

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810096694.8

[51] Int. Cl.

G01N 27/02 (2006.01)

G01N 27/20 (2006.01)

H01L 21/66 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 9 月 17 日

[11] 公开号 CN 101266222A

[22] 申请日 2008.3.7

[21] 申请号 200810096694.8

[30] 优先权

[32] 2007. 3. 7 [33] US [31] 11/715,149

[71] 申请人 Q 概念技术公司

地址 美国佐治亚

[72] 发明人 J·A·豪索尔尼

M·布兰登·斯蒂勒 杨业元

M·舒尔泽

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 岳耀锋

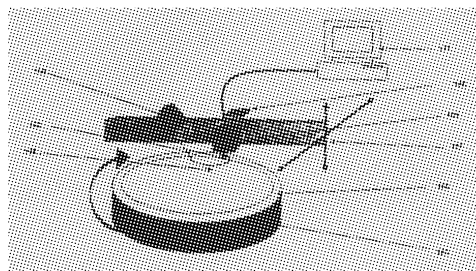
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称

半导体检查系统和设备

[57] 摘要

本发明提供一种利用非振动接触电位差传感器和可控照明的半导体检查系统和设备，用于识别半导体表面或半导体内的缺陷或污染。该方法和系统包括：提供具有表面的半导体，例如半导体晶片；提供非振动接触电位差传感器；提供具有可控的强度或波长分布的照明源；在非振动接触电位差传感器探针头下方或附近使用该照明源来提供晶片表面的可控照明；在可控照明照射时用非振动接触电位差传感器扫描晶片表面；产生代表横跨晶片表面的接触电位差变化的数据；以及处理该数据以识别缺陷或污染的模式特性。



1、 一种检测半导体晶片的不均匀性的方法，包括如下步骤：

提供包括具有晶片表面的晶片的半导体；

提供具有探针头的接触电位差传感器；

提供与晶片表面相关的照明能量源；

提供用来提供可变的照明的机构；

在包括位于接触电位差传感器探针头附近的采样区域的晶片表面区域引导照明能量；

当用照明能量照射半导体的表面时，扫描与接触电位差传感器基本上平行的晶片表面；

当传感器探针头横跨晶片表面基本上平行地扫描时，产生表示传感器探针头和晶片表面之间的接触电位差的变化的传感器数据；以及

处理接触电位差传感器数据以检测表示不均匀性的图案。

2、 根据权利要求1的方法，其中可变的照明能量包括具有变化的强度、变化的波长光谱、以及变化的入射到晶片表面的角度的光中的至少一种。

3、 根据权利要求1的方法，其中照明能量包括能量大于半导体晶片的带隙的波长的光。

4、 根据权利要求1的方法，其中照明能量包括能量小于半导体的带隙的波长的光。

5、 根据权利要求1的方法，其中不均匀性选自由半导体掺杂浓度的变化、半导体内的污染物、半导体的晶片表面上的金属或有机污染物、物理不均匀性、表面附近的充电区域以及表面化学变化所组成的组。

6、 根据权利要求1的方法，其中接触电位差传感器的探针头具有以下两个特征中的至少一个：对照明能量的波长是透明的；以及形成为允许照射在探针头下方的区域的形状。

7、 根据权利要求1的方法，进一步包括如下步骤：扫描晶片表面至少两次，其中，在各扫描之间改变照明能量的波长光谱和强度中的至少一个；以及为检测代表缺陷的图案而处理由多次扫描产生的接触电位差传感器数据。

8、 根据权利要求7的方法，其中处理接触电位差传感器数据包括计算一

次扫描结果与第二次扫描结果之间的差。

9、根据权利要求1的方法，其中接触电位差传感器包括非振动传感器。

10、一种检测半导体晶片的不均匀性的系统，包括：

适合接收具有晶片表面的半导体晶片的半导体安装表面；

具有探针头并可位于被安装的半导体晶片附近的接触电位差传感器，该传感器和半导体晶片可以彼此相对运动；

在半导体晶片与接触电位差传感器之间产生相对运动的系统；

与表面相关的照明能量源，该照明能量源提供可有角度地引导且可变的照明能量，在包括位于接触电位差传感器探针头附近的采样区域的晶片表面区域受照明能量源照射时，传感器探针头与半导体表面平行地进行扫描，上述传感器产生接触电位差数据；以及

接收来自传感器的接触电位差传感器数据并且处理该数据以检测表示不均匀性的图案，从而使得能够表征晶片表面上的不均匀性的处理器。

11、根据权利要求10的系统，其中不均匀性是从由化学不均匀性、物理不均匀性、电不均匀性及其组合所组成的组中选出的。

12、根据权利要求10的系统，其中可变的照明能量具有变化的强度、变化的光谱以及变化的入射到晶片表面的角度中的至少一种。

13、根据权利要求10的系统，其中可变的照明能量选自由能量大于半导体的带隙的波长的光以及能量小于半导体的带隙的波长的光所组成的组。

14、根据权利要求10的系统，其中不均匀性选自半导体掺杂浓度变化、半导体内的污染物、半导体的晶片表面上的金属或有机污染物、表面化学的变化、物理不均匀性、以及半导体晶片的表面附近的充电区域组成的组。

15、根据权利要求10的系统，其中接触电位差传感器的探针头具有以下两个特征中的至少一个：对照明能量的波长是透明的；以及形成为允许照射在探针头下方的区域的形状。

16、根据权利要求10的系统，其中半导体包括对至少一些照明能量的波长透明的覆盖膜。

17、根据权利要求10的方法，其中接触电位差传感器的探针头是非振动传感器。

18、一种检测半导体晶片的不均匀性的方法，包括如下步骤：

提供包括具有晶片表面的晶片的半导体;

提供具有探针头的非振动接触电位差传感器;

提供与晶片表面相关的照明能量源;

提供用来提供可变的照明的机构;

在包括位于接触电位差传感器探针头附近的采样区域的晶片表面区域引导照明能量;

当半导体的表面被照射时相对接触电位差传感器横向地扫描晶片表面;

当传感器探针头横跨晶片表面横向地扫描时产生表示传感器探针头与晶片表面之间的接触电位差的变化的传感器数据;

处理接触电位差传感器数据以检测表示不均匀性的图案。

19、根据权利要求 18 的方法,其中可变的照明能量具有变化的强度、变化的光谱、变化的入射到晶片表面的角度中的至少一种。

20、根据权利要求 18 的方法,其中照明能量包括能量大于半导体晶片的带隙的波长的光。

21、根据权利要求 18 的方法,其中照明能量包括能量小于半导体的带隙的波长的光。

22、根据权利要求 18 的方法,其中不均匀性选自从由半导体掺杂浓度的变化、半导体内的污染、半导体的晶片表面上的金属或有机污染、以及表面化学的变化所组成的组。

23、根据权利要求 19 的方法,进一步包括如下步骤:

扫描晶片表面至少两次,其中,在各扫描之间改变照明能量的波长光谱和强度中的至少一个;以及

为检测代表缺陷的图案而处理多次扫描所产生的接触电位差传感器数据。

24、根据权利要求 23 的方法,其中接触电位差传感器数据的处理包括计算一次扫描结果与下一次扫描结果之间的差,其中在不同的照明条件下进行所述两次扫描。

25、一种检测半导体晶片的不均匀性的系统,包括:

适合接收具有晶片表面的半导体晶片的半导体安装表面;

具有探针头并可位于被安装半导体晶片附近的接触电位差传感器,传感器和半导体晶片可以彼此相对运动;

提供在传感器与半导体晶片之间的相对运动的系统;

与表面相关的照明能量源, 该照明能量源提供可引导且可变的照明能量, 当包括位于接触电位差传感器探针头附近的采样区域的晶片表面的区域受照明能量源照射时, 传感器探针头横跨半导体表面横向扫描, 上述传感器产生接触电位差数据; 以及

用于接收来自传感器的接触电位差传感器数据并且处理该数据以检测表示不均匀性的图案的处理器。

半导体检查系统和设备

技术领域

本发明涉及对半导体和半导体表面进行检查的方法和系统。更具体地，本发明涉及通过使用非振动接触电位差传感器结合可控照明源对晶片表面上的接触电位差进行成像和可视化以表征不均匀性的方法和系统。

背景技术

半导体器件的功能、可靠性和性能取决于使用洁净且均匀的半导体材料表面。人们为了开发、表征和优化用于制造和处理半导体材料的系统以及工艺，花费了几十亿美元以及不计其数的工时。而这些工作的主要目的是制造非常洁净并且在整个晶片上为均匀的或均匀地变化的材料表面。为了表征和优化这些工艺，能够检查和测量表面或块体的洁净度和均匀性是必要的。对于实时工艺控制，必须在不破坏或污染半导体表面的前提下以高速度横跨表面地进行很多的测量。能够检测或分类多种不同的不均匀性和污染也是非常期望的。

人们已经使用了多种不同的技术和系统来测量半导体的表面或块体（bulk）特性。这些系统中多数对特定的块体或表面特性例如金属杂质都高度敏感，但这些系统通常比较慢，具有破坏性，或只能在几个点上进行测量。这些系统也被局限于可以进行测量或可以检测的缺陷的种类。例如，检测金属污染的系统可能检测不到有机污染，可以检测颗粒污染的系统可能检测不到亚单原子层的污染，或者可以精确测量晶片上一个或多个点的系统可能不能在生产速度下足够快地测量晶片上的所有的点。

已知的测量或表征表面状态的方法是振动有时也称为凯尔文-齐斯曼（Kelvin-Zisman）探针的凯尔文探针。凯尔文探针是一种测量接触电位差（CPD）的传感器。CPD是指电连接在一起的两种导电材料之间的功函数或表面电位的差值。凯尔文传感器包括电连接至需测量的表面的导电探针。该探针位于表面附近，由此在探针头和表面之间形成电容器。探针头和表面之间的CPD形成电位差（电压）。探针头位于表面上方的某一点，然后在与表面垂直的方向

上振动,由此探针头与表面之间的电容值也随着时间变化。该变化的电容值导致产生流入探针头的随时间变化的电流(时变电流),该电流与探针头和表面之间的电压成比例地变化。该电流为了便于检测而被放大,并且可变化的偏压(有时也被称为补偿电压)被施加到探针上从而使时变电流变为零。当电流变为零时,偏压与 CPD 相等并且极性相反,所以 CPD 也就被确定了。已经开发了凯尔文探针的许多变型,包括:用振动探针头前面的快门来代替振动探针头本身的 Monroe 探针;通过在振动探针的同时从一点到另一点的步进或缓慢移动来振动测量整个表面上的一连串的点的扫描探针。对于相对高速的扫描,用固定的偏压或不用偏压操作探针,探针电流的大小可以被校准并转变成表面电位值。在所有的情况中,都是通过振动改变探针头与表面之间的电容来产生信号。

对于包括半导体表面在内的多种表面的表征,凯尔文探针都是非常有用的。凯尔文探针之所以有用是因为表面的功函数和所产生的表面电位和 CPD 对可以影响半导体器件质量的表面条件,例如,污染、表面化学、原子表面粗糙度和表面电荷,在很大范围上都非常敏感。然而,凯尔文探针实质上是一种点测量技术。尽管在表面上可以实现对不同点的多次测量,或可以连续地对一系列邻近的点进行测量,但要想在每秒钟内测量更多的点也是非常困难的。生成整个半导体晶片的高分辨率图像是缓慢并且耗时的过程,这并不适用于实时的工艺控制应用。

第二种表征半导体的方法采用表面光电压 (SPV)。半导体表面的电势通常对用特定频率的光的照射比较敏感。半导体表面或半导体与其他材料之间的界面通常会产生表面或界面的特定的电子能态。这些状态会导致表面电荷和邻近表面的电场的产生。这种邻近半导体表面的电位改变现象就是我们所知的频带偏移。用具有超带隙波长的光照亮半导体表面和随后使载流子产生漂移以及重组可以减少频带偏移的程度。用亚带隙照明的半导体表面照明可以导致表面态的粒子数增加以及减少,这也将影响表面电荷、频带偏移以及由此而产生的表面电位。为了能在更大范围内测量半导体以及半导体上的介电膜,已经开发了基于 SPV 的多种设备。例如,SPV 测量可以用于检测掺杂浓度,表征频带偏移的程度,或者测定半导体表面或界面处的电子能态的密度和位置。这些系统有时也能够向介电膜表面施加可控制的量的电荷。尽管具有不同配置的 SPV 系统都具有大范围的测量能力时,这些系统在测量方式上都是相似的,即,通过 1)

向表面施加电荷或照明，然后用振动的凯尔文探针测量所产生的表面电位或表面电位的变化，或者通过2)在表面上设置电容性稳定的探针，通过改变电荷或照明而产生可被电容性传感器检测到的时变信号。换句话说，这些系统通过改变探针与表面之间的电容值、照明强度、或者表面上的电荷而产生信号。与凯尔文探针一样，SPV 测量系统实质上是点测量系统，也不适合在生产速度下生成整个晶片的高分辨率图像。

第三种检查和测量表面的系统采用非振动接触电位差传感器。与振动的凯尔文探针一样，非振动接触电位差传感器由电连接至半导体表面的导电性探针构成。探针头接近表面设置以形成电容器，由于表面电位或功函数的差而产生探针头与表面之间的电位差。然而，和凯尔文探针不同，非振动接触电位差传感器不沿着与表面垂直的方向振动。相反，探针头沿与表面平行的方向平移，或者表面在探针下方平移。不同点之间的功函数或者表面电位的变化产生表面与探针头之间的电位的变化。这就导致电流流入探针头。这一电流被放大和采样以产生可以表示横跨整个表面的电位变化的连续数据流。由于信号不是通过探针的振动产生，而是通过探针与表面之间的相对扫描运动来产生，因此，非振动接触电位差传感器可以以比振动凯尔文探针更高的速度获得表面数据。非振动接触电位差传感器可以以大于 100,000 样本/秒的速率提供连续的数据流。高的数据获得速率使得可以在几分钟内获得整个晶片的高分辨率的图像。

虽然非振动接触电位差传感器非常适合晶片表面电位的高速成像，但也仅仅是在两个晶片表面特性变化，即表面电位变化和表面高度变化时，才能产生数据。对于半导体检查的应用，传感器通常都是通过将晶片表面上方的探针的高度的变化最小化，或者通过将探针头与晶片表面之间的平均电位最小化，来将高度信号最小化的。结果是非振动接触电位差传感器通常会产生关于一个表面特性即表面电位的变化的数据。

为了能够测量其它的晶片特性和区别不同类型的不均匀性，最好扩展非振动接触电位差传感器的能力。例如，掺杂均匀性是半导体的重要特性，它可以影响许多半导体的基本特性和临界半导体特性。然而，由于在晶片表面附近产生频带偏移的表面或界面态导致掺杂浓度对功函数的影响减小或变化，因此，用接触电位差信号识别掺杂浓度的变化是困难的。同样，掺杂浓度的变化也很难与诸如表面化学和污染的变化等其它不均匀性区分开。为了能够检测诸如掺

杂浓度的变化等其它半导体特性以及区别不同表面和块体的不均匀性，增大非振动接触电位差传感器的能力是有益的。另外，为了能够检测更小或更微细的不均匀性，期望提高非振动接触电位差传感器的灵敏度。

发明内容

本发明的系统和方法提供一种能将传感器数据用于检测块状半导体的不均匀性或更易于对表面污染进行检测和分类的改进的非振动接触电位差传感器系统。在下文中，由这里描述的系统进行检查的半导体材料通常被称为“晶片”。其中的一个实施方式包括具有可变的强度或光谱的输出光的照明源。照明源用于在扫描过程中照亮非振动接触电位差传感器探针头下方或附近的区域。在一个实施方式中，用一种或多种照明条件对表面进行照明时，可以获得关于表面电位变化的信息，这些导体是为了对会影响表面电位对照明的响应的特定表面或体晶片（bulk wafer）特性进行检测和分类而优化的。

该设备包括：非振动接触电位差传感器；用于机械固定晶片的设备；用于将传感器定位在晶片表面上方一定距离以及在探针头与晶片表面之间产生相对运动，以使传感器探针头沿着平行于晶片表面的方向运动的系统；具有可变化的强度或光谱的照明源，该照明源可以照亮传感器探针头下方或附近的半导体晶片的表面；以及获取和处理来自传感器的输出信号以用来识别和分类晶片的不均匀性的系统。

以下是操作的一个实施方式。首先，将半导体晶片放置并固定在固定部件上。该固定部件的目的是机械地固定晶片并提供至晶片表面的电连接。由于非振动接触电位差传感器检测表面电位的变化，所以该变化是时变信号。结果是，固定部件与晶片之间的接触可以是电容性的或电阻性的。然后，将非振动接触电位差传感器的探针头以一定高度放置在晶片表面上方。以特定强度以及特定光谱照亮探针头下方或附近的晶片表面，并形成探针头与晶片表面之间的相对运动，这样探针头就以一定高度与晶片表面平行地移动。当探针头移动至具有不同表面电位的晶片表面区域时，探针头与表面之间的电压发生变化，由此导致电流流入或流出探针头。这一电流被放大和采样以形成横跨晶片表面的电位的变化的表征。可选地，为形成表面电位变化的其它表征，用不同强度或波长的照明对晶片进行额外的一次或多次扫描。然后，对由该一次或多次扫描产生

的数据进行处理以识别和分类晶片的不均匀的区域。

附图说明

图 1 是具有非振动接触电位差传感器以及可控照明源的晶片扫描系统的示意图;

图 2a 是光线扫描操作的示意图; 图 2b 示出来自上述光线扫描操作的样图;

图 3 表示晶片的非振动接触电位差图像, 其中, (a) 表示采用超带隙照明的图像, (b) 表示无照明的图像, (c) 表示图 3(a) 和图 3(b) 的差别; 以及

图 4(a) - (c) 表示图 3(a) - (c) 中所表示的为了识别不均匀的区域而经过处理的晶片的非振动接触电位差图像。

具体实施方式

本发明提供一种能够传感器数据用于检测体半导体的不均匀性, 例如但不限于导致表面电位对照明等级敏感的掺杂浓度的变化, 的改进的非振动接触电位差传感器系统 101。本发明不限于对具有暴露的干净表面的半导体进行测量。表面的化学状态可以发生变化, 或者可以存在表面污染物。而且, 晶片表面可以被允许光照穿透而到达其下面的半导体的涂层或膜覆盖。例如, 硅晶片表面通常覆盖一层可透过某些波长的光的氧化硅膜。本发明可以用来检查被膜覆盖的晶片, 以检测在膜下的半导体中或半导体与膜之间界面上的缺陷。另外, 本发明也可用来检测或分类影响半导体中的频带偏移或半导体表面对发光的响应的膜之中或之上的缺陷。

如图 1 所示, 该设备包括: 非振动接触电位差传感器 101; 用于机械地固定晶片 105 的系统 103; 用于将传感器 101 定位在晶片表面 106 上方的一定距离并且在探针头 102 与晶片表面 106 之间产生相对运动, 以使得传感器探针头 102 沿着平行于晶片表面 106 的方向运动的系统 107; 具有可变化的强度或光谱的照明源 109, 其可以照射传感器探针头 102 下方或附近的半导体晶片表面 106; 以及获取和处理来自传感器 101 的输出信号以识别和分类晶片 105 的不均匀性的系统 111。

在一个实施方式中, 半导体晶片 105 被放置在导电的晶片固定部件 103 上, 这可以通过人工或例如但不限于晶片处理机器人的自动化工艺完成。晶片 105

通过利用真空保持在适当的位置。可选的保持晶片 105 的方法包括,但不限于,静电力和边缘夹紧。在一个实施方式中,固定部件 103 被安装在可以使晶片 105 沿其中心旋转的轴上。非接触电位差传感器 101 固定在定位系统 107 上,该定位系统 107 可以调整传感器 101 在晶片表面 106 上方的高度,而使传感器 101 至少从晶片 105 的中心沿径向向晶片 105 的一边缘移动。非振动接触电位差传感器 101 通过导电晶片固定部件 103 电连接至晶片表面 106。该连接可以是电阻性的或电容性的。在一个实施方式中,已经被校准到非振动接触电位差传感器探针头 102 的高度的高度传感器 108,与非振动 CPD 传感器 101 一样,也被安装在同一定位系统 107 上。

具有可变强度和可变波长的光源 109 以某一角度被安装在定位系统上,以使照明区域至少包括非振动接触电位差传感器探针头 102 旁边的区域,照明区在探针头 102 下方延伸到由探针头 102 和晶片 105 的之间的缝隙以及光束角度所允许的程度。光源 109 可以是激光、白炽灯或其它光源。为选择所需要的照明波长和强度,宽带光源可以与可变滤光器结合使用。为使探针头 102 下方的晶片表面 106 更易受到照明,非振动接触电位差传感器探针头 102 对照明波长而言是透明的。可选择地,探针头 102 可以被制成使探针下方的晶片表面 106 更易受到照明的形状。设定照明光点的精确大小和位置,以使非振动接触电位差传感器 101 可以扫描包括整个或大部分晶片表面 106 的照明区域。如果在扫描操作过程中光源 109 照射整个晶片表面 106,或者由照射传感器探针头 102 横穿的整个区域,则光源 109 可以被安装在一个固定的位置而不是定位系统 107 上。

在晶片 105 被固定在固定部件上后,高度传感器 108 被设置在晶片表面 106 上的一个或多个点上方,并且对晶片表面 106 的高度进行测量。这些晶片高度测量值被用来计算非振动接触电位差传感器 101 的位置,以产生探针头 102 与晶片表面 106 之间的期望距离。该信息用来将探针头 102 设置在晶片表面 106 上方的某个固定高度,以及将探针头 102 移动至晶片 105 的外边缘上方的某一点。提供照明,并且选择用于检查应用的适当的强度和波长。例如,如果该应用是用来检测掺杂浓度,则可以选择高强度的超带隙照明。如果该应用是用来检测表面污染,则选择适合用于可能的污染物的强度和波长。

探针 101 保持固定,晶片 105 在轴上转动,使得探针头 102 在晶片 105 上

方沿以晶片 105 的中心为中心的圆形轨迹移动。当晶片 105 旋转一圈,就可以获得数据。然后,传感器 101 沿晶片 105 的半径向晶片中心移动可编程的距离。在这个新的半径可以获得另一旋转数据。探针头 102 连续步进和扫描与晶片 105 的同心的圆形区域,直至探针到达晶片中心。所得到的数据被集成晶片 105 的图像。可选择地,晶片 105 的各个同心的圆形区域也可被扫描多次,把所产生的数据平均以减少随机噪声的影响。处理该图像以识别和分类不均匀性。可采用多种方式进行该处理。这可能与为了检测表面电位相对快速变化的晶片表面 106 的区域而对信号值阈值化一样简单。还可对差分传感器数据求积分,以生成代表相关表面电位值的图像。该积分图像也可以被处理或限制来识别高或低电位的区域。

图 2 表示本发明一个实施方式中的径向扫描的图。非振动接触电位差传感器探针头 102 位于晶片 105 的边缘附近的“A”点。晶片 105 在晶片固定部件 103 上旋转,扫描圆形数据轨道。探针头 102 向晶片 105 中心移动可编程距离到达点“B”,扫描第二圆形数据轨道。重复该处理直至探针头 102 到达晶片 105 的中心。所产生的数据被组合成晶片表面 106 的图像。样本图像如图 2b 所示。

本发明的一个方面涉及检测半导体中的掺杂浓度变化或块体污染。掺杂浓度的变化或块体污染会影响半导体的费米能级,而费米能级直接影响功函数。然而,半导体表面上的频带偏移可能减少费米能级变化对功函数变化的影响。在一个实施方式中,晶片 105 可以用超带隙照明进行照射以减少该频带偏移的影响。用非振动接触电位差传感器 101 扫描晶片表面 106 以获取横跨晶片 105 的表面电位和费米能级的变化的数据。处理由此产生的数据以检测这些表示掺杂浓度变化的变量。可选择地,可以用两种不同强度的超带隙照明扫描晶片 105,其中的一个强度可以是 0,计算两种扫描的差别。然后,该差别数据可以用来检测具有表示掺杂浓度变化的不同等级的频带偏移的区域。由不影响频带偏移的其它类型的不均匀性产生的非振动接触电位差传感器信号将不会对照明敏感。采用两种不同照明强度产生的数据的差别将可以消除来自这些类型的不均匀性的信号。

本发明的第二方面是基于超带隙照明对表面功函数的影响识别或分类表面化学或污染。固定强度的超带隙照明对频带偏移量的影响以及因此对功函数的影响取决于存在于带隙中的表面电子能态的密度和分布。这些状态由半导体块

体在表面上的终止、半导体表面的重新配置、化学结合至晶片表面 106 的分子或原子、或被吸附至晶片表面 106 的分子或原子产生。不同的表面条件，例如氢终止或氧终止、不同的表面污染或吸附的分子、或沉积在晶片表面上的介电膜都将产生表面状态的不同密度或不同分布。表面状态的变化会导致在表面上的频带偏移程度的变化。本发明允许晶片表面 106 使用非振动接触电位差传感器 101 用超带隙照明来测量，该超带隙照明的强度被选择成，使晶片 105 受污染或无污染区域的表面功函数的差别最大化，或使两污染物之间的表面功函数的差别最大化。另外，表面也可以用不同强度的照明测量两次或多次，这将使受污染或无污染区域或具有不同污染物的区域的表面电位的变化最大化。然后这些测量的差别可以用来检测污染物或用来分类不同的污染物或表面条件。

本发明的第三方面是基于亚带隙照明对表面功函数的影响检测和分类表面化学以及污染。亚带隙照明缺乏导致价带电子直接跳至导带的足够的能量。然而，它可以导致从价带向表面状态的跃迁或从表面状态向导带的跃迁。用不同波长的亚带隙照明对表面进行照射，可以增加以及减少这些能隙状态，从而导致表面电位和功函数的变化。不同波长的照明导致的表面电位的变化取决于表面状态和化学。本发明允许晶片表面 106 使用非振动接触电位差传感器 101 用亚带隙照明来测量，该亚带隙照明的波长被选择为，使晶片 105 受污染区域与无污染区域的表面功函数的差别最大化，或者使两种污染物之间的表面功函数的差别最大化。另外，表面也可以用不同波长的照明测量两次或多次，这将使受污染或无污染区域或具有不同污染物的区域的功函数的变化最大化。因此，这些测量的差别可以用来检测污染物或用来分类不同的污染物或表面条件。

可以对晶片 105 进行多次扫描，在每次扫描之间改变照明的波长和强度。例如通过利用差值对这些扫描进行组合，并且处理所产生的数据来识别和分类表面或块体的不均匀性。通过使用一个种类的照明扫描整个晶片 105 可以实现用两种或多种照明条件的扫描，然后再次改变照明并扫描整个晶片 105，或者其可以通过采用一种照明条件扫描一个单独的圆形的同心圆形数据路径，改变照明，用新的照明条件再次扫描同一路径，然后对每一半径上所有的圆形路径进行重复来实现。

另外，在扫描过程中也可以改变照明强度或波长。例如，打开或关闭照明，由此变化的照明导致在转换频率下的表面电位的变化。开关操作可以通过使用

光学断路器实现,该光学断路器使照明以具有透明与不透明特征的替换模式穿过旋转的圆盘。所产生的由照明导致的表面电位信号可以与通过使用频率带通滤波器而使非振动接触电位差传感器 101 相对于晶片 105 横向运动所产生的信号分离,该频率带通滤波器仅仅在转换频率下才通过该电位信号。

如果晶片表面被介电膜所覆盖,在测量之前膜表面可以被离子充电。离子可以通过电晕放电或一些其它相似的方法产生。膜表面的充电可以被用来对半导体表面施加偏压以产生影响频带偏移和 SPV 的电荷的积累、耗尽、或反转。偏压电荷可以在所有的测量中施加并保持恒定水平,或者它可以在同一晶片表面的连续扫描之间发生变化。

在一个实施方式中,照明能量与晶片表面的接触角度可以得到控制,以提供想要的透进晶片表面的深度。

实施例

图 3 表示晶片 105 的非振动接触电位差图像。图 3 (a) 是超带隙照明,图 3 (b) 没有照明,图 3 (c) 是图 3 (a) 与 3 (b) 所显示的图像之间的差别。图 3 (c) 中是注入晶片 105 的硼的图案。差别图像示出强掺杂图案并使来自图 3 (a) 和图 3 (b) 中所见的表面污染物的信号最小化。

图 4 表示经过不均匀性区域识别处理的如图 3 (a) - (c) 所示的晶片 105 的非振动接触电位差图像。通过对落入阈值之上和之下的这些图像的区域识别来处理图像。在图 4 (c) 中,不均匀性被明显地识别,但不能与图 4 (a) 和图 4 (b) 中的表面污染区别开。

多种可替换的机械构造和扫描操作也可以实现与上所述实施例相同的结果。例如,非振动接触电位差传感器 101、高度传感器 108 和照明源 109 都可以安装在固定位置,晶片 105 可以在这些静止部件下方移动和旋转。当晶片 105 旋转以产生螺旋穿越晶片 105 的整个表面的连续的数据流时,非振动接触电位差传感器 101 可以沿晶片 105 的半径连续地运动,而不是从一个半径到另一个半径的步进。另外,为扫描整个晶体表面 106,非振动接触电位差传感器 101 可以以往复的方式直线地在整个晶片 105 上移动,而不是如上所述的径向扫描操作。另外,为减少测量晶片所需的时间,也可以采用多个非振动接触电位差传感器和照明源,以同时获取多个测量结果。

为了例示和描述本发明,提出了对本发明的实施方式的上述描述。其并不

是为了穷举或是将本发明限制于如上所公开的精确形式，根据上面的教导可以得到启示或通过本发明的实践可以获得其修改和变型。所选择和描述的实施方式是为了解释本发明的原理和实际应用，以使得本领域的技术人员可以以适合于所想到的具体应用的不同的实施例以及各种修改来应用本发明。

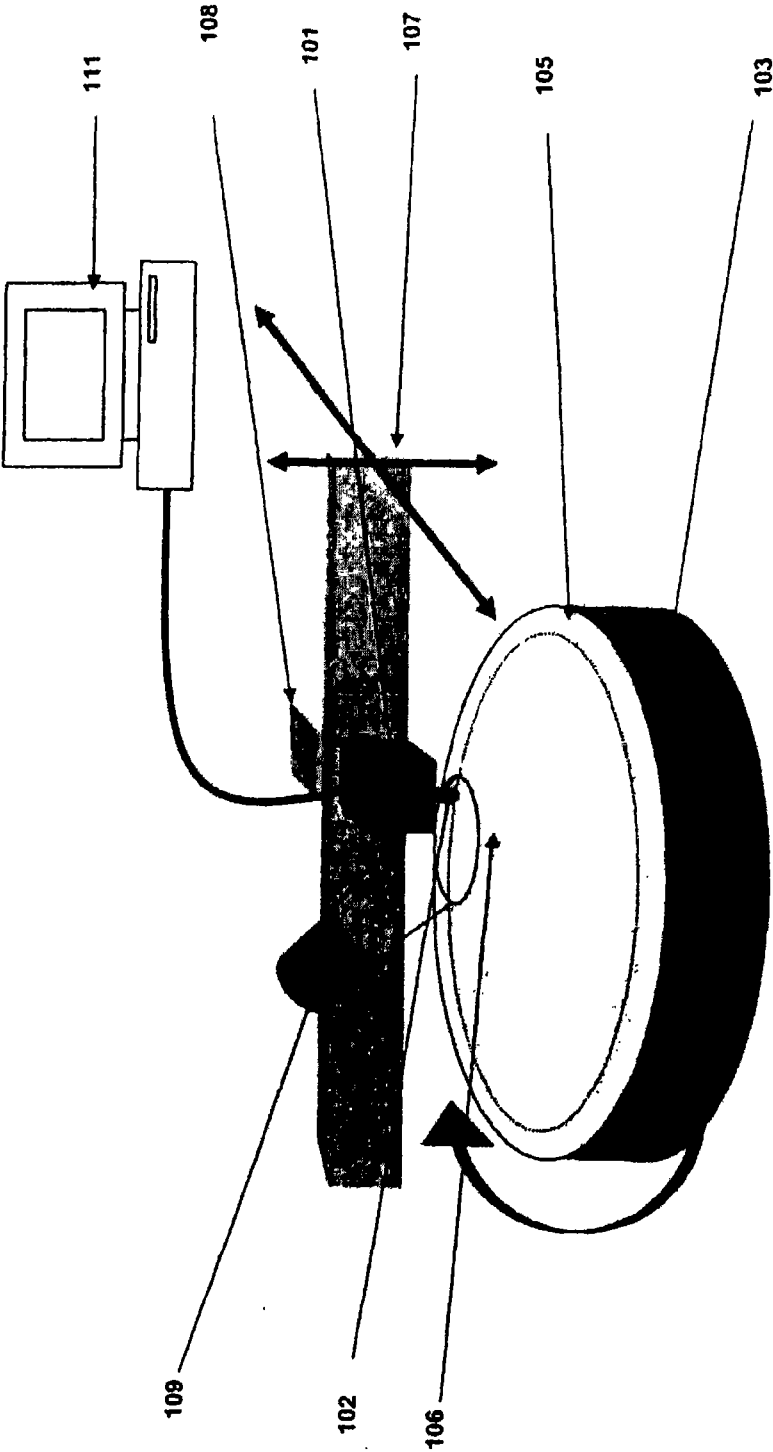


图1

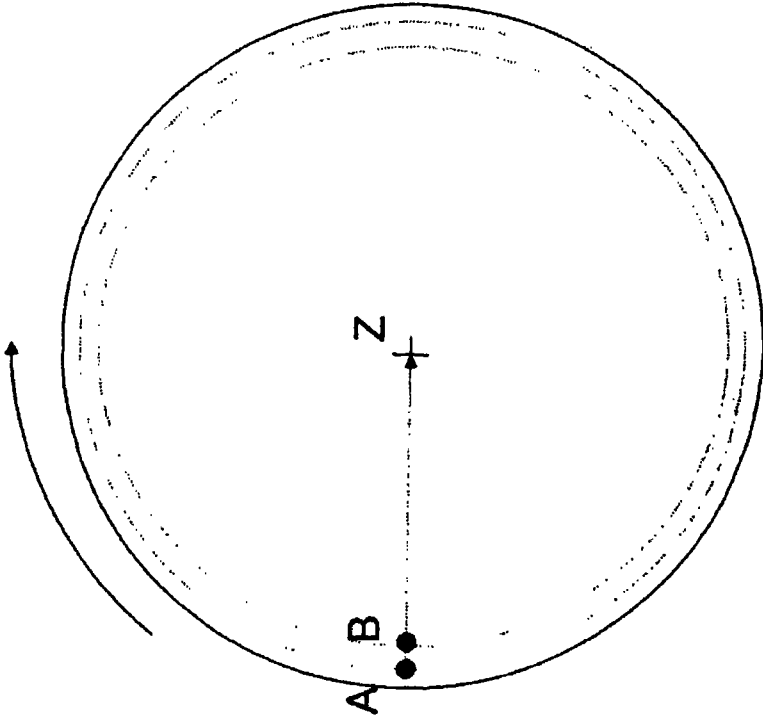


图 2 (a)

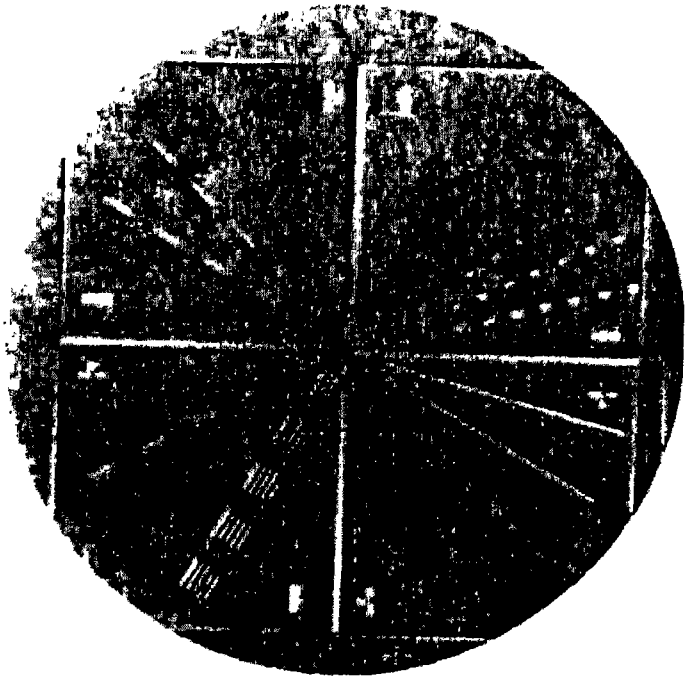


图 2 (b)

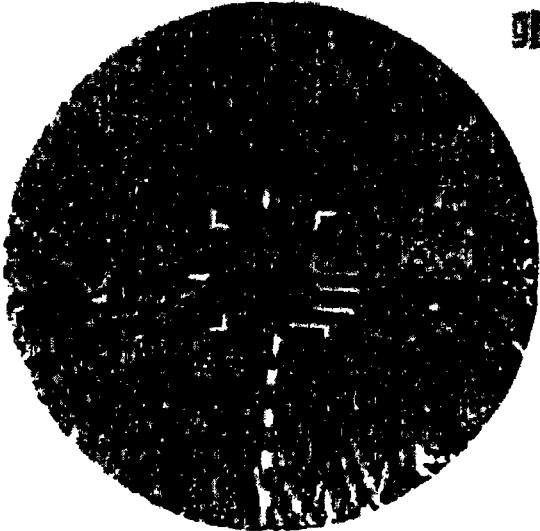


图3(a)

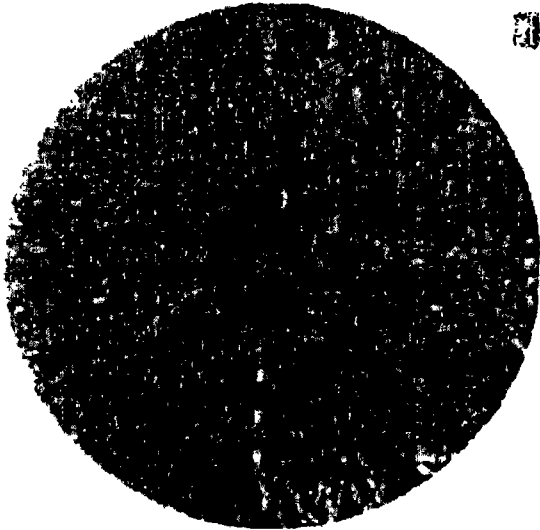


图3(b)

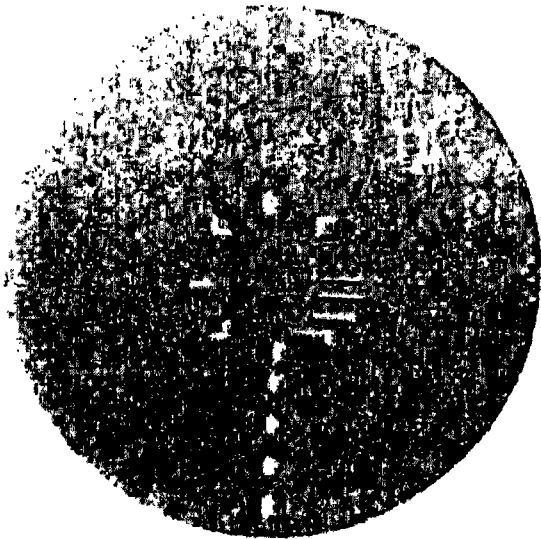


图3(c)

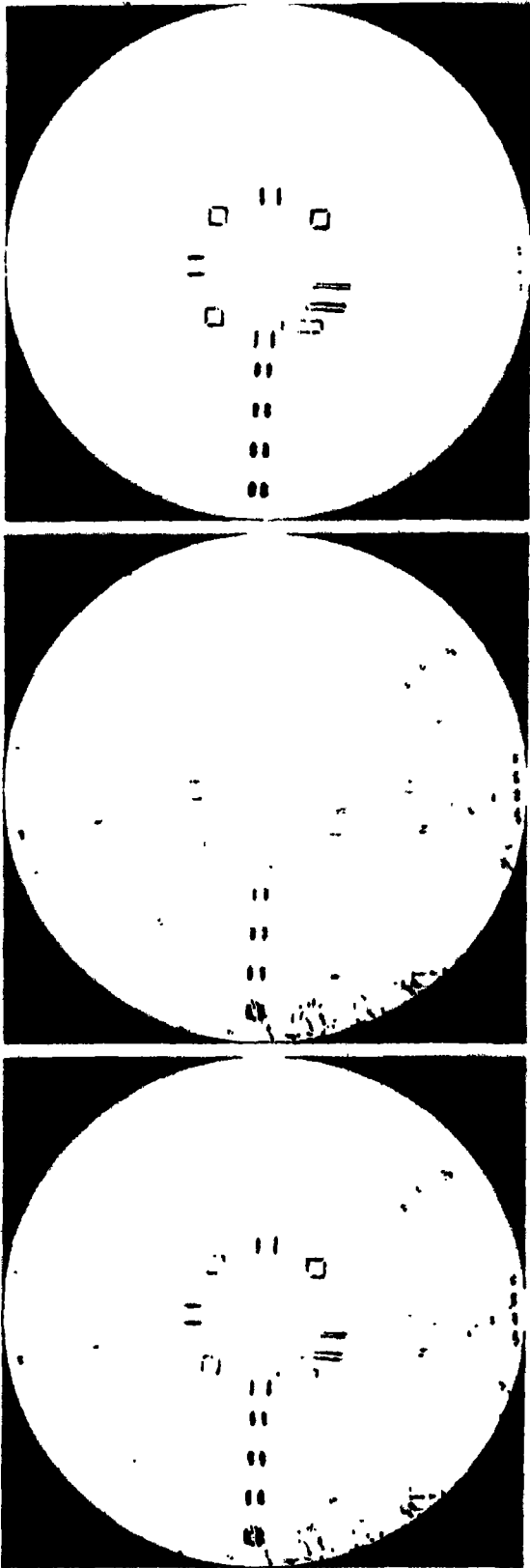


图4 (c)

图4 (b)

图4 (a)