



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380105727.6

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100350403C

[22] 申请日 2003.12.11

[21] 申请号 200380105727.6

[30] 优先权

[32] 2002.12.13 [33] US [31] 10/318,967

[86] 国际申请 PCT/US2003/039778 2003.12.11

[87] 国际公布 WO2004/061693 英 2004.7.22

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.10

[73] 专利权人 兰姆研究有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 Y·戈特基斯 V·卡茨

D·赫姆克尔 R·基斯特勒

N·J·布赖特

[56] 参考文献

US 5091963 A 1992.2.25

CN 1362694 A 2002.8.7

US 6449571 B1 2002.9.10

审查员 韩燕_2

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨 凯 王 勇

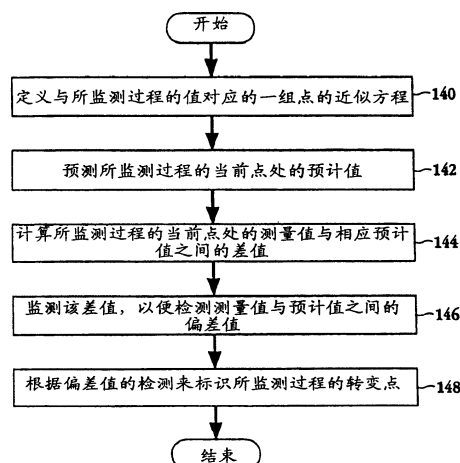
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 12 页

[54] 发明名称

用于过程状态监测和端点检测的斜率对门限变换的方法及设备

[57] 摘要

提供一种用于把基于斜率的检测任务转换为基于门限的检测任务的方法。该方法以定义与所监测过程的值对应的一组点的近似方程(140)来开始。然后,预测所监测过程的当前点处的预计值(142)。随后,计算所监测过程的当前点处的测量值与相应预计值之间的差值(144)。然后,对连续点监测该差值,以便检测测量值与预计值之间的偏差值(146)。随后,所监测过程的转变点根据偏差值的检测来标识(148)。还提供一种配置成提供基于斜率的转变以及计算机可读媒体的处理系统。



1. 一种用于把基于斜率的检测任务转换为基于门限的检测任务的方法，包括：

定义与所监测过程的值对应的一组点的基于斜率的近似方程；

通过所述基于斜率的近似方程来预测所监测的所述过程的当前点处的预计值；

计算所监测的所述过程的所述当前点处的测量值与所述相应预计值之间的差值；

监测所述差值，以便检测所述测量值与所述预计值之间的门限偏差值；以及

根据所述门限偏差值的检测来标识所监测的所述过程的端点。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述近似方程为多项式方程。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所监测的所述过程是从包含化学机械平面化过程和蚀刻、淀积或表面修饰过程的组合中选取的半导体过程。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述测量值由配置成检测与所监测过程关联的属性的传感器来产生。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括：

跟踪所述测量值与所述相应预计值之间的差值；以及

定义噪声通道，所述噪声通道提供边界，在其中，所述偏差值处于所述边界之外。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，根据所述偏差值的检测来标识所监测的所述过程的端点的所述方法操作包括，

标识一个以上的连续点，在其中，与所述至少两个连续点的每个关联的所述偏差值处于噪声通道之外。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述近似方程从与所监测的所述过程关联的由传感器产生的过去数据的间隔中导出所述预

计值。

8. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于还包括:

响应对所述端点的标识, 触发所监测的所述过程的结束。

9. 一种能够通过门限确定实时检测斜率变化转变的转变点的半导体处理系统, 包括:

处理模块, 配置成处理半导体晶片, 直至获得与所处理的所述半导体晶片关联的已定义参数, 所述处理模块包括:

配置成监测与过程操作关联的过程参数的传感器;

与所述传感器通信的检测器, 所述检测器配置成把测量值与预计值进行比较, 所述测量值通过斜率变化来表明转变点, 所述预计值由先前测量值导出, 所述检测器还配置成跟踪所述测量值与所述相应预计值之间的差值, 以便增加所述转变点处的变化, 从而使门限偏差值可以被定义, 所述门限偏差值表明与所述过程操作关联的所述转变点。

10. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述检测器配置成当至少两个连续时间点的所述测量值与所述预计值之间的差值超过所述门限偏差值时, 开始与所述处理系统关联的转变。

11. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述处理模块从包含化学机械平面化模块和蚀刻模块的组合中选取。

12. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述传感器易感受所述过程参数的变化, 所述过程参数随成分和状态之一的改变而变化, 所述成分和状态改变与所述半导体晶片和所述处理模块的组件之一关联。

13. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述传感器从包含涡流传感器、红外线传感器、振动传感器和配置成检测反射谱的传感器的组合中选取。

14. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述检测器配置成与偏移量关联, 它设成实质上消除了背景噪声对所述门限确定的干扰。

15. 如权利要求 9 所述的系统，其特征在于，所述门限偏差值在对应于与所述测量值的轨迹关联的斜率转变的时间点上出现。

16. 一种用于通过门限检测来检测基于斜率的变化转变点的方法，包括

监测与转变点关联的参数；

通过基于斜率的近似由所述被监测参数的过去值来计算所述参数的预计值，所述预计值与所监测的所述参数的当前值对应；

定义门限值；

在连续时间点跟踪所述当前值与所述预计值之间的差值；以及

当所述差值超过所述门限值时标识所述转变点。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述门限值处于偏移量之外，所述偏移量设成实质上消除了背景噪声对所述转变点的标识的干扰。

18. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，当差值超过所述门限值时标识转变点的所述方法操作包括，

当所述差值超过所述门限值时标识至少两个点。

19. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于还包括：

定义噪声通道，所述噪声通道提供边界，在其中，所述门限值处于所述边界之外。

20. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述参数能够由配置成检测与所监测对象关联的成分改变或状态变化的传感器来监测。

用于过程状态监测和端点检测的斜率对门限变换的方法及设备

发明背景

1. 发明领域

[0001] 本发明一般涉及半导体制造, 更具体来说, 涉及半导体制造过程中的过程和晶片状态监测的实时计量。

2. 相关技术说明

[0002] 在半导体制作过程中, 存在多个步骤, 在其中, 基础衬底进行各种层、覆盖层的形成、修改和消除, 或者形成图案。小形体尺寸、密集表面平面性要求与对提高吞吐量的恒定追求使得极为需要在已经获得所处理薄膜的目标属性(厚度、阻力、平面度、透明度、化学成分等)时、即在对于当前过程步骤已经达到终点时停止或改变过程参数。部分半导体制作步骤无疑在当前过程步骤已经完成获取所定义晶片特性的任务之后转变到后续制作步骤。

[0003] 用于晶片特性的控制的实时计量在这时是必要的, 使得可确定特定处理操作的端点或转变点。与半导体操作关联的实时现场监测提供关于处理操作的端点或转变点有关的有用信息。牢固地链接到过程中的晶片的对象、无论是晶片本身或者是另一个对象的属性通常在转变之前和之后受到单调变化, 在转变本身的过程中遇到突然的属性变化。这导致在被监测系统足够小以及对于检验空间的监视点同时出现转变的情况下的监测信号变化的阶跃式属性。对于较大的系统、如半导体晶片, 存在与对应于过程参数变化的数据点关联的时间分布, 它把阶跃式转变点转移到斜率变化, 从而创建端点或转变点的指示符。但是, 斜率变化检测要求导数的使用, 它们与减小的信噪比相关, 从而使这个方法变得复杂。

[0004] 图 1 是在处理操作、如平面化处理操作过程中随时间监测的半导体晶片的厚度的曲线图。线条 100 表示与用于确定处理操作过程中的端点/转变点的基于红外线 (IR) 的传感器关联的值。线条 102 表示与用于在处理过程中随时间捕捉半导体晶片的厚度的多个涡流传感器 (ECS) 关联的值。可以看到, 区域 104 表示出现端点/转变点的时间。在区域 104 中, 与线条 102 和线条 100 关联的一般斜率转变。但是, 对于 IR 监测或涡流监测所监测的信号与每个行程改变的有效且可变的背景噪声重叠。因此, 当测量基于导数的斜率以确定端点时, 信噪比等级影响端点确定的稳定性和可靠性。这样, 根据基于斜率的分析所预测的转变点的嵌入式确定没有提供半导体操作必需的健壮数据。

[0005] 因此, 需要解决先有技术的问题, 以便提供一种用于对于通过被监测过程参数的基于斜率的转变出现的转变点的过程提供稳定且可靠的转变点确定的方法及设备。

发明内容

[0006] 广义来说, 本发明通过消除对于分析基于导数的数据的需要并且实现通过门限分析确定转变点, 以便提供转变点的确定的可靠性和稳定性, 来满足这些需求。应当知道, 本发明可通过多种方式来实现在, 其中包括例如方法、系统、计算机可读媒体或装置。下面描述本发明的几个创造性实施例。

[0007] 在一个实施例中, 提供一种用于把基于斜率的检测任务转换为基于门限的检测任务的方法。该方法以定义与所监测过程的值对应的点的集合的近似方程来开始。然后, 预测所监测过程的当前点处的预计值。随后, 计算所监测过程的当前点处的测量值与相应预计值之间的差值。然后, 对连续点监测该差值, 以便检测测量值与预计值之间的偏差值。随后, 所监测过程的转变点根据偏差值的检测来标识。

[0008] 在另一个实施例中，提供一种用于通过门限检测来检测基于斜率的变化转变点的方法。该方法以监测与转变点关联的参数来开始。然后，参数的预计值从所监测过程参数的过去值来计算。预计值对应于所监测过程参数的当前值。随后，定义门限值。然后，跟踪当前值与预计值之间的差值。随后，当该差值超过门限值时，标识转变点。

[0009] 在又一个实施例中，提供一种能够通过门限确定实时检测斜率变化转变的转变点的半导体处理系统。该系统包括处理模块，它配置成处理半导体晶片，直至获得与所处理的半导体晶片关联的已定义参数。处理系统包括配置成监测与过程操作关联的过程参数的传感器。该系统包括与传感器通信的检测器。检测器配置成把测量值与预计值进行比较，其中的测量值通过斜率变化来表明转变点。预计值从先前测量值中导出。检测器还配置成跟踪测量值与相应预计值之间的差值，以便增强转变点处的变化，从而使门限偏差值可以被定义。门限偏差值表明与过程操作关联的转变点。

[0010] 在又一个实施例中，提供一种用于把基于斜率的检测任务转换为基于门限的检测任务的具有程序指令的计算机可读媒体。计算机可读媒体包括用于定义与所监测过程的值对应的点的集合的近似方程的程序指令以及用于预测所监测过程的当前点处的预计值的程序指令。提供用于计算所监测过程的当前点处的测量值与相应预计值之间的差值的程序指令。包括用于监测该差值以便检测测量值与预计值之间的偏差值的程序指令以及用于根据偏差值的检测来标识所监测过程的转变点的程序指令。

[0011] 通过以下作为实例、结合附图描述本发明的原理的详细说明、本发明的其它方面和优点将变得非常明显。

附图简介

[0012] 通过以下结合附图的详细描述，将便于理解本发明，相

同参考标号表示相同结构元件。

[0013] 图 1 是在处理操作、如平面化处理操作过程中随时间监测的半导体晶片的厚度的曲线图。

[0014] 图 2 是基于红外线(IR)的轨迹的曲线图,其中,根据本发明的一个实施例,转变区域的噪声级经过平滑以表示转变点。

[0015] 图 3 是随时间的信号轨迹的示范曲线图,其中,该时间段包括转变点。

[0016] 图 4 是经过平滑以消除噪声的、图 3 的信号的示范曲线图。

[0017] 图 5 是根据本发明的一个实施例、从图 3 的实际信号的点产生的预测信号的示范曲线图。

[0018] 图 6 是根据本发明的一个实施例、通过计算各种时间点的实际信号与相应的预测信号之间的差值所产生的偏差信号的示范曲线图。

[0019] 图 7 是示范曲线图,其中包含相互叠加的图 4、5 和 6 的曲线,以便说明根据本发明的一个实施例的转变点的门限确定。

[0020] 图 8A 是示范曲线图,说明根据本发明的一个实施例的实际信号和预测信号的轨迹。

[0021] 图 8B 是根据本发明的一个实施例、原始信号值的曲线图以及实际信号与预测信号之间的偏差的相应曲线图。

[0022] 图 8C 是曲线图,说明根据本发明的一个实施例、与预计值轨迹重叠的图 8A 和图 8B 的实际轨迹和 Δ 轨迹,它们全部用于基于斜率的任务到基于门限的任务的转换。

[0023] 图 9 是根据本发明的一个实施例、用于把基于斜率的检测任务转换为基于门限的检测任务的方法的方法操作的流程图。

[0024] 图 10 是根据本发明的一个实施例、与配置成把斜率检测转变点转换为门限检测转变点的检测器通信的处理模块的高级示意图。

[0025] 图 11 是根据本发明的一个实施例、具有红外线传感器以确定所处理的半导体衬底的转变点的 CMP 系统的简化示意图。

[0026] 图 12 是根据本发明的一个实施例、具有配置成确定所处理的半导体衬底的转变点的涡流传感器的处理系统的简化示意图。

优选实施例详细说明

[0027] 对于提供半导体处理操作过程中的转变点的可靠且稳定测量的系统、装置及方法来描述本发明。然而，本领域的技术人员十分清楚，即使没有这些具体的详细资料的部分或全部，也可以实施本发明。在其它情况下，众所周知的过程操作没有进行详细描述，以免不必要地影响对本发明的理解。图 1 在“发明背景”部分描述。

[0028] 本发明的实施例提供用于把斜率检测任务转换为门限检测任务以及还简化指示转变的转变特征的系统及方法。门限行为在零或常数信号的背景中产生阶跃式特征，以及提供更简单的检测算法、更高的信噪比和更健壮的可检测性。与基于斜率的确定相比，对于转变点/端点的基于门限的确定提供增加的稳定性和可靠性。对于半导体操作，又提供了更稳定且可靠的触发条件。也就是说，由于转变点/端点以高度的可信度来确定，因此，要求实质上精确测量的下游操作可通过嵌入计量来发起。因此，相关操作的半导体吞吐量可以相应地增加。由相对导数分析的处理跟踪信号的斜率的小变化所产生的复杂化通过转换为跟踪信号的门限类型来消除。应当知道，本文所使用的术语“端点”和“转变点”是可交替的。本领域的技术人员非常清楚，术语“端点”和“转变点”可表示半导体过程或其它任何过程中的任何点，在其中正出现目标变化、实现目标状态、或者达到与被监测参数关联的某个值的情况被用来触发事件，例如端点或另一个过程操作的开始。

[0029] 图 2 是基于红外线(IR)的轨迹的曲线图，其中，根据本发明的一个实施例，转变区域的噪声级经过平滑以表示转变点。这

里,在区域 106 中,噪声级实质上被消除,从而显示作为平滑线的轨迹 108。可以看到,与平滑轨迹 108 关联的斜率在区域 106 中转变。但是,与所监测操作、如化学机械平面化(CMP)操作或蚀刻操作关联的噪声阻止实时稳定、可再现计数触发事件,例如端点或另一个操作的开始。应当知道,虽然图 2 说明与温度相关的红外线信号,但诸如涡流传感器、振动、光衍射等的其它信号将呈现相似属性。也就是说,平滑斜率将表明转变点。但是,如上所述,背景噪声阻止稳定、精确实时读取进行斜率读取。下面将更详细地描述,斜率测量到门限测量的转换消除了与影响对于关联斜率测量的导数测量所分析的小差值的噪声级关联的不确定性。因此,实现了转变点的更精确的实时检测。表明转变点的斜率的小变化被斜率测量中的噪声屏蔽,但是,本文所述的实施例实质上消除了影响转变点的确定的噪声。

[0030] 图 3 是随时间的信号轨迹的示范曲线图,其中,该时间段包括转变点。在这里,随时间绘制信号 110。在一个实施例中,信号 110 来自配置成检测表明半导体操作过程中的转变点的过程参数的涡流传感器。应当知道,这里可包括用于检测半导体操作过程中的转变点的其它信号,例如红外线、振动、基于光学的信号等。可以看到,信号 110 具有与信号关联的大量噪声,但是,随时间的趋势表明时间 100 处的转变点。本领域的技术人员将知道,基于斜率的确定在这里因背景噪声而将产生不稳定结果。

[0031] 图 4 是经过平滑以消除噪声的图 3 的信号的示范曲线图。在这里,线条 110a 已经应用了规则正弦噪声滤波器,以便使信号平滑。在信号 110a 表示随时间的涡流传感器的值的情况下,转变点通过大约在时间 100 处的斜率的变化来表示。如上所述,平滑斜率不能以稳定和精确的方式实时产生。因此,基于斜率的确定在这里不是可行的备选方案。

[0032] 图 5 是根据本发明的一个实施例、从图 3 的实际信号的点产生的预测信号的示范曲线图。在这里,在本发明的一个实施例

中，数据流程点的所选间隔的近似方程用来预测最近的数据读取。如将参照图 8A 和图 8B 更详细地说明的那样，根据本发明的一个实施例，预测信号通过把近似方程应用于实际信号的历史数据点来产生，以便产生预测实时数据点。如图 5 所示，线条 110b 表示的预测信号在时间 100 开始偏离图 3 和图 4 的实际信号，它表示转变点。应当知道，近似方程可以是任何多项式方程。例如，近似方程可采取线性方程、抛物线方程或其它任何高阶方程的形式。

[0033] 图 6 是根据本发明的一个实施例、通过计算各种时间点的实际信号与相应的预测信号之间的差值所产生的偏差信号的示范曲线图。在这里，线条 112 表示预测信号与实际信号之间随时间的差值。区域 114 表示噪声的通道。也就是说，偏移可应用于实际信号与预测信号之间的差值，以便定义噪声通道，在其中，噪声通道外部的点将被认为是转变点的有效点。大体上，噪声的通道定义实际值与预计值之间的差值周围的边界。在一个实施例中，偏移被选作标准偏差的值的 3 倍、即 3σ 。因此，在噪声分布配置为高斯分布的情况下， 3σ 将覆盖分布的所有点的 99.7%。因此，在 1000 点之间，对于实际上在噪声的通道之外的并且不是转变点的起始的一个点，存在 3×10^{-3} 的概率。根据所监测过程的性质，这个概率可减小或增加，以便提供符合要求的精确度。

[0034] 图 7 是示范曲线图，其中包含相互叠加的图 4、5 和 6 的曲线，以便说明根据本发明的一个实施例的转变点的门限确定。在这里，图 4 的线条 110a、图 5 的线条 110b 和线条 112 相互叠合。另外，还说明了噪声通道 114。应当知道，表示偏差信号、即实际信号与预测信号之间的差值的线条 112 在时间 100 的转变点上开始超过噪声通道。下面将更详细地说明，(噪声的) 3σ 通道可经过调整，以便提供正在检测转变点的更高或更低置信度。例如，要求高度精确度和准确性的处理过程可能比要求较低精确度和准确性的过程使用更宽的噪声通道。在另一个实施例中，可要求噪声通道的边界之外的一个以上

的连续点来触发对转变点的确认。

[0035] 图 8A 是示范曲线图，说明根据本发明的一个实施例的实际信号和预测信号的轨迹。线条 120 表示随时间读取的过程参数的曲线。应当知道，在一个实施例中，过程参数是与薄膜厚度关联的过程参数。曲线图的区域 121 表示预先转变区域，而曲线图的区域 123 则表示后转变区域。因此，线条 120 表示两个连续的过程，例如预先转变区域过程和后转变区域过程，以及在两个过程之间的是转变点的形式的中断。这里的转变点表明从一个状态到另一个状态的改变。虽然本文所述的实施例表示半导体过程，但应当知道，该计量可应用于其中正出现转变以及斜率检测过程可捕捉从一个状态到另一个状态的转变的任何系统。

[0036] 仍然参照图 8A，数据的前一段或间隔、例如区域 121 的段 n 用来预测稍后的时间点上的值。在一个实施例中，多项式方程、如抛物线方程用来导出与最近数据读取对应的预计值。在这里，获取又称作数据间隔的数据段，以及计算通过距离 m 投影的数据值。本领域的技术人员将知道，在一个实施例中，用来投影数据值的抛物线(或高阶)近似属于以下形式：

$$Y = a_1 t^n + a_2 t^{n-1} + \dots + a_n$$
，其中， Y 表示预计值(y 坐标值)，以及 t 表示时间(x 坐标值)。

在这里，无疑假定前一个数据表示数据与其关联的相应区域的动态特性。

[0037] 因此，检测装置、即传感器所测量的实际信号可与由近似方程所计算的预测信号进行比较。只要没有出现转变，以及投影(外插)距离不是太大，则实际信号和预测信号实质上相等。也就是说，实际信号的值与预测信号的值之间的差值(表示为 $S_i - Y$ ，其中， S_i 为实际信号，以及 Y 为预测信号)在噪声级中接近 0。但是，一旦出现转变，实际信号与预计值之间的差值开始逐渐大于 0，即 $S_i - Y > 0$ ，如图 8A 的 Δ 122 所表示。因此，门限值这时可用来检测实际信号与预

计值偏离的位置。如将要进一步说明的那样，斜率检测过程到门限检测过程的转换增加(扩大)转变相关变化，使得可以更精确和准确地标识转变。

[0038] 图 8B 是根据本发明的一个实施例、原始信号值的曲线图以及实际信号与预测信号之间的偏差的相应曲线图。图 8B 的上方曲线表示图 8A 的实际信号。例如，对于半导体过程监测，线条 120 可表示与来自红外线传感器、涡流传感器、振动传感器、温度传感器、配置成检测反射谱的传感器等的信号关联的轨迹。在时间 t_i 出现的转变通过又称作 Δ 轨迹的偏差轨迹 128 来检测。区域 124 和 126 表示在其中预计值从实际信号导出、分别作为来自实际信号的正和负差值的区域。

[0039] 图 8B 的 Δ 轨迹 128 表示实际信号与预测信号之间随时间的差值。区域 114 表示噪声的通道。应当知道，实际信号的 Δ 轨迹 128 和轨迹 120 可能具有与各轨迹关联的背景噪声。因此，轨迹 120 可能与图 3 的轨迹相似，以及 Δ 轨迹 128 可能与图 6 的轨迹相似。也就是说，轨迹可能具有与各轨迹关联的噪声而不是平滑线条。因此，噪声通道配置成考虑噪声级，使得噪声级不影响转变点的确定。同时，又称作噪声通道的偏移的幅度经过选择，使得在噪声级之上出现转变，即噪声通道不是大到屏蔽了转变点。

[0040] 在一个实施例中，噪声通道的偏移定在 Δ 轨迹 128 的 3 个标准偏差 (3σ)。因此，在噪声为高斯分布的情况下， 3σ 将覆盖分布的所有点的 99.7%。如上所述，对于超出噪声通道之外的并且不是转变点的起始的一个点，存在 3×10^{-3} 的概率，意味着每 1000 点中的 3 点可能实际上在所定义的 3σ 间隔之外。将参照图 9 进一步说明，可能要求噪声通道之外的多个连续点表明转变点的开始，以便进一步减小错误肯定的概率。在一个实施例中，如果使用了噪声通道之外的适当高的数量的连续点或者使用了大于 3σ 的噪声通道，则偏移可能不需要。应当知道，噪声通道之外的任何数量的连续点均可被定

义为转变点的触发。表明已经到达转变点所需的连续点的数量越高，则已经得到的实际转变点的可信度越大。因此，对于在其中错误肯定将是损失惨重的并且导致不能恢复的损坏的精确操作，噪声通道之外的三个或三个以上连续点被选取，以便提供高度的可信度。在操作不是高要求的情况下，可能希望选择低于三点。

[0041] 图 8C 是曲线图，说明根据本发明的一个实施例、与预计值轨迹重叠的图 8A 和图 8B 的实际轨迹和 Δ 轨迹，它们全部用于基于斜率的任务到基于门限的任务的转换。轨迹 120 表示实际传感器读数。轨迹 136 表示抛物线外插预计值。轨迹 128 表示 Δ 轨迹，它是实际传感器计数与相应预计值之间的差值。抛物线外插预计值包含与数据点的所选间隔关联的抛物线近似以及对最近数据读取的抛物线预测。 Δ 轨迹 128 通过减去当前点以及多个先前连续点的抛物线外插预计值来计算。因此，门限可在 Δ 轨迹稳定高于噪声级时被定义。例如，在确认已经出现转变点之前定义噪声级之外的多个连续点将提供关于转变点确定是精确的高置信度。本领域的技术人员将知道，转变点包括如本文所使用的端点。虽然抛物线方程在本实施例中用作近似方程，但应当知道，任何多项式方程可用作近似方程，因为实际传感器计数所定义的曲线的形状将影响近似方程的类型。

[0042] 参照图 3 和图 6，可以看到，图 6 的 Δ 轨迹的门限确定方法优于图 3 的基于斜率的方法。也就是说，基于斜率的确定中的噪声隐藏斜率的小变化，而基于门限的确定中的噪声则受到关注，通过在开始转变点的识别之前定义偏移或者通过要求噪声通道之外的多个连续点来消除。一旦已经得到转变点，应当知道，可开始另一个已定义操作，或者可出现当前过程的端点。对于半导体制造，例如蚀刻、淀积、CMP 操作或其它任何表面修饰过程，第一层可被添加、消除、平面化或修改，然后，半导体晶片可转换到处理工具中的另一个模块或者不同的处理工具。

[0043] 图 9 是根据本发明的一个实施例、用于把基于斜率的检

测任务转换为基于门限的检测任务的方法的方法操作的流程图。该方法以操作 140 开始,在其中,对于一组点定义近似方程。一组点的近似方程对应于所监测过程的值。例如,如上所述,多项式方程、如抛物线方程可以是近似方程。所监测的过程可通过涡流传感器、红外线传感器、温度传感器、振动传感器等来监测。然后,该方法进入操作 142,在其中,预测所监测过程的当前点处的预计值。在这里,多项式方程获取多个连续点的数据间隔,并预测当前点的预计值。大体上,多项式方程允许从过去数据点预测当前,如参照图 8A 所述。

[0044] 然后,图 9 的方法进入操作 144,在其中,计算过程的当前点处的测量(实际)值与相应预计值之间的差值。在这里,测量值与预计(预测)值之间的差值在转变点之前将接近 0。应当知道,差值可根据两个值之间的减法来测量,但不限于差值的这个说明。差值可作为 Δ 轨迹来捕捉,如以上参照图 8A-C 所述。因此,在操作 146,过程的当前点处的测量值与相应预计值之间的差值被监测,以便检测偏差值。偏差值可被定义为噪声通道之外的多个连续点,其中的连续点的数量可以是一个或者多个。在其它实施例,差值也可作为差值的比率、平方等来计算。也就是说,本文所使用的术语“差值”表示大范围的量度,它们表明两个值之间的一般化差值。或者可使用偏移,在其中,偏移高到足以从表示转变点中消除背景噪声,并且足够低,使得表明转变点的偏差值可被标识,即没有被偏移屏蔽。随后,该方法进入操作 148,在其中,所监测过程的转变点根据偏差值的检测来标识。当然,转变点可结束当前过程操作并触发另一个过程操作,或者只是结束当前过程。

[0045] 图 10 是根据本发明的一个实施例、与配置成把斜率检测转变点转换为门限检测转变点的检测器通信的处理模块的高级示意图。处理模块 160 可以是任何处理模块,例如,诸如 CMP 模块、蚀刻模块等的任何相关半导体处理模块。检测器 162 与处理模块 160 通信。例如,设置在处理模块 160 中的传感器可用于向检测器 162 发送

信号。检测器 162 配置成把在其中斜率确定转变点的过程转换为在其中门限值用来检测转变点的门限检测过程。也就是说，参照图 8A、8B、8C 和 9 所述的实施例把斜率检测过程转换为检测器 162 所执行的门限检测过程。此外，在转变点发生的变化经过增强，使得门限值可易于被检测。在一个实施例中，门限值被定义为实际信号与预测信号之间的差值，如本文所述。应当知道，检测器 162 可以是控制在处理模块 160 中执行的处理操作的通用计算机。检测器 162 可从配置成监测成分改变或者状态改变的传感器接收信号，如以下所述。处理模块 160 与检测器 162 之间的通信当然也可通过闭合环路进行。

[0046] 图 11 是根据本发明的一个实施例、具有红外线传感器以确定所处理的半导体衬底的转变点的 CMP 系统的简化示意图。控制器 164 包括检测器 162。控制器 164 与红外线传感器 166 通信。红外线传感器包含在载板 168 中。半导体衬底 172 相对载板 168 中的载膜 170 得到支撑。红外线传感器 166 具有通过窗口 178 到达半导体衬底 172 的视线。抛光垫 174 使半导体衬底 172 的表面平面化。抛光垫 174 设置在不锈钢带 176 上。检测器 162 把与红外线传感器关联的基于斜率的信号过程转换为基于门限的信号。在一个实施例中，通过定义实际信号与预测信号之间的 Δ 轨迹，如参照图 8A-C 和图 9 所述，基于斜率的信号被转换为基于门限的操作。

[0047] 图 12 是根据本发明的一个实施例、具有配置成确定所处理的半导体衬底的转变点的涡流传感器的处理系统的简化示意图。控制器 164 包括检测器 162。控制器 164 与涡流传感器 180a 和 180b 通信。涡流传感器 180a 和 180b 可配置成监测过程参数，例如设置在半导体衬底 162 上的薄膜的厚度。在处理系统为 CMP 处理系统的情况下，抛光垫 174 使半导体衬底 172 的表面平面化。抛光垫 174 设置在衬背 176 上。检测器 162 把涡流传感器 180a 和 180b 的基于斜率的检测输出转换为门限检测过程。在这里，检测器 162 同样跟踪测量值与预计值之间的差值，以便检测表明转变点的门限偏差值。

[0048] 图 11 和图 12 说明用于半导体制作的传感器的具体实施例。应当知道, 本文所述的实施例可以与能够监测成分改变或状态改变的任何类型的传感器关联。示范成分改变包括表面成分改变, 在其中, 第一层被移去, 并暴露第二层, 或者物体、如半导体晶片的表面被修改。示范状态改变包括从流体到气体、流体到固体等的改变。实际上, 转变点可被定义为出现成分或状态改变的点。在转变点, 通过本文所述的传感器被监测的属性因处理条件而改变。目标属性包括诸如厚度、阻力、平面度、透明度、振动、化学成分等的属性。这种变化被监测, 以及转变点通过如本文所述的门限检测方案来确定。本领域的技术人员将知道, 本文所述的实施例不限于以上所述的传感器的具体类型。更明确地说, 配置成检测表明成分或状态改变的任何传感器可与以上所述的实施例配合使用, 而无论传感器是否与半导体制作过程关联。还应当知道, 传感器可检测通过例如半导体晶片等的所处理物体或者诸如抛光垫等的处理模块的组件的变化。因此, 转变点可直接或间接地检测。部分示范传感器包括配置成检测电阻、电容、反射光、振动等的传感器。

[0049] 总之, 上述发明描述用于把基于斜率的检测任务转换为基于门限的检测任务的方法及系统。近似方程、如抛物线方程用来预测当前数据点上的预计值。预计值与从传感器施加的相应实际值之间的差值被监测, 以便检测转变点。被监测的差值可作为 Δ 轨迹来捕捉, 如本文所述。差值的跟踪使门限值可被定义。在一个实施例中, 在噪声通道之外检测到被监测差值的预定数量的连续点时, 出现转变点。还可提供偏移, 以便定义在其中偏移边界之外的检测点、即实际值与预计值之间的差值表明转变点的等级。通过把斜率检测任务转换为门限检测任务, 提供一种稳定且可靠的转变检测系统, 它消除了如斜率检测任务所需的分析导数的需要。另外, 以上所述的 Δ 轨迹增加了在转变点上出现的变化, 以便更易于标识转变点。

[0050] 了解了以上实施例, 应当理解, 本发明可采用其中涉及

存储于计算机系统中的数据的各种计算机实现操作。这些操作包括要求物理量的物理处理的操作。这些数量通常但不一定采取电或磁信号的形式，它们能够被存储、传送、组合、比较或者以其它方式处理。此外，所执行的处理往往明确表示为例如产生、标识、确定或比较。

[0051] 以上所述的发明可采用其它计算机系统配置来实施，其中包括手持式装置、微处理器系统、基于微处理器或者可编程消费电子产品、小型计算机、大型计算机等等。本发明还可在分布计算环境中实施，在这些环境中，任务由通过通信网络链接的远程处理装置来执行。

[0052] 本发明还可体现为计算机可读媒体中的计算机可读代码。计算机可读媒体是可存储数据的任何数据存储装置，这些数据之后可由计算机系统读取。计算机可读媒体的实例包括硬盘驱动器、网络连接存储器(NAS)、只读存储器、随机存储存储器、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁带以及其它光和非光学数据存储装置。计算机可读媒体还可分布在网络耦合计算机系统之间，使得计算机可读代码以分布方式来存储和执行。

[0053] 虽然为了清楚地理解，略为详细地描述了上述发明，但大家非常清楚，在所附权利要求书的范围内可实施某些变更和修改。因此，本实施例将被视作说明性而不是限制性的，以及本发明不限于在此提供的详细情况，而是可在所附权利要求书的范围和等效体之内进行修改。在权利要求书中，元件和/或步骤不表示操作的任何特定顺序，除非在权利要求书中明确说明。

图 1

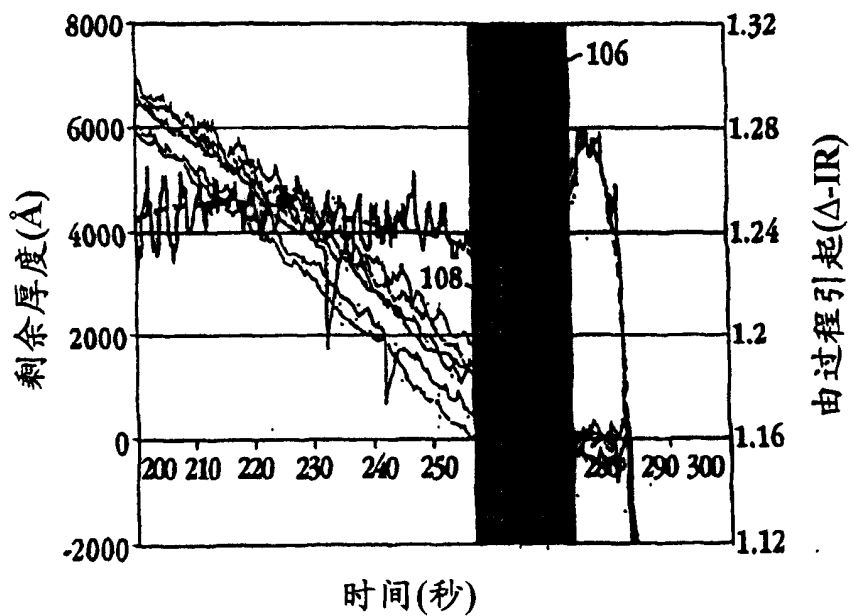
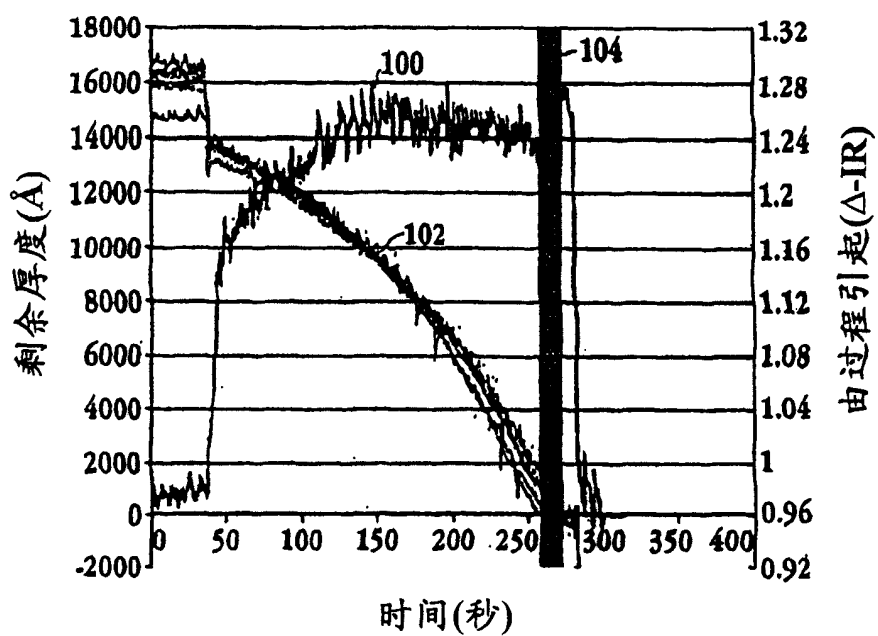


图 2

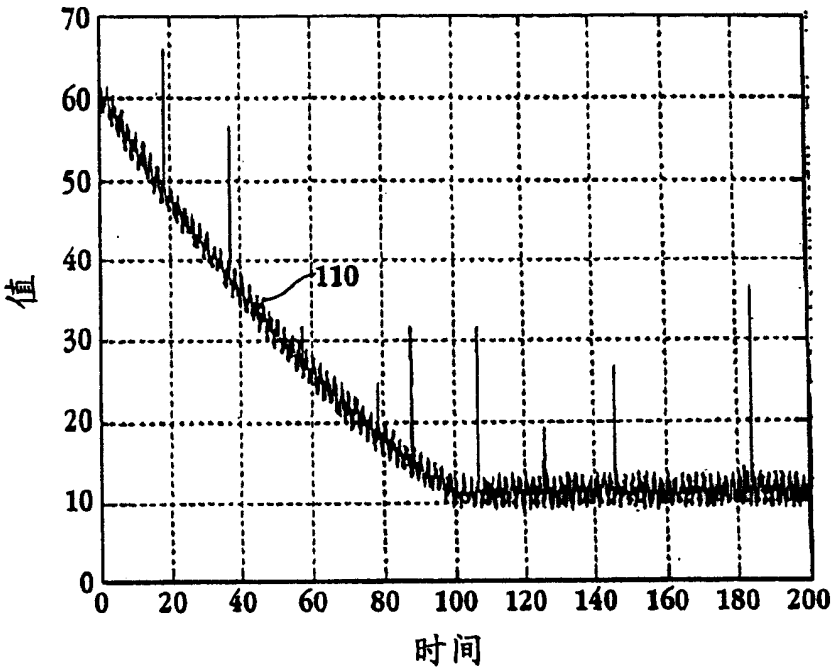


图 3

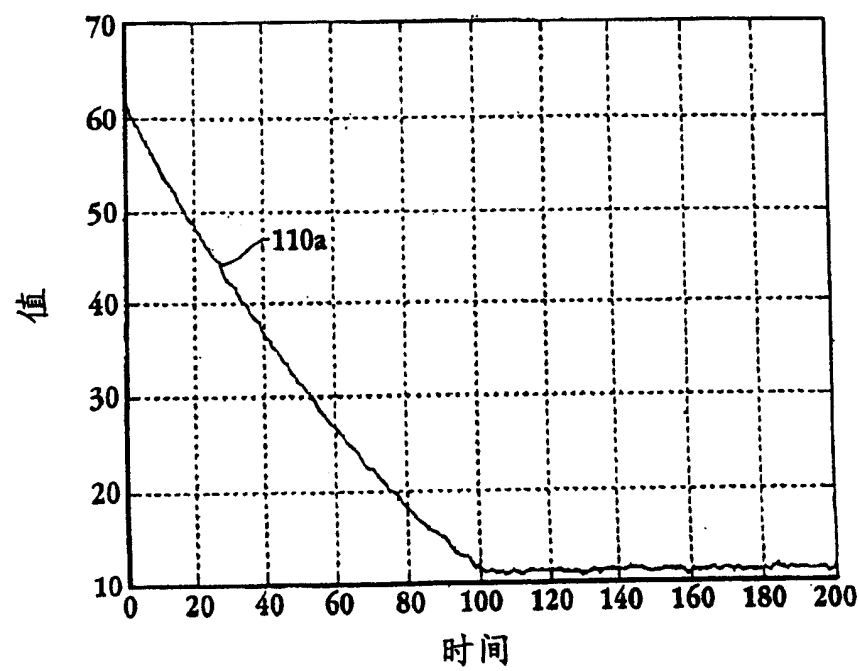


图 4

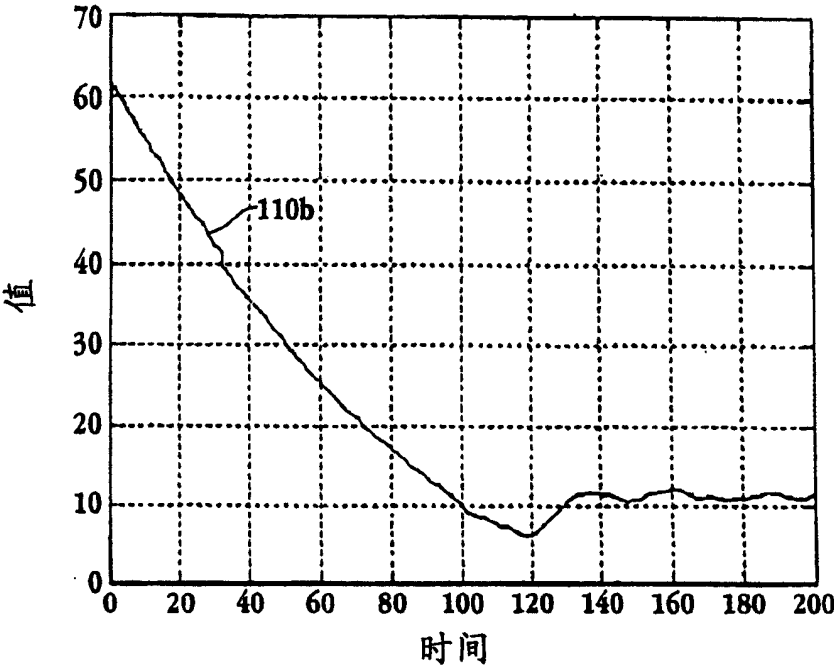


图 5

图 6

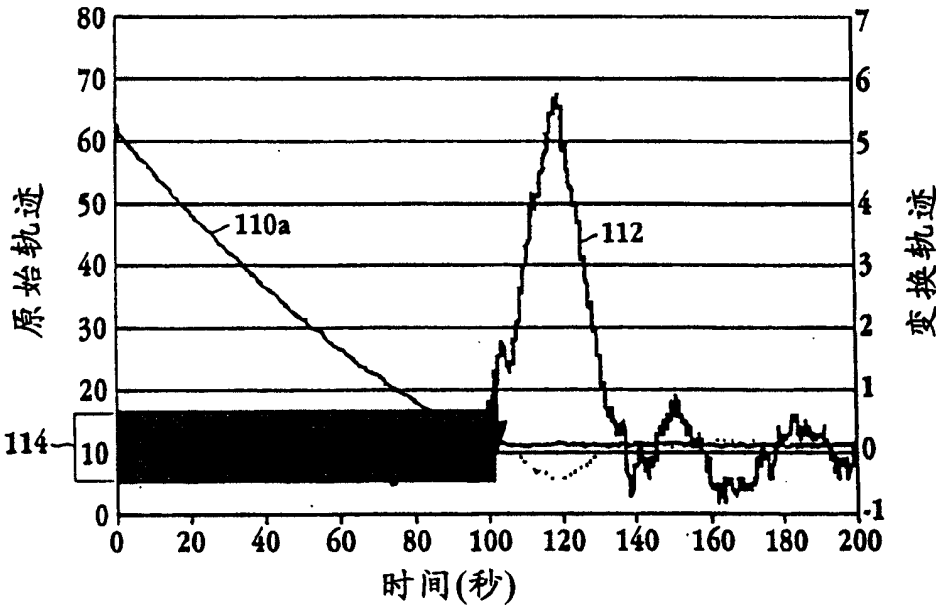
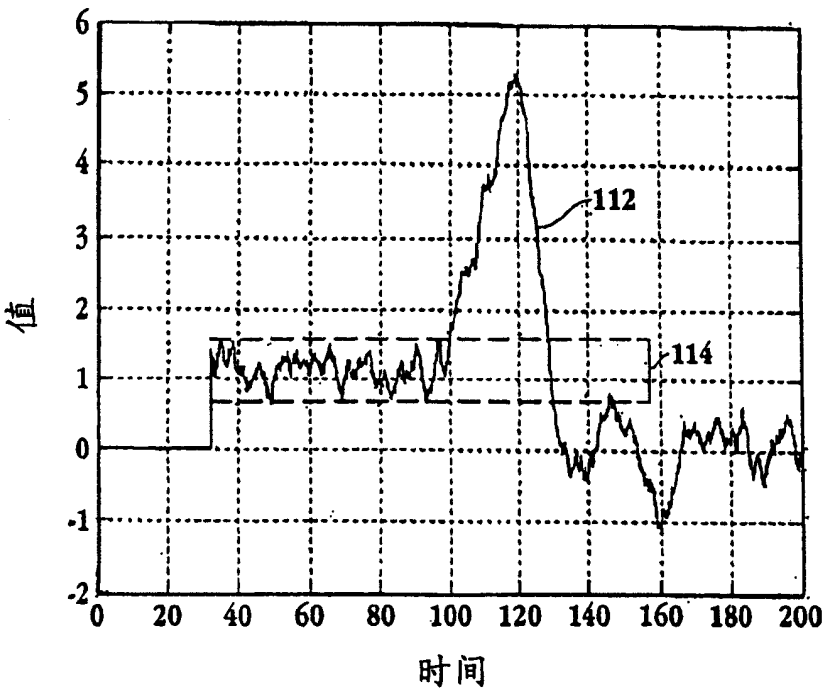


图 7

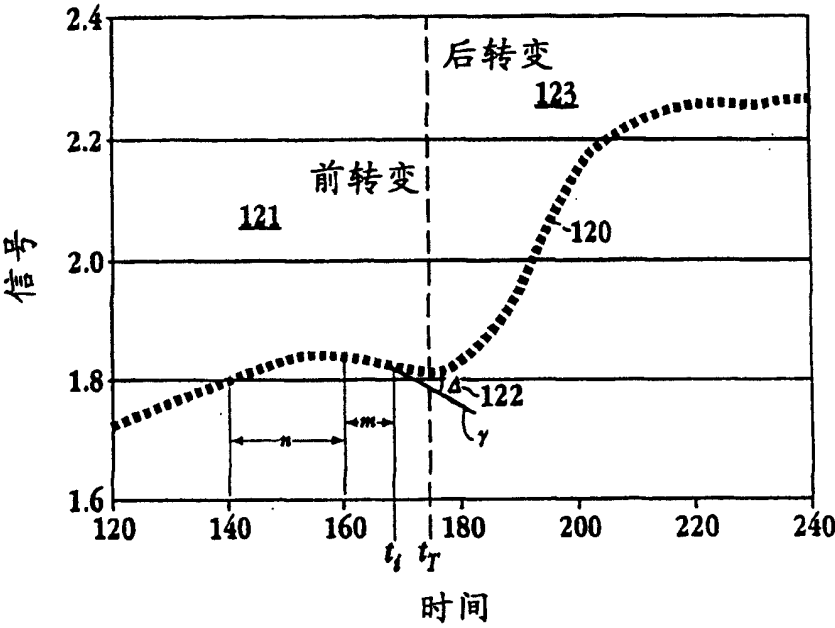


图 8A

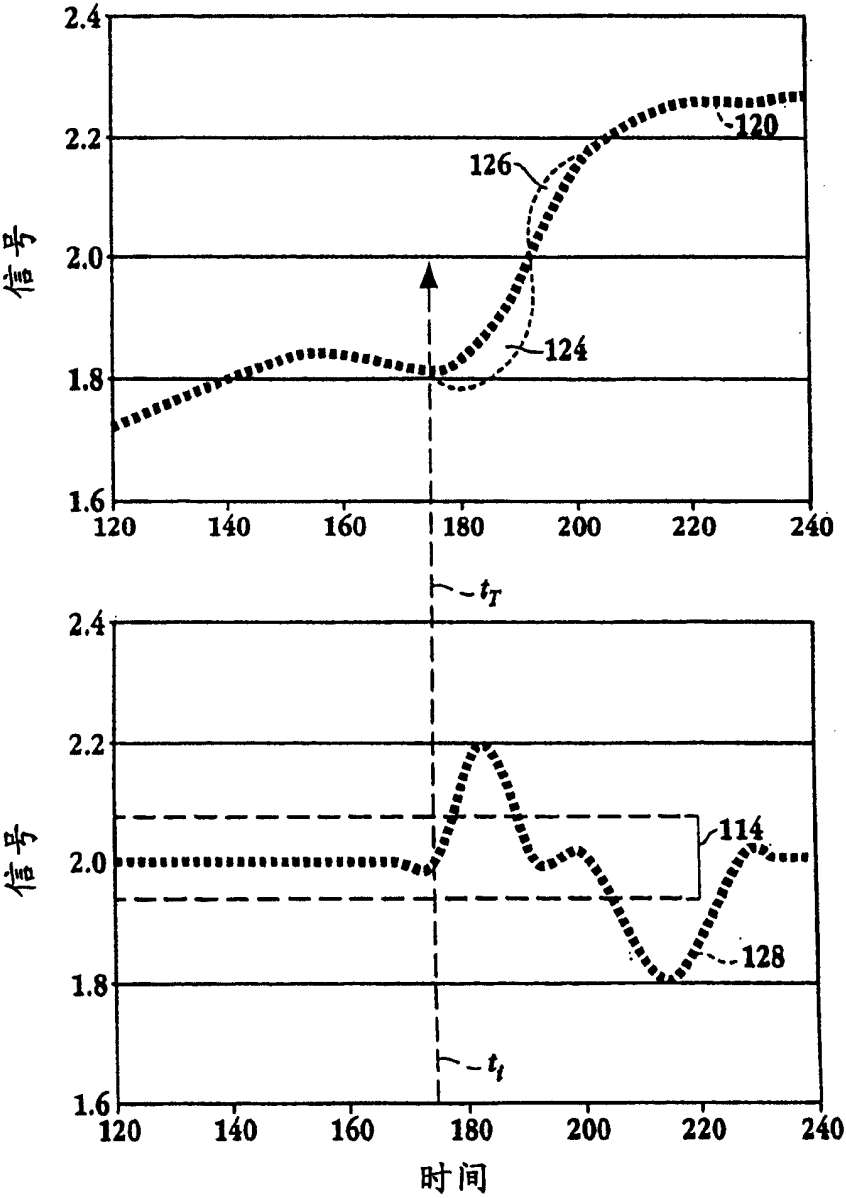


图 8B

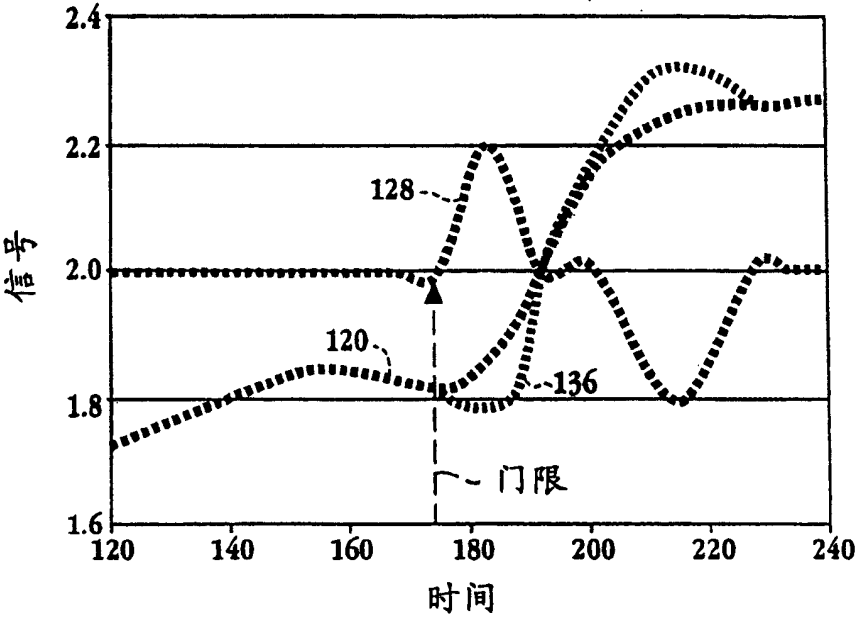


图 8C

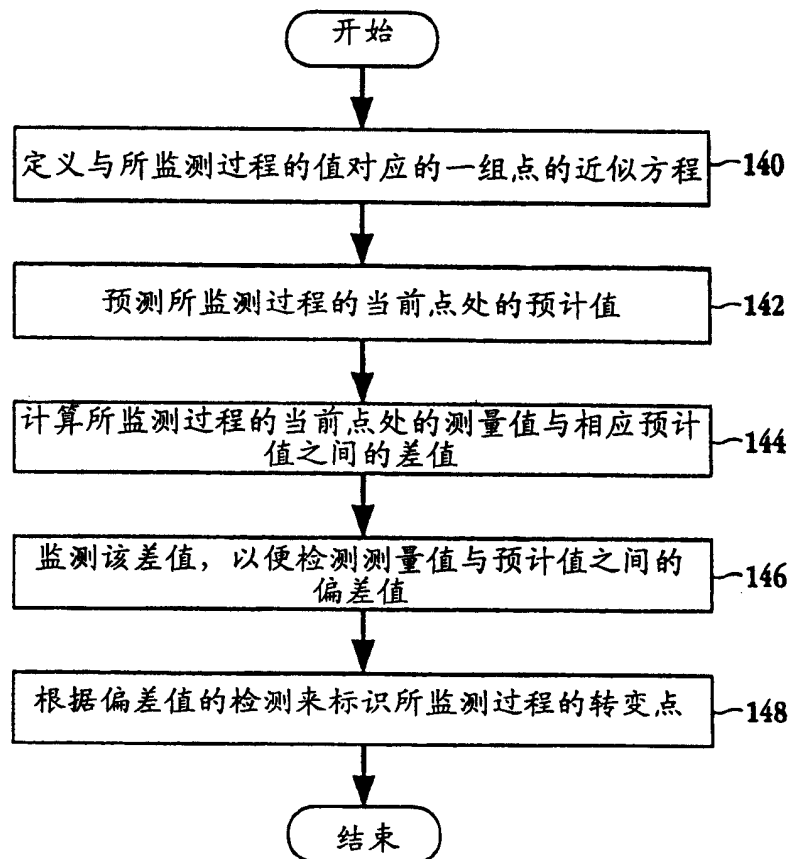


图 9

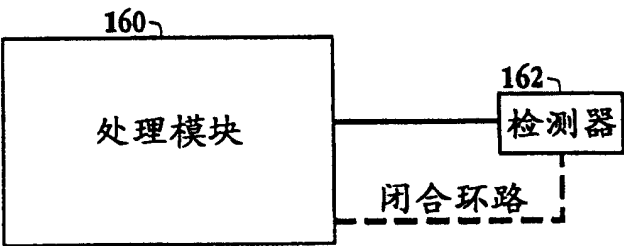


图 10

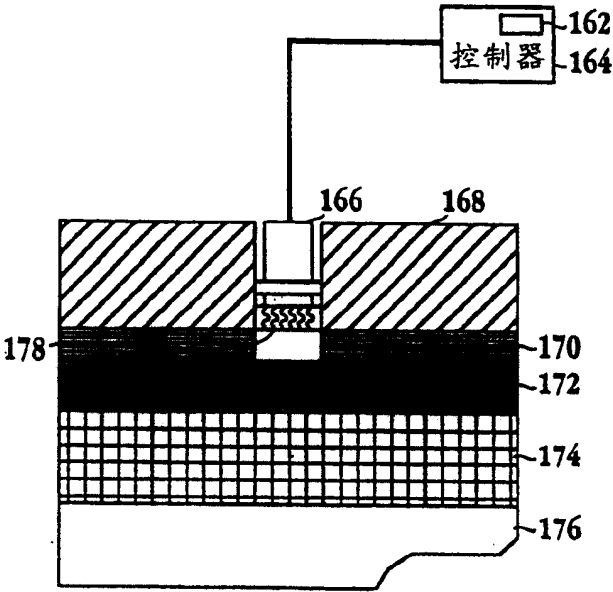


图 11

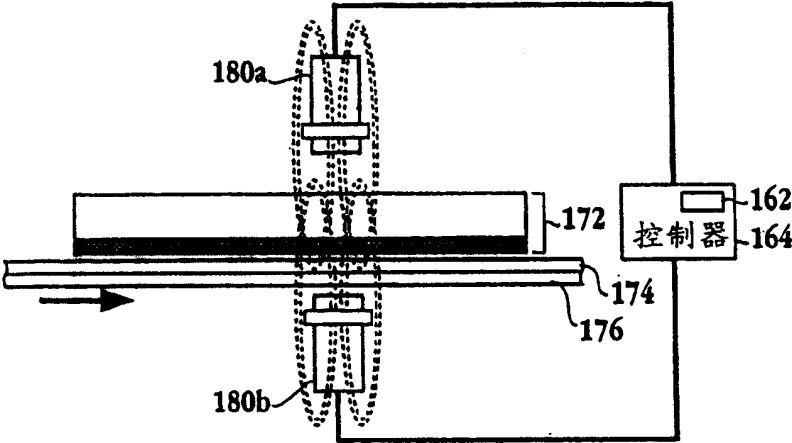


图 12