



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102023486 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 20

(21) 申请号 200910195401. 6

(22) 申请日 2009. 09. 09

(71) 申请人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江路 18 号

(72) 发明人 安辉

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 牛峥 王丽琴

(51) Int. Cl.

G03F 7/16 (2006. 01)

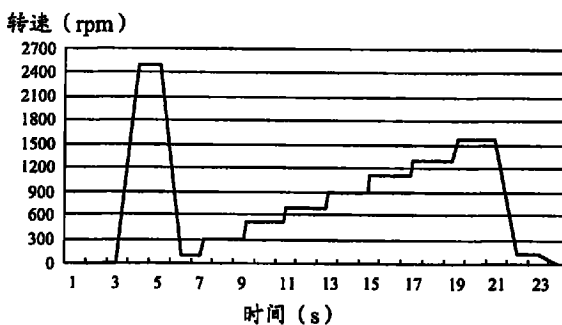
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种测量光刻工艺中关键尺寸摇摆曲线的方法,包括:在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜;测量光刻胶膜的不同厚度所对应的关键尺寸;根据测量的关键尺寸,得到关键尺寸摇摆曲线。从而仅使用一片晶圆测量得到光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线,减少了光刻胶及晶圆的使用,缩短了工艺和测量时间,节省成本。



1. 一种测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，包括：
在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜；
测量光刻胶膜的不同厚度所对应的关键尺寸；
根据测量的关键尺寸，得到关键尺寸摇摆曲线。
2. 如权利要求1所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，所述在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜是：通过调整晶圆的转速和旋转时间在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜。
3. 如权利要求1所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，通过调整晶圆的转速和旋转时间在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜包括：
在晶圆的中心喷涂光刻胶；
以预先设定的高转速旋转所述晶圆；
将所述晶圆的转速降低到预先设定的低转速；
以步进增加的转速旋转所述晶圆；和
将所述晶圆的转速降低到所述预先设定的低转速，然后降低到零。
4. 如权利要求3所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，所述预先设定的高转速为每分钟1000至3000转。
5. 如权利要求3所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，以预先设定的高转速旋转所述晶圆的时间为0.5至5秒。
6. 如权利要求3所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，所述预先设定的低转速为每分钟100至500转。
7. 如权利要求3所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，步进增加转速的步长为30至300转。
8. 如权利要求3所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，以步进增加的转速中的每一个转速旋转所述晶圆的时间为1至10秒。
9. 如权利要求3所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，步进增加的转速被增加至每分钟1000至2000转。
10. 如权利要求1所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，厚度渐变的光刻胶膜的最大厚度与最小厚度之差在1至200纳米之间。
11. 如权利要求1所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，所述在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜是：通过调整在晶圆上喷涂光刻胶的位置形成厚度渐变的光刻胶膜。
12. 如权利要求11所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，所述通过调整在晶圆上喷涂光刻胶的位置形成厚度渐变的光刻胶膜包括：
在偏离晶圆中心的位置喷涂光刻胶；
以预先设定的高转速旋转所述晶圆；
将所述晶圆的转速降低到预先设定的中转速，然后降低到零。
13. 如权利要求12所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，所述偏离晶圆中心的位置是距离晶圆中心1至7毫米的位置。
14. 如权利要求13所述的测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法，其特征在于，所

述偏离晶圆中心的位置是距离晶圆中心 5 毫米的位置。

测量光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造领域，具体涉及一种测量光刻工艺中关键尺寸摇摆曲线的方法。

背景技术

[0002] 光刻工艺是通过一系列生产步骤将晶圆表面薄膜的特定部分除去的过程。在此之后，晶圆表面会留下带有微图形结构的薄膜。

[0003] 在晶圆的制造过程中，晶体三极管、二极管、电容、电阻和金属层等的各种物理部件在晶圆表面或表层内构成。这些部件是每次在一个掩膜层上生成的，并且结合生成薄膜及通过光刻工艺过程去除特定部分，最终在晶圆上保留特征图形的部分。光刻工艺的目标是根据电路设计的要求，在晶圆表面的正确位置生成尺寸精确且与其它部件正确关联的特征图形。

[0004] 光刻是所有半导体制造基本工艺中最关键的工艺步骤。光刻决定了器件制造工艺中所有工艺步骤所能形成的最小尺寸，即关键尺寸，例如金属氧化物半导体 (MOS) 器件中的栅宽。

[0005] 一般的光刻工艺要经历在晶圆表面涂底胶、旋涂光刻胶、软烘、对准、曝光、后烘、显影、硬烘、刻蚀、检测等工序。

[0006] 其中旋涂光刻胶时，首先将在晶圆的中心喷涂光刻胶，然后以一定的转速旋转晶圆，从而在晶圆表面建立薄、均匀并且没有缺陷的光刻胶膜。曝光是通过曝光灯或者其它辐射源将图形转移到光刻胶膜上。光刻胶的厚度不同，曝光时光刻胶的反射率也就不同，从而影响到光刻分辨率，最终影响半导体器件制作工艺所能实现的关键尺寸。关键尺寸与光刻胶厚度之间的关系曲线称为关键尺寸摇摆曲线。图 1 为利用光刻胶供应商提供的各种光学参数仿真得到的关键尺寸摇摆曲线图。参照图 1，为了使光刻胶厚度对关键尺寸的影响足够小，通常在工艺过程中选择图 1 所示曲线的极小点或极大点（如图 1 中圆 A 所划的点）。在选择这种点时，即使光刻工艺中光刻胶的厚度有轻微改变，关键尺寸的改变也不会太大，从而提高器件电学特性的均匀性。

[0007] 由于半导体制造厂商测量光学参数的环境与供应商测量各种光学参数时的环境有可能不同，因此在实际的光刻工艺中，有时关键尺寸摇摆曲线会偏离图 1 所示的仿真曲线。因此，需要经常对实际工艺所参照的关键尺寸摇摆曲线作出修正，以增加工艺的精确度。

[0008] 现有技术中，通常采用 5 片至 10 片晶圆旋涂不同厚度的光刻胶，测量不同厚度光刻胶所对应的关键尺寸，以验证关键尺寸摇摆曲线的仿真结果是否与当前的实际工艺结果相一致。在旋涂光刻胶时，通常将旋涂底胶之后的光刻胶吸到吸盘上，将光刻胶喷到晶圆的中心，然后首先以预先设定的高转速（例如每分钟 2000-4000 转）旋转晶圆 0.5-3 秒，然后再以一较小的转速（例如，每分钟 800-2500 转）旋转吸盘 10-30 秒，从而形成厚度均匀的光刻胶膜，如图 2 所示。通过改变转速，可以得到不同厚度的光刻胶膜。

然后测量这些不同厚度所对应的关键尺寸，例如使用扫描式电子显微镜测量（CD SEM，Scanning Electron Microscope），并根据测量结果绘制曲线，得到关键尺寸摇摆曲线，如图 3 所示。

[0009] 但是这种测量关键尺寸摇摆曲线的方法需要多个晶圆并在每个晶圆上形成不同厚度的光刻胶，既浪费光刻胶，又增加了工艺和测量的时间，从而使得成本大大增加。

发明内容

[0010] 本发明提供一种测量光刻工艺中关键尺寸摇摆曲线的方法，减少光刻胶及晶圆的的使用，缩短工艺和测量时间，降低成本。该方法包括：在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜；测量光刻胶膜的不同厚度所对应的关键尺寸；根据测量的关键尺寸，得到关键尺寸摇摆曲线。

[0011] 优选地，所述在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜是：通过调整晶圆的转速和旋转时间在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜。

[0012] 优选地，通过调整晶圆的转速和旋转时间在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜包括：在晶圆的中心喷涂光刻胶；以预先设定的高转速旋转所述晶圆；将所述晶圆的转速降低到预先设定的低转速；以步进增加的转速旋转所述晶圆；和将所述晶圆的转速降低到所述预先设定的低转速，然后降低到零。

[0013] 其中，所述预先设定的高转速可以为每分钟 1000 至 3000 转。以预先设定的高转速旋转所述晶圆的的时间优选为 0.5 至 5 秒。所述预先设定的低转速为每分钟 100 至 500 转。步进增加转速的步长为 30 至 300 转。以步进增加的转速中的每一个转速旋转所述晶圆的的时间为 1 至 10 秒。步进增加的转速被增加至每分钟 1000 至 2000 转。

[0014] 以上述方法和参数得到的厚度渐变的光刻胶膜的最大厚度与最小厚度之差在 1 至 200 纳米之间。

[0015] 在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜还可以是：通过调整在晶圆上喷涂光刻胶的位置形成厚度渐变的光刻胶膜。

[0016] 优选地，所述通过调整在晶圆上喷涂光刻胶的位置形成厚度渐变的光刻胶膜包括：在偏离晶圆中心的位置喷涂光刻胶；以预先设定的高转速旋转所述晶圆；将所述晶圆的转速降低到预先设定的中转速，然后降低到零。

[0017] 其中，所述偏离晶圆中心的位置是距离晶圆中心 1 至 7 毫米的位置，优选为 5 毫米。

[0018] 与现有技术相比，本发明所提供的技术方案首先通过在晶圆上旋涂厚度渐变的光刻胶膜，然后测量光刻胶膜的不同厚度所对应的关键尺寸，绘制关键尺寸摇摆曲线。从而仅使用一片晶圆测量得到光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线，减少了光刻胶及晶圆的的使用，缩短了工艺和测量时间，节省了成本。

附图说明

[0019] 图 1 为利用光刻胶供应商提供的各种光学参数仿真得到的关键尺寸摇摆曲线图；

[0020] 图 2 为现有技术中旋涂光刻胶的转速 - 时间关系图；

- [0021] 图 3 为现有技术中利用多个晶圆得到的关键尺寸摇摆曲线图；
[0022] 图 4 为本发明第一实施例中旋涂光刻胶的转速 - 时间关系图；
[0023] 图 5 为本发明第一实施例中在晶圆上形成的光刻胶渐变厚度曲线图；
[0024] 图 6 为利用本发明第一实施例的方法测量得到的关键尺寸摇摆曲线图；
[0025] 图 7 为本发明第二实施例中喷涂光刻胶的示意图；
[0026] 图 8 为本发明第二实施例中在晶圆上形成的光刻胶渐变厚度曲线图；
[0027] 图 9 为利用本发明第二实施例的方法测量得到的关键尺寸摇摆曲线图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图及具体实施例对本发明进行详细说明。

[0029] 本发明提供的测量光刻工艺中关键尺寸摇摆曲线的方法，首先在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜，然后测量光刻胶膜的不同厚度所对应的关键尺寸，并根据测量的关键尺寸，得到关键尺寸摇摆曲线。

[0030] 第一实施例：

[0031] 本实施例中，在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜是通过调整晶圆的转速和旋转时间在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜。

[0032] 具体包括：首先在晶圆的中心喷涂光刻胶；接着以预先设定的高转速旋转晶圆；然后将晶圆的转速降低到预先设定的低转速，并以步进增加的转速旋转晶圆；最后将晶圆的转速降低到预先设定的低转速直到零，从而形成厚度渐变的光刻胶膜。

[0033] 以下详细描述通过调整晶圆的转速和旋转时间形成厚度渐变的光刻胶膜的优选实施例。

[0034] 首先用真空吸盘将晶圆固定。吸盘是一个平的、与真空管线相连的空心金属盘。吸盘表面有许多小孔，当晶圆放在吸盘上面时，真空的吸力使晶圆与吸盘紧密接触。接着，在晶圆的中心喷涂预先设定的光刻胶量。吸盘上施加的转矩使晶圆的转速迅速上升至预先设定的高转速，以该转速旋转晶圆一段时间，例如以每分钟 1000-3000 转的转速旋转晶圆 0.5-5 秒，如图 4 所示，本实施例中是以每分钟 2500 转的转速旋转 2 秒。从而将喷涂的光刻胶旋涂在晶圆表面，但是此时光刻胶厚度并未达到所需水平。

[0035] 然后，将晶圆的转速降低到预先设定的低转速，例如以每分钟 100-500 转的转速旋转晶圆 1-10 秒，本实施例中以 100 转 / 分的转速旋转 1 秒。接下来，步进增加晶圆的转速，例如步进增加转速的步长为 30-300 转，即每次增加 30-300 转，以每个转速旋转晶圆的可以是 1-10 秒。本实施例中以 200 转的步长增加转速，每个转速旋转晶圆的的时间为 2 秒。

[0036] 转速的增加达到每分钟 1000-2000 转（本实施例中为 1600 转 / 分）之后，将晶圆的转速降低到预先设定的低转速，然后降低到零，从而形成厚度渐变的光刻胶膜。

[0037] 图 5 为本发明第一实施例中在晶圆上形成的光刻胶渐变厚度曲线图。从图 5 可以看出，以上述方式和参数形成的光刻胶膜的厚度从中间到边缘逐渐减小。依赖于步进增加转速阶段的晶圆旋转速度和时间，本优选实施例中形成的厚度渐变的光刻胶膜的最大厚度与最小厚度之差在 1 至 200 纳米之间。当然，如果需要形成其它厚度差的光刻胶膜，或者形成厚度变化范围更大的光刻胶膜，则可以对以上参数进行变更。另外，通过

进一步调整形成光刻胶膜时的晶圆转速和时间，也可以形成其它形貌的光刻胶膜。本发明并不限于形成图 5 所示的中间厚边缘逐渐变薄的光刻胶膜。

[0038] 图 6 为利用本发明第一实施例的方法测量得到的关键尺寸摇摆曲线图。如图 6 所示，使用本发明第一实施例的方法测量得到的关键尺寸摇摆曲线图与图 3 中所示的利用多个晶圆得到的关键尺寸摇摆曲线图吻合。

[0039] 第二实施例：

[0040] 本实施例中，在晶圆上形成厚度渐变的光刻胶膜是通过调整在晶圆上喷涂光刻胶的位置形成厚度渐变的光刻胶膜。

[0041] 具体包括：在偏离晶圆中心的位置喷涂光刻胶；以预先设定的高转速旋转晶圆；将晶圆的转速降低到预先设定的中转速，然后降低到零，从而形成厚度渐变的光刻胶膜。

[0042] 以下详细描述通过调整在晶圆上喷涂光刻胶的位置形成厚度渐变的光刻胶膜的优选实施例。

[0043] 图 7 为本发明第二实施例中喷涂光刻胶的示意图。如图 7 所示，在偏离晶圆中心的位置喷涂光刻胶，例如距离晶圆中心 1 至 7mm 的位置。本实施例中，喷涂光刻胶的位置与晶圆中心的距离为 5mm。

[0044] 然后以现有技术的旋转方式旋转晶圆，例如首先以预先设定的高转速（例如每分钟 2000-4000 转）旋转晶圆 0.5-3 秒，然后再以预先设定的中转速（例如，每分钟 800-2500 转）旋转晶圆 10-30 秒，最后将转速降低至零，从而形成厚度渐变的光刻胶膜。

[0045] 在喷涂光刻胶之前，还可以首先进行虚拟曝光，以便对晶圆进行定向。

[0046] 图 8 为本发明第二实施例中在晶圆上形成的光刻胶渐变厚度曲线图。如图 8 所示，本实施例中形成的光刻胶膜在喷涂光刻胶的中心位置厚度最大，并从喷涂光刻胶的中心位置厚度逐渐减小。

[0047] 图 9 为利用本发明第二实施例的方法测量得到的关键尺寸摇摆曲线图。如图 9 所示，使用本发明第二实施例的方法测量得到的关键尺寸摇摆曲线图与图 3 中所示的利用多个晶圆得到的关键尺寸摇摆曲线图吻合。

[0048] 由以上所述可以看出，本发明所提供的技术方案，首先在晶圆上旋涂厚度渐变的光刻胶膜，然后测量光刻胶膜的不同厚度所对应的关键尺寸，根据测量的关键尺寸绘制关键尺寸摇摆曲线。从而仅使用一片晶圆测量得到光刻工艺的关键尺寸摇摆曲线，减小了光刻胶及晶圆的的使用，缩短了工艺和测量时间，节省了成本。

[0049] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

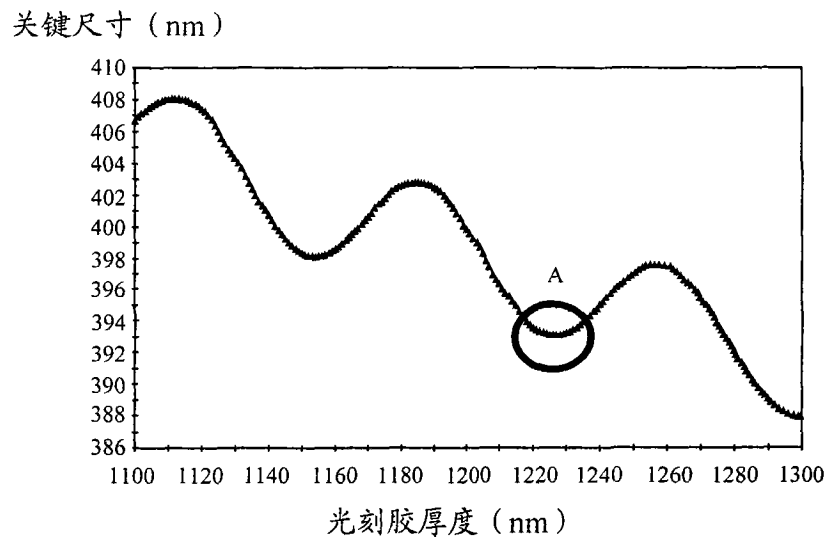


图 1

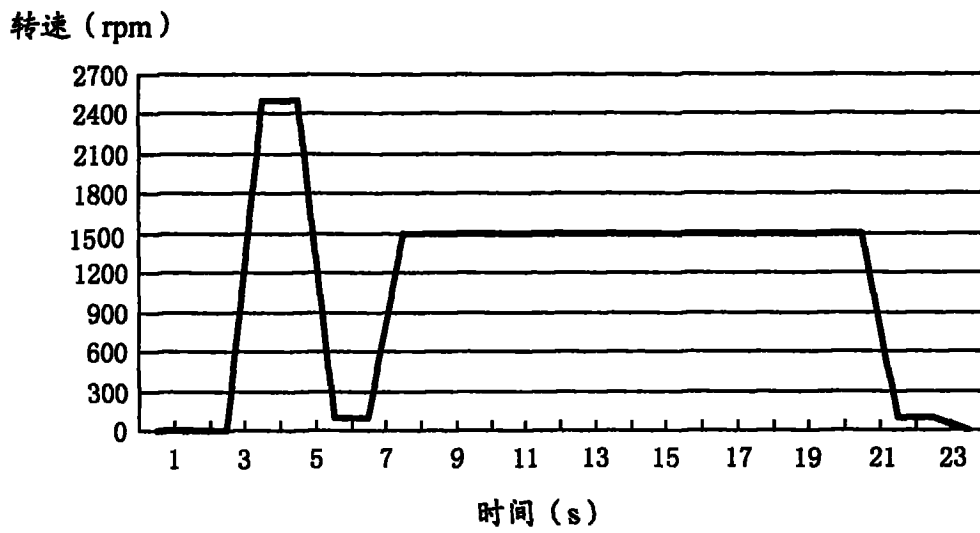


图 2

关键尺寸 (nm)

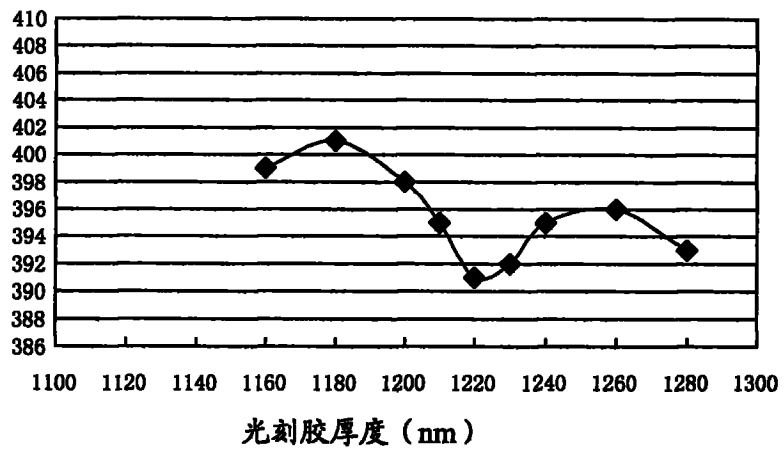


图 3

转速 (rpm)

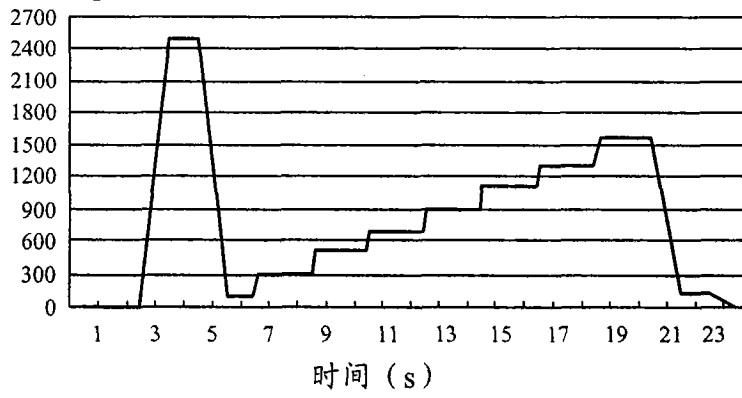
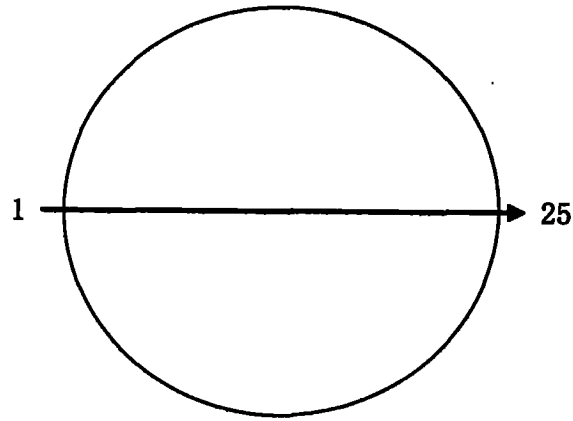


图 4



光刻胶厚度 (nm)

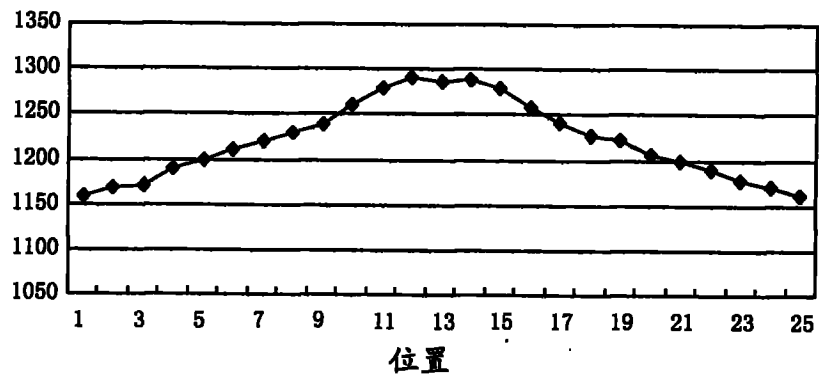


图 5

关键尺寸 (nm)

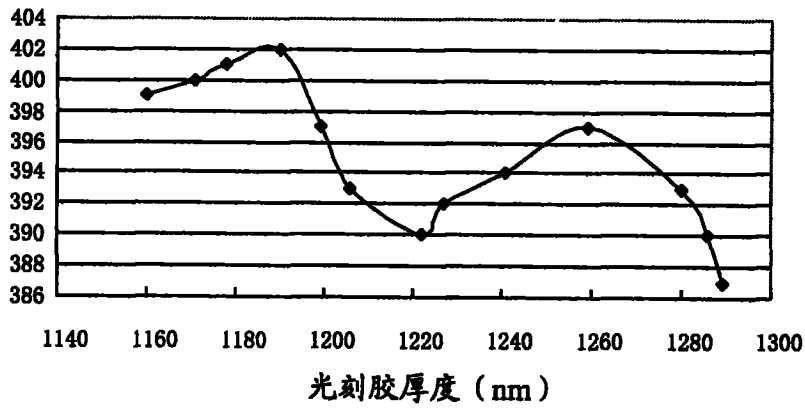


图 6

晶圆中心线

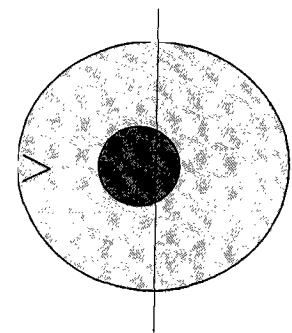


图 7

光刻胶厚度 (nm)

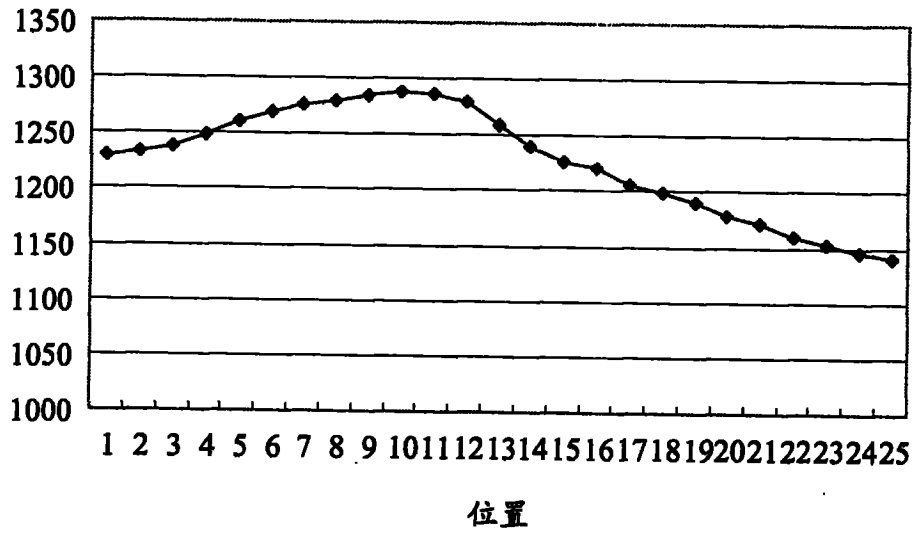


图 8

关键尺寸 (nm)

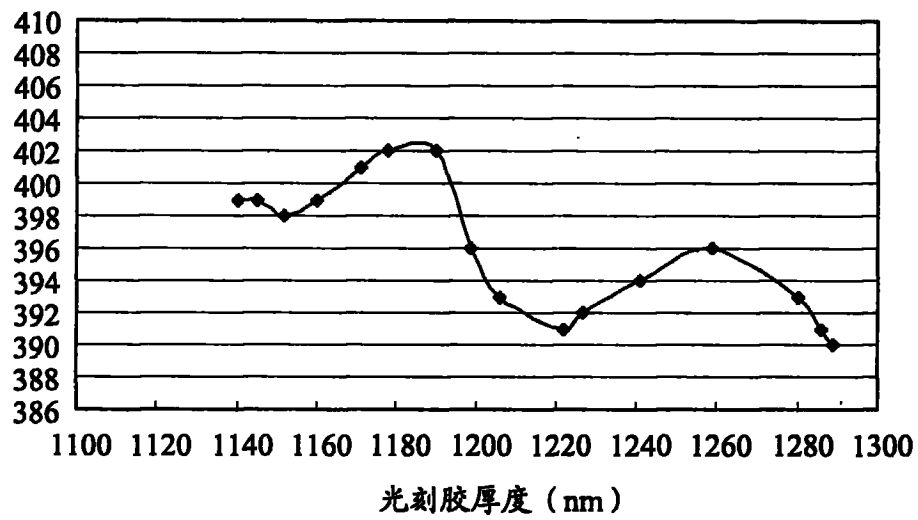


图 9