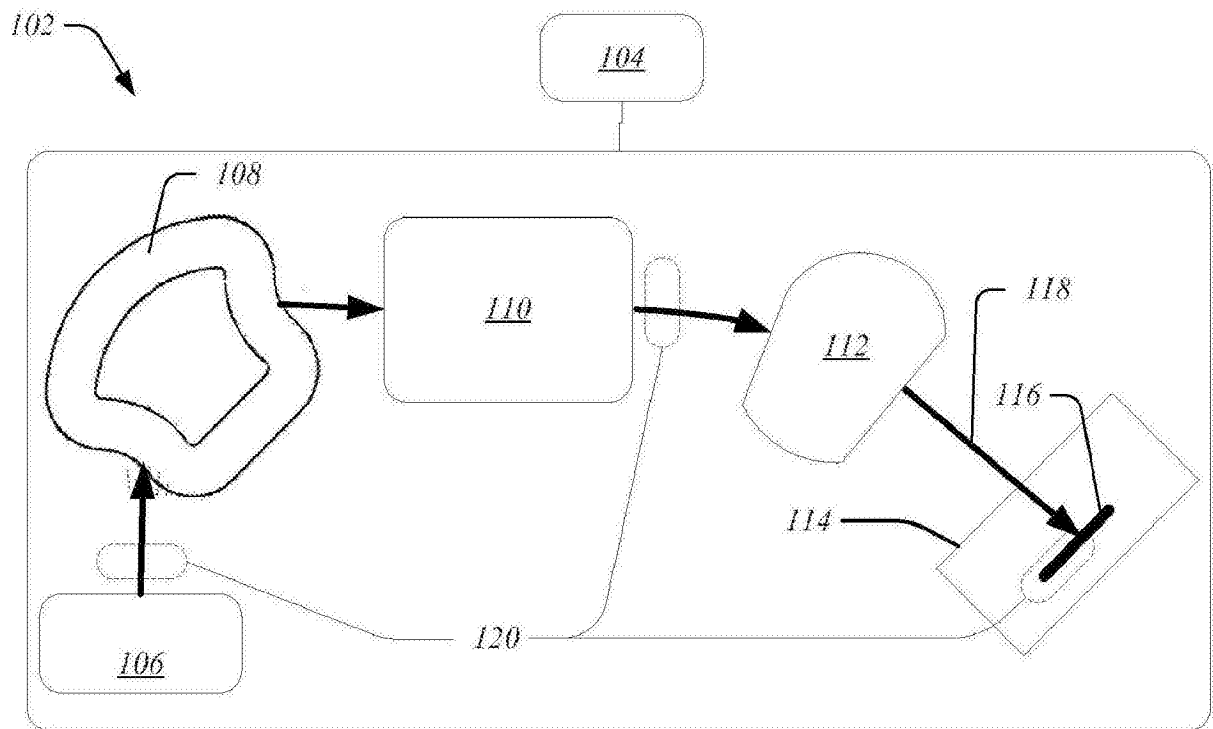


图1A

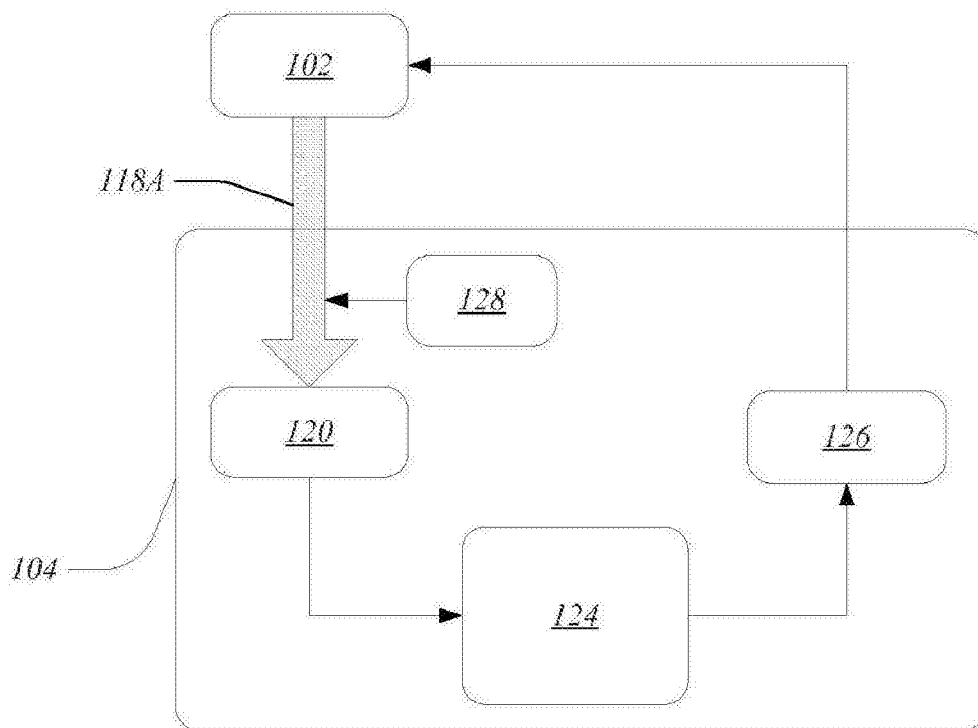


图1B

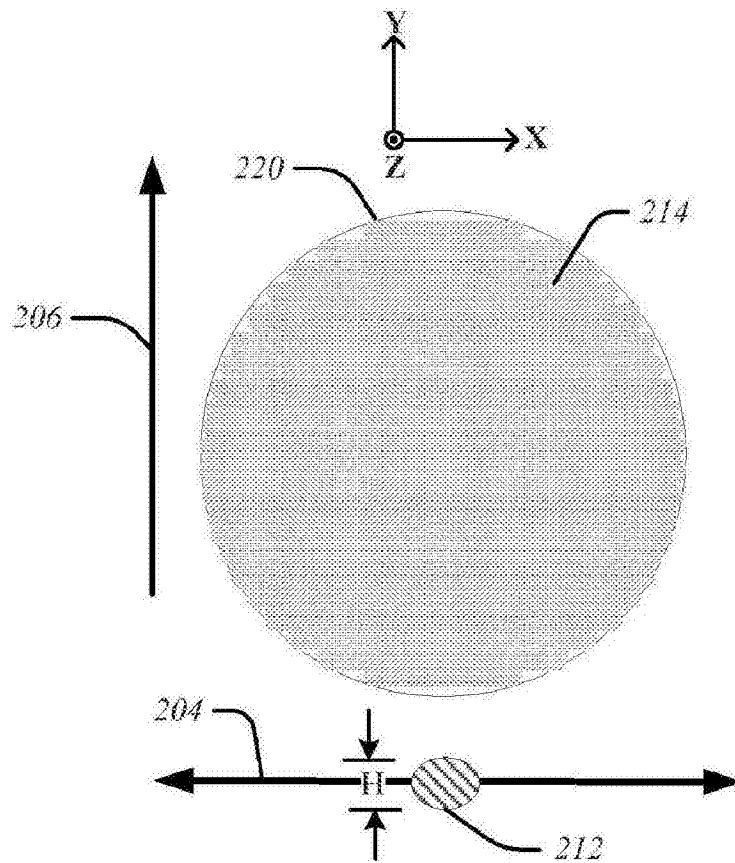


图2

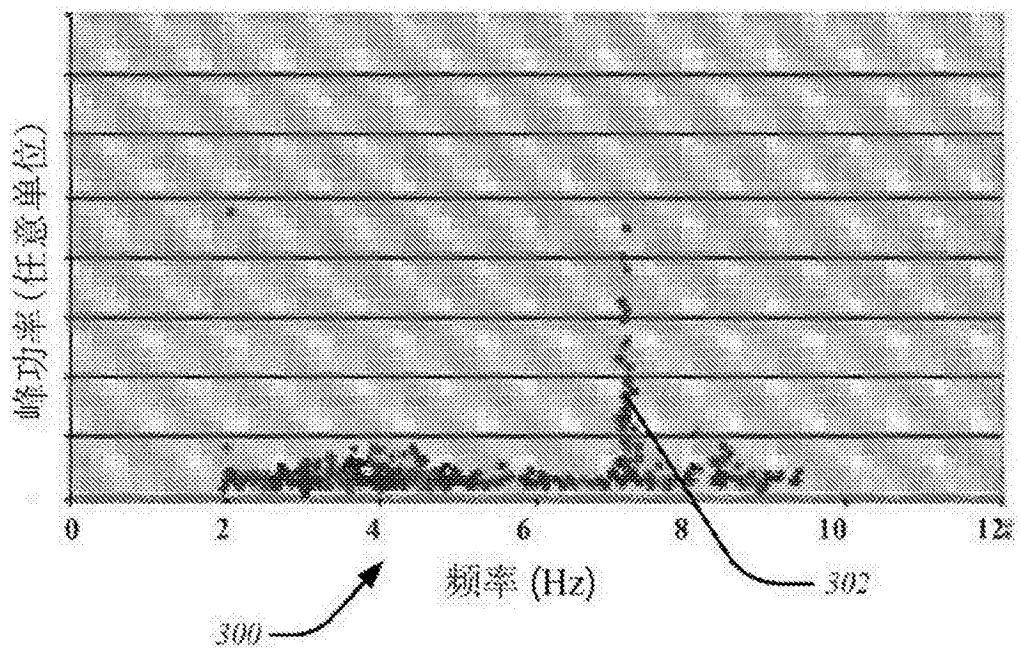


图3A

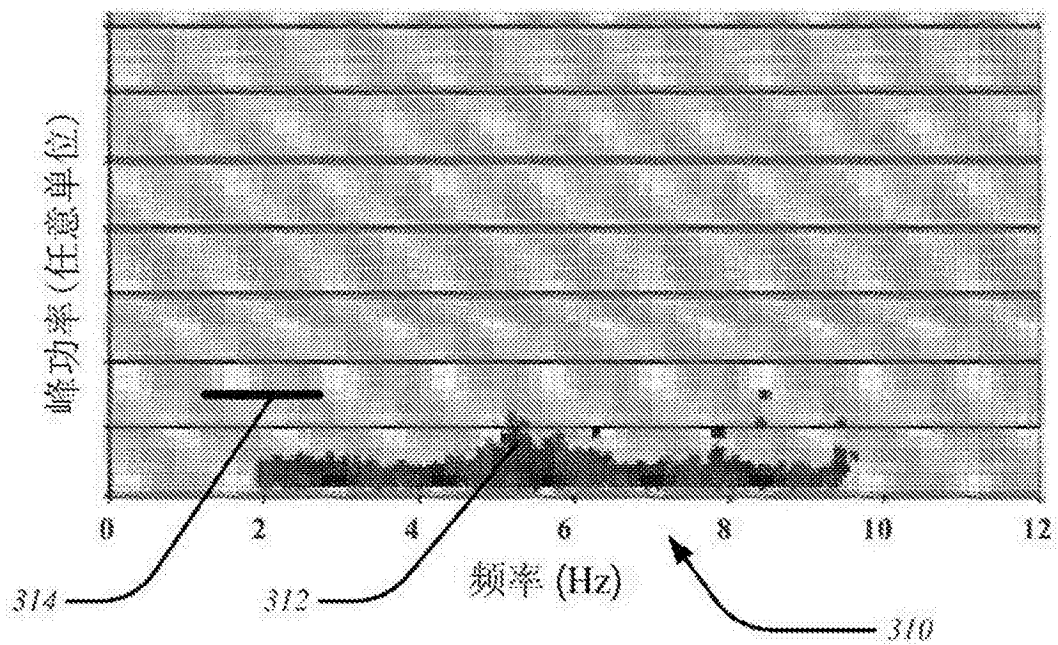


图3B

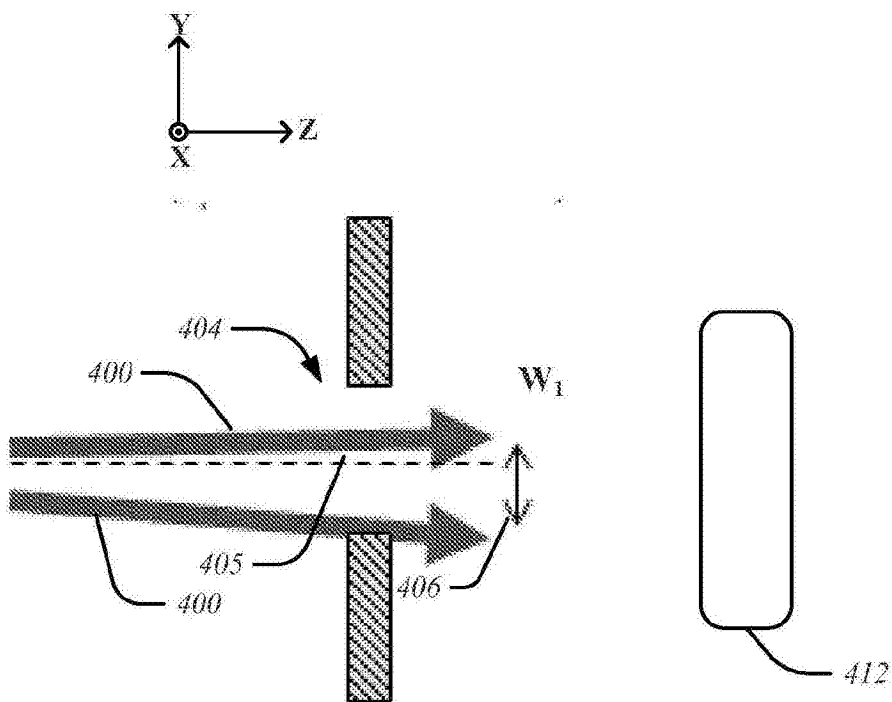


图4A

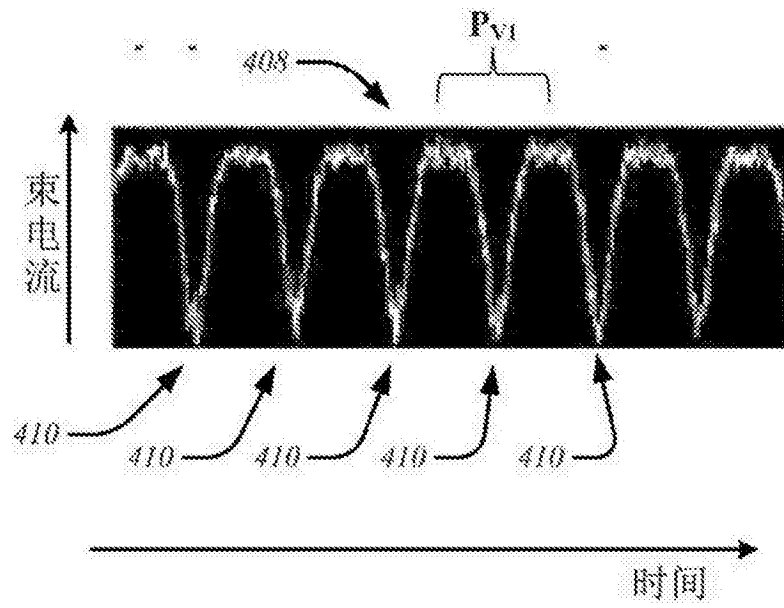
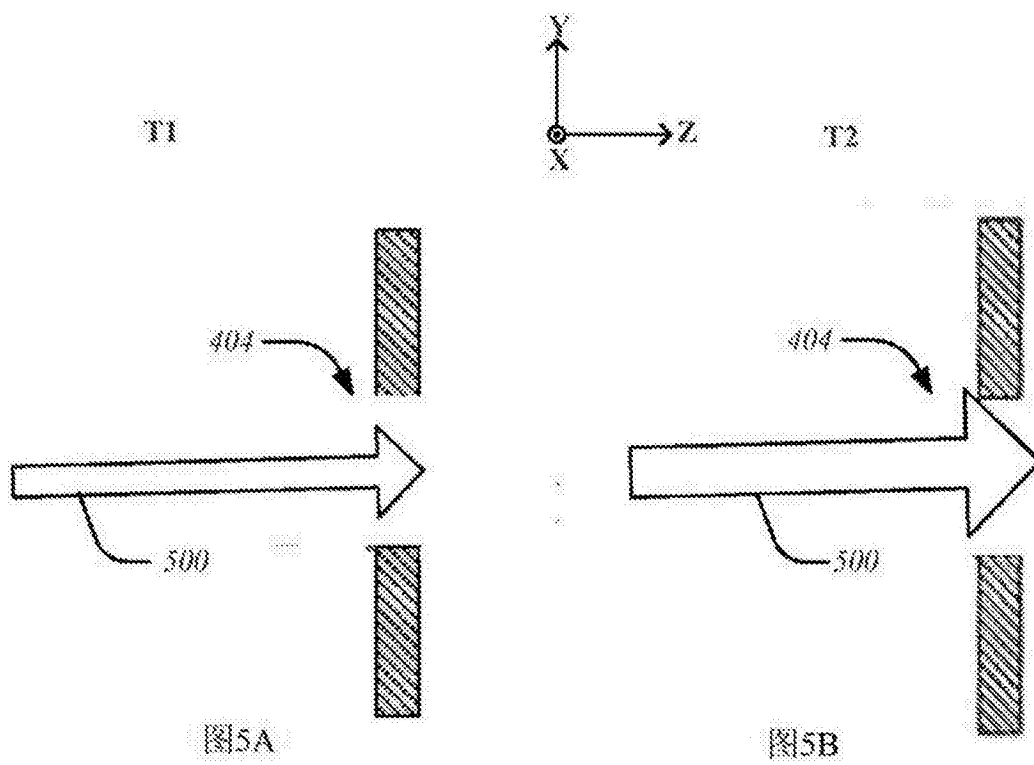


图4B



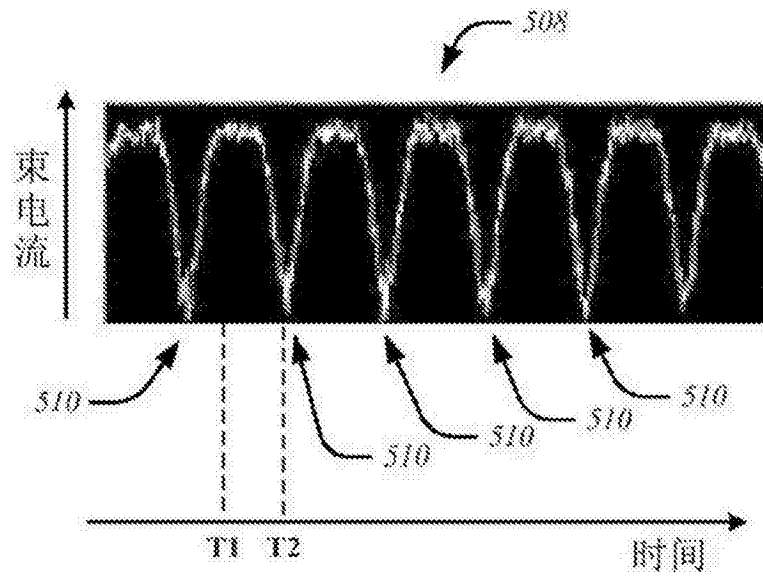


图5C

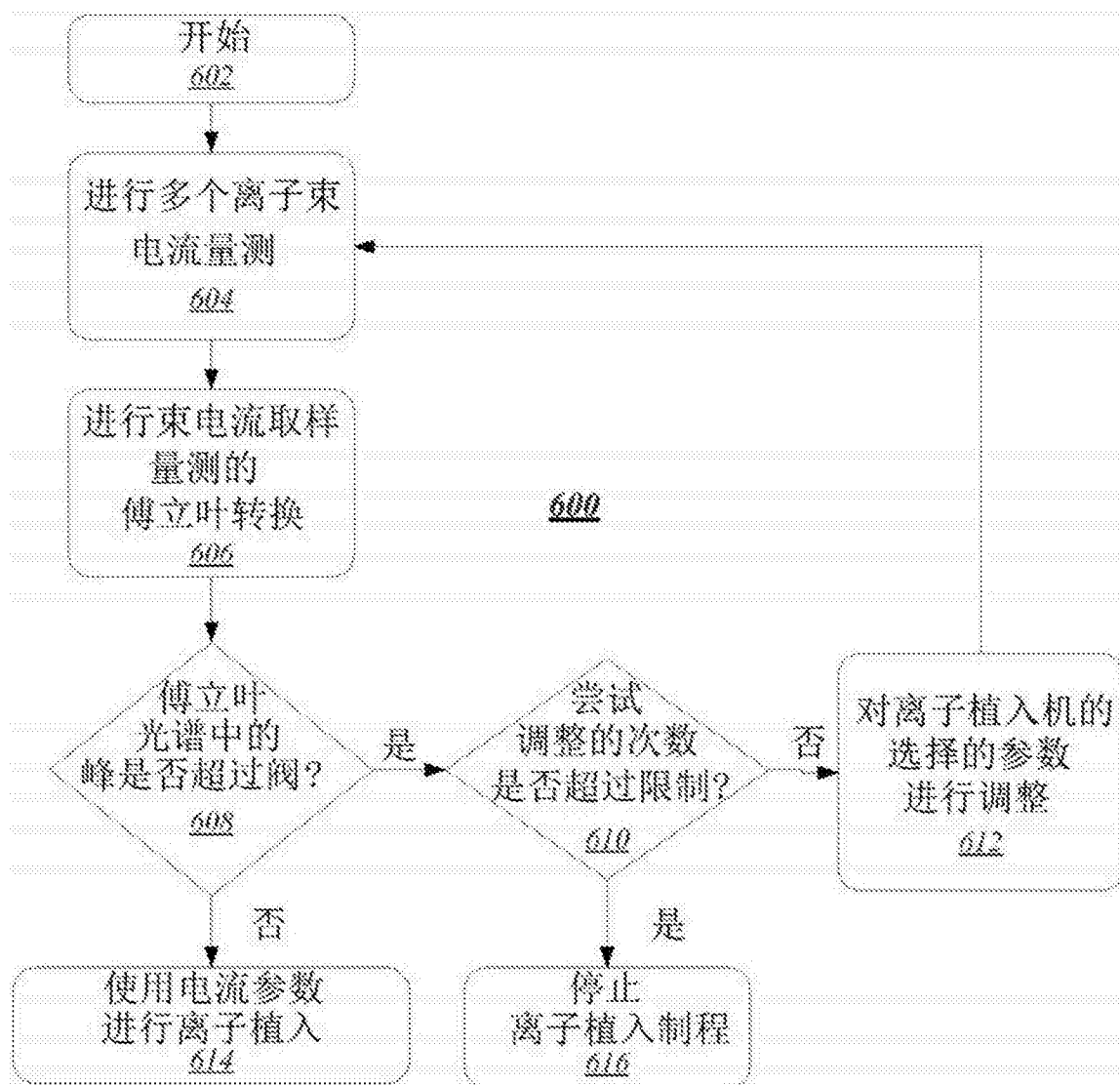


图6