



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112752865 A

(43) 申请公布日 2021. 05. 04

(21) 申请号 201880098099.X

尼尔·平克顿

(22) 申请日 2018.09.28

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.26

代理人 张瑞 杨明钊

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2018/108297 2018.09.28

(51) Int.Cl.
C23C 14/54 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/062016 EN 2020.04.02

(71) 申请人 唯亚威通讯技术有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 马库斯·K·提尔斯科
乔治·J·欧肯法斯
马吕斯·格里戈尼斯
安德鲁·克拉克 彭东工 夏银翔
袁照 埃里克·尼班克

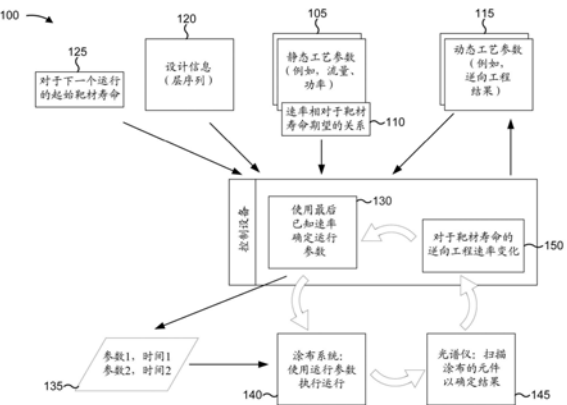
权利要求书2页 说明书13页 附图7页

(54) 发明名称

使用正向参数校正和增强的逆向工程的涂布控制

(57) 摘要

一种设备 (300) 可以包括一个或多个存储器 (330) 和一个或多个处理器 (320), 该一个或多个处理器通信地耦合到一个或多个存储器 (330), 以接收设计信息, 其中设计信息标识在一次或更多次运行期间生成的光学元件的一组层的期望值; 接收或获得标识关于一次或更多次运行的参数和与一次或更多次运行或光学元件相关的观察值之间的关系的历史信息; 基于历史信息来确定关于一次或更多次运行的层信息, 其中层信息标识关于一组层的实现期望值的运行参数; 以及使得一次或更多次运行基于层信息被执行。



1. 一种设备,包括:
一个或多个存储器;和
一个或多个处理器,所述一个或多个处理器通信地耦合到所述一个或多个存储器,以:
接收设计信息,其中,所述设计信息标识在一次或更多次运行期间将生成的光学元件的一组层的期望值;
接收或获得历史信息,所述历史信息标识在关于所述一次或更多次运行的参数和与所述一次或更多次运行或所述光学元件相关的观察值之间的关系;
基于所述历史信息来确定关于所述一次或更多次运行的层信息,其中,所述层信息标识关于所述一组层的实现所述期望值的运行参数;和
使得所述一次或更多次运行基于所述层信息被执行。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述一个或多个处理器还:
确定标识所述一次或更多次运行的结果的信息,其中,标识所述结果的信息标识关于所述一次或更多次运行的所述观察值的值;和
基于标识所述结果的信息,修改所述运行参数中的运行参数。
3. 根据权利要求2所述的设备,其中,标识所述结果的信息基于对所述光学元件的光谱测量。
4. 根据权利要求2所述的设备,其中,标识所述结果的信息基于对所述光学元件的多个光谱测量。
5. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述一次或更多次运行使用多种材料,并且其中,所述历史信息标识关于所述多种材料的相应关系。
6. 根据权利要求5所述的设备,其中,所述多种材料与单个靶材相关联。
7. 根据权利要求5所述的设备,其中,当确定标识所述一次或更多次运行的结果的信息时,所述一个或多个处理器还:
基于所述多个关系中的至少两个关系来确定标识所述结果的信息。
8. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述关系标识所述参数相对于所述观察值的变化率。
9. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述参数是涂布速率,以及所述观察值是靶材寿命。
10. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述运行参数包括以下项中的至少一项:
关于所述一组层的一个或多个运行时间,
气体流速,
供给功率配置,
供给功率设定点,或
几何构型。
11. 一种方法,包括:
通过涂布控制设备,接收设计信息,其中,所述设计信息标识在一次或更多次运行期间生成的光学元件的一组层的期望值;
通过所述涂布控制设备,接收或获得标识在关于所述一次或更多次运行的参数和与所

述一次或多次运行或所述光学元件相关的观察值之间的关系的历史信息；

通过所述涂布控制设备,基于所述历史信息来确定关于所述一次或多次运行的层信息,其中,所述层信息标识关于所述一组层的实现所述期望值的运行参数;

通过所述涂布控制设备,使得所述一次或多次运行基于所述层信息被执行;

通过所述涂布控制设备,确定标识所述一次或多次运行的结果的信息,其中,标识所述结果的信息标识关于所述一次或多次运行的所述观察值的值;和

通过所述涂布控制设备,基于标识所述结果的信息,修改所述运行参数中的运行参数。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述涂布工艺使用多种材料,并且其中,所述历史信息标识关于所述多种材料的相应关系。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述参数涉及几何构型,以及所述观察值是靶材寿命或迳流值。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述参数是供给功率设定点,以及所述观察值是靶材寿命。

15. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述参数是气体流速,以及所述观察值是折射率或吸收指数。

16. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述参数是气体流速,以及所述观察值是靶材寿命。

17. 一种非暂时性计算机可读介质,所述非暂时性计算机可读介质存储指令,所述指令包括:

一个或多个指令,所述一个或多个指令当由一个或多个处理器执行时使所述一个或多个处理器:

接收设计信息,其中,所述设计信息标识在一次或多次运行期间生成的光学元件的一组层的期望值;

接收或获得历史信息,所述历史信息标识在关于所述一次或多次运行的参数和与所述一次或多次运行或所述光学元件相关的观察值之间的关系;

基于所述历史信息来确定关于所述一次或多次运行的层信息,其中,所述层信息标识所述一组层的实现所述期望值的运行参数;和

使得所述一次或多次运行基于所述层信息被执行。

18. 根据权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述历史信息用于第一次运行,其中所述层信息用于第二次运行,并且其中,所述第一次运行和所述第二次运行被隔开至少一次运行。

19. 根据权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述期望值包括以下项中的至少一项:

所述一组层中的层的厚度,

所述光学元件的折射率,或者

吸收指数。

20. 根据权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述一次或多次运行是使用溅射技术生成所述光学元件的涂布活动的一部分。

使用正向参数校正和增强的逆向工程的涂布控制

[0001] 背景

[0002] 涂布系统可以用于利用特定材料涂布基材。例如,溅射系统可以用于薄膜层、厚膜层和/或类似物的沉积。基于沉积一组层,可以形成光学元件。例如,薄膜可以用于形成滤波器,诸如光学干涉滤波器。

[0003] 概述

[0004] 根据一些实现方式,一种设备可以包括一个或多个存储器和一个或多个处理器,该一个或多个处理器通信地耦合到一个或多个存储器,以接收设计信息,其中该设计信息标识在一次或多次运行期间生成的光学元件的一组层的期望值;接收或获得标识关于一次或多次运行的参数和与该一次或多次运行或光学元件相关的观察值之间的关系的历史信息;基于该历史信息来确定关于一次或多次运行的层信息,其中,层信息标识关于一组层的实现期望值的运行参数;并且使得该一次或多次运行基于该层信息被执行。

[0005] 根据一些实现方式,一种方法可以包括通过涂布控制设备接收设计信息,其中设计信息标识在一次或多次运行期间生成的光学元件的一组层的期望值;通过涂布控制设备接收或获得历史信息,该历史信息标识关于一次或多次运行的参数和与一次或多次运行或光学元件相关的观察值之间的关系;通过涂布控制设备,基于历史信息来确定关于一次或多次运行的层信息,其中层信息标识关于一组层的实现期望值的运行参数;通过涂布控制设备,使得该一次或多次运行基于该层信息被执行;通过涂布控制设备,确定标识一次或多次运行的结果的信息,其中,标识结果的信息标识关于一次或多次运行的观察值的值;以及通过涂布控制设备,基于标识结果的信息,修改运行参数中的运行参数。

[0006] 根据一些实现方式,一种非暂时性计算机可读介质可以存储一个或多个指令,该一个或多个指令当由一个或多个处理器执行时,使得一个或多个处理器接收设计信息,其中,该设计信息标识关于在一次或多次运行期间生成的光学元件的一组层的期望值;接收或获得标识关于一次或多次运行的参数和与一次或多次运行或光学元件相关的观察值之间的关系的历史信息;基于历史信息来确定关于一次或多次运行的层信息,其中,层信息标识关于一组层的实现期望值的运行参数;并且使得一次或多次运行基于该层信息被执行。

[0007] 附图简述

[0008] 图1是关于使用基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程的涂布控制的示例实现方式的图示。

[0009] 图2A是示例涂布系统的图示。

[0010] 图2B是其中可以实现本文描述的系统和/或方法的示例环境的图示。

[0011] 图3是图2A和图2B的一个或多个设备的示例部件的图示。

[0012] 图4A是在没有基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程的涂布工艺的示例结果的图表。

[0013] 图4B是使用基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程

的涂布工艺的示例结果的图表。

[0014] 图5是关于使用基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程的涂布控制的示例过程的流程图。

[0015] 详细描述

[0016] 示例实现方式的以下详细描述参考了附图。在不同附图中的相同参考数字可以标识相同或相似的元件。

[0017] 涂布系统可以将靶材的材料沉积到基材上以形成元件,诸如光学元件(例如,干涉滤波器、带通滤波器等)。例如,涂布系统可以通过涂布运行(本文中称为“运行”)执行靶材的溅射,在该涂布运行中,材料层被沉积在基材上。创建一组元件的一系列运行在本文可以被称为活动(campaign)。在一些情况下,使用多个靶材。该活动可以延续直到一个靶材或更多个靶材的寿命。

[0018] 涂布系统可以基于多个运行参数(诸如气体流速、功率供给设定点、运行的时间长度等)来执行运行。一些参数是静态参数,其在每次运行时都可以是静态的。一些参数可以是动态的,并且可以在每次运行时是可配置的。这些运行参数可以是可配置的,以实现关于每次运行的多个层的所需涂布厚度的目标。因此,可以基于运行的时间长度和在运行期间沉积的涂布厚度来观察涂布速率。在一些情况下,涂布系统可以确定使用涂布厚度无法直接观察到的运行结果。例如,某些光谱测量可以提供关于运行结果的信息。

[0019] 应当注意,许多运行使用两种或更多种材料的多个层,因此,如本文别处更详细描述,本文描述的实现方式可以使用多种涂布速率和许多涂布厚度。在一些情况下,为了简洁或清楚起见,本文描述了单个涂布速率。应当理解,在描述单个涂布速率的情况下,也可以考虑多个涂布速率。

[0020] 涂布系统可以调整运行参数,以实现对于每次运行的期望值(例如,涂布厚度或另一个值)。例如,控制设备可以调整每次运行的参数,使得运行满足关于光谱性能、折射率、带宽、层厚度等的目标。理想情况下,涂布系统将会具有非常稳定的涂布速率和稳定的涂布室,从而实现精确可预测的涂布厚度。例如,当应用某些运行参数时,理想的涂布系统针对每次运行都具有可预测且稳定的涂布厚度,这意味着实现了稳定的涂布速率。然而,在实践中,涂布速率并不完全稳定。例如,环境条件(例如,涂布室中的水含量、温度)、靶材随时间的变化(例如,与活动开始时相比,活动结束时靶材的几何形状的变化)、涂布系统的护罩上累积的杂散涂布和/或类似因素可导致一个涂布速率或多个涂布速率随时间偏离期望值。

[0021] 一种用于处理漂移涂布速率的方法是在执行运行后执行对元件的测量,基于测量结果确定运行结果,并使用该结果导出关于下一次运行的运行参数。在一些情况下,这可以被称为“逆向工程”。例如,结果可以包括指示光学元件的厚度的光谱响应,并且涂布系统可以根据观察到的厚度和期望值之间的差异来调整关于下一次运行的运行参数(例如,时间长度等)。

[0022] 在一些情况下,逆向工程可以针对两次连续的运行来被执行。这可以提高运行参数的准确性(且因此,有希望提高相对应的涂布速率),但是可能花费大量时间并降低涂布系统的利用率。在一些情况下,逆向工程可以以交错方式执行,其中在执行第二次运行时,基于关于第一次运行的参数和观察值来确定关于第三次运行的运行参数,在执行第三次运行时,基于关于第二次运行的参数和观察值来确定关于第四次运行的运行参数,以此类推。

这种技术可以被称为“跳步法 (leapfrogging)”。跳步法可以提高涂布系统的利用率,从而提高产量。

[0023] 然而,逆向工程和跳步法可能在整个活动长度内带来挑战。例如,由于靶材的不断变化的几何形状、涂布室内的不断变化的条件和/或其他因素,涂布速率在靶材的寿命期间可能不是固定的。此外,跳步法可能增加在其结果被确定的运行和基于结果确定运行参数的运行之间的时间长度,这增加了后面的运行(特别是考虑到上述涂布速率的漂移的情况下)相对于期望值不准确的可能性。在一些情况下,涂布系统可能需要停止活动并执行校准涂布,以确定观察到的涂布厚度或涂布速率,这进一步降低了产量和利用率。鉴于逆向工程和跳步法,关于涂布速率准确性的更详细描述,请参考下面的图4A。

[0024] 本文描述的一些实现方式可以使用基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程来提供涂布厚度和/或涂布速率控制。例如,诸如涂布速率的参数变化可能与诸如涂布靶材寿命的观察值有关系。如本文所用,涂布靶材寿命(有时称为涂布靶材的寿命 (coating target's life)、涂布靶材的寿命 (life of a coating target)、靶材寿命、靶材的寿命等)可以指靶材的总使用量的度量。在一些情况下,涂布靶材寿命可以表示为功率和时间的函数(例如,如果将15kW的功率施加到靶材持续600秒,则靶材的涂布靶材寿命可以增加2.5kWh (15kW*600s/3600s/h)),但是涂布靶材寿命的其他表示是可能的并且在本文中也考虑到。在一些实现方式中,涂布靶材寿命可以通过控制设备等来跟踪。

[0025] 在该示例中,随着涂布靶材的寿命的流逝,涂布速率可以以特定(例如,可预测的)方式漂移或改变。本文描述的一些实现方式可以使用参数和观察值之间的关系来确定关于涂布系统的运行的运行参数。例如,这可允许本文所述的实现方式在运行被执行期间调整运行参数,以根据不断变化的参数(例如涂布速率)保持运行相对于期望值准确。

[0026] 本文描述的一些实现方式还提供了增强的逆向工程,尤其是对于联动的 (linked) 逆向工程。当执行两个或更多个过程时(例如,从一个或更多个靶材溅射两种或更多种材料),可以使用联动的逆向工程。在这种情况下,当光谱响应没有提供关于两个过程的有用反馈时,假设两个过程之间存在联动关系,使得关于一个过程的反馈被用于确定关于两个过程的参数调整。这可能在一些传统实现方式中被执行,假设两个或更多个过程之间1:1的关系 (link),这在实践中可能准确,也可能不准确,并且当两个或更多个过程与关于一个或更多个参数的不同漂移率相关联时,这可能随着时间变得不太准确。

[0027] 本文所述的一些实现方式基于两个或更多个过程的相应关系(例如,涂布速率相比于靶材寿命的变化率或本文所述的其他配置)来确定两个或更多个过程之间的关系。例如,如果在靶材的寿命中,一个过程的变化速度是另一个过程的变化速度的两倍,则这些过程之间的1:2关系可用于执行逆向工程。因此,与假设过程之间有1:1的关系相比,关于这种过程的逆向工程的准确性得到了提高。

[0028] 以这种方式,可以基于预期的确定性工艺参数漂移来提高涂布速率的准确性,这使得能够更频繁且一致地使用跳步法,降低不可接受的过程输出的速率,并且降低对校准运行 (calibration runs) 的依赖。

[0029] 本文描述的一些实现方式使用涂布靶材寿命和/或涂布靶材寿命中的一个点作为用于确定运行参数的观察值。然而,除了涂布靶材寿命之外,也可以使用其它观察值,并且在本文中也对此进行了考虑。例如,如果涂布系统以可预测或严格控制的方式执行运行,则

时间或经过的时间可以用来代替涂布靶材寿命。类似地,如果对相同或相似的产品重复地执行涂布,则可以使用连续的批号或运行号来代替涂布靶材寿命。换句话说,涂布靶材寿命是可用于量化随时间/靶材寿命/批次顺序的涂布速率漂移的许多可能值之一。应当理解,“涂布靶材寿命”可以指本章节中描述的任何值。此外,一些观察值不是基于时间参数的。例如,光谱测量结果、折射率或吸收指数可以用作观察值。

[0030] 图1是用于使用基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程的涂布控制的示例实现方式100的图示。更具体地,图1示出了用于涂布厚度控制的控制回路,该控制回路基于正向参数校正、基于增强的逆向工程、使用运行时间作为基于关于光学元件的光谱观察的可调节参数。

[0031] 图1示出了对控制设备的多个信息输入,该多个信息输入以参考数字105、110、115、120和125示出。此外,图1示出了通过控制设备基于正向参数校正来确定用于涂布过程的运行参数(例如,参考数字130)。运行参数以参考数字135表示。涂布系统(或控制设备)可以基于运行参数执行运行(以参考数字140示出),并且光谱仪可以对运行生成的元件进行扫描以确定结果(由参考数字145示出)。如参考数字150所示,控制设备可以基于扫描接收信息(例如,标识结果的信息)。控制设备可以基于该结果执行逆向工程,并且可以基于逆向工程(由图1中的循环箭头示出)为稍后的运行修改运行参数。下面提供了以上的输入和操作中每一个的更详细描述。

[0032] 如参考数字105所示,控制设备可以接收或确定关于涂布工艺的静态工艺参数的信息。静态工艺参数可以包括静态或半静态地被配置的参数,其不太可能在运行或活动等过程中变化。静态工艺参数的示例包括氩气流量值、功率供给操作模式等。应当注意,特定参数在一些情况下可以是静态的,而在其他情况下可以是动态的。例如,气体流速在一些情况下(例如,当运行时间在运行之间变化以获得期望厚度时)可以保持稳定,而在其他情况下(例如,当逆向工程的观察值是与气体流速相关的折射率或吸收指数时)可以是可变的。

[0033] 如参考数字110所示,控制设备可以接收或确定标识涂布速率和涂布靶材寿命之间关系的历史信息。更一般地,控制设备可以接收标识参数和观察值之间的关系的的历史信息。对于给定参数,历史信息可以标识(或者可以使控制设备能够标识)在涂布靶材的寿命中的特定点处预期的涂布速率。例如,观察到的涂布速率可以在涂布靶材寿命期间发生变化或漂移。

[0034] 在本文描述的一些实现方式中,控制设备可以使用非线性关系来定义参数和观察值之间的关系。例如,控制设备可以使用二阶或更高阶函数或多项式来定义参数和观察值之间的关系。在一些方面中,控制设备可以接收或存储标识关于涂布速率和涂布靶材寿命之间关系的值的信息。例如,控制设备可以存储标识对应于不同涂布靶材寿命值的涂布速率的查找表或类似的数据结构。在一些方面,控制设备可以使用参数和观察值之间的线性关系。

[0035] 参数和观察值之间的关系可以被显示为静态参数,因为该关系可以是预定值。例如,在这种情况下,可以基于关于过去活动的观察来确定关系。在一些实现方式中,可以基于逆向工程来调整关系。例如,如果控制设备使用逆向工程确定运行的结果已经偏离与关系相关联的期望值,则控制设备可以调整关系以提高未来运行的准确性。

[0036] 在一些实现方式中,两种或更多种材料可以由相同靶材产生。例如,在一些情况

下, SiO₂、Si、Si₃N₄和SiO_x都可以由一个靶材产生。在这种情况下, 单个靶材可以有多个工艺。对于单个靶材的靶材寿命计数器可以在所有工艺之间共享。例如, 如果涂布系统涂布SiO₂, 则靶材可以被部分消耗, 并且靶材寿命计数器可以增加。然后, 来自相同靶材的后续Si层将以该更高(例如, 更先进、更消耗、增加的)靶材寿命的速率假设开始。因此, 当执行逆向工程时, 可以考虑多工艺靶材消耗(multi-process target depletion)。

[0037] 在一些实现方式中, 标识关系的信息可以涉及多个不同的靶材, 诸如在其中基材将利用多个不同靶材的材料进行涂布的情况下。例如, 每个靶材可以与相应函数相关联, 该相应函数定义了关于每个靶材的涂布速率和每个靶材的相应涂布靶材寿命之间的关系。控制设备可以基于相应的函数来确定涂布速率的参数。与基于多个靶材的涂布速率是联动的假设(例如, 基于恒定关系等)来确定关于多个靶材的参数相比, 这可以提高涂布的准确性。

[0038] 如参考数字115所示, 控制设备可以接收或确定一个或更多个动态工艺参数。动态工艺参数可以包括(例如, 基于逆向工程和/或静态工艺参数, 诸如参数和观察值之间的关系)从一次运行到另一次运行可以被改变的值(例如, 运行参数)。在一些实现方式中, 控制设备可以(例如, 使用光谱测量和逆向工程技术)确定关于特定运行的观察到的涂布厚度或涂布速率, 可以存储观察到的涂布厚度或涂布速率以及标识与观察到的涂布厚度或涂布速率相关联的靶材寿命的信息, 并且可以使用存储的信息来确定用于后续运行的参数。例如, 控制设备可以基于观察到的涂布厚度或涂布速率是否匹配预期的涂布速率(例如, 基于机器学习技术等)来调整运行参数。以此方式, 控制设备基于观察到的涂布厚度或涂布速率反复调整涂布速率参数, 这进一步提高了对涂布速率确定的准确性。

[0039] 控制设备在本文中被描述为确定观察到的涂布厚度或涂布速率。然而, 在一些情况下, 控制设备可以确定与涂布厚度或涂布速率相关联的另一个参数。例如, 控制设备可以确定光学元件的光谱响应是否匹配与期望涂布厚度相关联的光谱响应。因此, 不需要对涂布厚度执行直接测量, 这可以减少对昂贵且复杂的测量技术的依赖, 从而增加产量。

[0040] 如参考数字120所示, 控制设备可以接收标识层序列的设计信息。例如, 运行可以包括一层或更多层在基材上的沉积。每层可以具有期望的材料厚度。控制设备可以接收标识层的设计信息(例如, 形成每层的材料、层的顺序或序列等)和关于每层要达到的厚度。如下文更详细描述, 控制设备可以使用该信息来确定用于在基材上沉积层的运行的运行参数。

[0041] 如参考数字125所示, 控制设备可以接收或确定标识用于下一次运行的起始靶材寿命值的信息。例如, 当连续运行被执行时, 靶材可能被消耗。在执行第一次运行之前, 靶材可以以特定的靶材寿命值(例如, 其可以用千瓦时(kWh)、时间值等表示)开始。每次运行可能会消耗靶材的材料。控制设备可以针对要执行的每次运行确定每个靶材的起始靶材寿命。控制设备可以使用起始靶材寿命来确定关于每次运行的运行参数(例如, 基于标识参数和观察值之间的关系的信息, 如下面更详细描述)。

[0042] 如参考数字130所示, 控制设备可以确定用于运行的运行参数。例如, 控制设备可以使用关于与运行相关联的所有层的已知最近的涂布速率(例如, 使用由参考数字110所示的关系和逆向工程结果, 如下所述)来确定参数。在一些实现方式中, 运行参数可以包括运行时间。例如, 运行参数可以标识关于特定靶材或层将要执行沉积或溅射的时间长度。

[0043] 在一些实现方式中, 控制设备可以基于层的起始靶材寿命(由参考数字125示出)、

层的厚度(由参考数字120示出)、层的逆向工程结果或另一动态工艺参数(由参考数字115示出)以及关于确定逆向工程涂布速率的运行的靶材寿命(也由参考数字115示出)来确定层的运行参数。例如,控制设备可以使用逆向工程涂布速率来确定关于该层的运行时间,该逆向工程涂布速率基于关于确定逆向工程涂布速率的运行的靶材寿命和关于该层的起始靶材寿命之间的差异来进行调整。控制设备可以基于涂布速率和靶材寿命之间的关系(如参考数字110所示)来调整逆向工程涂布速率。

[0044] 控制设备可以使用调整后的涂布速率和材料厚度来确定关于该层的运行参数(由参考数字135示出)。这里,参数被显示为参数1和参数2,并且关于每个层的运行时间被显示为时间1和时间2。例如,当调整后的涂布速率指示前一运行比期望值更薄时,控制设备可以延长时间1和/或时间2。作为另一示例,当调整后的涂布速率指示前一运行比期望值更厚时,控制设备可以缩短时间1和/或时间2。以这种方式,控制设备使用基于涂布速率和靶材寿命之间的关系而进行调整的逆向工程涂布速率,并使用关于该层的起始靶材寿命来确定关于该层的运行参数,这提高了参数的准确性并减少了改变靶材几何形状等的影响。在一些实现方式中,控制设备可以使用特定于每一层和每一靶材的信息,针对运行中的每一层(例如,关于运行中要被沉积的每一靶材)执行上述操作。

[0045] 在一些实现方式中,控制设备可以确定除运行时间之外的运行参数,或除了运行时间之外还确定另外的运行参数。作为一个示例,控制设备可以基于观察值(例如,涂布厚度、涂布速率或靶材寿命)来确定功率供给设定点。功率供给设定点可允许控制设备增加或减少涂布速率,这可使控制设备在样本的寿命期间保持涂布速率稳定。作为第二示例,控制设备可以基于观察值来确定偏差。该偏差可以是对在可能影响层厚度的运行中的开始或结束延迟的测量结果。例如,层时间可以基于以下关系: $(\text{靶材厚度} + \text{偏差}) / \text{涂布速率}$ 。

[0046] 作为第三示例,控制设备可以确定旋转驱动高度。旋转驱动高度可以允许控制设备调节穿越基材的迳流(runoff)。例如,如果靶材和基材之间的距离较远,则旋转驱动的中心处的涂布速率可以高于旋转驱动的边缘处的涂布速率。在这种情况下,控制设备可以基于光学元件上不同位置处的多个光谱测量结果来执行逆向工程。这可以允许使用多个不同的速率来执行增强的逆向工程。例如,控制设备可以跟踪在多个光谱测量中的相应变化,并且可以使用相应变化之间的关系来确定对于未来运行的旋转驱动高度。

[0047] 在一些实现方式中,控制设备可以确定目标或源和基材之间的几何关系。例如,旋转驱动高度可以是这样一种几何关系。几何关系可能影响涂布速率、迳流和/或类似因素。配置几何关系的其他示例包括升高或降低靶材、在空间方向上移动或平移部件、修改掩模的几何形状或位置等。

[0048] 在一些实现方式中,控制设备可以确定气体流速(例如,氧气流速等)。例如,气体流速可以影响涂布速率和/或期望的材料性质(例如,折射率、吸收等)。在一些实现方式中,控制设备可以基于关于一个或更多个层或一次或更多次运行执行的测量来确定上述参数,如下面结合参考数字150所述。

[0049] 在一些实现方式中,控制设备可以使用类似于本文所述的用于涂布速率的控制回路来迭代地确定上述运行参数之一的值。例如,控制设备可以通过分析来自(例如,在涂布基材上的一个或更多个位置中的)测量的光谱扫描来确定参数值。控制设备可以确定关于给定运行上的参数相对于期望值的偏差,并且可以基于偏差和/或基于观察值(例如,基于

关于下一次运行和关于给定运行的靶材寿命,并且根据参数和靶材寿命之间的关系)来调整关于下一次运行的运行参数。

[0050] 在一些实现方式中,控制设备可以使用历史信息(例如,关于过去运行的信息、标识靶材的靶材寿命值的信息等)来确定一个或更多个上述参数的值。作为示例,随着靶材度过靶材寿命,控制设备可以确定降低旋转驱动以减少迳流。在这种情况下,控制设备可以基于靶材寿命来确定旋转驱动高度。作为另一示例,假设控制设备将在整个靶材寿命期间保持涂布速率稳定,控制设备可以基于靶材寿命增加功率供给设定点。因此,上述参数的确定可以考虑历史信息,从而提高对上述参数的确定的准确性并提高涂布准确性。

[0051] 如参考数字140所示,涂布系统可以使用结合以上参考数字130确定的运行参数来执行运行。在一些实现方式中,控制设备可以使涂布系统执行运行。例如,控制设备可以将涂布系统配置为使用运行参数来执行运行。在一些实现方式中,控制设备可以执行运行。

[0052] 如参考数字145所示,光谱仪可以对涂布的元件执行扫描以确定结果。例如,光谱仪可以执行一个或更多个测量,以(例如,基于参数和诸如靶材寿命的观察值之间的关系)确定参数(例如,涂布速率、功率供给设定点、偏置、旋转驱动高度、气体流量、光谱响应等)是否与期望值对齐。在一些实现方式中且如所示,光谱仪可以向控制设备提供与一个或更多个测量结果相关联的信息。在一些实现方式中,光谱仪可以是涂布系统的一部分。在一些实现方式中,光谱仪可以与涂布系统分离。

[0053] 如参考数字150所示,控制设备可以执行逆向工程以确定与一个或更多个靶材相关联的靶材寿命的涂布速率变化。更一般地,控制设备可以执行逆向工程以确定参数是否符合参数和观察值之间的关系,或者确定参数相对于观察值的漂移。例如,控制设备可以确定关于层的观察到的涂布速率。使用观察到的涂布速率,控制设备可以确定在多次运行内涂布速率的变化,涂布速率的变化有时可以被称为涂布速率斜率(例如,使用起始靶材寿命和终止靶材寿命之间的差值)。涂布速率的变化可以允许控制设备更精确地预测下一次运行的性能,从而提高涂布成功率。

[0054] 在一些实现方式中,控制设备可以使用历史信息来执行增强的逆向工程。例如,许多运行可以使用多种不同的材料来执行涂布。在一些情况下,对光学元件的光谱分析提供了对所有材料的逆向工程有用的信息。例如,每种材料可以在光学元件的光谱响应中引起相应效应。在这种情况下,控制设备可以对每种材料执行逆向工程,并且可以将逆向工程的结果与对应于该结果的观察值(例如,靶材寿命等)一起存储。控制设备可使用该结果和观察值来修改关于未来运行的运行参数,如本文别处更详细描述。这可以称为非联动的逆向工程,因为一种材料的逆向工程结果不依赖于另一种材料的逆向工程结果。

[0055] 在一些方面,控制设备可以执行联动的逆向工程。当光学元件的测量对于所有材料的逆向工程都没有用时,可以使用联动的逆向工程。例如,一种或更多种材料可能不会对光谱响应造成影响,因此对光谱响应的测量可能仅提供关于光学元件的其他材料的信息。在这种情况下,可以假设关于第一材料的第一逆向工程结果和关于第二材料的第二逆向工程结果之间的联系。在一些情况下,该关系被假定为1:1,这意味着关于第一材料的参数漂移 X 对应于关于第二材料的参数漂移 X 。然而,在一些情况下,不同的材料可以与不同的参数漂移相关联。例如,第一材料可以与靶材寿命和涂布厚度之间的第一关系相关联,而第二材料可以与靶材寿命和涂布厚度之间的不同的第二关系相关联。在这种情况下,可以看出,关

于第一材料和第二材料的逆向工程结果之间的1:1关系将导致在靶材寿命内的不准确性增加。

[0056] 控制设备可以基于与第一样本和第二样本相关联的历史信息来执行增强的逆向工程。例如,假设第一材料与由X定义的涂布速率和靶材寿命之间的关系相关联,并且假设第二材料与由Y定义的涂布速率和靶材寿命之间的关系相关联。此外,假设光谱测量提供关于第一材料而不是第二材料的有用信息。在这种情况下,控制设备可以使用例如X:Y的关系来执行联动的逆向工程。因此,第一材料和第二材料的逆向工程的准确性是基于历史信息(例如,基于正向参数校正)而被提高的,这提高了产量并减少或消除了对校准运行的需要。可以看出,上述过程可以推广到任何数量的材料、关系和/或靶材。

[0057] 以这种方式,通过能够保持期望值来提高涂布过程的准确性,这使得能够更准确地沉积层以符合层厚度目标。此外,本文所述的一些实现方式可以实现更一致的跳步法,因为参数和观察值之间的关系可以被用于准确地确定用于运行的运行参数,该运行不是紧接着执行逆向工程的运行。此外,本文所述的一些实现方式可以改善光谱形状退化,对于滤波器在使用具有涂布速率的不同变化的多个过程多次运行中可以看到光谱形状退化。例如,由于速率校正特定于每个过程或靶材,因此本文描述的一些实现方式可以比联动的涂布速率确定技术更准确地表示关于多个过程或靶材的实际涂布速率。更进一步,本文所述的一些实现方式可以提高整个活动中涂布过程的一致性。例如,随着靶材消耗,涂布速率的降低可以通过基于靶材寿命的沉积时间的增加来抵消,从而提高整个活动中涂布厚度的一致性。

[0058] 如上所指示,图1仅作为示例被提供。其它示例也是可能的,并且可以不同于关于图1描述的示例。

[0059] 图2A是示例涂布系统210的图示。如所示,涂布系统210包括处理室211、基材212、靶材213、磁体214、旋转运动系统215、均匀性掩模216、处理气体入口217和处理室排出器218。

[0060] 涂布过程可以在处理室211中进行。例如,材料可以从靶材213溅射到基材212上。为了实现这一点,向靶材213施加电压(例如,在特定的功率供给设定或功率设定处),这可能在靶材213的表面引起基于等离子体的效应。基于等离子体的效应可以导致靶材213的材料向基材212溅射。当靶材消耗时,材料可以从靶材213的与磁体214相对的表面损失。这增加了靶材213的表面和基材212之间的距离,通常降低了涂布速率。它还改变了靶材213的表面处的磁场强度,影响等离子体形成过程。因此,随着靶材213的靶材寿命的流逝,涂布速率可以改变(例如,降低或增加、降低然后增加、增加然后降低、波动等)。旋转运动系统215可以与旋转驱动高度相关联,该旋转驱动高度可以将基材212放置得更靠近或更远离靶材213,从而影响涂布速率。气体可以在处理气体入口217处进入处理室211,并且可以在处理室排出器218处离开处理室211。在一些实现方式中,涂布系统210可以包括光谱仪等(未示出),以执行测量来确定观察到的涂布速率或其他参数。

[0061] 如上所指示,图2A作为示例被提供。其它示例是可能的,并且可以不同于关于图2A描述的示例。

[0062] 图2B是其中可以实现本文描述的系统 and/或方法的示例环境200的图示。如图2B所示,环境200可以包括涂布系统210、控制设备220和网络230。环境200的设备可以经由有线

连接、无线连接或有线和无线连接的组合来互连。

[0063] 在上文结合图2A更详细地描述了涂布系统210。

[0064] 控制设备220包括一个或更多个能够接收、存储、生成、处理和/或提供与控制或配置涂布系统210相关联的信息的设备。例如,控制设备220可以包括服务器、计算机、可穿戴设备、云计算设备等。在一些实现方式中,控制设备220可以从环境200的一个或更多个其他设备(诸如涂布系统210)接收信息和/或向其提供信息。

[0065] 网络230包括一个或更多个有线和/或无线网络。例如,网络230可以包括蜂窝网络(例如,长期演进(LTE)网络、码分多址(CDMA)网络、3G网络、4G网络、5G网络或另外的类型的下一代网络等)、公共陆地移动网络(PLMN)、局域网(LAN)、广域网(WAN)、城域网(MAN)、电话网络(例如公共交换电话网络(PSTN))、私有网络、自组织网络、内联网、互联网、基于光纤的网络、云计算网络等等和/或这些或其它类型的网络的组合。

[0066] 图2B所示的设备和网络的数量和布置作为示例被提供。实际上,与图2B所示的那些设备和网络相比,可以有额外的设备和/或网络、更少的设备和/或网络、不同的设备和/或网络或不同地布置的设备和/或网络。此外,图2B所示的两个或更多个设备可以在单个设备内被实现,或图2B所示的单个设备可被实现为多个分布式设备。附加地或可选地,环境200中的一组设备(例如一个或更多个设备)可执行被描述为由环境200中的另一组设备执行的一个或更多个功能。

[0067] 图3是设备300的示例部件的图示。设备300可以对应于涂布系统210和/或控制设备220。在一些实现方式中,涂布系统210和/或控制设备220可以包括一个或更多个设备300和/或设备300的一个或更多个部件。如图3所示,设备300可包括总线310、处理器320、存储器330、储存部件340、输入部件350、输出部件360和通信接口370。

[0068] 总线310包括允许在设备300的部件当中的通信的部件。处理器320在硬件、固件或硬件和软件的组合中实现。处理器320是中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、加速处理单元(APU)、微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)或者另一类型的处理部件。在一些实现方式中,处理器320包括能够被编程以执行功能的一个或更多个处理器。存储器330包括一个或更多个存储器,诸如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)和/或存储信息和/或指令用于由处理器320使用的另一类型的动态或静态储存设备(例如闪存、磁性存储器、光学存储器等)。

[0069] 储存部件340存储与设备300的操作和使用有关的信息和/或软件。例如,储存部件340可包括硬盘(例如磁盘、光学盘、磁光盘、和/或固态盘)、光盘(CD)、数字通用盘(DVD)、软盘、盒式磁带、磁带和/或另一类型的非临时计算机可读介质连同相对应的驱动器。

[0070] 输入部件350包括允许设备300例如经由用户输入端(例如触摸屏显示器、键盘、袖珍键盘、鼠标、按钮、开关和/或麦克风)来接收信息的部件。附加地或可选地,输入部件350可包括用于感测信息的传感器(例如全球定位系统(GPS)部件、加速度计、陀螺仪和/或致动器)。输出部件360包括提供来自设备300的输出信息的部件(例如显示器、扬声器和/或一个或更多个发光二极管(LED))。

[0071] 通信接口370包括使设备300能够例如经由有线连接、无线连接或有线和无线连接的组合与其它设备通信的收发机型部件(例如收发机、单独的发射机和接收机)。通信接口370可允许设备300从另一设备接收信息和/或将信息提供到另一设备。例如,通信接口370

可包括以太网接口、光学接口、同轴接口、红外接口、射频 (RF) 接口、通用串行总线 (USB) 接口、Wi-Fi 接口、蜂窝网络接口等。

[0072] 设备300可以执行本文所述的一个或更多个过程。设备300可基于处理器320执行由非临时计算机可读介质 (例如存储器330和/或储存部件340) 存储的软件指令来执行这些过程。计算机可读介质在本文被定义为非临时存储器设备。存储器设备包括在单个物理存储设备内的存储器空间或遍布于多个物理存储设备的存储器空间。

[0073] 软件指令可从另一计算机可读介质或从另一设备经由通信接口370被读取到存储器330和/或储存部件340内。当被执行时, 存储在存储器330和/或储存部件340中的软件指令可以使处理器320执行本文所述的一个或更多个过程。附加地或可选地, 硬连线电路可代替软件指令或与软件指令组合来使用以执行本文所述的一个或更多个过程。因此, 本文所述的实现方式不限于硬件电路和软件的任何特定组合。

[0074] 图3所示的部件的数量和布置作为示例被提供。实际上, 与图3所示的那些部件相比, 设备300可包括额外的部件、更少的部件、不同的部件或不同地布置的部件。附加地或可选地, 设备300的一组部件 (例如一个或更多个部件) 可执行被描述为由设备300的另一组部件执行的一个或更多个功能。

[0075] 图4A是可以不使用基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程的涂布活动的示例结果405的图表。在图4A中, 校准运行由较大的黑点指示, 诸如由参考数字410和415所示的那些。纵轴显示每次涂布运行的光谱偏移 (例如, 设计偏移)。横轴表示靶材寿命, 用kWh表示。例如, 在0kWh处, 靶材是新的, 而在2000kWh处, 靶材将要被替换。期望的是在整个靶材寿命期间具有恒定的光谱偏移。理想情况下, 偏移始终为零。

[0076] 可以看出, 光谱偏移呈负趋势。这可能是上面结合图1描述的涂布速率随时间变化的结果。此外, 一些运行具有特别反常的结果, 这些运行的示例由参考数字420和425示出。请注意, 具有最大负光谱偏移的运行与跳步运行一致 (如图表底部的菱形所示)。这是因为, 当使用传统方法时, 当对非连续运行执行逆向工程测量时, 整个靶材寿命期间涂布速率的不准确性会加剧。因此, 当使用传统方法时, 跳步法可能是不可能的或无益的。此外, 执行许多校准运行 (如较大的黑点所示), 这是资源密集型的并且会中断活动。

[0077] 图4B是使用基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程 (例如, 使用本文所述的技术) 的涂布工艺的示例结果430的图表。如所示, 频谱偏移在活动期间不会显著上下漂移, 保持在-0.2到大约+0.2之间。这意味着更少的滤波器可能违反期望值规格, 从而提高产量。此外, 由于当使用本文所述的技术时跳步与涂布速率准确度的显著下降不相关, 因此跳步法可以比图4A中的活动更频繁地被执行, 从而提高产量。此外, 仅执行单次校准运行 (例如, 第一次运行), 从而进一步提高产量。

[0078] 如上所述, 图4A和图4B仅作为示例被提供。其他示例也是可能的, 并且可以不同于关于图4A和图4B所描述的示例。

[0079] 图5是用于涂布控制的示例过程500的流程图, 该涂布控制使用基于预期的确定性工艺参数漂移的正向参数校正和增强的逆向工程。在一些实现方式中, 图5的一个或更多个过程块可以由控制设备 (例如, 控制设备220) 来执行。在一些实现方式中, 图5的一个或更多个过程块可以由与控制设备分离或包括控制设备的另一个设备或一组设备 (诸如, 涂布系统 (例如, 涂布系统210)) 来执行。

[0080] 如图5所示,过程500可以包括接收设计信息,其中设计信息标识在一次或更多次运行期间要生成的光学元件的一组层的期望值(块510)。例如,控制设备(例如,使用处理器320、通信接口370等)可以接收设计信息(例如,如图1的参考数字120所示)。设计信息可以标识关于光学元件的一组层的一个或更多个期望值。例如,光学元件可以包括滤波器和/或另一个光学元件。光学元件可以在一次或更多次运行期间生成。

[0081] 如图5中进一步所示,过程500可以包括接收或获得标识关于一次或更多次运行的参数和与一次或更多次运行或光学元件相关的观察值之间的关系的历史信息(块520)。例如,控制设备(例如,使用处理器320、通信接口370等)可以接收或获得(例如,确定)历史信息(例如,如图1的参考数字110所示)。历史信息可以标识关于一次或更多次运行的参数和观察值之间的关系。在本文描述的多个示例中,参数可以包括涂布速率、旋转驱动高度、供给功率设定点、气体流速等。在本文描述的多个示例中,观察值可以包括靶材寿命、光谱响应、折射率、涂布速率、吸收指数等。在一些实现方式中,历史信息可以基于先前活动。在一些实现方式中,历史信息可以基于当前活动的先前运行。例如,历史信息可以基于当前活动的逆向工程结果。在一些实现方式中,历史信息可以标识(例如,关于多个不同的过程、关于光学元件的不同部分的多个测量结果,等等)多个关系,这可以用来提高逆向工程的准确性。

[0082] 本文描述的实现方式使用期望值、参数、观察值和运行参数。(由图1的参考数字135示出的)运行参数可以包括用于执行运行的值,该值可以基于历史值和/或逆向工程的结果来调整。期望值可以由设计信息(由图1的参考数字120示出)来标识,并且可以标识靶材厚度(例如,与运行相关联的靶材厚度)、涂布速率、光谱响应等。参数可以包括与可以(例如,使用线性或非线性多项式)被描述的观察值有关系的值。参数和观察值之间的关系可用于预测不同条件下(例如,在观察值的寿命期间的不同点处、关于不同的光谱测量结果,等等)的参数值。

[0083] 如图5中进一步示出,过程500可以包括基于历史信息确定关于一次或更多次运行的层信息,其中层信息标识关于该一组层的实现期望的值的运行参数(块530)。例如,控制设备(例如,使用处理器320、通信接口370等)可以确定层信息,如图1的参考数字135所示。层信息可以标识控制设备基于设计信息、历史信息和/或逆向工程结果确定的运行参数。例如,运行参数可以包括气体流速、功率供给设定点、运行时间、旋转驱动高度等。在一些实现方式中,层信息可以标识用于下一次运行的运行参数。在一些实现方式中,层信息可以标识用于接下来N次运行($N > 1$)的运行参数。在这种情况下,如本文别处更详细描述,控制设备可以基于执行过去或当前运行的逆向工程来修改用于未来运行的一个或更多个运行参数。

[0084] 如图5中进一步所示,过程500可以包括使一个或更多个运行基于层信息被执行(块540)。例如,控制设备(例如,使用处理器320、通信接口370等)可以导致使用层信息(例如,运行参数)来执行一次或更多次运行,如图1的参考数字140所示。在一些实现方式中,控制设备可以执行一次或更多次运行。在一些实现方式中,控制设备可以使涂布系统执行一次或更多次运行。

[0085] 如图5进一步所示,过程500可以包括确定标识一个或更多个运行的结果的信息,其中标识结果的信息标识关于一次或更多次运行的观察值的值(块550)。例如,控制设备(例如,使用处理器320、通信接口370等)可以确定标识一次或更多次运行的结果的信息,如

参考数字145和150所示。例如,控制设备或另一设备(例如,光谱仪等)可以确定关于光学元件的测量结果或光谱响应。测量结果或光谱响应可以指示一次或更多次运行的结果(例如,层厚度、光谱特性、滤波器频率、迳流水平等)。控制设备可以确定结果是否偏离期望值和/或偏离使用历史信息预测的值(例如,如参考数字150所示)。此外,结果可以指示观察值(例如,靶材寿命、折射率、吸收率等)的值,控制设备可以使用该观察值的值来修改运行参数,如下文更详细描述。在一些情况下,这个过程块可以被称为增强的逆向工程。

[0086] 如图5进一步所示,过程500可以包括基于标识结果的信息修改运行参数中的运行参数(块560)。例如,控制设备(例如,使用处理器320、通信接口370等)可以基于标识结果的信息修改运行参数(由参考数字130所示)。在一些实现方式中,控制设备可以基于标识结果的信息来确定关于未来运行的运行参数。在一些实现方式中,控制设备可以基于历史信息、设计信息和/或标识结果的信息来修改运行参数。以这种方式,控制设备可以基于增强的逆向工程和正向参数校正的组合来动态地调整运行参数,这提高了活动准确性并减少了对昂贵的校准运行的依赖。

[0087] 过程500可以包括额外的实现方式,诸如以下描述的和/或结合本文其他地方描述的一个或更多个其他过程的任何单个实现方式或实现方式的任何组合。

[0088] 在一些实现方式中,控制设备可以确定标识一次或更多次运行的结果的信息,其中标识结果的信息标识关于一次或更多次运行的观察值的值;以及基于标识结果的信息修改运行参数中的运行参数。在一些实现方式中,历史信息包括标识结果的信息的至少一部分。在一些实现方式中,标识结果的信息基于对光学元件的光谱测量。在一些实现方式中,标识结果的信息基于对光学元件的多个光谱测量。在一些实现方式中,其中,一次或更多次运行使用多种材料,并且其中历史信息标识关于多种材料的相应关系。在一些实现方式中,多种材料与单个靶材相关联。在一些实现方式中,控制设备可以基于多个关系中的至少两个关系来确定标识结果的信息。

[0089] 在一些实现方式中,关系标识与观察值相比参数的变化率。在一些实现方式中,参数是涂布速率,以及观察值是靶材寿命。在一些实现方式中,运行参数包括以下中的至少一项:气体流速、供给功率配置、供给功率设定点或旋转驱动高度。

[0090] 在一些实现方式中,参数是旋转驱动高度,以及观察值是靶材寿命或迳流值。在一些实现方式中,参数是供给功率设定点,以及观察值是靶材寿命。在一些实现方式中,参数是气体流速,观察值是折射率或吸收指数。在一些实现方式中,历史信息用于第一次运行,其中层信息用于第二次运行,并且其中第一次运行和第二次运行被隔开至少一次运行。在一些实现方式中,期望值包括以下中的至少一项:该一组层的层的厚度、光学元件的折射率或吸收指数。在一些实现方式中,一次或更多次运行是使用溅射技术生成光学元件的涂布活动的一部分。

[0091] 虽然图5示出过程500的示例块,但是在一些实现方式中,与图5中描绘的那些块相比,过程500可包括额外的块、更少的块、不同的块或不同地布置的块。附加地或可选地,过程500中的两个或更多个块可并行地被执行。

[0092] 以这种方式,控制设备220通过能够维持期望值和/或稳定的涂布室来提高沉积过程的准确性。此外,控制设备220可以实现更一致的跳步法,因为参数和观察值之间的关系可以用于准确地确定用于运行的运行参数,该运行不是紧接着执行反向工程的运行。更进

一步,控制设备220可以改善光谱形状退化,对于滤波器在使用具有不同的涂布速率斜率的多个过程多次运行中可以看到光谱形状退化。例如,由于当使用增强的逆向工程时速率校正可以特定于每个过程或靶材,所以与假设恒定或1:1关系的联动的涂布速率确定技术相比,控制设备220可以更精确地确定关于多个过程或靶材的实际涂布速率。更进一步,控制设备220可以提高整个活动期间涂布室的一致性。例如,随着靶材消耗,涂布速率的降低可以通过基于靶材寿命的运行时间的增加来抵消,从而提高整个活动中涂布速率的一致性。

[0093] 前述公开提供了说明和描述,但并不旨在穷举或将实施方式限制到所公开的精确形式。根据以上公开内容或者可以从实现方式的实践中获得修改和变化是可能的。

[0094] 如在本文使用的,术语“部件”被规定为广泛地被解释为硬件、固件和/或硬件和软件的组合。

[0095] 本文结合阈值描述了一些实现方式。如本文所使用的,满足阈值可以指值大于阈值、多于阈值、高于阈值、大于或等于阈值、小于阈值、少于阈值、低于阈值、小于或等于阈值、等于阈值等。

[0096] 将明显,本文所述的系统和/方法可在硬件、固件的不同形式或固件和软件的组合中被实现。用于实现这些系统和/或方法的实际专用控制硬件或软件代码不是对实现方式的限制。因此,在本文描述系统和/或方法的操作和行为而不参考特定的软件代码,应理解的是,软件和硬件可以被设计成基于本文的描述来实现系统和/或方法。

[0097] 尽管在权利要求中陈述和/或在说明书中公开了特征的特定组合,但是这些组合并不旨在限制可能的实现方式的公开内容。事实上,这些特征中的许多可以以权利要求中未具体陈述和/或说明书中未公开的方式组合。尽管下面列出的每个从属权利要求可以直接从属于仅仅一个权利要求,但是可能的实现方式的公开内容包括每个从属权利要求与权利要求组中的每个其他权利要求相结合。

[0098] 除非明确说明,否则本文使用的任何元素、动作或指令都不应被解释为关键或必要的。此外,本文所用的冠词“一(a)”和“一(an)”旨在包括一个或更多个项目,并且可以与“一个或更多个”互换使用。此外,如本文所使用的,术语“组(set)”旨在包括一个或更多个项目(例如,相关项目、不相关项目、相关和不相关项目的组合等),并且可以与“一个或更多个”互换使用。在仅旨在说明一个项目的情况下,使用术语“一个(one)”或类似的语言。此外,本文使用的术语“具有(has)”、“具有(have)”、“具有(having)”等旨在是开放式的术语。此外,除非另有明确说明,否则“基于”一词旨在表示“至少部分基于”。

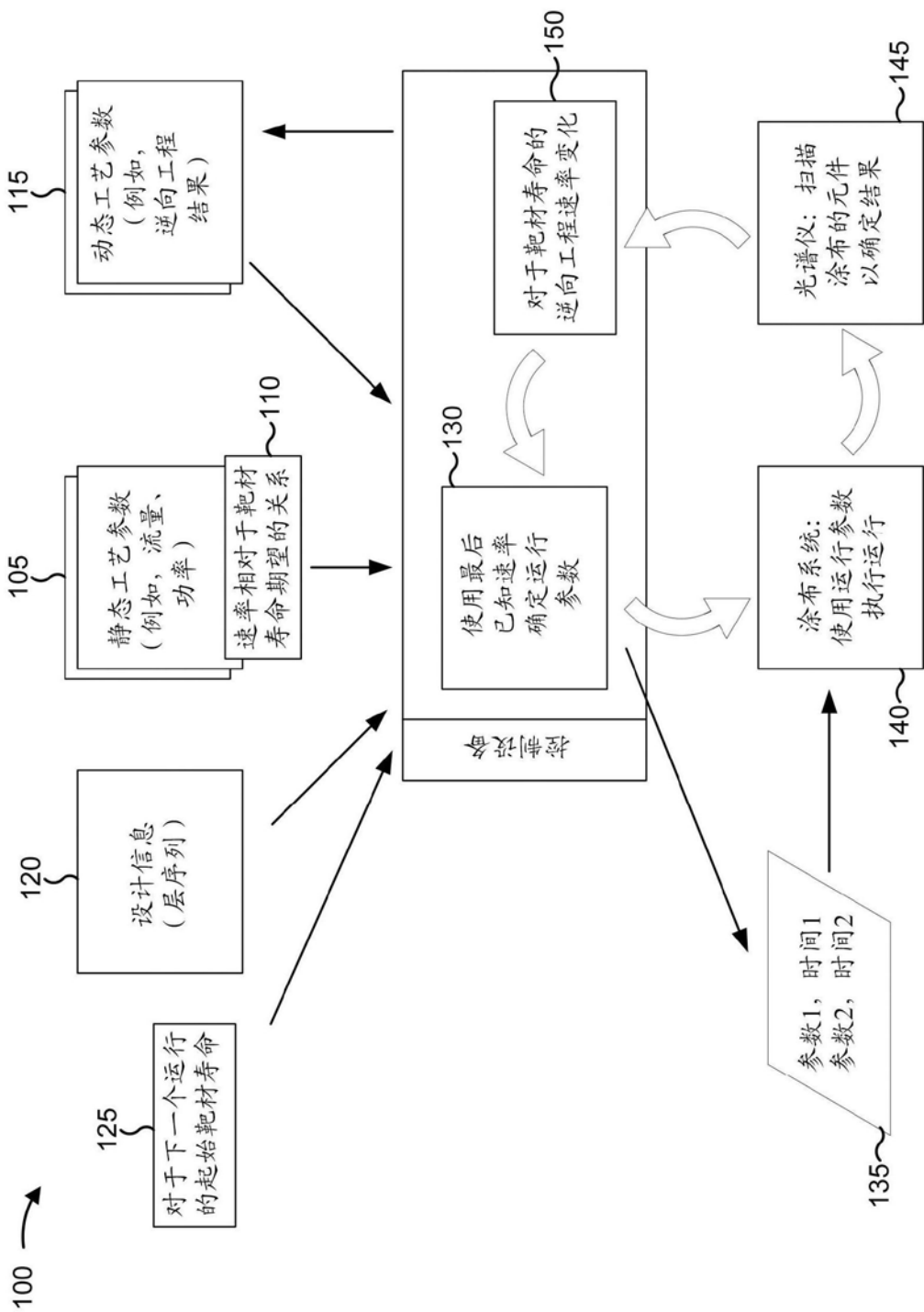


图1

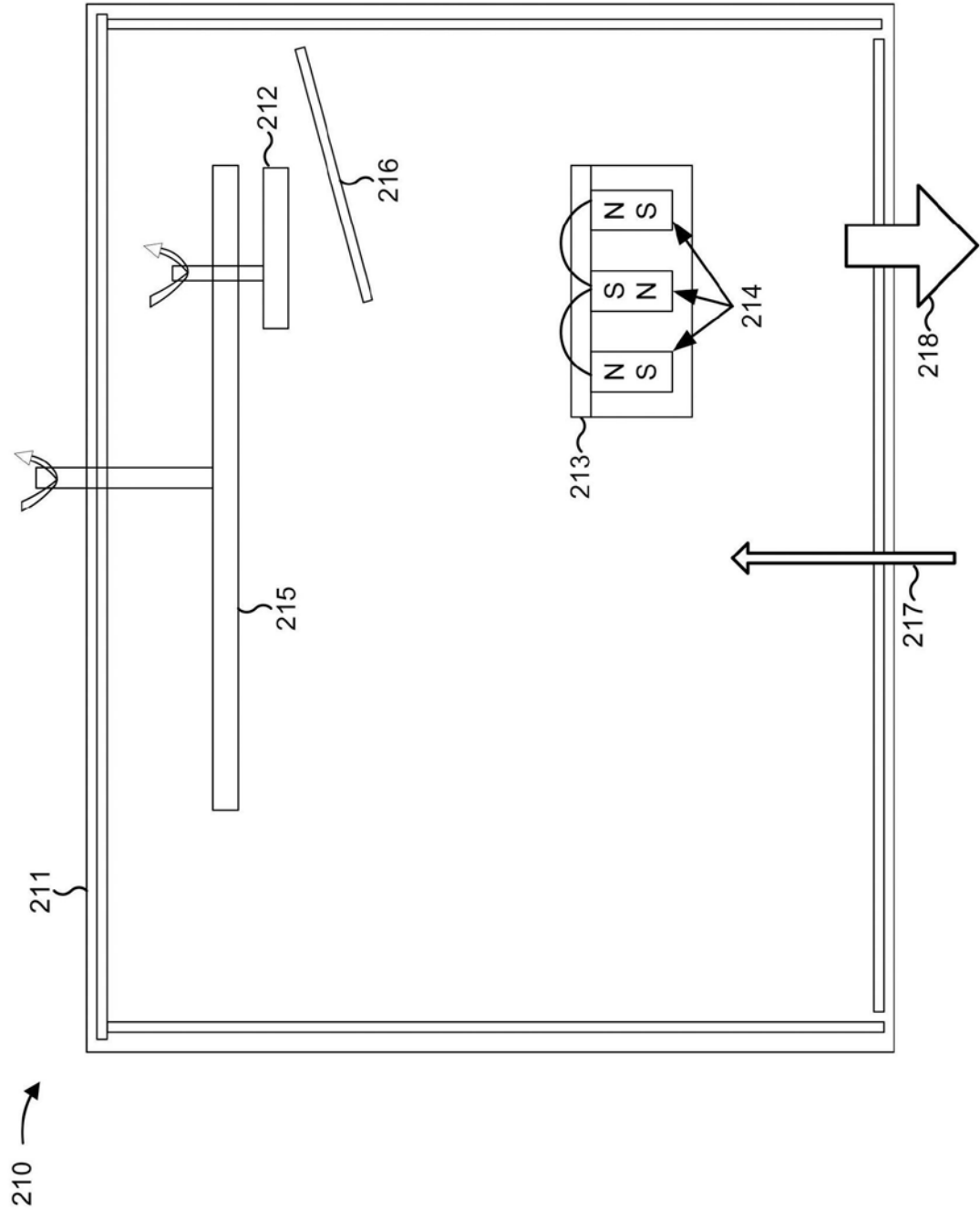


图2A

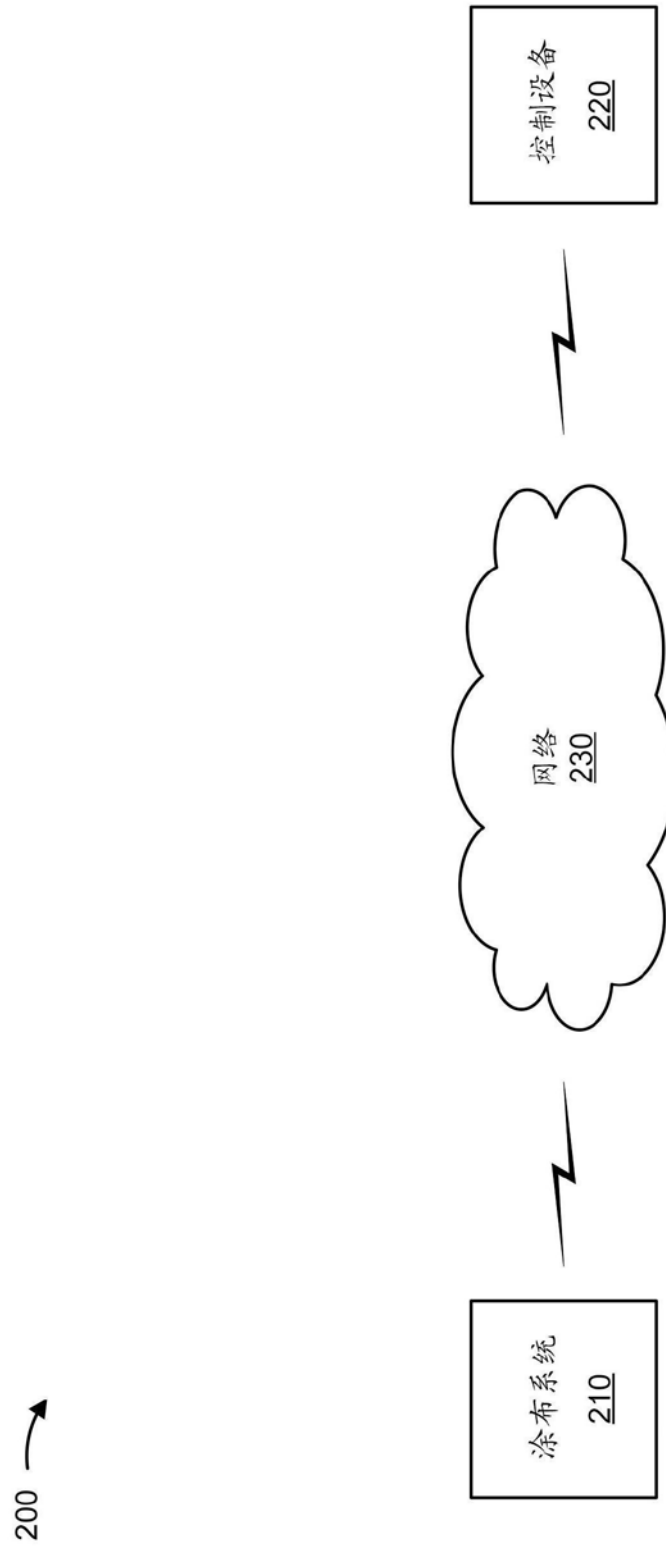


图2B

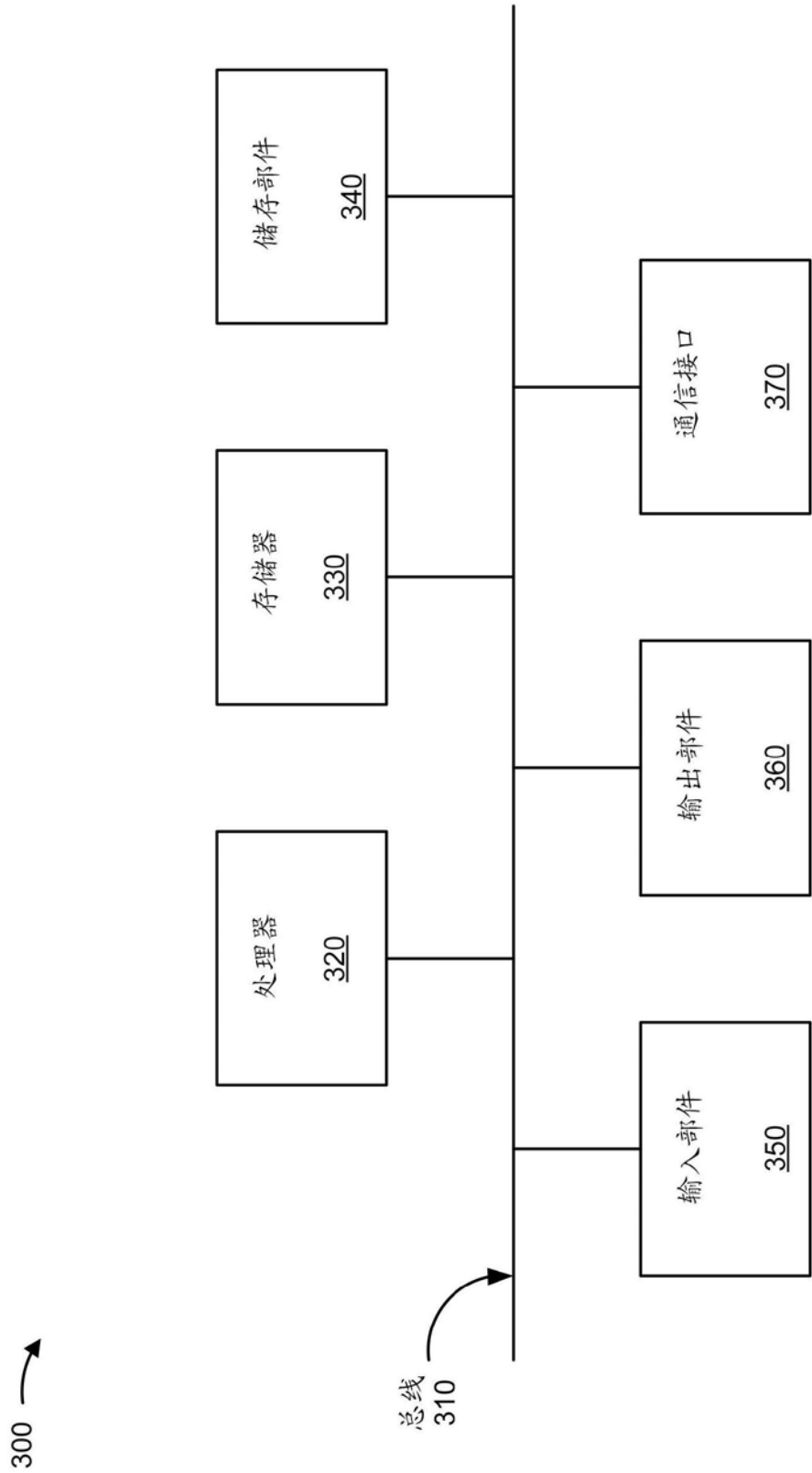


图3

405 ↗

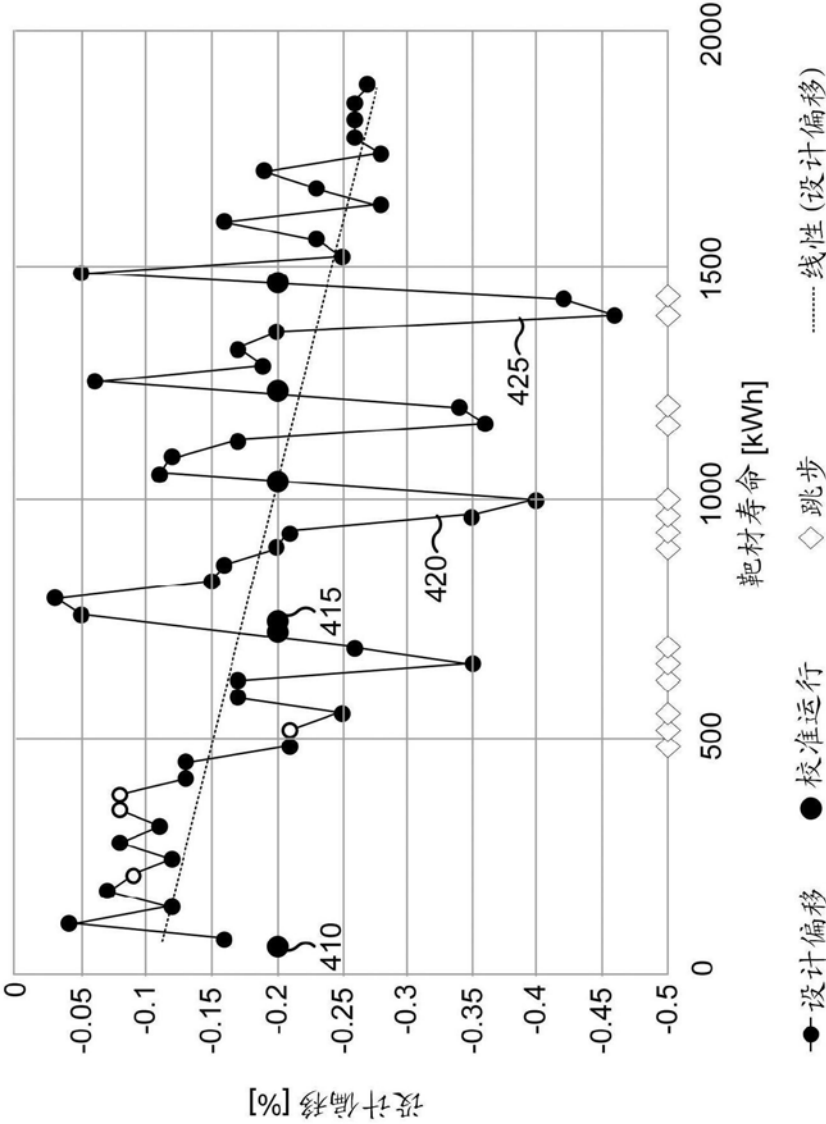


图4A

430

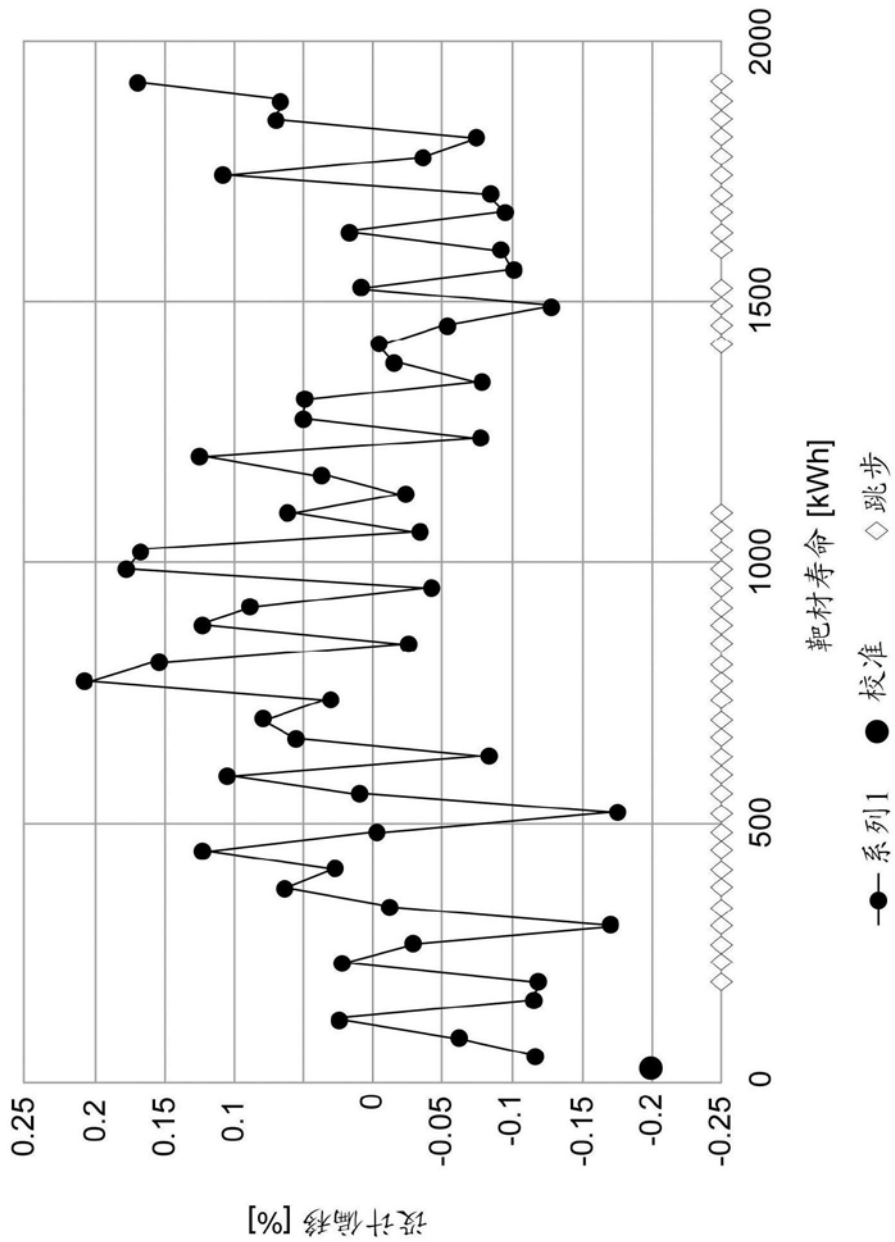


图4B

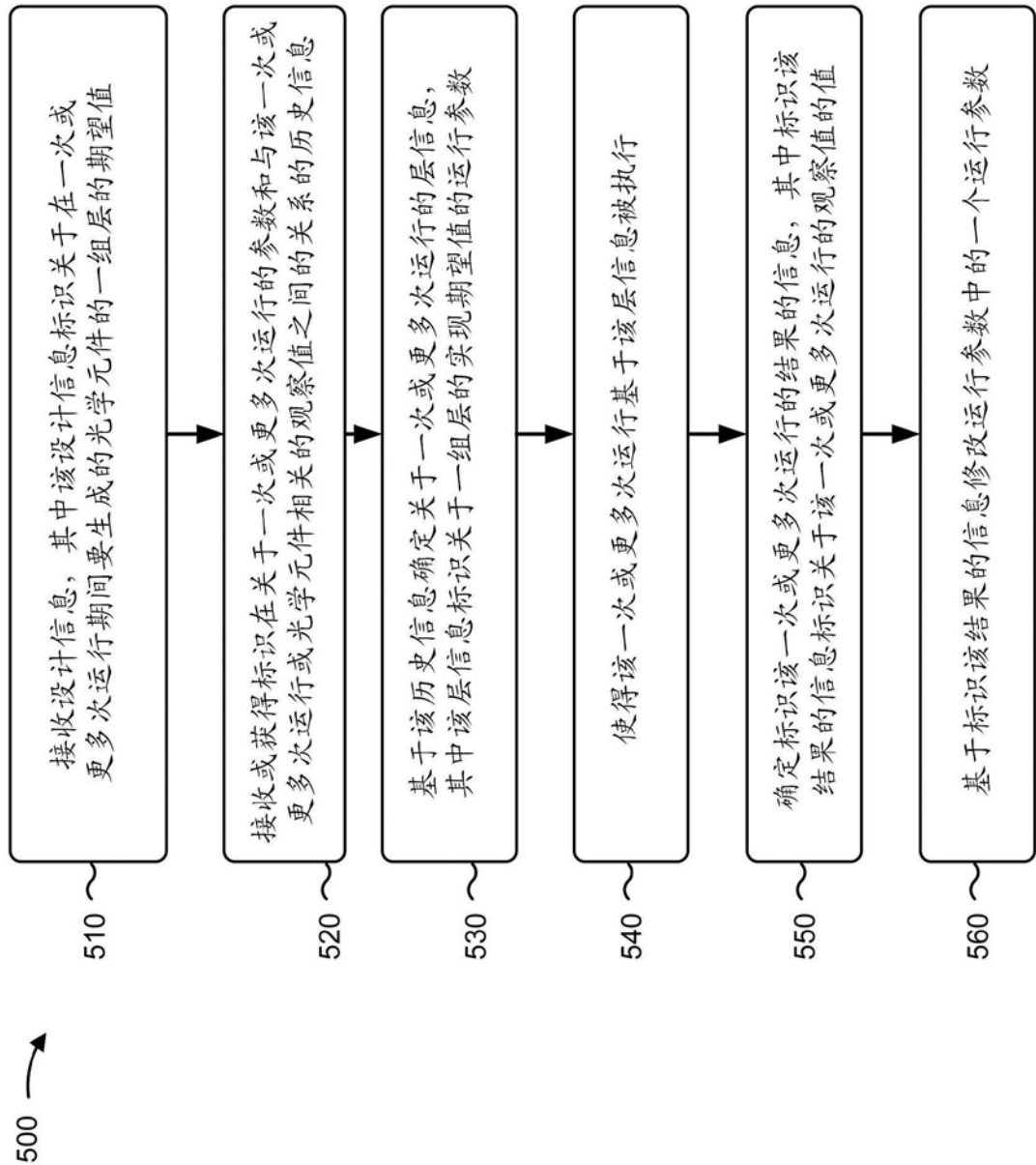


图5