

边缘曝光装置和方法

技术领域

本发明涉及曝光领域，特别涉及一种边缘曝光装置和方法。

背景技术

电镀是 IC 电路后封装非常重要的工艺之一，其利用硅片的边缘做阳极，硅片中间的电镀窗口做阴极，然后在阴阳两极之间加一定的直流工作电压，通过控制电流大小及电镀槽中电镀液的浓度来控制电镀所形成金属凸块的高度。

由于光刻胶不导电，因此在电镀工艺之前需将硅片边缘的光刻胶去掉，去边宽度大小取决于前道硅片边缘曝光（Wafer Edge Exclusion, WEE）工艺的去边宽度。传统的硅片去边方法很多，但总的归纳起来有两大类：化学去边法和边缘曝光法。化学去边法是在硅片涂胶过程中，通过向硅片边缘喷洒溶剂以消除硅片边缘光刻胶，该方法的缺点是去边时间长、溶剂耗材成本高且溶剂易喷洒到硅片中间图形区域，严重影响图形质量。边缘曝光法是将硅片通过真空吸附在旋转平台上，在硅片边缘上方固定一套紫外曝光镜头以产生一定大小尺寸的均匀照明光斑，然后利用旋转台的旋转来实现硅片边缘曝光。相比化学去边法，边缘曝光法具有生产效率高、装置成本低和过程易于控制等优点。

在边缘曝光过程中，硅片被传输到硅片旋转台上后，首先要对硅片进行预对准处理，这是因为硅片被传输到预对准系统的位置是随机的，存在位置误差，预对准的目的就是要调整这些偏差，完成硅片的定心及缺口的定向。定心就是要将硅片的型心移动到旋转台的型心上，使二者重合，定向就是把硅片的缺口转动到指定位置上，这样就保证硅片能以一个固定的姿态被传输到曝光台上进行曝光。预对准是硅片边缘曝光前的一次精确定位，其定位精度直接影响到整个硅片处理装置的工作效率。

目前市场上对预对准和边缘曝光的要求越来越高，自动化程度越来越高。

针对预对准功能，不仅要求可以完成多种类型工艺片的预对准，如通孔片，翘曲片，超薄片等，还要求同时实现对 8/12 英寸硅片的处理。针对边缘曝光功能，不仅要求实现边缘曝光，环形曝光、分段曝光、直线曝光等多种曝光方式，还要求实现曝光视场可调和曝光能量监控功能。同时，要求硅片处理装置的成本越来越低。

目前已有的技术中，硅片预对准和硅片边缘曝光通常由两套装置来完成，需要两套独立的控制系统，占用空间大，而且控制的对象较多，需要同时实现对切换轴、旋转轴、升降轴、定心轴等运动轴的控制，预对准方法繁琐、系统设计复杂、能源消耗大，成本也较高。

发明内容

本发明提供一种结构紧凑，可以实现硅片预对准和边缘曝光且生产效率高的边缘曝光装置和方法。

为解决上述技术问题，本发明提供一种边缘曝光装置，包括：整机框架；安装在所述整机框架上的用于对硅片进行边缘曝光的边缘曝光单元；用于对硅片定心、定向并配合所述边缘曝光单元完成边缘曝光操作的预对准单元；用于存储、检测硅片的片库单元；用于硅片搬运的机械手；以及用于控制上述各组件的主控单元；其中所述边缘曝光单元与所述预对准单元共用工作台。

作为优选，所述边缘曝光单元包括：沿光传播方向设置的光源、光纤、匀光单元以及曝光组件。

作为优选，所述曝光组件包括：

运动切换调整机构，具有水平方向 X 轴和 Y 轴的移动自由度；

曝光镜头，安装在所述运动切换调整机构上，用于对硅片进行边缘曝光；

绝对光强度检测机构，安装在所述运动切换调整机构上，用于对曝光区域的光强度进行校对检验；

曝光计量检测机构，安装在所述运动切换调整机构上，实现曝光过程中曝

光照度的监控；

以及光阑切换机构，位置与所述曝光镜头对应，

其中，所述运动切换调整机构用于实现硅片在曝光工位与预对准工位的切换以及硅片的直线运动。

作为优选，所述运动切换调整机构包括：运动模组安装组件、安装在运动模组安装组件上的平面运动模组、分别与所述平面运动模组连接的运动拖链组件和模组转接板，所述曝光镜头安装在所述模组转接板上，所述模组转接板具有水平方向 X 轴和 Y 轴的移动自由度。

作为优选，所述绝对光强度检测机构包括：气缸转接件、切换气缸、传感器安装件及光强度检测传感器，所述切换气缸通过所述气缸转接件与所述运动模组安装组件连接，所述光强度检测传感器通过所述传感器安装件与所述切换气缸连接，并对准所述曝光镜头的视场。

作为优选，所述曝光计量检测机构包括：调节安装板、针孔、滤波片和光照度检测传感器，所述光照度检测传感器通过所述调节安装板固定在所述模组转接板上，所述针孔和滤波片安装在所述调节安装板与光照度检测传感器之间。

作为优选，所述光阑切换机构包括与模组转接板固定连接的直线运动模组、设置在直线运动模组上的导向块及与导向块连接的掩模光阑，所述掩模光阑位于所述曝光镜头上。

作为优选，所述预对准单元包括：机械视觉系统、旋转台以及定心定向结构，其中，所述旋转台位于所述定心定向结构上，用于承载硅片，所述机械视觉系统的位置与所述旋转台对应。

作为优选，所述边缘曝光单元和预对准单元分别设置有两组。

本发明还提供一种边缘曝光方法，使用上述的边缘曝光装置，包括：机械手从片库单元中取出硅片并放置到预对准单元；所述预对准单元对硅片进行定心和定向；边缘曝光装置对定心和定向后的硅片进行边缘曝光；取下曝光完成后的硅片。

作为优选，所述预对准单元对硅片进行定心和定向的步骤包括：

对硅片圆周边缘进行扫描采样，拟合出硅片的型心；

对硅片缺口进行定位及采样，拟合出缺口的中心位置；

将缺口旋转到指定位置，使硅片型心与缺口中心的连线平行于 X 轴正方向，确定所述硅片型心的偏移量；

对硅片进行调整，补偿硅片型心的偏移量。

作为优选，所述边缘曝光装置对定心和定向后的硅片进行边缘曝光的步骤中，通过收集边缘曝光的余光，累积计算硅片面上的实际曝光剂量，进而判定当前硅片曝光是否存在问题，若存在问题则报警。

与现有技术相比，本发明具有以下优点：

- 1、本发明可对硅片边缘实现一定宽度的圆环曝光、边缘曝光，分段曝光，以及对特定区域内实现直线曝光，所曝光线条宽度可在线自动调整。
- 2、本发明的边缘曝光单元可兼容 8 至 12 寸硅片，可自由切换 8 至 12 寸硅片曝光工位；
- 3、本发明配置实时曝光剂量监控和在线光源强度检测系统，使得在线检测和实时监控可兼容；
- 4、本发明配备的预对准单元、边缘曝光单元共用工作台（预对准台/曝光台），结构紧凑；
- 5、本发明的预对准单元、边缘曝光单元分别设置有两组，生产效率高。

附图说明

图 1 为本发明一具体实施方式中边缘曝光装置的结构示意图；

图 2 为本发明一具体实施方式中预对准单元的结构示意图；

图 3 为本发明一具体实施方式中边缘曝光单元的结构示意图；

图 4 为本发明一具体实施方式中曝光组件的结构示意图；

图 5 为本发明一具体实施方式中运动切换调整机构的结构示意图；

- 图 6 为本发明一具体实施方式中绝对光强度检测机构的结构示意图；
- 图 7 为本发明一具体实施方式中曝光计量检测机构的结构示意图；
- 图 8 为本发明一具体实施方式中边缘曝光装置的垂向分布示意图
- 图 9 为本发明一具体实施方式中光阑切换机构的结构示意图；
- 图 10 为本发明一具体实施方式中边缘曝光装置曝光时的示意图；
- 图 11 为本发明一具体实施方式中边缘曝光装置工作时的垂直整体布局示意图；
- 图 12 为本发明一具体实施例中边缘曝光装置工作时的水平整体布局示意图；
- 图 13 为本发明一具体实施例中硅片边缘曝光方式的示意图；
- 图 14 为本发明一具体实施例中硅片环形曝光方式的示意图；
- 图 15 为本发明一具体实施例中硅片分段曝光方式的示意图；
- 图 16 为本发明一具体实施例中硅片直线曝光方式的示意图；
- 图 17 为本发明一具体实施例中边缘曝光装置硅片预对准方法的原理图；
- 图 18 为本发明一具体实施例中边缘曝光装置预对准流程图；
- 图 19 为本发明一具体实施例中边缘曝光流程图。

具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。需说明的是，本发明附图均采用简化的形式且均使用非精准的比例，仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

如图 1 所示，本发明提供一种边缘曝光装置，包括：整机框架 1、安装在所述整机框架 1 上的用于对硅片进行边缘曝光的边缘曝光单元 2；用于对硅片定心、定向并配合所述边缘曝光单元 2 完成边缘曝光操作的预对准单元 3；用于存储、检测硅片的片库单元 4；用于硅片搬运的机械手 5；以及用于边缘曝光装置的各

工作单元的主控单元 6；其中，所述边缘曝光单元 2 和预对准单元 3 分别设置有两组，且所述边缘曝光单元 2 与所述预对准单元 3 共用工作台，也即是说，所述预对准单元 3 使用的预对准台与边缘曝光单元 2 采用的曝光台为同一工作台，结构紧凑且生产效率高。

其中，所述整机框架 1 包括防护框架组件、安装在所述防护框架组件上的防护面板组件以及位于内部的连接板组件；其中，防护框架组件为整机防护安装提供固定支撑基础，防护框架组件与防护面板组件构成完整的整机防护模块，并为整机和各相关分系统提供防护、支撑和维修维护功能。

所述主控单元 6 负责控制机械手 5、预对准单元 3、边缘曝光单元 2、片库单元 4 等各单元的电气控制。较佳的，所述主控单元 6 包括操作台与计算机系统单元，计算机系统提供本地/远程两种控制方式。用户既可以通过本地操作台用户界面来实现对边缘曝光装置的操作与控制，也可以通过以太网连接至工厂界面来实现远程访问和控制。整机灯塔和故障蜂鸣器的控制采用软件与硬件相结合的方式来实现。计算机系统提供软件控制所需要的硬件控制接口

继续参照图 1，所述边缘曝光装置还包括供配电单元 7，所述供配电单元 7 主要给上述各工作单元提供工作电源，同时提供单独的漏电流保护器，最大限度的保护整机基础环境的稳定。

请重点参照图 2，所述预对准单元 3 负责硅片定心、定向并配合边缘曝光单元完成边缘曝光操作，其具体包括：机械视觉系统 31、旋转台 32、以及定心定向结构 33。所述机械视觉系统 31 采用 LED 光源和线阵 CCD 对硅片圆周边缘进行扫描采样，拟合出硅片的型心，以及对硅片的缺口进行粗定位及细采样，拟合出缺口的中心位置；所述旋转台 32 用于真空吸附硅片，所述定心定向结构 33 具备水平 X 向、垂直 Z 向和 Rz 向（绕 Z 向旋转）的自由度，所述旋转台 32 与定心定向机构 33 配合将硅片的缺口旋转到指定位置，同时补偿硅片的型心与旋转台 32 的型心的偏移量。

请参照图 3, 所述边缘曝光单元 2 主要包括沿光传播方向设置的光源 21、光纤 22、匀光单元 23 以及曝光组件 24。其中, 所述光源 21 的作用是提供具有硅片边缘曝光所需的波长及照射光强的光线, 光源功率大小由控制器进行调节, 满足硅片面的照度需求, 且输出光线的数值孔径匹配于后接光纤 22 的数值孔径。为满足不同波段的使用需求, 光源 21 主要出射波长为 365nm、405nm、436nm。所述光纤 22 用于收集光源输出的一定角度与能量的光线并进行传递。所述匀光单元 23 起匀光作用, 确保照射到硅片面光斑能量为均匀分布, 优选的, 本发明选用石英棒作为匀光单元 23。所述曝光组件 24 将照明视场成像到硅片面要求的区域内, 从而实现硅片边缘的曝光。

请重点参照图 4, 所述曝光组件 24 包括: 用于工位切换和直线运动的运动切换调整机构 200, 安装在所述运动切换调整机构 200 上的曝光镜头 100、绝对光强度检测机构 300、曝光计量检测机构 400 和光阑切换机构 500。

请重点参照图 5, 所述运动切换调整机构 200 用于实现工位切换和直线运动, 其主要包括: 运动模组安装组件 204、安装在运动模组安装组件 204 上的平面运动模组 202、分别与所述平面运动模组 202 连接的运动拖链组件 203 和模组转接板 201, 所述曝光镜头 100 安装在所述模组转接板 201 上。

参照图 4 和 5, 所述模组转接板 201 由平面运动模组 202 带动运动, 具有水平方向 X 轴和 Y 轴的移动自由度。具体地, 所述平面运动模组 202 带动模组转接板 201 沿 X 方向大行程运动, 可实现不同规格硅片的曝光工位切换, 平面运动模组 202 带动模组转接板 201 沿 Y 方向大行程运动, 实现硅片平边和直线曝光运动。具体地, 当需要从 12 寸硅片曝光工位切换到 8 寸硅片曝光工位时, 平面运动模组 202 推动曝光镜头 100 沿 X 向到指定工位; 而需要进行直线曝光时, 则沿 Y 向推动到指定直线曝光起始位置后再沿 Y 轴进行曝光运动。

如图 6 所示, 所述绝对光强度检测机构 300 包括: 气缸转接件 304、切换气缸 303、传感器安装件 302 及光强度检测传感器 301, 所述切换气缸 303 通过所述气缸转接件 304 与所述运动模组安装组件 204 连接, 所述光强度检测传感器

301 通过所述传感器安装件 302 与所述切换气缸 303 连接,并对准所述曝光镜头 100 的视场。其中,所述光强度检测传感器 301 随切换气缸 303 可实现 X 方向直线距离切换。具体为:当需要进行检测时,平面运动模组 202 推动曝光镜头 100 到指定位置,光阑切换机构 500 推动掩模光阑运动到最大视场工位,然后切换气缸 303 将光强度检测传感器 301 沿着 X 轴推动到硅片曝光区域,对光强度进行校对检测。检测完毕后,切换气缸 303 推动光强度检测传感器 301 沿 X 轴退出检测工位,平面运动模组 202 推动曝光镜头 100 沿 X 和 Y 向回到曝光工位。

如图 7 和图 8 所示,所述曝光计量检测机构 400 包括:调节安装板 401、针孔 402、滤波片 403 和光照度检测传感器 404,所述光照度检测传感器 404 通过所述调节安装板 401 固定在所述模组转接板 201 上,所述针孔 402 和滤波片 403 安装在所述调节安装板 401 与光照度检测传感器 404 之间。所述曝光计量检测机构 400 可以随曝光镜头 100 运动,并可进行小范围的监控工位调整,曝光剂量检测工位水平方向位置位于硅片边缘和曝光视场边界之间,这样可以实现在曝光过程中曝光照度的监控。

需要说明的是,通常使用绝对光强度检测机构 300 对曝光计量检测机构 400 进行校对,并通过计算补偿曝光计量检测机构 400 的检测值,以保证光照度监控的有效性和稳定性,为了使光强度检测工位 700 与硅片曝光工位在 Z 轴上保持一致,将光照度检测传感器 404 设置在光强度检测传感器 301 的下方,光强度检测传感器 301 沿 X 轴退出后,光照度检测传感器 404 仍然保持在光照度检测工位中,以实现两种检测方法的兼容。

如图 9 所示,所述光阑切换机构 500 包括与模组转接板 201 固定连接的直线运动模组 503、设置在直线运动模组 503 上的导向块 502 及与导向块 502 连接的掩模光阑 501,所述掩模光阑 501 位于所述曝光镜头 100 上。所述掩模光阑 501 具有多个光阑投孔。也即是说,本发明通过直线运动模组 503 推动掩模光阑 501 沿 X 轴移动,调节光阑投孔与曝光镜头 100 视场的错位间隙,约束曝光区域的尺寸,实现对曝光区域的调控,进而实现不同尺寸的曝光区域。

请重点参照图 10-16, 本发明的边缘曝光装置通过对曝光区域的调控、切换, 可以实现 8 寸到 12 寸硅片不同类型边缘曝光需求的无级调控。

如图 10、11、12 所示, 先以 8 寸硅片曝光工位 701 和 12 寸硅片曝光工位 702 的工位切换过程为例加以说明:

首先, 将 12 寸硅片放置到旋转台 32 上, 通过机械视觉系统 31 进行定位检测, 保证该 12 寸硅片在旋转台 32 预对准完成。通过所述平面运动模组 202 沿 X 轴推动曝光镜头 100 到达指定的 12 寸硅片曝光工位 702, 启动边缘曝光系统, 光源经过光学系统垂直入射到曝光镜头 100。同时使旋转台 32 进行旋转配合, 对该 12 寸硅片进行边缘曝光操作。曝光镜头 100 的镜头视场 600 在该 12 寸硅片的边缘形成已曝光区域 603, 当前位于镜头视场 600 内的是曝光区域 601, 尚未完成曝光的是待曝光区域 602。边缘曝光操作完成后, 取下该 12 寸硅片。

然后, 将 8 寸硅片放置到旋转台 32 上, 通过所述平面运动模组 202 沿 X 轴推动曝光镜头 100 到达指定的 8 寸硅片曝光工位 701, 启动边缘曝光系统, 同时使旋转台 32 进行旋转配合, 对该 8 寸硅片进行边缘曝光操作。即完成从 12 寸硅片曝光工位 702 切换到 8 寸硅片曝光工位 701 的工位切换操作。

接着, 以半径为 R 的硅片和表 1 为例, 详细说明本发明能够实现直线曝光与边缘曝光、环形曝光、分段曝光等多种曝光方式相互兼顾。

表 1 各类型边缘曝光功能实现方式

边缘曝光实现方式	宽度可调: 平面运动模组 202 X 轴运动实现;
圆环曝光实现方式	位置可调: 平面运动模组 202 X 轴运动实现; 宽度可调: 直线运动模组 503 X 轴运动实现;
分段曝光实现方式	角度可调: 旋转台 32 控制旋转角度、光源控制器控制曝光时间实现; 位置可调: 平面运动模组 202 X 轴运动实现; 宽度可调: 直线运动模组 503 X 轴运动实现;

直线曝光实现方式(位置可调, 长度可调, 宽度可调)	位置可调: 平面运动模组 202 X 轴运动实现 长度可调: 平面运动模组 202 Y 轴运动实现 宽度可调: 直线运动模组 503 X 轴运动实现
8 寸/12 寸曝光工位切换实现方式	平面运动模组 202 X 轴运动实现

结合表 1, 图 13 示出了边缘曝光方式。通过所述平面运动模组 202 沿 X 轴运动, 推动曝光镜头 100, 控制曝光镜头 100 与硅片边缘的相对距离, 即调节边缘曝光的宽度, 使曝光镜头 100 到达指定的曝光工位, 实现硅片的边缘曝光。

其中, 图 14 示出了环形曝光方式。通过所述平面运动模组 202 的 X 轴运动推动曝光镜头 100, 控制曝光镜头 100 与硅片中心的相对距离, 即调节环形曝光工位的位置, 使曝光镜头 100 到达指定的曝光工位, 然后, 通过所述直线运动模组 503 移动掩模光阑 501, 选择合适的光阑投孔, 即调节环形曝光的宽度, 实现硅片的环形曝光。

其中, 图 15 示出了分段曝光方式。通过所述平面运动模组 202 的 X 轴运动推动曝光镜头 100, 控制曝光镜头 100 与硅片中心的相对距离, 即调节分段曝光工位的位置, 使曝光镜头 100 到达指定的曝光工位, 然后, 通过所述直线运动模组 503 移动掩模光阑 501, 选择合适的光阑投孔, 即调节分段曝光的宽度, 在曝光时, 通过旋转台 32 控制硅片的旋转角度, 通过光源控制器控制曝光时间, 实现硅片的分段曝光。

其中, 图 16 示出了直线曝光方式。通过所述平面运动模组 202 的 X 轴和 Y 轴运动, 分别推动曝光镜头 100 在 X 轴和 Y 轴上运动, 使曝光镜头 100 到达直线曝光的起始位置, 然后, 通过所述直线运动模组 503 移动掩模光阑 501, 选择合适的光阑投孔, 即调节直线曝光的宽度, 再通过所述平面运动模组 202 的 Y 轴运动推动曝光镜头 100 在 Y 轴作直线曝光运动, 实现硅片的直线曝光。所述直线曝光方式也可以实现对硅片边缘的平边曝光处理。

请重点参照图 10-12，光照度检测工位是由上向下的俯视面上位于硅片边缘和曝光视场边界之间，实时对曝光操作进行光照度监控。本发明增加了现有技术不具有的曝光计量检测机构 400，保证曝光操作的正常进行，实时获得曝光操作的光照状态。

进一步的，所述模组转接板 201 采用两台阶结构。采用这种结构使模组转接板 201 分为上阶板和下阶板，上阶板和下阶板在竖直方向上留有高度差，下阶板固定在平面运动模组 202 上，上阶板上安装有曝光镜头 100、曝光计量检测机构 400 及光阑切换机构 500，简化了结构，节省了材料，将光照度检测传感器 404 设置在光强度检测传感器 301 的下方，使光强度检测工位 700 与硅片曝光工位在 Z 轴上保持一致，同时，不影响光照度检测传感器 404 的监控作用，合理利用了空间，便于与硅片之间的相对运动和曝光操作。

请参照图 17-19 所示，结合图 1-16，本发明还提供一种边缘曝光方法，其具体包括：

机械手 5 从片库单元 4 中取出硅片并放置到预对准单元 3 的旋转台 32 上。

所述预对准单元 3 对硅片进行定心和定向。如图 17 和图 18 所示，其具体步骤为：机械视觉系统 31 对硅片圆周边缘进行扫描采样，拟合出硅片的型心；机械视觉系统 31 对硅片缺口进行初定位及细采样，拟合出缺口的中心位置；旋转台 32 将缺口旋转到指定位置，在所述指定位置处，硅片型心与缺口中心的连线平行于 X 轴正方向，此时硅片型心到旋转台型心的偏移量为 Δx ， Δy ；

旋转台 32 由定心定向机构 33 带动沿 Y 向移动，补偿偏移量 Δy ；

机械手 5 抓取硅片沿 X 向移动，补偿偏移量 Δx 。

其中，机械手补偿偏移量 Δx 的具体方法为：将偏移量 Δx 发送给机械手 5，设机械手 5 与旋转台 32（也即是曝光台）交接位之间的移动距离基量为一常数 m ，那么机械手 5 应移动到 $m+\Delta x$ 或者 $m-\Delta x$ 位与旋转台 32 交接。

接着，边缘曝光单元 2 对定心和定向后的硅片进行边缘曝光，曝光完成后，机械手取下曝光完成后的硅片。当然，预对准单元完成预对准后，在预对准台

也即是旋转台 32 上，直接进行边缘曝光操作。

如图 19 所示，边缘曝光的流程为：

首先，根据曝光的类型，切换曝光视场光阑；

判断硅片是否为预对准状态，若否，则执行预对准操作，若是，硅片运动至曝光工位；

进行光照度优化，并计算曝光参数；

硅片开始循环曝光，直至完成各段的曝光；当然，此过程中，在曝光开始和结束时控制曝光控制器 shutter 的打开与关闭和旋转轴的运动同步。

接着，曝光镜头步进运动，照度恢复到曝光前状态，曝光结束。

需要说明的是，本发明所述边缘曝光装置，边缘曝光过程中，边缘曝光的剂量控制与照度、扫描速度、视场大小、硅片尺寸有关。对于同一个目标剂量，以上主要变量的关系为：

$$dDose = I * dt = I * \frac{dl}{v} = I * \frac{W}{v}$$

其中 I 为照度； dl 为视场大小； v 扫描速度； W 为硅片周长。

显然，以上变量中除目标剂量 $dDose$ 为上位机给定值，还有硅片尺寸是确定的；视场大小 l 是不变的。只有剂量照度 I （光源中集成了一组衰减片可分多个档位衰减光源照度）与扫描速度 v 为可控的变量。

在边缘曝光实际生产过程中，工艺制程给定的期望剂量在硅片面上实际曝光时有多少以及剂量稳定性如何，因此，需要在实际生产过程中检测实际的曝光剂量。所述边缘曝光装置对定心和定向后的硅片进行边缘曝光的步骤中，通过收集边缘曝光的余光，累积计算硅片面上的实际曝光剂量，进而判定当前硅片曝光是否存在问题，若存在问题则报警。一般说来，对于同一个工艺制程的不同批次硅片来说，余光是一定的，曝光的实际剂量也是一定的。

这样，每次曝光的剂量可以得到实际测量。当完成一张硅片曝光后，软件上对实际剂量和期望剂量做对比，可以判定当前硅片曝光是否存在问题，若存

在问题，则可及时报警，将生产风险降到最低。

边缘曝光、分段曝光和圆环曝光、直线曝光过程中，由于曝光控制器快门（shutter）打开和关闭存在延时，该延时易造成曝光起始位置和终止位置出现欠曝光或者过曝光的情况，为了尽量保证在曝光开始和结束时曝光控制器中 shutter 的打开与关闭和旋转轴的运动同步，设计以下曝光控制方案：

设定点位置前的 shutte_on_delay 时间下发 shutter_on_enable 信号，该 shutte_on_delay 时间包含 shutter_on 的 3sigma 值，尽量保证设定点开始运动时 shutter 是真实的打开状态；在 shutter_on_delay 时间 +moving 时间 -shutter_off_delay 时间后下发 shutter_off_enable 信号，确保在停止运动后，快门是真实关闭的。

以下为具体事项步骤：

- 1、初始化时，偏移量（offset）；
- 2、边缘曝光时，下发 shutter_on_enable 信号后，边缘曝光触发快门时，开始计算曝光剂量；
- 3、边缘曝光的快门关闭时，停止计算曝光剂量，并得到上一次的曝光剂量。因此每一次曝光都可以得到具体的曝光剂量。

显然，本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包括这些改动和变型在内。