



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110246743 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 20

(21) 申请号 201910203268.8

(22) 申请日 2015.10.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110246743 A

(43) 申请公布日 2019.09.17

(30) 优先权数据
62/066,330 2014.10.20 US
14/523,770 2014.10.24 US

(62) 分案原申请数据
201510683129.1 2015.10.20

(73) 专利权人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 亚辛·卡布兹 豪尔赫·卢克
安德鲁·D·贝利三世
穆罕默德·德里亚·特蒂克
拉姆库马尔·苏布拉马尼安
山口阳子

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
专利代理师 樊英如 张华

(51) Int.Cl.
H01J 37/32 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2012252141 A1,2012.10.04
US 2009308840 A1,2009.12.17
US 2013189854 A1,2013.07.25
US 2006006139 A1,2006.01.12
US 2005006341 A1,2005.01.13
US 2004238489 A1,2004.12.02
JP 2007501532 A,2007.01.25
JP 2001044171 A,2001.02.16
US 2006175010 A1,2006.08.10
WO 2004102642 A3,2005.06.23

审查员 孙金岭

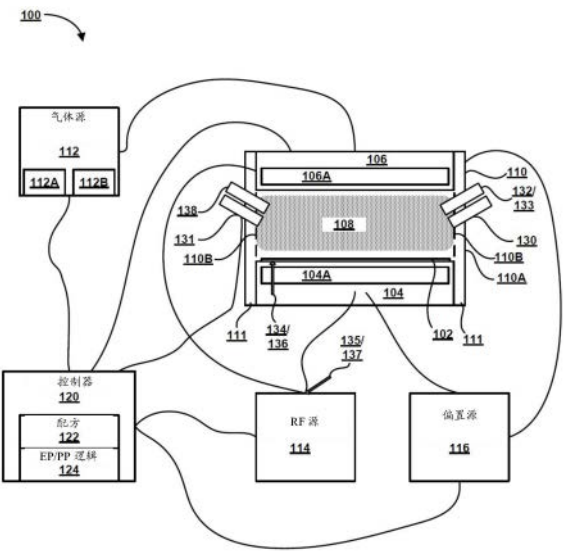
权利要求书3页 说明书13页 附图14页

(54) 发明名称

在多模式脉冲处理中检测处理点的系统和
方法

(57) 摘要

本发明涉及在多模式脉冲处理中检测处理点的系统和方法。一种识别在多模式脉冲处理中选择的处理点的系统和方法,其包含向等离子体处理室中选择的晶片施加多模式脉冲处理,所述多模式脉冲处理包含多个周期,这些周期中的每一个至少包含多个不同阶段中的一个。在对选择的晶片的多个周期期间,对于选择的至少一个阶段收集至少一个处理输出变量。收集的至少一个处理输出变量的包络和/或模板能够被用于识别选择的处理点。对于先前阶段的收集的处理输出变量的第一轨道能够与选择的阶段的处理输出变量的第二轨道比较。能够计算和使用第二轨道的多变量分析统计以识别选择的处理点。



1. 一种识别多模式脉冲处理中的端点的方法,包括:

向等离子体处理室中的一个或多个晶片施加多模式脉冲处理,所述多模式脉冲处理包括多个周期;

在所述一个或多个晶片的多个周期期间收集至少一个处理输出变量;

将所述多模式脉冲处理施加于所述等离子体处理室中的选定晶片;

在所述选定的晶片的所述多模式脉冲处理的多个周期期间收集至少一个处理输出变量;

将通过施加所述多模式脉冲处理至所述一个或多个晶片所收集的所述至少一个处理输出变量的第一轨道与通过施加所述多模式脉冲处理至所述选定的晶片所收集的所述至少一个处理输出变量的第二轨道进行比较;

计算从所述第一轨道上的点到所述第二轨道上的点的距离;和

基于所述距离确定所述选定的晶片的所述多模式脉冲处理的端点是否到达,其中当所述距离是所述第一轨道上的多个点与所述第二轨道上的多个对应点之间的多个距离的最小距离时到达所述端点。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述多模式脉冲处理期间,所述多个周期中的每一个重复多次,直到达到所述选定的晶片的所述端点,其中所述多个周期中的每一个包括多个阶段,其中在所述多个阶段中的每个阶段期间,将不同的处理施加于所述一个或多个晶片和所述选定的晶片。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述选定的晶片的所述至少一个处理输出变量包括来自所述等离子体处理室的发射光谱强度、从所述选定的晶片的顶表面反射的光强度的反射光谱、射频(RF)谐波、向等离子体处理室提供RF信号的RF源处的RF电压、所述RF源的输出处的RF电流、所述等离子体处理室的温度、所述等离子体的压力或其组合。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一轨道和所述第二轨道中的每一个识别所述多个周期,其中所述多个周期中的每个周期包括多个阶段,其中在所述多个阶段中的每个阶段期间,不同的处理被施加于所述一个或多个晶片和所述选定的晶片。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中以相同的样本计数对所述第一轨道上的所述点和所述第二轨道上的所述点进行采样。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述选定的晶片的所述至少一个处理输出变量具有与预定阈值匹配的值之后到达所述端点。

7. 一种控制器,包括:

处理器,其配置为:

向等离子体处理室中的一个或多个晶片施加多模式脉冲处理,所述多模式脉冲处理包括多个周期;

在所述一个或多个晶片的多个周期期间收集至少一个处理输出变量;

将所述多模式脉冲处理施加于所述等离子体处理室中的选定晶片;

在所述选定的晶片的所述多模式脉冲处理的多个周期期间收集至少一个处理输出变量;

将通过施加所述多模式脉冲处理至所述一个或多个晶片所收集的所述至少一个处理输出变量的第一轨道与通过施加所述多模式脉冲处理至所述选定的晶片所收集的所述至

少一个处理输出变量的第二轨道进行比较；

计算从所述第一轨道上的点到所述第二轨道上的点的距离；和

基于所述距离确定所述选定的晶片的所述多模式脉冲处理的端点是否到达，其中当所述距离是所述第一轨道上的多个点与所述第二轨道上的多个对应点之间的多个距离的最小距离时到达所述端点；以及

耦合到所述处理器的存储器，其中所述存储器设备被配置为存储所述距离。

8. 根据权利要求7所述的控制器，其中在所述多模式脉冲处理期间，所述多个周期中的每一个重复多次，直到达到所述选定的晶片的所述端点，其中所述多个周期中的每一个包括多个阶段，其中在所述多个阶段中的每个阶段期间，将不同的处理施加于所述一个或多个晶片和所述选定的晶片。

9. 根据权利要求7所述的控制器，其中所述选定的晶片的所述至少一个处理输出变量包括来自所述等离子体处理室的发射光谱强度、从所述选定的晶片的顶表面反射的光强度的反射光谱、射频 (RF) 谐波、向等离子体处理室提供 RF 信号的 RF 源处的 RF 电压、所述 RF 源的输出处的 RF 电流、所述等离子体处理室的温度、所述等离子体的压力或其组合。

10. 根据权利要求7所述的控制器，其中所述第一轨道和所述第二轨道中的每一个识别所述多个周期，其中所述多个周期中的每个周期包括多个阶段，其中在所述多个阶段中的每个阶段期间，不同的处理被施加于所述一个或多个晶片和所述选定的晶片。

11. 根据权利要求7所述的控制器，其中以相同的样本计数对所述第一轨道上的所述点和所述第二轨道上的所述点进行采样。

12. 根据权利要求7所述的控制器，其中在所述选定的晶片的所述至少一个处理输出变量具有与预定阈值匹配的值之后到达所述端点。

13. 一种包含程序指令的计算机可读介质，其中由计算机系统的一个或多个处理器执行所述程序指令使得所述一个或多个处理器执行以下多个操作：

向等离子体处理室中的一个或多个晶片施加多模式脉冲处理，所述多模式脉冲处理包括多个周期；

在所述一个或多个晶片的多个周期期间收集至少一个处理输出变量；

将所述多模式脉冲处理施加于所述等离子体处理室中的选定晶片；

在所述选定的晶片的所述多模式脉冲处理的多个周期期间收集至少一个处理输出变量；

将通过施加所述多模式脉冲处理至所述一个或多个晶片所收集的所述至少一个处理输出变量的第一轨道与通过施加所述多模式脉冲处理至所述选定的晶片所收集的所述至少一个处理输出变量的第二轨道进行比较；

计算从所述第一轨道上的点到所述第二轨道上的点的距离；和

基于所述距离确定所述选定的晶片的所述多模式脉冲处理的端点是否到达，其中当所述距离是所述第一轨道上的多个点与所述第二轨道上的多个对应点之间的多个距离的最小距离时到达所述端点。

14. 根据权利要求13所述的计算机可读介质，其中在所述多模式脉冲处理期间，所述多个周期中的每一个重复多次，直到达到所述选定的晶片的所述端点，其中所述多个周期中的每一个包括多个阶段，其中在所述多个阶段中的每个阶段期间，将不同的处理施加于所

述一个或多个晶片和所述选定的晶片。

15. 根据权利要求13所述的计算机可读介质, 其中所述选定的晶片的所述至少一个处理输出变量包括来自所述等离子体处理室的发射光谱强度、从所述选定的晶片的顶表面反射的光强度的反射光谱、射频 (RF) 谐波、向等离子体处理室提供RF信号的RF源处的RF电压、所述RF源的输出处的RF电流、所述等离子体处理室的温度、所述等离子体的压力或其组合。

16. 根据权利要求13所述的计算机可读介质, 其中所述第一轨道和所述第二轨道中的每一个具有所述多个周期, 其中所述多个周期中的每个周期包括多个阶段, 其中在所述多个阶段中的每个阶段期间, 不同的处理被施加于所述一个或多个晶片和所述选定的晶片。

17. 根据权利要求13所述的计算机可读介质, 其中以相同的样本计数对所述第一轨道上的所述点和所述第二轨道上的所述点进行采样。

18. 根据权利要求13所述的计算机可读介质, 其中在所述选定的晶片的所述至少一个处理输出变量具有与预定阈值匹配的值之后到达所述端点。

在多模式脉冲处理中检测处理点的系统和方法

[0001] 本申请是申请号为201510683129.1、申请日为2015年10月20日、发明名称为“在多模式脉冲处理中检测处理点的系统和方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明总体上涉及多模式脉冲处理,并且更具体而言,涉及在多模式脉冲处理中精确地检测端点的系统和方法。

背景技术

[0003] 典型的蚀刻处理利用光学发射频谱分析来确定何时达到蚀刻处理的端点。典型的等离子体蚀刻处理包含数量级为几秒(sec)至几十分钟的处理时间。蚀刻化学过程、压力、温度、偏置电压、RF频率、RF电压、RF电流和RF功率在整个蚀刻处理中实质上是恒定的。等离子体包含处理化学品(例如处理气体)和蚀刻副产品。蚀刻副产品发射出对应的特征光学频谱。

[0004] 很多更新的等离子体处理是多模式脉冲的等离子体处理,并能够包含多个不同的处理。每个处理被利用于每个周期的一部分,并且称作阶段。举例而言,多模式处理能够包含沉积阶段、突破阶段、和蚀刻阶段。不幸的是,化学品、压力、温度、偏置电压、RF频率、RF电压、RF电流和RF功率中的每个可能在多模式脉冲处理中的每个阶段变化。作为结果,可变多模式脉冲处理条件防止典型的端点检测系统精确地识别多模式脉冲处理的端点,因为光学频谱在可变多模式脉冲处理条件下会变化。此外,对阻挡层的过蚀刻能够导致要蚀刻的层的过量蚀刻深度,这可能使由蚀刻处理形成的特征损伤或者变形。

[0005] 鉴于上述情况,需要精确地检测多模式脉冲处理的端点。

发明内容

[0006] 大致而言,本发明通过提供精确地检测多模式脉冲处理的端点的系统和方法,从而满足了这些需要。应该理解的是本发明可以以大量方式实现,包含作为处理、设备、系统、计算机可读介质、或者器件。本发明的若干创造性实施方式如下所述。

[0007] 一个实施例提供一种识别在多模式脉冲处理中选择的处理点的系统和方法,其包含向等离子体处理室中选择的晶片施加多模式脉冲处理,所述多模式脉冲处理包含多个周期,这些周期中的每一个至少包含多个不同阶段中的一个。在对选择的晶片的多个周期期间,对于选择的至少一个阶段收集至少一个处理输出变量。

[0008] 该方法还能够包含分析所收集的所述至少一个处理输出变量,并从所分析的至少一个处理输出变量识别选择的处理点。从包络(envelope)识别所选择的多模式脉冲处理点能够包含识别多模式脉冲处理的端点。在针对选择的晶片的多个期间的周期,对于选择的至少一个阶段收集至少一个处理输出变量能够包含:以约1Hz至约10000Hz之间的采样率收集至少一个处理输出变量。

[0009] 分析所收集的至少一个处理输出变量能够包含:确定所收集的至少一个处理输出

变量的包络。从所分析的所述至少一个处理输出变量识别所选择的多模式脉冲处理点能够包含：从所收集的至少一个处理输出变量的包络识别多模式脉冲处理点。从所分析的至少一个处理输出变量识别选择的多模式脉冲处理点能够包含：识别与包络的斜率的选择趋势对应的选择的多模式脉冲处理点。

[0010] 分析所收集的至少一个处理输出变量还能够或者替代地包含针对多模式脉冲处理的选择的处理点识别模板。从分析的至少一个处理输出变量识别选择的多模式脉冲处理点能够包含：将针对选择的处理点的模板匹配至收集的至少一个处理输出变量。针对多模式脉冲处理的选择的处理点识别模板能够包含：在对于(包含或者不包含选择的晶片的)多个晶片的多模式脉冲处理期间的所监控的至少一个处理输出变量的曲线。

[0011] 所收集的至少一个处理输出变量能够从在多模式脉冲处理期间从等离子体发射的光学发射频谱选择。所收集的至少一个处理输出变量能够从在多模式脉冲处理期间从晶片的顶表面反射的反射频谱选择。

[0012] 所收集的至少一个处理输出变量能够在每个不同阶段变化。每个不同阶段能够具有的持续时间约为2秒至约20秒之间。

[0013] 对于先前的一个或多个阶段的收集的处理输出变量中的至少一个的第一轨道能够与所选择的一个或多个阶段的对应的所收集的处理输出变量的第二轨道比较。能够对于一个或多个接下来的轨道计算多变量分析统计,并且当接下来轨道的多变量分析统计超过阈值时,能够识别选择的处理点。

[0014] 至少一个处理输出变量能够包含光的多个波长。多模式脉冲处理能够在每个不同阶段改变。所监控的输出处理变量能够至少包含发射频谱、反射频谱、RF谐波、RF电压、RF电流、RF阻抗、处理室温度和/或处理室压力中的一个。

[0015] 另一个实施例提供一种多模式脉冲等离子体处理系统,其包含:等离子体处理室,其被配置为对晶片执行等离子体处理,所述等离子体处理室包含多个传感器,每个传感器配置为检测至少一个对应的输出处理变量。至少一个偏置源、至少一个RF源、和至少一个气体源耦接至等离子体处理室。控制器耦接至等离子体处理室、多个传感器、至少一个偏置源、至少一个RF源、和至少一个气体源中的每个。控制器至少包含一个多模式脉冲等离子体处理配方和在计算机可读介质上实施的至少一个多模式脉冲等离子体处理点检测逻辑,该至少一个多模式脉冲等离子体处理点检测逻辑包含:用于对等离子体处理室中的所选择的晶片施加多模式脉冲处理的计算机可执行逻辑,该多模式脉冲处理包含多个周期,这些周期中的每一个包含一个或多个不同阶段。用于在对于所选择的晶片的周期期间,针对所选择的至少一个阶段收集至少一个处理输出变量的计算机可执行逻辑、用于分析所收集的至少一个处理输出变量的计算机可执行逻辑、用于从分析的至少一个处理输出变量识别选择的处理点的计算机可执行逻辑。

[0016] 公开的实施例的优点在于更精确地、快速地从多模式脉冲等离子体处理的阶段中的改变区分多模式处理的端点。公开的实施例的优点还在于在多模式脉冲等离子体处理期间,从多模式脉冲等离子体处理的阶段中的改变区分其他处理点,而非端点。更准确而言,快速识别处理点和/或端点提供更精确的多模式脉冲等离子体处理控制,减小整体处理时间,并增加多模式脉冲等离子体处理的生产量。

[0017] 根据结合附图的举例而言示出本发明的原理的下面的具体说明可以得知本发明

的其他方面和优点。

附图说明

[0018] 本发明通过结合附图的下面的具体说明变得容易理解。

[0019] 图1A是用于实现本公开的实施例的多模式脉冲处理系统100的概要图。

[0020] 图1B是用于实现本公开的实施例的多模式脉冲处理的图示。

[0021] 图2A-C示出用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理期间与晶片的表面相互作用的反射光。

[0022] 图2D是流程图,其示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理期间执行的方法操作的总览。

[0023] 图3是流程图,其示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理中识别所选择的处理点时执行的方法操作。

[0024] 图4A-4E示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期期间收集的所选择的处理输出变量的曲线图。

[0025] 图5是流程图,其示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理中识别选择的处理点时执行的方法操作。

[0026] 图6A和6B是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期中所收集的检测到的光强度的曲线图。

[0027] 图6C是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期中收集的多于一个的检测到的变量的曲线图。

[0028] 图6D是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期中收集的反射光强度的曲线图。

[0029] 图6E是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期期间,一个或多个所选择的处理变量的模式的曲线图。

[0030] 图6F是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期期间,与一个或多个选择的处理变量的曲线图相比的模式的端点部分的曲线图。

[0031] 图6G是用于实现本公开的实施例的在曲线图与模式的端点部分之间的差异距离的曲线图。

[0032] 图7是流程图,其示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理中识别选择的处理点时执行的方法操作。

[0033] 图8是进行根据本发明的处理的示例计算机系统的框图。

具体实施方式

[0034] 现在将说明在多模式脉冲处理期间精确地检测选择的处理点(诸如端点或者其他点)的系统和方法的若干示例性实施例。本领域的技术人员可以知晓,本发明可以不用本文记载的一些或者所有的具体细节而被付诸实践。

[0035] 在蚀刻处理中,被蚀刻的表面包含若干层(诸如一个或多个掩模层)作为最上面的层,随后是掩模层底下要蚀刻的一个或多个层。阻挡层典型地包含在要蚀刻的层的下方。阻挡层典型地比要蚀刻的层具有更慢的蚀刻速率。

[0036] 当蚀刻处理突破了阻挡层时,等离子体的光学频谱将包含阻挡层的特征光学频谱。该突破点然后能够被用于识别端点。因此当蚀刻处理蚀刻通过正被蚀刻的层并过蚀刻至阻挡层的一定深度时,能够监控等离子体的光学频谱来识别蚀刻处理的端点。

[0037] 多模式脉冲处理包含多个处理。多个处理中的每个被利用于相对短的持续时间,被称为阶段。举例而言,多模式处理能够包含沉积阶段、突破阶段、和蚀刻阶段。每个阶段能够短至约10秒或者长于10秒。这些阶段在每个单个的多模式脉冲处理周期中快速连续地执行。多个周期施加到要蚀刻的层,以实现期望的蚀刻结果。

[0038] 如上所述,典型的光学发射频谱方法在多模式脉冲处理系统中无法良好工作。能够监控来识别多模式脉冲处理的端点的变量有很多。举例而言,能够监控光的一个或多个波长。一个或多个波长的光能够由等离子体发射作为光学发射。附加地或替代地,一个或多个波长的光可以是光源发射并从被蚀刻的表面反射的反射光。监控的光的一个或多个波长可以为介于约190nm至约1000nm之间。

[0039] 此外,在多模式脉冲处理中识别处理点而非处理端点也是有帮助的。选择的处理点能够发生在处理中,在开始多模式脉冲处理之后并且在端点之前。举例而言,在多模式脉冲处理中识别在端点之前的多模式脉冲处理的已知数量的阶段内发生的选择的处理点能够被用作改变多模式脉冲处理的指示符(诸如增加或减小的时间阶段、增加或减小的幅度RF信号、或者能够改变处理速率的其他处理变量),以便处理速率(例如蚀刻速率)逐渐停止或者突然终止,如可能期望的那样。

[0040] 除了或者替代发射光和反射光,也能够监控其他多模式脉冲处理变量来识别端点或者处理点。能够监控的示例多模式脉冲处理变量包含RF电压、RF电流、RF阻抗、一个或多个RF谐波和多模式脉冲处理室压力和/或温度。

[0041] 因为多模式脉冲处理在每个阶段都改变,因此等离子体的化学成分会变化。等离子体的导电性也对应于等离子体的化学成分的变化而变化。随着等离子体的阻抗从匹配的阻抗改变,等离子体的可变导电性能够导致RF谐波发生。在多模式脉冲处理期间能够检测RF谐波并且能够监控谐波的波形和/或阶段。等离子体的可变导电性能够使RF电压和/或电流对应地变化。在多模式脉冲处理期间能够监控RF电压和/或电流的变化。

[0042] 在多模式脉冲处理中检测端点或者选择的处理点的一种方法能够包含监控一个或多个处理输出变量。举例而言,一个或多个处理输出变量能够是在多模式脉冲处理期间的发射频谱、反射频谱、RF谐波、RF电压、RF电流、RF阻抗、多模式脉冲处理室的处理室温度和/或处理室压力。能够处理每个监控的处理输出变量的数据来识别与监控的处理输出变量对应的包络。附加地或替代地,能够处理每个监控的处理输出变量的数据来识别对应于监控的处理级或者事件的模板。附加地或替代地,能够监控与识别的包络的邻近度来检测期望的处理点。附加地或替代地,能够处理每个监控的处理输出变量的数据来识别监控的处理点之前的周期的阶段中的均值或者趋势。这样的方法还能够施加到多于一个的监控的处理输出变量的线性或者非线性组合。

[0043] 能够从处理数据取出至少一个与监控的处理点对应的来自一个或多个监控的处理变量的参考包络或者模板。该参考数据能够被用于对于多模式脉冲处理将监控的处理点建模来识别端点和/或其他处理点。

[0044] 对于多模式脉冲处理的端点或者处理点能够实时或者非常接近实时地识别。举例

而言,在一些实施方式中,端点或者处理点能够在短于使用一个或多个公开的检测处理的多模式脉冲处理的单个阶段中识别。

[0045] 图1A是用于实现本公开的实施例的多模式脉冲处理系统100的概要图。多模式脉冲处理系统100包含等离子体处理室110、一个或多个气体源112、一个或多个RF源114、一个或多个偏置源116和控制器120。

[0046] 等离子体处理室110包含晶片支持体104,其用于支持在等离子体处理室110中处理的晶片102。晶片支持体104形成第一电极,并能够耦接至一个或多个RF源114和一个或多个偏置源116中的一者或两者。等离子体处理室110还包含与晶片支持体104相反的第二电极106。第二电极106能够耦接至一个或多个RF源114和一个或多个偏置源116中的一者或两者。

[0047] 晶片支持104和第二电极106中的每一个都包含各温度控制设备104A、106A,其用于控制各晶片/晶片支持体和第二电极的温度。温度控制设备104A、106A能够包含用于增加相应的晶片/晶片支持体和第二电极的温度的加热器。替代地或附加地,温度控制设备104A、106A能够包含用于降低相应的晶片/晶片支持体和第二电极的温度的冷却设备,。

[0048] 第二电极106能够耦接至一个或多个气体源112和控制器120。第二电极106能够包含气体注射系统,该气体注射系统用于将从气体源112供应的一种或多种气体喷射至等离子体处理室110。气体注射系统能够包含指引气体注射件(诸如喷嘴)和/或气体扩散系统(诸如喷头)以用于将喷射的气体扩散至等离子体处理室。

[0049] 等离子体处理室110还包含一个或多个传感器130、131。一个或多个传感器130、131能够检测例如介于约190nm至约1000nm之间的宽频谱的光。传感器130、131中的一者或两者能够包含用于朝晶片102的表面发射光的一个或多个光发射极。一个或多个传感器130、131能够检测从晶片102的表面反射的光和/或从等离子体108发射的光的频谱。一个或多个传感器130、131能够包含光电二极管或者其他类型的光传感器。

[0050] 等离子体处理室110还能够包含压力传感器132、温度传感器133、RF电压传感器134、135、RF电流传感器136、137和RF探头138。每个传感器130-138耦接至控制器120,以向控制器提供相应的传感器输入。

[0051] 等离子体处理室110还包含一个或多个出口111,以用于从等离子体处理室移除气体和工艺副产品。一个或多个出口111能够耦接至适当的低压源(例如泵)和/或加热或冷却的表面,如可以期望的那样。

[0052] 气体源112可以包含一个或多个处理气体源、和一个或多个清洗和/或载体气体源。气体源112还能够包含流量计112A和流控制器112B,以用于监控并控制流至等离子体处理室110的气体源的流动,如可以由控制器120确定的那样。

[0053] RF源114能够包含多个不同的RF源,每个RF源输出具有不同的幅度、功率电平、频率和/或调制和/或占空比的RF信号。各RF源114能够耦接至晶片支持体104或者第二电极106中的一者或两者。举例而言,RF源能够包含约2MHz的RF源、约25-30MHz的源和约50-75MHz的源。

[0054] 偏置源116能够包含一个或多个DC偏置和接地电势源。各偏置源116能够耦接至等离子体处理室110的晶片支持体104或者第二电极106中的一者或两者或者其他部分。等离子体处理室110的其他部分能够包含侧壁110A、各种屏蔽件和等离子体约束结构110B。

[0055] 控制器120耦接至等离子体处理室110、气体源112、RF源114、和偏置源116中的每个,以用于控制并监控等离子体处理室、气体源、RF源和偏置源中的每个的操作。控制器120还包含在计算机可读介质上实施的一个或多个配方122,控制器120能够用来在等离子体处理室的多模式脉冲处理操作期间控制处理变量,诸如等离子体处理室110的至少一个部分的偏置电压、多模式脉冲处理阶段长度、多模式脉冲处理阶段顺序、每个周期中的多模式脉冲处理阶段的混合、多模式脉冲处理周期的数量、RF频率、RF功率、RF调制、占空比、处理化学品、混合气体、气体流率、压力、温度。举例而言,一个或多个配方122能够包含多模式脉冲处理配方,其用于将多模式脉冲处理施加至晶片102。

[0056] 控制器120还包含在计算机可读介质上实施的端点和处理点逻辑124,以便控制器能够精确地确定在处理期间的处理点和/或处理端点。举例而言,端点和处理点逻辑124能够允许控制器对于施加到晶片102的多模式脉冲处理检测端点和/或选择的处理点。

[0057] 图1B是用于实现本公开的实施例的多模式脉冲处理150的图示。多模式脉冲处理150包含多个周期:周期0至周期n。周期0-n中的每个包含一个或多个阶段:阶段1、阶段2、阶段3。发生在处理室110中的处理在每个阶段1-3期间不同。举例而言,阶段1可以是沉积处理,阶段2可以是蚀刻处理,并且阶段3可以是钝化处理。作为结果,在周期0-n中的每个期间,在阶段1期间,层沉积或形成在晶片102的表面,在突破阶段2将沉积的层蚀刻穿,并且在蚀刻阶段3蚀刻底层。其他类型的阶段还能够被用于附加至或者替代沉积处理、蚀刻处理和钝化处理中的一个或多个。此外,应该理解的是能够使用沉积处理的、蚀刻处理和钝化处理中的每一个的不同类型。

[0058] 应该理解的是虽然示出了3个阶段(阶段1-3),但多于或少于3个阶段能够被用于周期0-n中的每个。还应该理解的是虽然阶段1-3示出为具有实质上相等的持续时间,但每个阶段能够具有不同持续时间。还应该理解的是每个阶段可以是从事处理的表面蚀刻材料的蚀刻处理阶段、形成在待处理的表面上的材料的沉积处理阶段、钝化处理阶段、和类似类型的处理、和这些类型的处理中的每个的组合中的至少一个或多个。

[0059] 图2A-C示出用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理期间与晶片102的表面相互作用的反射光。图2A-C包含晶片的一部分表面的横截面的简化附图,没有成比例绘出。晶片102包含基部硅衬底层252。一个或多个层254形成在基部硅衬底层252上。要蚀刻的层256形成在一个或多个层254之上。掩模层258形成在要蚀刻的层256之上。掩模层258覆盖要蚀刻的层256的一部分,如图所示。特征260通过多模式脉冲处理形成在要蚀刻的层256中。

[0060] 如图2A所示,多模式脉冲处理开始蚀刻至要蚀刻的层256中,并开始形成特征260。光264A从光源(未示出)发射,并朝向填充特征260的材料260A的表面262A。光264A从表面262A反射作为反射光264B,因为材料260A在光学上充分厚以反射光264B。能够分析反射的264B中的一个或多个波长的强度以识别材料260A。

[0061] 如图2B所示,多模式脉冲处理进一步蚀刻至要蚀刻的层256内并且实质上形成特征260。然而,材料260B的光学上薄的层仍然保留在特征的底部分中。材料260B的薄层指光学上薄,因为光264A穿透表面262B从下伏层254的表面254A反射作为反射光264B'。因为反射光264B'从底层254的表面254A反射,所以选择的波长的光的强度将对应于底层254的材料,并可能不对应于保留在特征260中的材料260B的光学上薄的层。材料260B的光学上薄的层能够薄至厚度为几个原子的层或者更厚。举例而言,如果要蚀刻的层256是含钨层,那么

钨变得光学地薄,厚度小于约10nm。

[0062] 如果蚀刻处理的端点或者其他处理点仅由识别底层254的选择的波长的强度确定,那么材料260B的光学上薄的层将不会被完全移除,因此,特征260将不会通过要蚀刻的层256并通过下伏层254来完全形成。

[0063] 如图2C所示,多模式脉冲处理被继续以进一步蚀刻所选择的一段时间、或者选定数量的周期、或者选定数量的阶段,直至随着光264B”从下伏层254的暴露表面254C被反射,特征在下伏层254内穿透至深度254B。

[0064] 应该理解的是,尽管从被处理的表面反射264B的光进行讨论,但其他输出处理变量,如上所述,能够被用于附加至或者替代从被处理的表面反射的光。

[0065] 图2D是流程图,其示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理期间执行的方法操作200的概要。在操作205中,要处理的晶片102置于处理室110,并且多模式脉冲处理施加到晶片,如在控制器120中一个或多个配方112所确定的那样。

[0066] 在多模式脉冲处理期间,在操作210中,监控多个传感器130-138以通过多模式脉冲处理的每个周期的多个阶段来收集相应的数据。举例而言,一个或多个传感器130、131能够检测从晶片102的表面反射的光或从等离子体108发射的光的频谱。压力传感器132能够检测等离子体处理室110中的压力。温度传感器133能够检测等离子体处理室110、或者上或下电极106、104、或者等离子体108或者晶片102的选择的部分或者表面中的温度。RF电压传感器134、135、RF电流传感器136、137和RF探头138能够检测RF电压、RF阻抗、RF电流和RF电压和电流谐波。

[0067] 能够在多模式脉冲处理的每个阶段期间多次收集来自每个传感器130-138的各数据。举例而言,能够对每个传感器130-138向控制器120的输出采样并收集,频率为约每秒一次至约每毫秒10次或者更快(例如在约1Hz和大于约10000Hz的采样和收集速率之间)。在一个实施方式中,对每个传感器130-138向控制器120的输出采样并收集,频率为约每20毫秒一次(例如约50Hz的采样和收集速率)。还能够使用介于1Hz至约10Hz之间的更慢的采样和收集速率。还能够使用大于约10000Hz的更快的采样和收集速率。

[0068] 在操作215中,处理所收集的数据以取出关于每个监控的输出处理变量的信息。举例而言,可以在一段时间内分析从晶片102的表面反射的反射光262B的一个或多个所选择的波长的强度,来识别反射光的所选择的波长的趋势(诸如强度变化)。在操作220中,能够在处理期间分析处理的数据来识别一个或多个处理点(诸如端点或者选择的处理点),如上述示例中更详细说明的那样。

[0069] 图3是流程图,其示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理中识别选择的处理点时执行的方法操作300。在操作305中,晶片置于等离子体处理室110,并且多模式脉冲处理施加到晶片。如上所述,多模式脉冲处理能够包含多个周期,并且每一个周期能够包含一个或多个阶段。

[0070] 每个阶段能够不同于之前施加的阶段。相同的阶段能够在每个周期内重复和/或能够从一个周期到另一个周期重复。阶段典型地在一个或多个周期中重新发生。阶段的顺序在阶段发生的每个周期中可以相同也可以不同。阶段的发生和重复的顺序由控制器120中的配方逻辑122确定。

[0071] 每个不同阶段能够具有的持续时间约为2秒至约20秒。由于每个阶段的持续时间

相对短,因此典型的处理点检测方法被误导了并通常不够精确,因为典型的处理点检测方法要求大于在多模式脉冲处理中施加的阶段长度的检测时间。

[0072] 将多模式脉冲处理施加至晶片会生成多个处理输出变量。举例而言,多模式脉冲处理能够生成的处理输出变量包含但是不限于:发射频谱、反射频谱、RF谐波、RF电压、RF电流、RF阻抗、处理室温度和/或处理室压力、和其他处理输出变量。在操作310中,选择针对至少一个阶段的至少一个处理输出变量用来在对晶片的多模式脉冲处理的一个或多个周期期间进行收集。所收集的处理输出变量能够在每个不同阶段中变化。

[0073] 图4A-4E示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期期间收集的选择的处理输出变量的各曲线图410、450、460、470和480。选择的处理输出变量是387nm的波长的反射光的强度级别。然而,应该理解的是选择的处理输出变量仅仅是示例性的,并且其他处理输出变量能够替代地和/或附加地选择并收集。

[0074] 图4B的曲线图450示出跨多个周期的387nm的发射波长,其中曲线图450的每个实质上垂直的线代表多模式脉冲周期的一个阶段。图4C的曲线图460示出图4B所示的387nm发射波长的一部分的更详细的视图。图4C的曲线图460示出了具有持续时间 t_{trans} 的阶段的斜坡部分 t_{ramp} 中的387nm的发射波长的检测到的斜坡的更详细的视图。

[0075] 在两个曲线图410和曲线图450中,387nm的反射和发射波长分别以10Hz的采样率被采样(例如每0.1秒一个样本)。应该理解的是采样率能够为约1Hz至约10000Hz。

[0076] 在操作320中,分析收集的处理输出变量(在该实例中为387nm的发射波长)来确定收集的处理输出变量的包络。图4D示出了图4B的曲线图450的包络475的曲线图470。包络475能够是387nm的反射波长和/或其他选择的处理输出变量的曲线图450的概述。包络475在若干周期和阶段的期间提供选择的处理输出变量的趋势。

[0077] 在操作325中,能够从选择并分析的一个或多个处理输出变量来识别选择的处理点。如图4D的曲线图470所示,包络475具有容易检测的过渡,因为其在非常短的时间间隔 t_{EP_tresh} 趋势向下,并过渡至预选择的阈值水平 ΔI_{EP_tresh} 。所选择的处理点能够被识别为满足预选择的阈值水平 ΔI_{EP_tresh} 的向下趋势的组合。

[0078] 附加地或替代地,处理点能够通过比较每个周期的选择的阶段中的相同时间点来识别并使用阈值来检测所研究的处理点,如图4E的曲线图480所示。在每个点处实时重复该过程能及时检测处理点。该方法能够与上述向下趋势或者包络475中其他形状或者趋势以及时间、阶段、或者周期中的预选择的偏移组合来实现。举例而言,多模式脉冲处理端点可以被识别为在周期的选择的阶段中在特定时间点发生。

[0079] 图5是流程图,其示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理中识别所选择的处理点时执行的方法操作500。在操作505中,晶片置于等离子体处理室110,并且多模式脉冲处理施加到晶片。如上所述,多模式脉冲处理能够包含多个周期,并且每一个周期能够包含一个或多个阶段。在操作510中,选择用于至少一个阶段的至少一个处理输出变量以用来在对晶片的多模式脉冲处理的一个或多个周期期间进行收集。

[0080] 在操作515中,比较直至对于所有先前周期的阶段的最后轨道的所有轨道。最后轨道从多个周期的特定阶段的先前轨道偏离的时间点确定处理中所研究的点。

[0081] 在操作520中,针对包含当前(最后)周期的所有先前周期的相同阶段的轨道,计算多变量分析统计。

[0082] 在操作530中,当对于当前(最后)轨道的多变量分析统计超过阈值时,识别选择的处理点。

[0083] 图6A和6B是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期中收集的检测到的光强度的曲线图600和605。777nm的单个的选择波长的光强度被示出,其是由一个或多个光传感器130、131在5个周期期间、例如多模式脉冲处理的周期1-5检测到的。从其他阶段并以其他波长进行的发射没有在曲线图600中示出。检测的光在周期1-5的持续时间期间被采样约450次。450个样本能够在时间上均匀地隔开,如图所示,但是应该理解的是450个样本可以在时间上不均匀地隔开。如图所示,777nm的光的强度在每个周期1-4中非常类似。相比之下,在周期5期间的777nm的光的强度略不同于在每个周期1-4中的强度。

[0084] 图6B的曲线图610示出了与如图6A曲线图600相同的数据集,然而,曲线图610示出的所有周期1-5是以叠加格式示出的。曲线图610示出了周期2-4的类似性以及周期5的相异性。曲线图610示出了对于周期2-4中的每个的选择波长的强度的比较。由于对于周期2-4中的每个的选择波长的强度非常类似,强度之间的差异非常小,并且作为结果,实质上单线曲线图610涵盖了所有的周期2-4。相比之下,在周期5期间的777nm的光的强度略不同于在周期1-4中的每个中的强度,因此,对于周期2-4从曲线图610偏移为曲线图612。相异性是到达处理端点条件的结果。这些曲线中的每个代表了多模式脉冲处理输出变量的轨道。随着时间的推移比较这些轨道显示差异开始在第五周期出现在样本25处。一个波长可能不充分或者可能不会提供足够的信号来区分改变,因此,向整个频谱或者频谱的区域或者频谱中多个选择波长施加多变量统计可能产生更好的检测限制。这如图6C所示,对使用200-1000nm的整个发射频谱的所有周期,计算多变量统计。应该注意的是,多变量统计实质上跨周期3和4是恒定的,并开始在周期5示出显著的改变,表明该处理到达端点条件。

[0085] 图6C是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期中收集的多于一个的被检测的变量的曲线图620。曲线图620是使用轨道方法计算的多变量统计。多个波长被用于曲线图620。曲线图620可以代表尽可能多的所有可检测的光波长。在图6A和6B中,在曲线图600、605中检测并记录上述单个的选择变量,具体而言777nm波长的强度。相比之下,在图6C的曲线图620中组合并报告多个变量。多个变量能够包含一个或多个选择的波长的强度和/或其他处理变量,该其他处理变量包含RF电流、RF电压、RF功率、偏置电压、等离子体处理室压力、一个或多个气流速率或者任何其他选择的多模式脉冲处理变量中的一个或多个。

[0086] 选择阈值匹配限制622。能够根据过去经历和/或测试结果来选择阈值匹配限制622。超过阈值匹配限制622的曲线图620在周期5期间被超过,因此,在周期5期间能够识别端点。

[0087] 图6D是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期中收集的反射光强度的曲线图630。曲线图630示出从在多模式脉冲处理中处理的晶片的表面反射的275nm光。应该理解的是对于曲线图630选择的波长是275nm,但能够选择任何适当的波长。如图所示,反射光的强度在多模式脉冲处理中的0秒与约87秒之间相对高。反射光的强度在时间0与约87秒之间相对恒定,因为被处理的晶片的表面上的层在光学上是厚的。光学上厚的表面反射实质上均等的强度。

[0088] 在约87秒之后,反射光强度通常开始向多模式脉冲处理的向下趋势,在约118秒至

最小强度。反射光的强度降低,因为被处理的晶片的表面上的层在光学上变薄,并且底层开始反射光。每个类型的材料将以不同波长不同地反射光。应该注意的是在约112秒处的局部化的峰值是在约106秒和约112秒之间发生的沉积处理阶段的结果。

[0089] 图6E是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期期间,一个或多个被选择的处理变量的模式的曲线图640。模式640能够产生很多不同的方式,如上述图6A-D中所述。替代地,模式640可以基于经历相同的多模式脉冲处理的多个周期的一个或多个晶片的平均结果。

[0090] 曲线图645是随着相同的多模式脉冲处理的多个周期施加到被评价的晶片,被用于形成模式640的相同的一个或多个变量的曲线图。比较模式640和曲线图645,并且端点646能够被发现为与模式640的端点641对应。模式640和曲线图645的比较可能难以实时实现。

[0091] 图6F是用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理的多个周期期间,与一个或多个被选择的处理变量的曲线图645相比的模式640的端点部分642的曲线图。作为替代,随着相同的多模式脉冲处理的多个周期施加到被评价的晶片,模式640的端点部分642能够用于与曲线图645近实时比较。比较模式640的端点部分642包含:选择多个点642A-E,并将选择的点与曲线图645上可能的对应点645A-E比较。对应点(例如642A比645A)之间的差异值能够表示为距离绝对值。多个点642A-E能够与接下来对应的点645F-S不断比较,直至实现了642A-E对应于点645N-S并能够识别端点645R的最小距离绝对值。

[0092] 图6G是用于实现本公开的实施例的曲线图645与模式640的端点642部分之间的差异距离的曲线图。在约样本1100处,差异是最小值,因此,当如图6F所示端点部分642在位置642' 时是端点部分642的最接近匹配。

[0093] 匹配处理的上述模式被用于识别曲线图645中的示例端点645R,然而,匹配处理的上述模式还能够被用于发现模式640的任何部分中的对应处理点。举例而言,处理中的选择点、例如如图6E所示的处理点640X能够被用于使用上述模式匹配处理来发现曲线图645中的对应点645J。

[0094] 图7是流程图,其示出了用于实现本公开的实施例的在多模式脉冲处理中识别选择的处理点时执行的方法操作700。在操作705中,晶片置于等离子体处理室110,并且多模式脉冲处理被施加到晶片。如上所述,多模式脉冲处理能够包含多个周期,并且每一个周期能够包含一个或多个阶段。在操作710中,选择用于至少一个阶段的至少一个处理输出变量以用来在对晶片的多模式脉冲处理的一个或多个周期期间进行收集。

[0095] 在操作715中,分析收集的处理输出变量来识别用于多模式脉冲处理的选择的处理点的模板。识别的对应于处理点的模板应该对所研究的所有晶片对于监控的输出变量充分类似。在操作720中,识别选择的多模式脉冲处理点能够通过将对选择的处理点的模板与针对所有选择的晶片收集的至少一个处理输出变量匹配来执行。在一个实施方式中,针对处理点所识别的模板包含一个或多个唯一特征,例如曲线,其不同于其他处理点,以便模式能够在多模式脉冲处理期间跨多个晶片对处理输出变量匹配。针对识别参考模板选择的晶片可以不同于被测试的晶片。在该实例中,等离子体处理室110的当前条件保持恒定,并且被选择的模板不随着更多晶片在等离子体处理室中被处理而演变。

[0096] 多于一个的模板能够从对应于处理点的至少一个参考晶片被识别作为参考模板。

对于测试晶片而言,如果被测试的晶片的处理输出变量的模式与来自参考模板的至少一个模板匹配,则模式匹配能够检测处理点。举例而言,被处理来识别处理输出变量的模板的多个晶片可以包含多个参考/测试晶片来确定用于等离子体处理室110的表征模板。替代地,用于等离子体处理室110的表征模板能够被识别为理论上的、期望的模板,而非从在等离子体处理室110中的实际处理的多个晶片确定。

[0097] 替代地,被处理来识别处理输出变量的模板的多个晶片可以包含参考晶片和/或在等离子体处理室110中处理的选定数量的最近处理的测试晶片。该替代允许模板演变来包含并反射等离子体处理室110的电流条件。

[0098] 考虑到上述实施方式,应该理解的是本发明可以采用涉及存储在计算机系统的数据的各种计算机实现的操作。这些操作是需要物理量的物理处理的操作。通常,尽管不一定,这些量采取能够存储、传送、合并、比较、操纵的电或者磁信号的形式。此外,执行的操纵经常以诸如生成、识别、确定、或者比较这样的术语提到。

[0099] 本发明可以用其他计算机系统配置实施,其他计算机系统配置包含手持设备、微处理器系统、基于微处理器的或可编程的消费者电子设备、小型计算机、大型计算机等。本发明还可以在分布式计算环境中实施,其中任务被经由网络链接的远程处理设备执行。

[0100] 形成本发明的一部分的本文说明的任何操作是有用的机器操作。本发明另外涉及用于执行这些操作的设备或者器件。装置可以对于要求的目的特别地构建,或者可以是由存储在计算机中的计算机程序选择性激活或配置的通用计算机。尤其是,各种通用机器可以通过依据本文的教导编写的计算机程序使用,或者可以更方便地构建更专门的装置来执行所要求的操作。

[0101] 图8是进行根据本发明的处理的示例计算机系统1000的框图。一般或者专门的计算机系统(诸如计算机系统1000)能够被用作控制器120,控制器120控制执行操作的系统,以执行至少一部分上述处理。计算机系统1000包含计算机1002、显示器1018、可选的打印机或者输出设备(未示出)、可移动介质(例如,磁/光学/闪存)驱动器1034、海量存储系统1014(例如硬盘驱动器、固态驱动器、或者其他适当的数据存储设备)、网络接口1030和键盘1022。还能够包含附加的用户界面设备,诸如鼠标1024、触摸板或者触摸屏。

[0102] 计算机1002包含中央处理单元1004、一个或者更多数据总线1010、随机存取存储器(RAM) 1028、只读存储器(ROM) 1012和输入/输出接口1020。计算机1002可以是个人计算机(诸如IBM兼容个人计算机、麦金塔(Macintosh) 计算机或者麦金塔兼容计算机)、工作站计算机(诸如太阳微系统或者惠普工作站)、或者一些其他适当的类型的计算机。

[0103] CPU1004可以是通用数字处理器、或者特殊设计的处理器。CPU1004控制计算机系统1000的操作。使用从存储器(例如程序1008)取回的指令,CPU1004控制输入数据的接收和操纵以及在输出设备上的数据的输出和显示。

[0104] 数据总线1010由CPU1004使用来接入RAM1028、ROM1012和海量存储1014。RAM1028由CPU1004使用作为一般存储区域,并作为暂存存储器,并还能够被用于存储输入数据和经处理的数据。RAM1028和ROM1012能够被用于存储计算机可读指令、或者由CPU1004可读并可执行的程序代码1008、以及其他数据。

[0105] 总线1010还能够被用于接入输入、输出、以及由计算机1002使用的存储设备。这些设备包含显示器1018、可选的打印机(未示出)、可移动介质驱动器1034和网络接口1030。输

入/输出接口1020被用于从键盘1022接收输入,并通过数据总线1010对每个按下的键将解码的符号发送至CPU1004。

[0106] 显示器1018是输出设备,其显示经由总线1010由CPU1004提供、或者由计算机系统1000中的其他组件提供的数据的图像。当操作作为打印机时,可选的打印机设备在纸张或者类似的表面上提供图像。能够代替或者附加于打印机设备来使用其他输出设备(诸如绘图仪、投影仪等)。

[0107] 可移动介质驱动器1034和海量存储1014能够被用于存储各种类型的数据。可移动介质驱动器1034便于将这样的数据传输至其他计算机系统,并且海量存储1014允许快速接入大量的存储的数据。海量存储1014可以包含在计算机系统内、或者可以在计算机系统的外部,诸如网络附加的存储、或者可通过一个或多个网络(例如局域网、广域网、无线网络、互联网1032)接入的云存储、或者这样的存储设备和位置的组合。

[0108] CPU1004连同操作系统操作来执行计算机可读代码和逻辑,并且生成并使用数据。计算机代码、逻辑和数据可以驻存在RAM1028、ROM1012、或者海量存储1014或者其他介质存储设备、和其组合内。计算机代码和数据还能够驻存在可移动的程序介质中,并且当需要时装载或者安装到计算机系统1000中。可移动的程序介质例如包含DVD、CD-ROM、PC卡、软盘、闪存存储器、光学介质和磁盘或者带。

[0109] 网络接口1030被用于通过连接至其他计算机系统的网络1032发送并接收数据。接口卡或者类似的设备、和由CPU1004实现的适当的软件能够被用于将计算机系统1000连接至现有网络,并根据标准协议(诸如局域网、广域网、无线网络、互联网和任何其他适当的网络、和网络协议)来传输数据。

[0110] 键盘1022由用户使用来向计算机系统1000输入命令和其他指令。其他类型的用户输入设备还能够被用于与本发明结合。例如,指向设备,诸如计算机鼠标、追踪球、触控笔、触摸板、触摸屏或者平板计算机能够被用于操纵通用计算机的屏幕上的指针。

[0111] 应该进一步理解的是,由上述附图中的操作代表的指令不要求以示出的顺序执行,由操作代表的所有处理可能不是对将本发明付诸实践所需要的。另外应该理解的是一些操作可以具有子操作,并在其他实例中,本文说明的某些操作可能不包含在示出的操作中。此外,在任何上述附图中说明的处理还可以实现在存储在RAM、ROM、或者硬盘驱动器的任何一个或者组合中的软件中。

[0112] 本发明还可以实施作为计算机可读介质上的计算机可读代码和/或逻辑。计算机可读介质是可以存储数据的任何数据存储器件,所存储的数据之后可以由计算机系统读出。计算机可读介质的示例包含硬盘驱动器、网络附加存储(NAS)、逻辑电路、只读存储器、随机存取存储器、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁带、以及其他光学和非光学数据存储设备。计算机可读介质还可以分布在网络连接的计算机系统,以便以分布式方式存储并执行计算机可读代码。

[0113] 应该进一步理解的是,由上述附图中的操作代表的指令不要求以示出的顺序执行,由操作代表的所有处理可能不是对将本发明付诸实践所需要的。此外,在任何上述附图中说明的处理还可以实现在存储在RAM、ROM、或者硬盘驱动器中的任何一个或者其组合中的软件中。

[0114] 尽管出于清楚理解目的,已详细说明了本发明,但可以知晓的是在添附的权利要

求的范围内可以进行某些改变和修改。从而,本发明的实施方式被认为是示例性的,本发明不限于本文给出的细节,可以在与添附的权利要求的范围和等同的范围内修改。

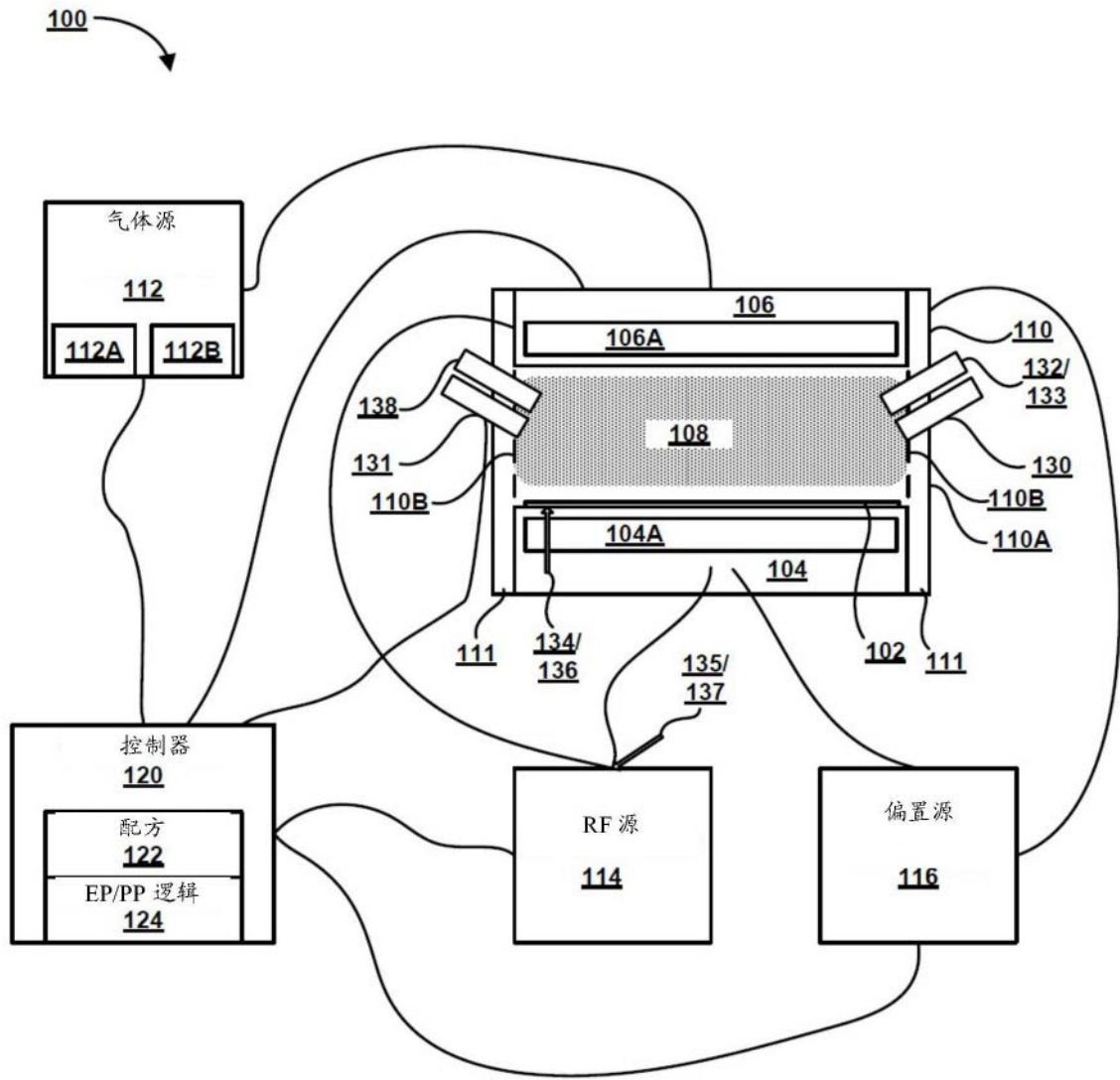


图1A

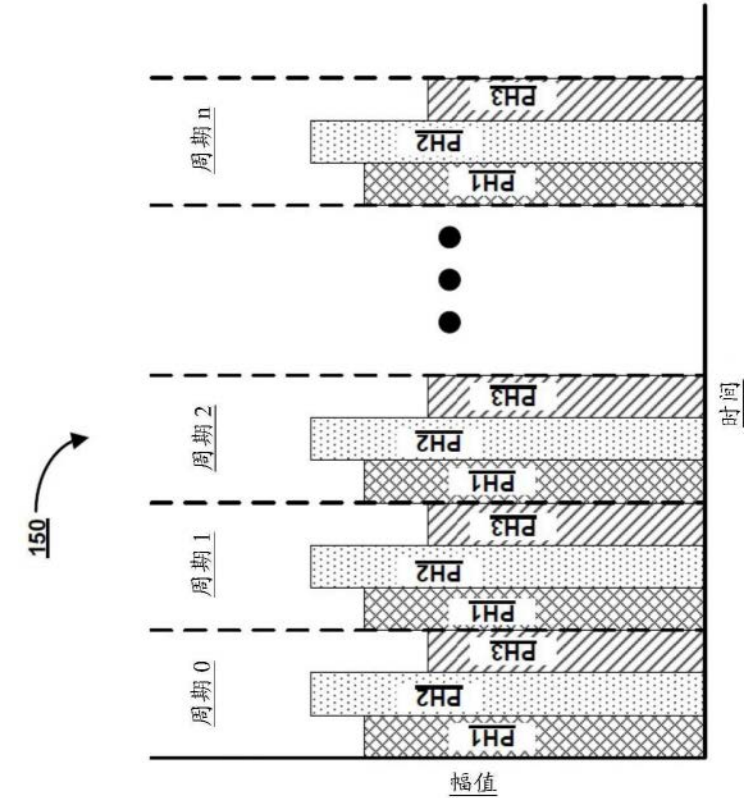


图1B

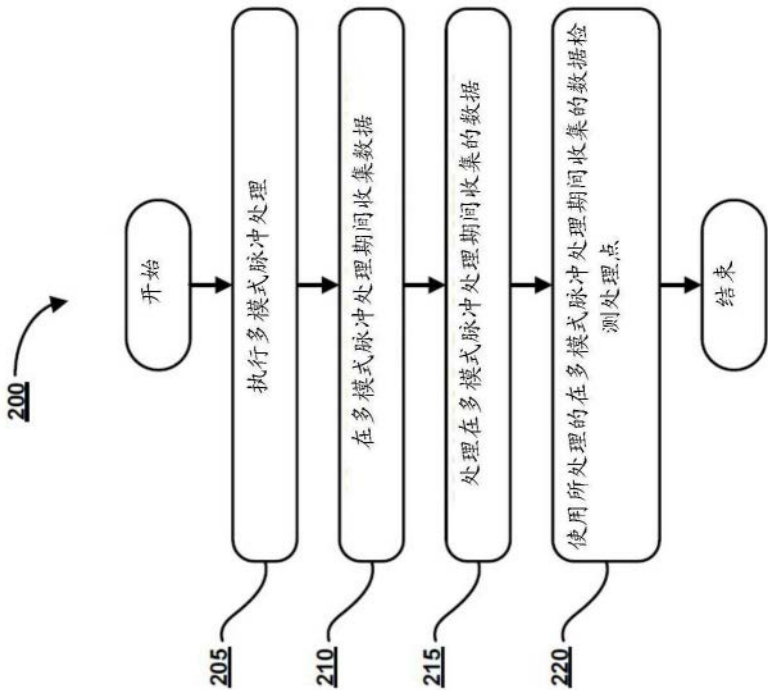


图2D

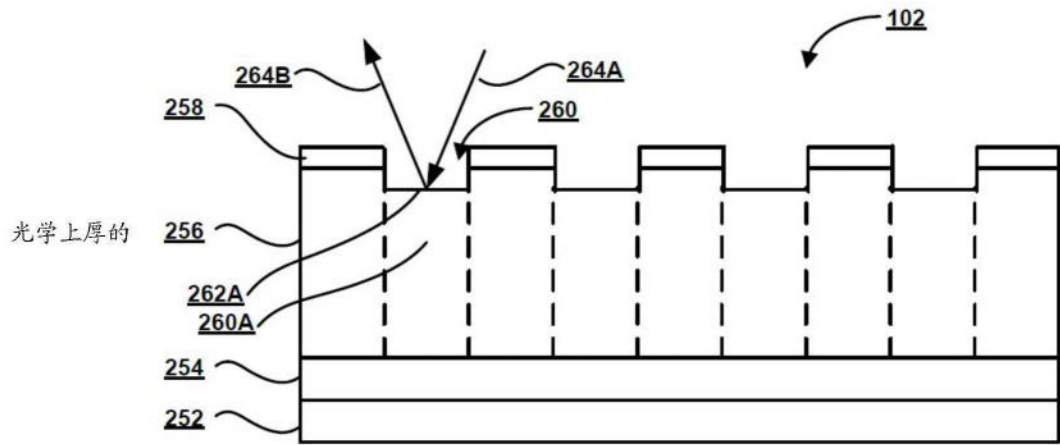


图2A

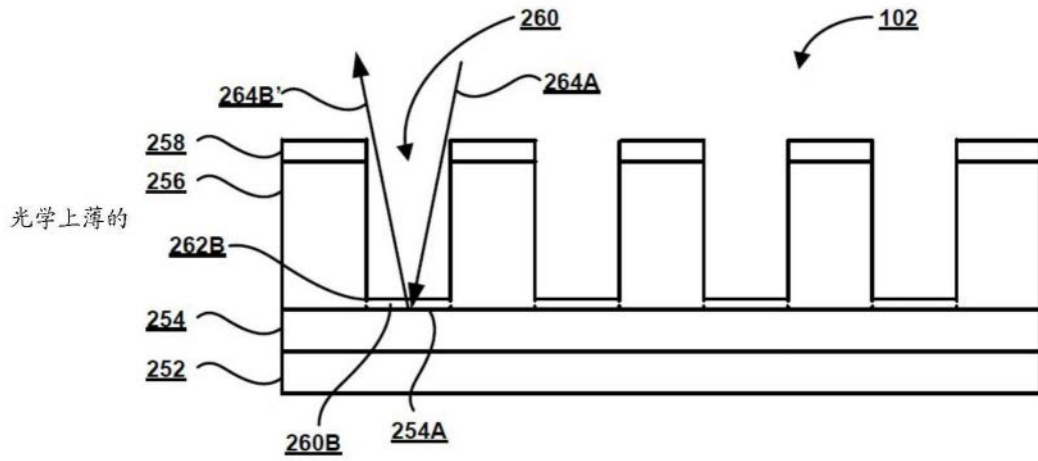


图2B

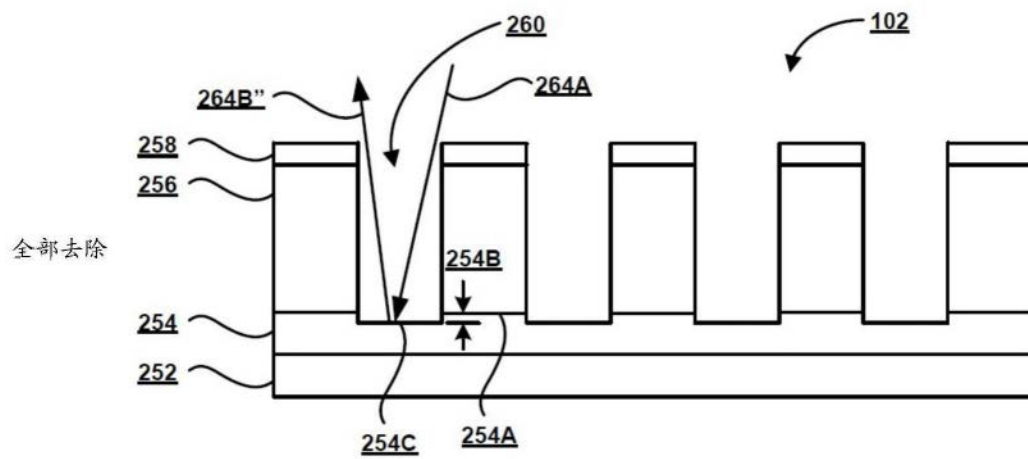


图2C

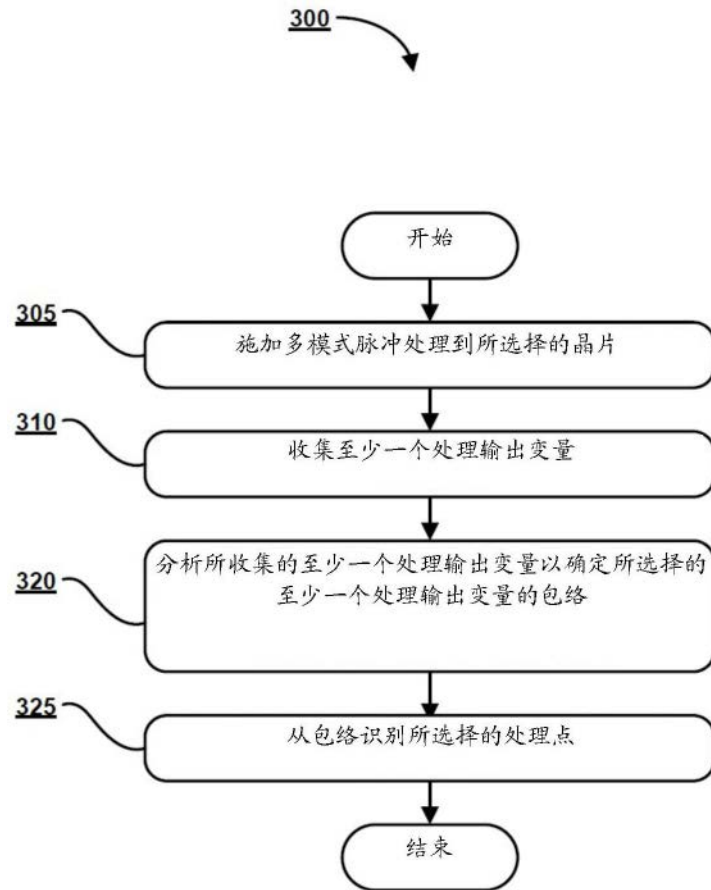


图3

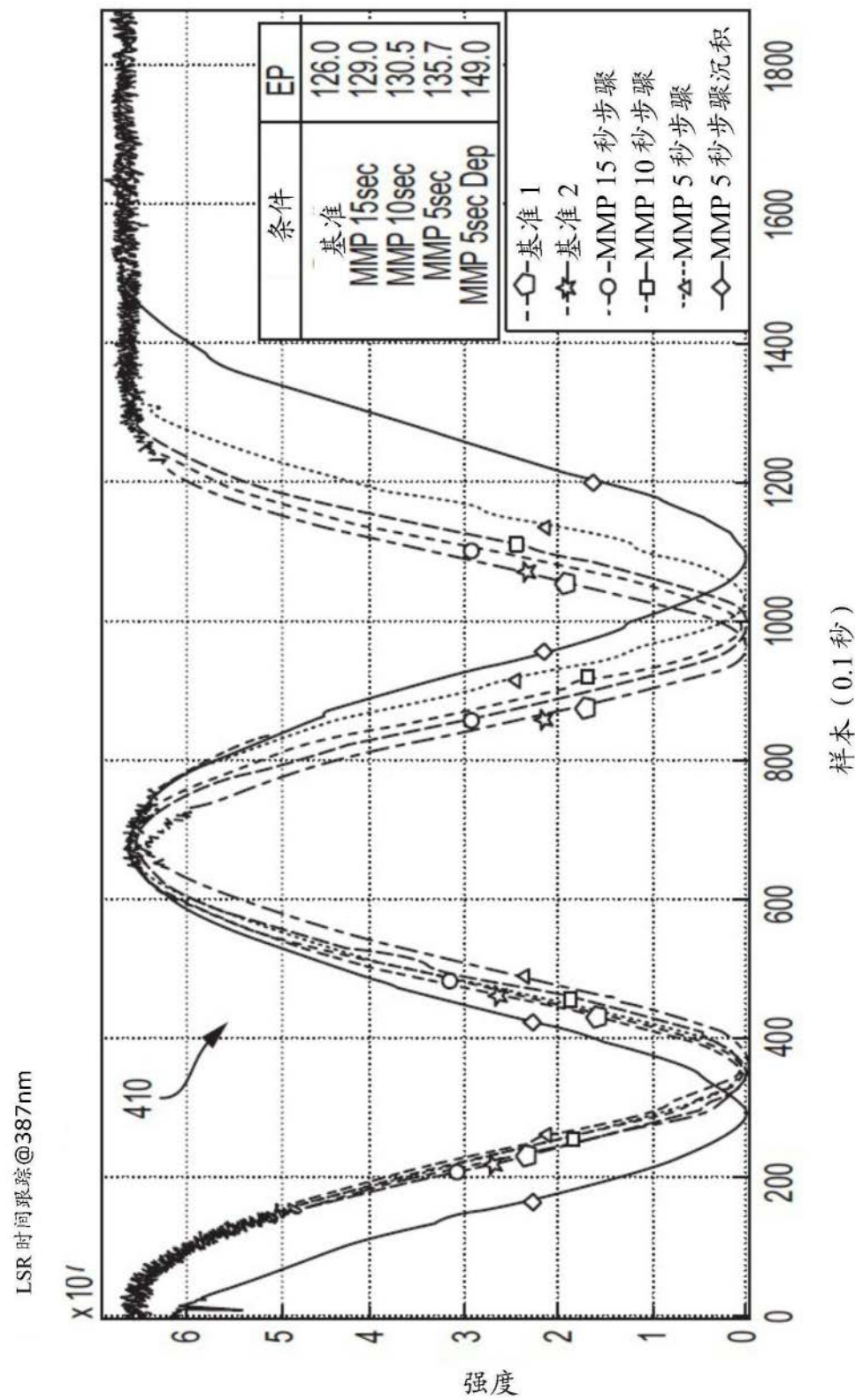


图4A

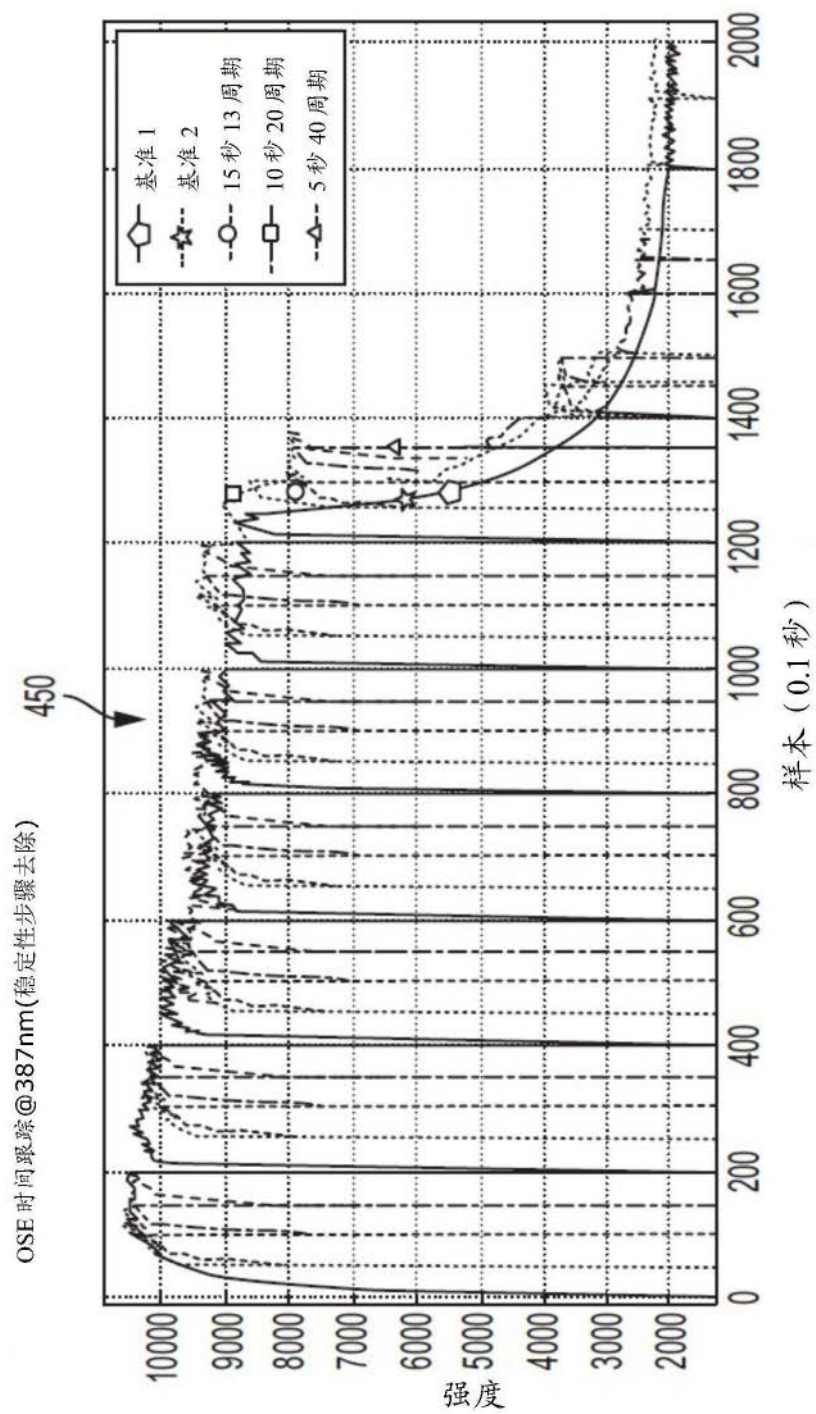


图4B

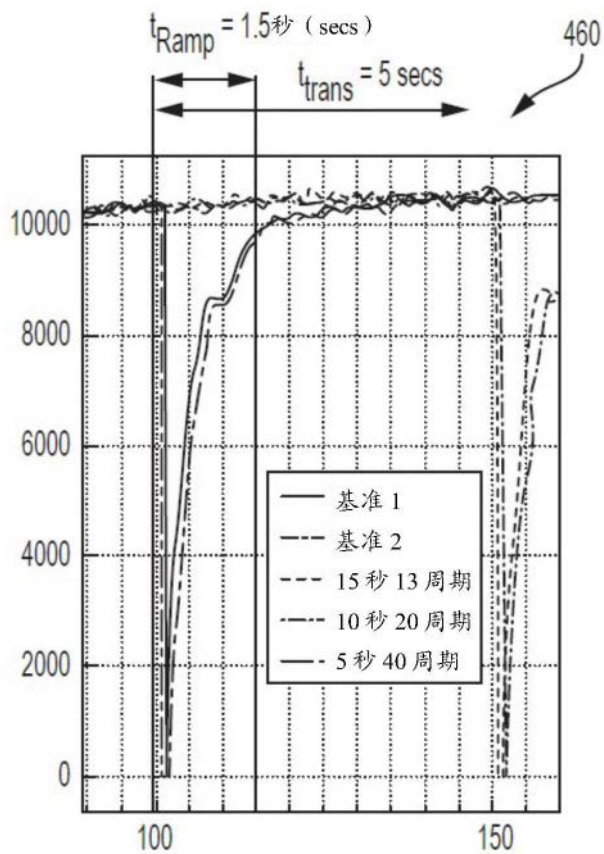


图4C

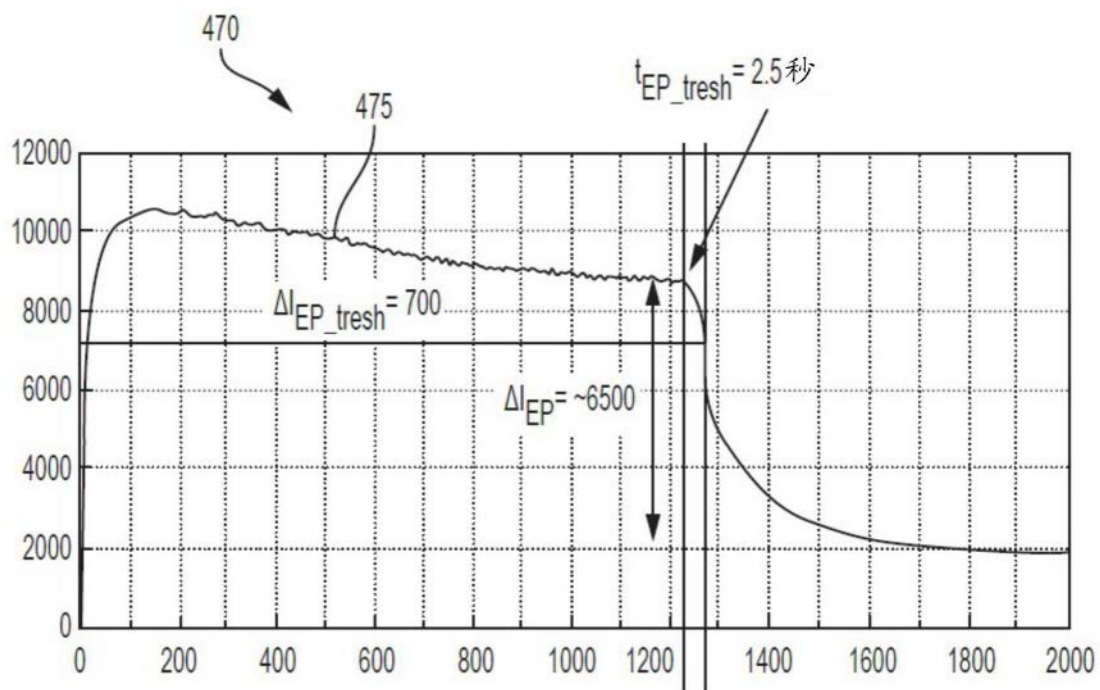


图4D

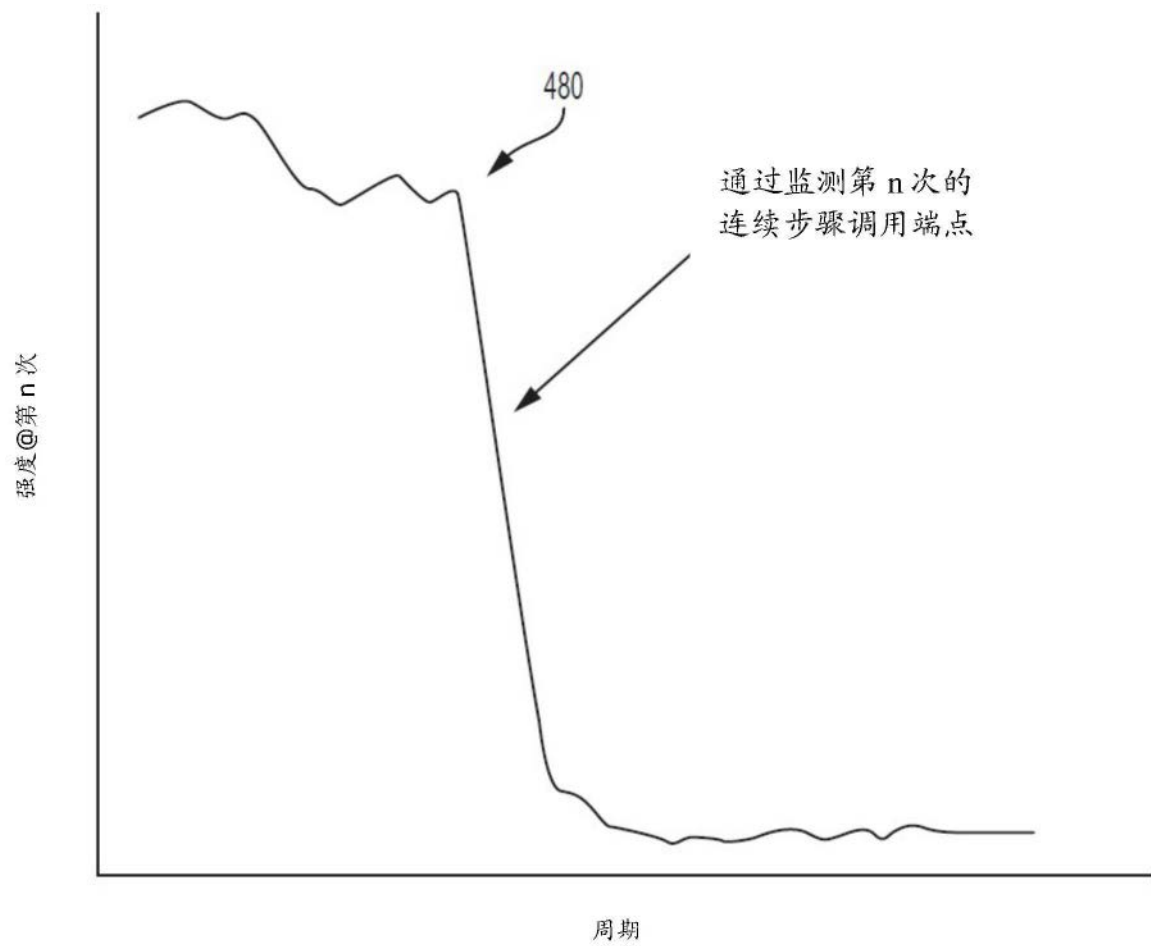


图4E

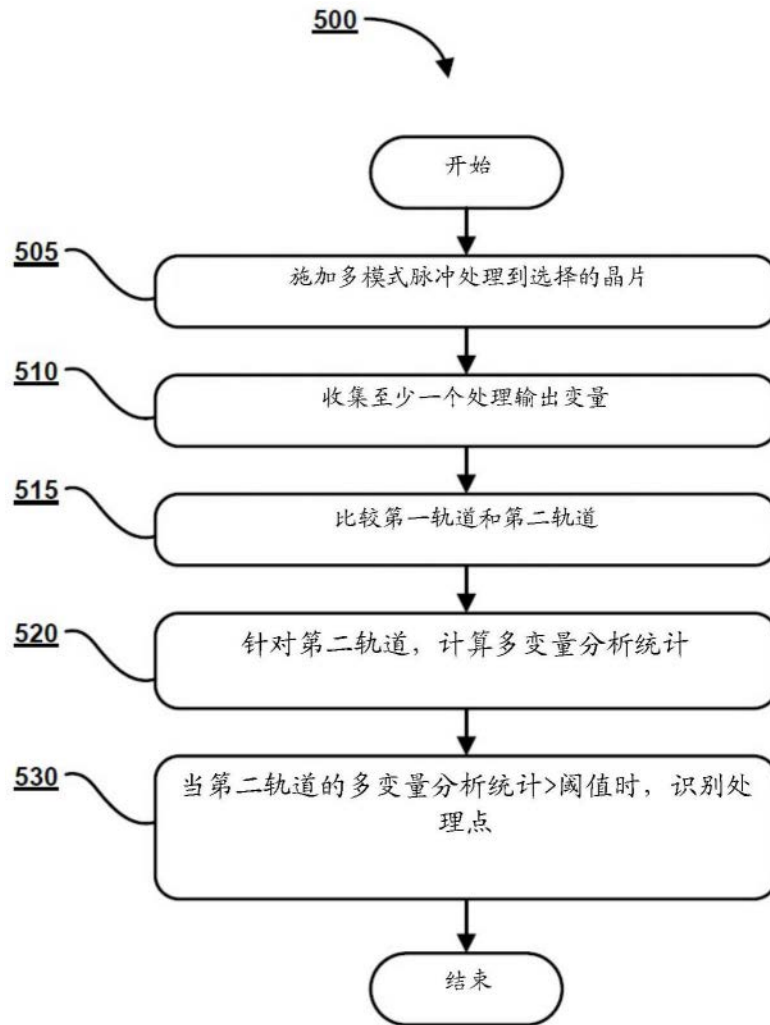


图5

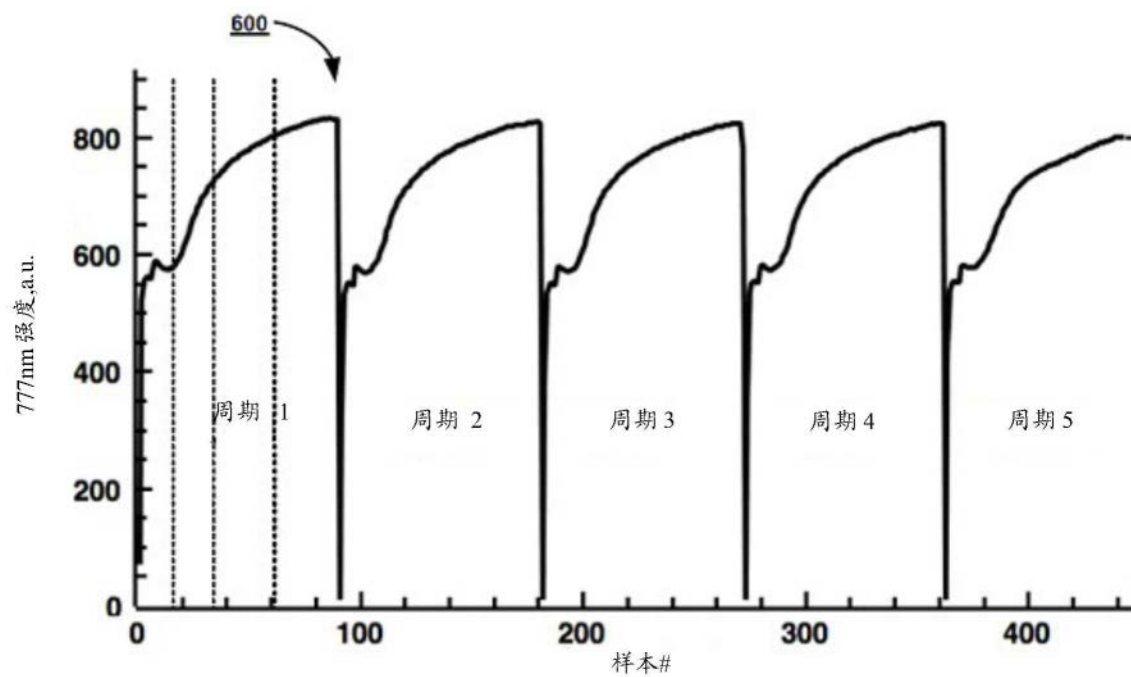


图6A

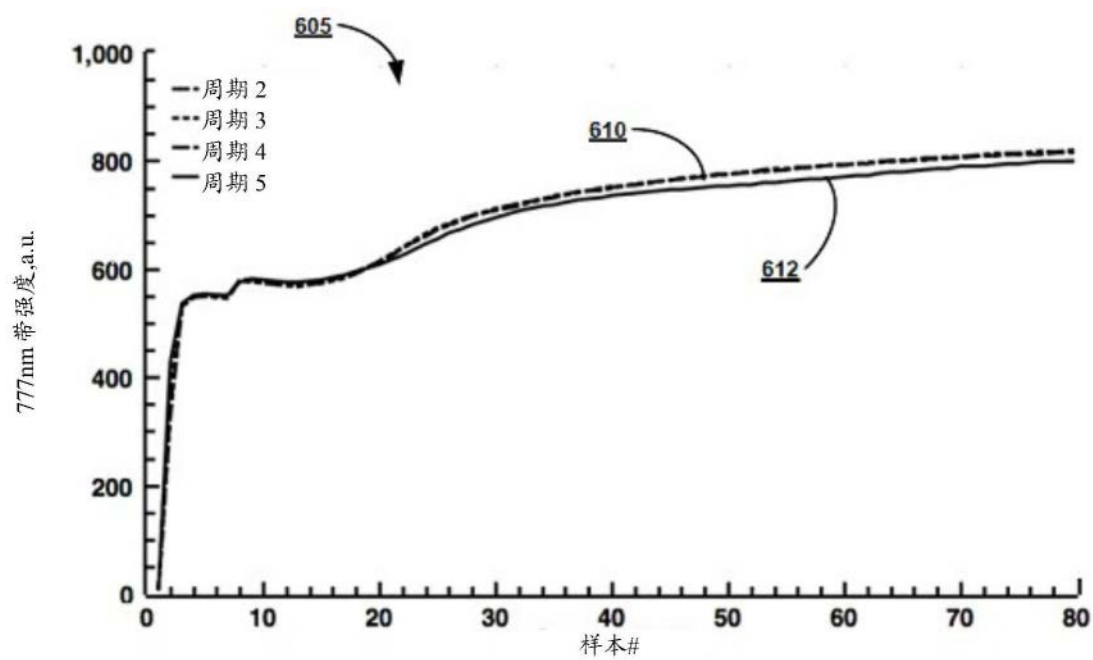


图6B

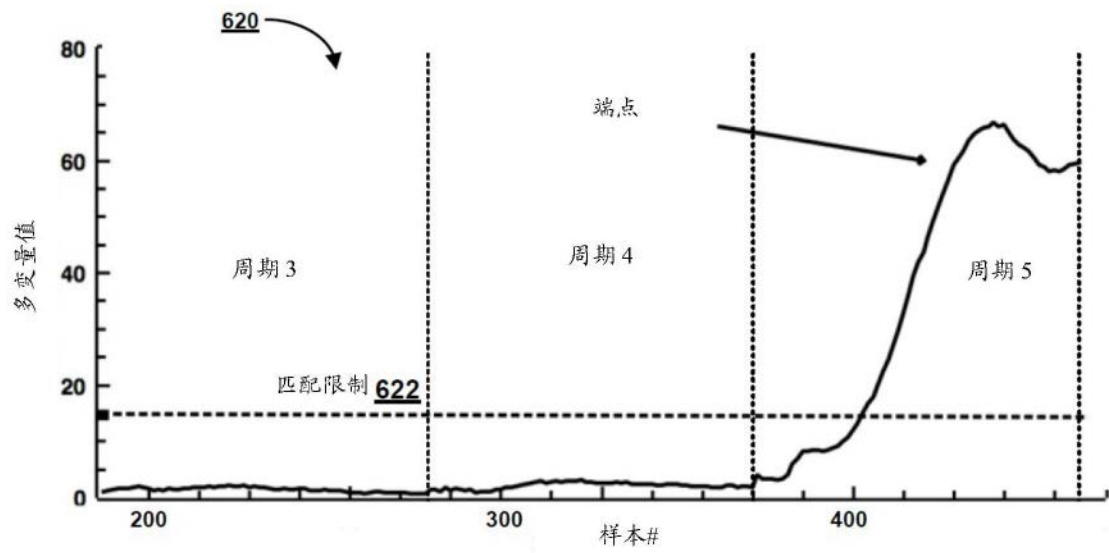


图6C

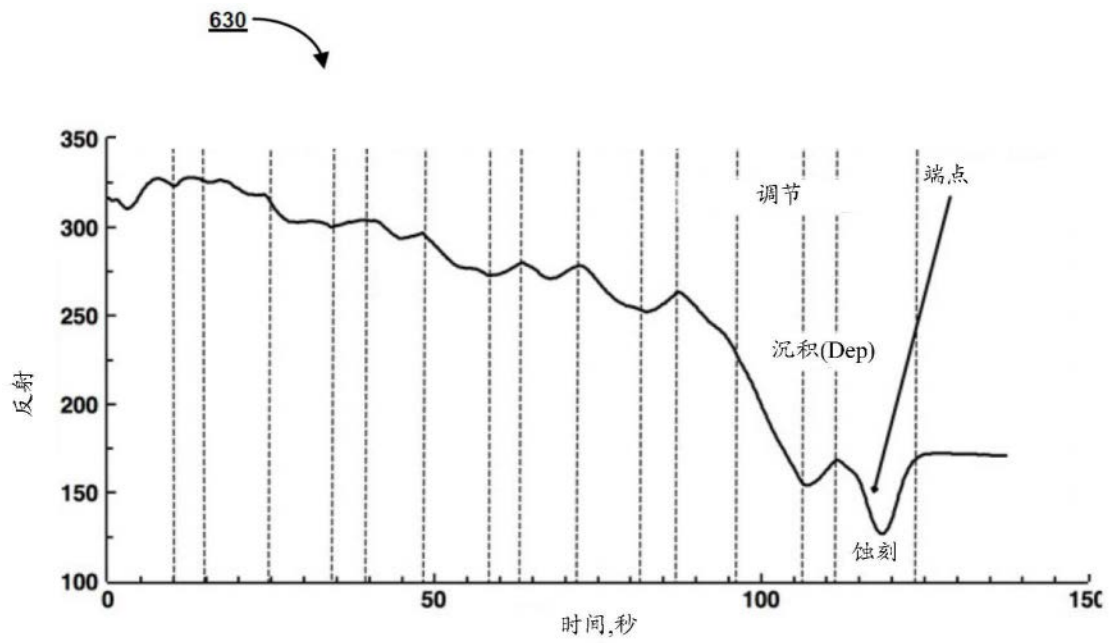


图6D

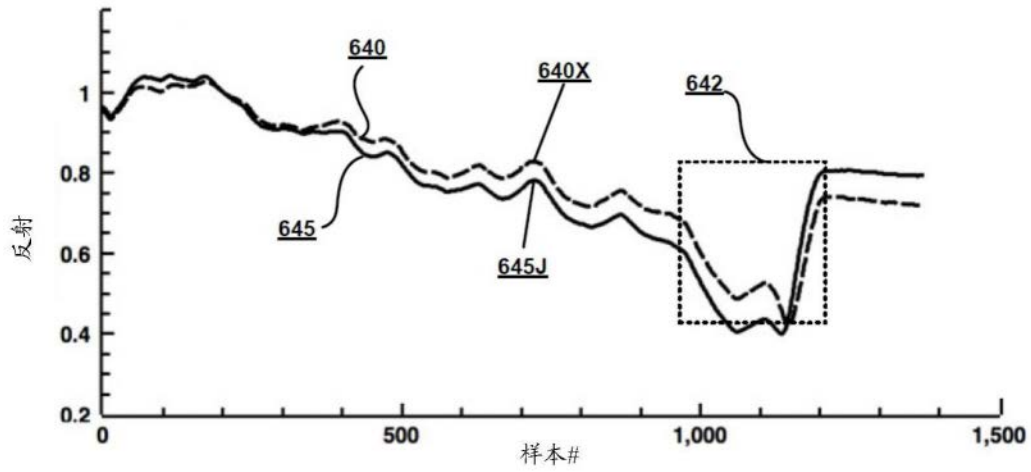


图6E

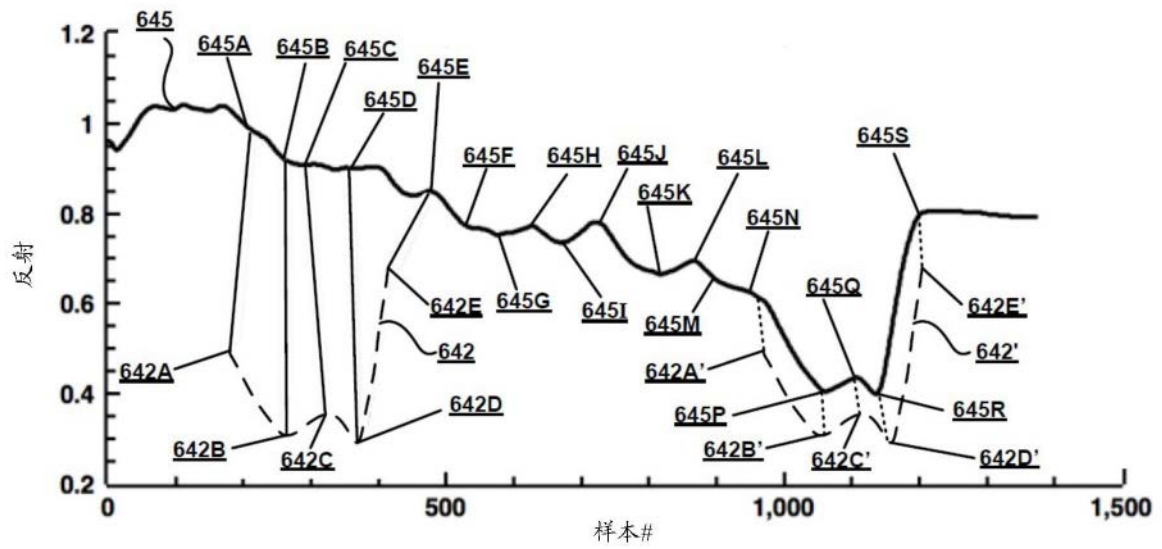


图6F

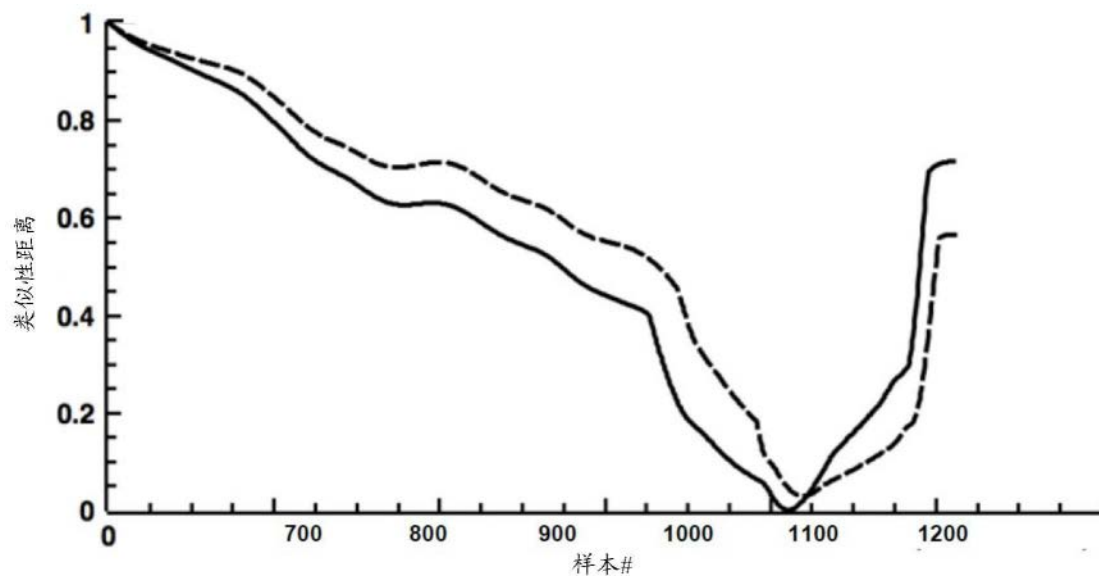


图6G

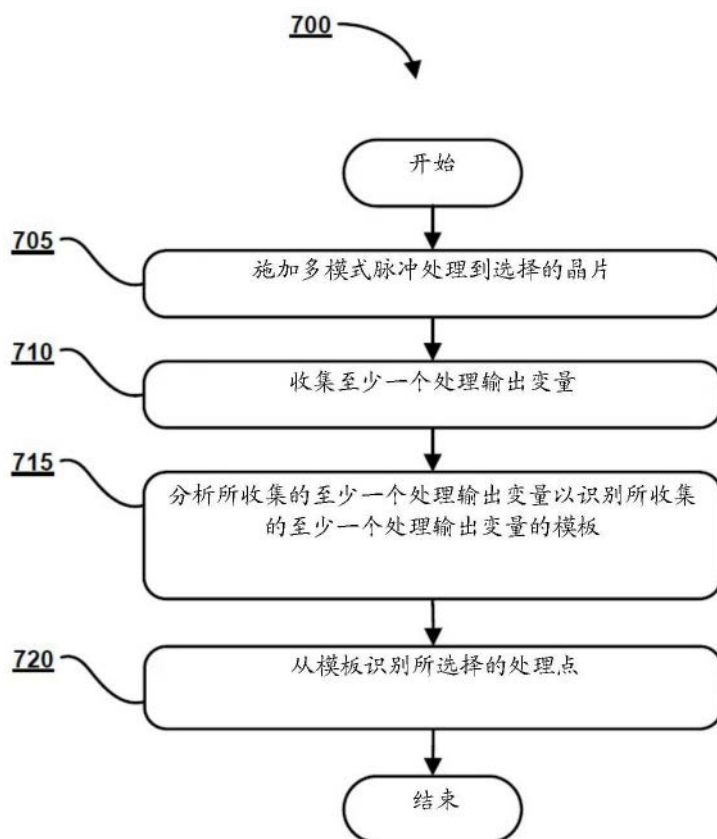


图7

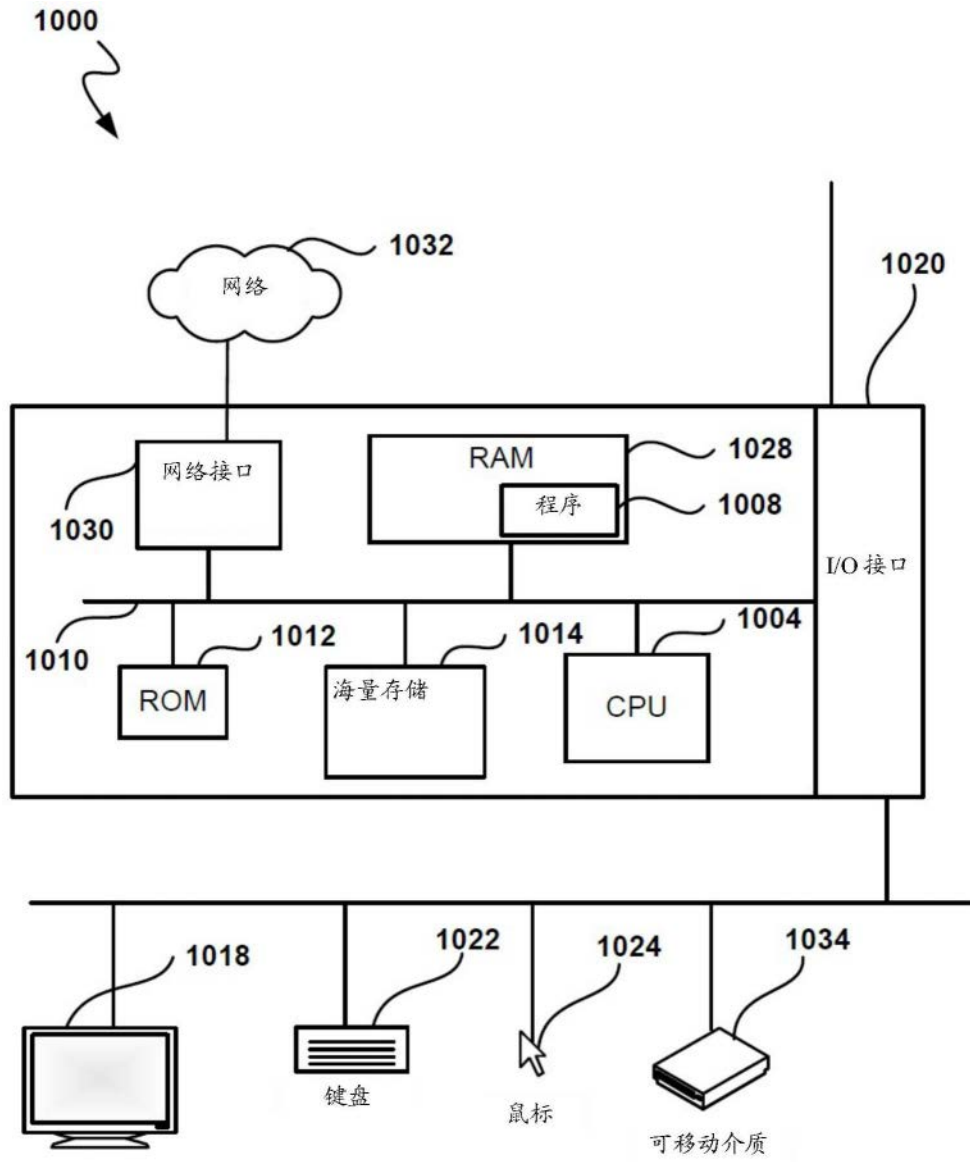


图8