

硅晶圆的边缘缺陷的检测方法及装置、处理方法、产品

相关申请的交叉引用

本申请主张在 2024 年 6 月 28 日在中国提交的中国专利申请 No. 202410862272.6 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本申请涉及半导体制造技术领域，尤其涉及一种硅晶圆的边缘缺陷的检测方法及装置、处理方法、产品。

背景技术

在半导体硅晶圆制造领域，通过自动光学检测设备识别硅晶圆（wafer）边缘区域的缺陷。随着集成电路精度的提高，对硅衬底要求提高，对硅晶圆边缘区域格外关注，需要对硅晶圆边缘区域进行更精细的检测和分类。

硅晶圆边缘区域的缺陷通常分为缺口（Chip）、裂纹（Crack）、边缘划伤（Edge-Scratch）三大类，通过缺陷的检测和分类可以避免硅晶圆在后续工艺过程中发生破损的风险，以及避免将不会造成破损风险的硅晶圆进行报废，从而降低成本损失。

发明内容

为了解决上述技术问题，本申请提供一种硅晶圆的边缘缺陷的检测方法及装置、处理方法、产品，能够避免造成产品浪费和损失。

为了达到上述目的，本申请实施例采用的技术方案是：

一种硅晶圆的边缘缺陷的检测方法，包括：

在抛光工艺后，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行检测，确定至少一个目标区域，所述目标区域被识别为异常缺陷；

根据激光在所述目标区域的反馈信号强度确定所述目标区域的至少一个离域值，每个所述离域值为一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值，

该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度;

在所述目标区域的离域值满足预设条件时,判断所述目标区域为边缘雾状缺陷。

一些实施例中,所述预设条件包括:

所述目标区域包括的 N 个离域值中,有 M 个离域值超过设定阈值,且 M/N 大于预设比例,其中, M 为大于或等于 0 的整数, N 为大于 0 的整数。

一些实施例中,所述设定阈值为 800-1500mW,所述预设比例为 2/7-2/5。

一些实施例中,所述根据激光在所述目标区域的反馈信号强度确定所述目标区域的至少一个离域值包括:

按照所述预设角度将所述目标区域划分为多个位置点,相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差所述预设角度;

按照顺时针方向或逆时针方向,对于每一位置点,计算该位置点的所述反馈信号强度与下一相邻位置点的所述反馈信号强度的差值,将所述差值作为所述离域值。

一些实施例中,所述预设角度为 $0.1^{\circ} \sim 0.3^{\circ}$ 。

本申请实施例还提供了一种硅晶圆的边缘缺陷的检测装置,用于实现如上所述的方法,包括:

检测模块,用于在抛光工艺后,利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行检测,确定至少一个目标区域,所述目标区域被识别为异常缺陷;

计算模块,用于根据激光在所述目标区域的反馈信号强度确定所述目标区域的至少一个离域值,每个所述离域值为一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值,该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度;

判断模块,用于在所述目标区域的离域值满足预设条件时,判断所述目标区域为边缘雾状缺陷。

本申请实施例还提供了一种硅晶圆的处理方法,所述硅晶圆具有通过如

上所述的方法检测到的边缘雾状缺陷，对检测到具有边缘雾状缺陷的所述硅晶圆进行边缘抛光，

边缘抛光的参数为：抛光压力为 20-80N，高速抛光时间为 30-80s，高速抛光转速为 300-700rpm，低速抛光时间为 10-30s，低速抛光转速为 100-300rpm。

一些实施例中，对所述硅晶圆进行边缘抛光，使得抛光后的硅晶圆产品的边缘区域的离域值均小于设定阈值，所述离域值为采用激光扫描所述硅晶圆的边缘区域时，每一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值，该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度，所述设定阈值为 800-1500mW，所述预设角度为 0.1° ~ 0.3° 。

本申请实施例还提供了一种硅晶圆产品，采用如上所述的处理方法处理得到，所述硅晶圆不包括通过上述检测方法检测到的边缘雾状缺陷。

本申请的有益效果是：

利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行缺陷识别，确定至少一个目标区域，根据激光在目标区域的反馈信号强度确定目标区域的离域值，根据目标区域的多个离域值判断目标区域为边缘雾状缺陷。本实施例能够根据目标区域的离域值识别边缘雾状缺陷，在确定硅晶圆具有边缘雾状缺陷后，可以通过对硅晶圆进行边缘抛光去除这类缺陷，从而提高产品品质和良率。

附图说明

图 1 表示硅晶圆边缘缺陷的示意图；

图 2a-图 2d 表示硅晶圆边缘区域的多种缺陷的示意图；

图 3 表示缺陷的参数示意图；

图 4 表示实际生产过程中例如 Chip 缺陷的示意图；

图 5 表示硅晶圆边缘雾状缺陷的示意图；

图 6 表示本申请实施例硅晶圆的边缘缺陷的检测方法的流程示意图；

图 7 表示边缘雾状缺陷的示意图；

图 8 表示图 7 所示的边缘雾状缺陷的 AC 信号值示意图；

图 9 表示缺口缺陷的示意图；

图 10 表示图 9 所示的缺口缺陷的 AC 信号值示意图；

图 11 表示本申请实施例硅晶圆的边缘缺陷的检测装置的结构示意图；

图 12 和图 13 表示边缘雾状缺陷的硅晶圆的示意图。

具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例的附图，对本申请实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本申请的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

在半导体硅晶圆制造领域，利用自动光学检测设备（EBFIS）识别硅晶圆的边缘缺陷，如图 1 所示。硅晶圆的边缘缺陷通常分为如图 2a 所示的 Chip、如图 2b 所示的 Crack 和如图 2c 所示的 Edge-Scratch 三大类，因为这些缺陷在 wafer 后期工艺过程中存在破损风险，比如 Chip 缺陷容易造成后端碎片的缺口或者裂纹，所以在晶圆厂出现此三类缺陷的 wafer 均进行报废处理。但是在生产过程中还存在如图 2d 所示的一类边缘雾状缺陷，这类缺陷不会导致破损风险，但因无法使用相关技术中的检测手段进行检测和判定，因此只能按照类似 Chip 等缺陷的判级参数进行判定，造成产品浪费和损失。

具体来说，相关技术中的自动光学检测通过如图 3 和表 1 所示的缺陷参数对缺陷进行识别和分类。

由此可见，相关技术中的缺陷参数分类无法将 Chip 和边缘雾状缺陷区分。图 4 为实际生产过程中 Chip 缺陷的示意图，图 5 为 wafer 边缘雾状缺陷的示意图。但是通过对比图 4 和图 5 可以看出，Chip 缺陷多为一整块，而边缘雾状缺陷则呈现分散状态，也就是说从图像中可以提取到，Chip 缺陷与边缘物质缺陷在离散度上有一定区别，例如图 4 中 Chip 缺陷的横向离域值比较小，图 5 中边缘雾状缺陷的横向离域值比较大。因此，可以在检测缺陷参数中加

入离域值这一参数，从而根据横向离域值来区分 Chip 缺陷和边缘雾状缺陷。其中，离域值为图片中缺陷横向 AC(激光信号强度)起伏差异大小。

表 1

参数	中文	备注
Box Width	边框宽度	
Box Height	边框高度	
Box Area	边框面积	边框宽度*边框高度
Fill Ratio	填充比	Defect area/Box area
Major Axis	主轴	
Mnor Axis	短轴	
Aspect Ratio	纵横比	主轴/短轴
PV	灰阶值	
DE(Delocalization)	离域值	

本申请实施例提供一种硅晶圆的边缘缺陷的检测方法及装置、处理方法、产品，能够准确检测到边缘雾状缺陷，从而避免造成产品浪费和损失。

本申请实施例提供一种硅晶圆检测方法，如图 6 所示，包括：

步骤 101：在抛光工艺后，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行检测，确定至少一个目标区域，所述目标区域被识别为异常缺陷；

本实施例中，在对硅晶圆进行抛光并清洗后，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行缺陷识别，光学检测设备检测到缺陷后，根据缺陷的边框宽度、长度、边框面积、缺陷面积和边框面积的比例（即填充比），以及主轴和短轴的长度（用于确定纵横比）等参数进行缺陷类型的判定，可以识别出 Chip、Crack 和 Edge-Scratch 等缺陷。本实施例可以将被光学检测设备识别为缺口缺陷的区域定为目标区域，后续还需要对目标区域进行进一步判断，确定目标区域是边缘雾状缺陷或缺口缺陷。

步骤 102: 根据激光在所述目标区域的反馈信号强度确定所述目标区域的至少一个离域值, 每个所述离域值为一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值, 该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度;

在采用激光对硅晶圆边缘进行扫描后, 可以得到每个位置点对激光的反馈信号(AC), 根据每个位置点的反馈信号强度可以确定目标区域的离域值, 其中反馈信号强度为反射的激光信号能量强度, 单位为毫瓦。具体地, 可以按照所述预设角度将所述目标区域划分为多个位置点, 相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差所述预设角度; 按照顺时针方向或逆时针方向, 对于每一位位置点, 计算该位置点的所述反馈信号强度与下一相邻位置点的所述反馈信号强度的差值, 将所述差值作为所述离域值。

一些实施例中, 所述预设角度可以为 $0.1^{\circ} \sim 0.3^{\circ}$, 比如可以为 0.1° 、 0.2° 或 0.3° 。

图 8 为图 7 所示的边缘雾状缺陷的 AC 信号值示意图, 其中, 横坐标代表硅晶圆的圆周角, 纵坐标为 AC 信号值; 图 10 为图 9 所示的缺口缺陷的 AC 信号值示意图, 其中, 横坐标代表硅晶圆的圆周角(单位为 0.1°), 纵坐标为 AC 信号值。定义离域值为 DE, 每隔 0.1° (即预设角度为 0.1°) 进行计算, 如图 10 所示, $DE1=AC2-AC1$, $DE2=AC3-AC2$ 。

可以看出, 在图 8 中, 预设角度取值为 0.1° 时, 相邻两个位置点的 AC 信号值差值可以达到 3900 mW (毫瓦), 即离域值可以达到 3900 mW; 在图 10 中, 相邻两个位置点的 AC 信号值差值不超过 500 mW, 即离域值不超过 500 mW, 因此可以通过离域值来区分缺口缺陷和边缘雾状缺陷。

一具体示例中, 以预设角度为 0.1° 为例, 根据硅晶圆圆周角可以将硅晶圆的边缘区域划分为 3600 个位置点, 按照顺时针方向, 将 3600 个位置点依次排序为第 1 个位置点、第 2 个位置点、第 3 个位置点、...、第 3600 个位置点, 假设目标区域包括 K 个位置点, K 为大于 1 的整数, 对于 K 个位置点中的第 k 个位置点来说, 可以将第 k 个位置点的 AC 信号值与第 k+1 个位置点

的 AC 信号值做差，将差值作为目标区域的一个离域值，以此类推，得到目标区域包括的所有离域值。或者，可以按照逆时针方向，将 3600 个位置点依次排序为第 1 个位置点、第 2 个位置点、第 3 个位置点、...、第 3600 个位置点，假设目标区域包括 K 个位置点，K 为大于 1 的整数，对于 K 个位置点中的第 k 个位置点来说，可以将第 k 个位置点的 AC 信号值与第 k+1 个位置点的 AC 信号值做差，将差值作为目标区域的一个离域值，以此类推，得到目标区域包括的所有离域值。

步骤 103：在所述目标区域的离域值满足预设条件时，判断所述目标区域为边缘雾状缺陷。

本实施例中，可以预先设定一设定阈值，在目标区域的一个或多个离域值大于该设定阈值时，可以判断目标区域为边缘雾状缺陷，否则判断目标区域为缺口缺陷。该设定阈值可以根据实际生产情况进行设定。

在利用激光对硅晶圆边缘进行扫描时，AC 信号值越大，表明是缺陷的可能性越大，AC 峰值持续时间长度越长，说明缺陷越大。一般在 AC 信号值大于 1500 mW 时，可以认为存在边缘雾状缺陷。图 8 为图 7 所示的边缘雾状缺陷的 AC 信号值示意图，其中，横坐标为硅晶圆的圆周角，纵坐标为 AC 信号值；图 10 为图 9 所示的缺口缺陷的 AC 信号值示意图，其中，横坐标为硅晶圆的圆周角，纵坐标为 AC 信号值。可以看出，在预设角度取值为 0.1° 时，边缘雾状缺陷的离域值可以达到 3900 mW 以上；而缺口缺陷的离域值不到 500 mW，因此，可以将设定阈值设为 800-1500 mW，比如可以为 800 mW、900 mW、1000 mW、1100 mW、1200 mW、1300 mW、1400 mW 或 1500 mW。

一具体示例中，在预设角度为 0.1° 时，设定阈值可以为 1000 mW，在目标区域的一个或多个离域值大于 1000 mW 时，可以认为目标区域是边缘雾状缺陷或者不连续的脏污；在目标区域的离域值均不大于 1000 mW 时，可以认为目标区域不间断的缺陷，即 Chip。

进一步地，为了提高判断精度，可以在目标区域的多个离域值均超过设定阈值时，认为目标区域是边缘雾状缺陷或者不连续的脏污，否则认为目标

区域不间断的缺陷，即 Chip。

一些实施例中，如果所述目标区域包括 N 个离域值，有 M 个离域值超过设定阈值，且 M/N 大于预设比例，则判断所述目标区域为边缘雾状缺陷，否则判断所述目标区域为缺口缺陷，其中， M 为大于或等于 0 的整数， N 为大于 0 的整数。具体地，预设比例可以为 $2/7$ - $2/5$ 。一具体示例中，目标区域的范围在 1° ，以预设角度为 0.1° 为例，目标区域包括 10 个位置点，对应 10 个 AC 信号值，可以得到 9 个离域值，如果超过 $1/3$ 的离域值大于设定阈值，则判断所述目标区域为边缘雾状缺陷，否则判断所述目标区域为缺口缺陷。因为如果目标区域仅有一个离域值超过设定阈值，可能因为该离域值在缺陷边缘，存在漏检风险，如果超 $1/3$ 的离域值大于设定阈值说明这个缺陷不连贯的，为边缘雾状缺陷。

本实施例中，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行缺陷识别，确定至少一个目标区域，根据激光在目标区域的反馈信号强度确定目标区域的离域值，根据目标区域的多个离域值判断目标区域为边缘雾状缺陷。本实施例能够根据目标区域的离域值识别边缘雾状缺陷，在确定硅晶圆为边缘雾状缺陷后，可以对硅晶圆进行边缘抛光，从而提高产品品质和良率。

本申请实施例还提供了一种硅晶圆处理装置，如图 11 所示，包括：

检测模块 21，用于在抛光工艺后，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行检测，确定至少一个目标区域，所述目标区域被识别为异常缺陷；

本实施例中，在对硅晶圆进行抛光并清洗后，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行缺陷识别，光学检测设备检测到缺陷后，根据缺陷的边框宽度、长度、边框面积、缺陷面积和边框面积的比例（即填充比），以及主轴和短轴的长度（用于确定纵横比）等参数进行缺陷类型的判定，可以识别出 Chip、Crack 和 Edge-Scratch 等缺陷，但是这些参数无法区分 Chip 缺陷和边缘雾状缺陷，会将边缘雾状缺陷也判定为 Chip 缺陷。本实施例可以将被光学检测设备识别为缺口缺陷的区域定为目标区域，后续还需要对目标区

域进行进一步判断，确定目标区域是边缘雾状缺陷或缺口缺陷。

计算模块 22，用于根据激光在所述目标区域的反馈信号强度确定所述目标区域的至少一个离域值，每个所述离域值为一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值，该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度；

在采用激光对硅晶圆边缘进行扫描后，可以得到每个位置点对激光的反馈信号(AC)，根据每个位置点的反馈信号强度可以确定目标区域的离域值。一些实施例中，所述计算模块 22 具体用于按照所述预设角度将所述目标区域划分为多个位置点，相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差所述预设角度；按照顺时针方向或逆时针方向，对于每一位置点，计算该位置点的所述反馈信号强度与下一相邻位置点的所述反馈信号强度的差值，将所述差值作为所述离域值。

一些实施例中，所述预设角度可以为 $0.1^{\circ} \sim 0.3^{\circ}$ ，比如可以为 0.1° 、 0.2° 或 0.3° 。

图 8 为图 7 所示的边缘雾状缺陷的 AC 信号值示意图，其中，横坐标代表硅晶圆的圆周角，纵坐标为 AC 信号值；图 10 为图 9 所示的缺口缺陷的 AC 信号值示意图，其中，横坐标代表硅晶圆的圆周角（单位为 0.1° ），纵坐标为 AC 信号值。定义离域值为 DE，每隔 0.1° （即预设角度为 0.1° ）进行计算，如图 10 所示， $DE1=AC2-AC1$ ， $DE2=AC3-AC2$ 。

可以看出，在图 8 中，预设角度取值为 0.1° 时，相邻两个位置点的 AC 信号值差值可以达到 3900 mW，即离域值可以达到 3900 mW；在图 10 中，相邻两个位置点的 AC 信号值差值不超过 500 mW，即离域值不超过 500 mW，因此可以通过离域值来区分缺口缺陷和边缘雾状缺陷。

处理模块 23，用于在所述目标区域的离域值满足预设条件时，判断所述目标区域为边缘雾状缺陷。

本实施例中，可以预先设定一设定阈值，在目标区域的一个或多个离域值大于该设定阈值时，可以判断目标区域为边缘雾状缺陷，否则判断目标区

域为缺口缺陷。该设定阈值可以根据实际生产情况进行设定。

在利用激光对硅晶圆边缘进行扫描时，AC 信号值越大，表明是缺陷的可能性越大，AC 峰值持续时间长度越长，说明缺陷越大。一般在 AC 信号值大于 1500 mW 时，可以认为存在边缘雾状缺陷。图 8 为图 7 所示的边缘雾状缺陷的 AC 信号值示意图，其中，横坐标为硅晶圆的圆周角，纵坐标为 AC 信号值；图 10 为图 9 所示的缺口缺陷的 AC 信号值示意图，其中，横坐标为硅晶圆的圆周角，纵坐标为 AC 信号值。可以看出，在预设角度取值为 0.1° 时，边缘雾状缺陷的离域值可以达到 3900 mW 以上；而缺口缺陷的离域值不到 500 mW，因此，可以将设定阈值设为 800-1500 mW，比如可以为 800 mW、900 mW、1000 mW、1100 mW、1200 mW、1300 mW、1400 mW 或 1500 mW。

进一步地，为了提高判断精度，可以在目标区域的多个离域值均超过设定阈值时，认为目标区域是边缘雾状缺陷或者不连续的脏污，否则认为目标区域不间断的缺陷，即 Chip。

一些实施例中，所述处理模块 23 具体用于如果所述目标区域包括 N 个离域值，有 M 个离域值超过设定阈值，且 M/N 大于预设比例，则判断所述目标区域为边缘雾状缺陷，否则判断所述目标区域为缺口缺陷，其中，M 为大于或等于 0 的整数，N 为大于 0 的整数。具体地，预设比例可以为 $2/7-2/5$ 。一具体示例中，目标区域的范围在 1° ，以预设角度为 0.1° 为例，目标区域包括 10 个位置点，对应 10 个 AC 信号值，可以得到 9 个离域值，如果超过 $1/3$ 的离域值大于设定阈值，则判断所述目标区域为边缘雾状缺陷，否则判断所述目标区域为缺口缺陷。因为如果目标区域仅有一个离域值超过设定阈值，可能因为该离域值在缺陷边缘，存在漏检风险，如果超 $1/3$ 的离域值大于设定阈值说明这个缺陷不连贯的，为边缘雾状缺陷。

本实施例中，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行缺陷识别，确定至少一个目标区域，根据激光在目标区域的反馈信号强度确定目标区域的离域值，根据目标区域的多个离域值判断目标区域为边缘雾状缺陷。本实施例能够根据目标区域的离域值识别边缘雾状缺陷，在确定硅晶圆为边

缘雾状缺陷后，可以对硅晶圆进行边缘抛光，从而提高产品品质和良率。

本申请实施例还提供了一种硅晶圆的处理方法，所述硅晶圆具有通过如上所述的方法检测到的边缘雾状缺陷，所述方法包括：

对检测到具有边缘雾状缺陷的所述硅晶圆进行边缘抛光，

边缘抛光的参数为：抛光压力为 20-80N，高速抛光时间为 30-80s，高速抛光转速为 300-700rpm，低速抛光时间为 10-30s，低速抛光转速为 100-300rpm。

在采用上述参数对硅晶圆进行边缘抛光时，可以有效消除硅晶圆的边缘雾状缺陷。其中，抛光压力可以为 20N、30N、40N、50N、60N、70N 或 80N；高速抛光时间可以为 30s、40s、50s、60s、70s 或 80s；高速抛光转速可以为 300 rpm、400 rpm、500 rpm、600 rpm 或 700 rpm；低速抛光时间可以为 10s、20s 或 30s，低速抛光转速可以为 100 rpm、200 rpm 或 300rpm。

本实施例中，可以根据硅晶圆的硬度调整边缘抛光的参数，硅晶圆的硬度越大，则抛光压力越大，抛光时间越长。另外，此次对硅晶圆进行边缘抛光的压力应小于抛光工艺中对硅晶圆进行抛光的压力，以避免形成新的边缘雾状缺陷。

本实施例中，对所述硅晶圆进行边缘抛光，使得抛光后的硅晶圆产品的边缘区域的离域值均小于设定阈值，所述离域值为采用激光扫描所述硅晶圆的边缘区域时，每一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值，该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度，所述设定阈值为 800-1500mW，所述预设角度为 0.1° ~ 0.3° 。这样能够通过边缘抛光挽回硅晶圆，避免造成产品浪费和损失。

本申请实施例还提供了一种硅晶圆产品，采用如上所述的处理方法处理得到，所述硅晶圆不包括通过上述检测方法检测到的边缘雾状缺陷。

其中，所述硅晶圆不包括通过上述检测方法检测到的边缘雾状缺陷，即在采用上述处理方法对检测出边缘雾状缺陷的硅晶圆进行处理后，硅晶圆不再具有边缘雾状缺陷。

所述硅晶圆不包括通过上述检测方法检测到的边缘雾状缺陷，即，满足

以下条件：所述硅晶圆产品的边缘区域的离域值均小于设定阈值，所述离域值为采用激光扫描所述硅晶圆产品的边缘区域时，每一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值，该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度。

本实施例中，在光学检测设备识别缺口缺陷后，将被光学检测设备识别为缺口缺陷的区域定为目标区域，对目标区域进行进一步判断，确定目标区域是边缘雾状缺陷或缺口缺陷。在硅晶圆确定为边缘雾状缺陷后，可以对硅晶圆进行边缘抛光，使得硅晶圆的边缘区域的离域值均小于设定阈值，硅晶圆不再具有边缘雾状缺陷，可以达到正常产品出货标准，满足产品需要。

一些实施例中，所述设定阈值可以为 800-1500mW，在硅晶圆的边缘区域的离域值小于设定阈值时，可以避免硅晶圆的边缘雾状缺陷。

一些实施例中，所述预设角度可以为 0.1° ~ 0.3° ，比如可以为 0.1° 、 0.2° 或 0.3° 。一具体示例中，以预设角度为 0.1° 为例，根据硅晶圆圆周角可以将硅晶圆的边缘区域划分为 3600 个位置点，按照顺时针方向，将 3600 个位置点依次排序为第 1 个位置点、第 2 个位置点、第 3 个位置点、...、第 3600 个位置点，假设目标区域包括 K 个位置点，K 为大于 1 的整数，对于 K 个位置点中的第 k 个位置点来说，可以将第 k 个位置点的 AC 信号值与第 k+1 个位置点的 AC 信号值做差，将差值作为目标区域的一个离域值，以此类推，得到目标区域包括的所有离域值。或者，可以按照逆时针方向，将 3600 个位置点依次排序为第 1 个位置点、第 2 个位置点、第 3 个位置点、...、第 3600 个位置点，假设目标区域包括 K 个位置点，K 为大于 1 的整数，对于 K 个位置点中的第 k 个位置点来说，可以将第 k 个位置点的 AC 信号值与第 k+1 个位置点的 AC 信号值做差，将差值作为目标区域的一个离域值，以此类推，得到目标区域包括的所有离域值。

一具体示例中，在未利用离域值对硅晶圆进行判断之前，如图 12 和图 13 所示的硅晶圆被判级为 Chip 缺陷，且会直接被报废处置。在采用本实施例的技术方案利用离域值对硅晶圆进行判断后，如图 12 所示的硅晶圆的目标区

域一共有 8 个离域值，有 6 个离域值超过 1000mW，则判断该硅晶圆为边缘雾状缺陷，该硅晶圆经过边缘抛光后，不满足 Chip 判定要求，被设备判级为 OK，由此实现了硅晶圆的良率提升，且不会在产品后端有碎片风险。

需要说明，本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于实施例而言，由于其基本相似于产品实施例，所以描述得比较简单，相关之处参见产品实施例的部分说明即可。

除非另外定义，本申请使用的技术术语或者科学术语应当为本申请所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本申请中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。

可以理解，当诸如层、膜、区域或基板之类的元件被称作位于另一元件“上”或“下”时，该元件可以“直接”位于另一元件“上”或“下”，或者可以存在中间元件。

在上述实施方式的描述中，具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种硅晶圆的边缘缺陷的检测方法，包括：

在抛光工艺后，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆的边缘进行检测，确定至少一个目标区域，所述目标区域被识别为异常缺陷；

根据激光在所述目标区域的反馈信号强度确定所述目标区域的至少一个离域值，每个所述离域值为一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值，该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度；

在所述目标区域的离域值满足预设条件时，判断所述目标区域为边缘雾状缺陷。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述预设条件包括：

所述目标区域包括的N个离域值中，有M个离域值超过设定阈值，且 M/N 大于预设比例，其中，M为大于或等于0的整数，N为大于0的整数。

3. 根据权利要求2所述的方法，其中，所述设定阈值为800-1500mW，所述预设比例为2/7-2/5。

4. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述根据激光在所述目标区域的反馈信号强度确定所述目标区域的至少一个离域值包括：

按照所述预设角度将所述目标区域划分为多个位置点，相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差所述预设角度；

按照顺时针方向或逆时针方向，对于每一位置点，计算该位置点的所述反馈信号强度与下一相邻位置点的所述反馈信号强度的差值，将所述差值作为所述离域值。

5. 根据权利要求4所述的方法，其中，所述预设角度为 0.1° ~ 0.3° 。

6. 一种硅晶圆的边缘缺陷的检测装置，用于实现如权利要求1-5中任一所述的方法，所述硅晶圆的边缘缺陷的检测装置包括：

检测模块，用于在抛光工艺后，利用光学检测设备发出的激光对硅晶圆

的边缘进行检测,确定至少一个目标区域,所述目标区域被识别为异常缺陷;

计算模块,用于根据激光在所述目标区域的反馈信号强度确定所述目标区域的至少一个离域值,每个所述离域值为一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值,该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度;

判断模块,用于在所述目标区域的离域值满足预设条件时,判断所述目标区域为边缘雾状缺陷。

7. 一种硅晶圆的处理方法,所述硅晶圆具有通过如权利要求 1-5 中任一项所述的方法检测到的边缘雾状缺陷,对检测到具有边缘雾状缺陷的所述硅晶圆进行边缘抛光,

边缘抛光的参数为:抛光压力为 20-80N,高速抛光时间为 30-80s,高速抛光转速为 300-700rpm,低速抛光时间为 10-30s,低速抛光转速为 100-300rpm。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中,对所述硅晶圆进行边缘抛光,使得抛光后的硅晶圆产品的边缘区域的离域值均小于设定阈值,所述离域值为采用激光扫描所述硅晶圆的边缘区域时,每一位置点与相邻位置点的反馈信号强度的差值,该位置点对应的硅晶圆圆周角与相邻位置点对应的硅晶圆圆周角相差预设角度,所述设定阈值为 800-1500mW,所述预设角度为 0.1° ~ 0.3° 。

9. 一种硅晶圆产品,采用如权利要求 7 或 8 所述的处理方法处理得到,所述硅晶圆不包括通过权利要求 1-5 中任一项所述的方法检测到的边缘雾状缺陷。