

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 1/08 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480001762.8

[45] 授权公告日 2010年3月17日

[11] 授权公告号 CN 100594424C

[22] 申请日 2004.5.26

[21] 申请号 200480001762.8

[30] 优先权

[32] 2003.5.26 [33] JP [31] PCT/JP03/06512

[86] 国际申请 PCT/JP2004/007173 2004.5.26

[87] 国际公布 WO2004/104700 日 2004.12.2

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.29

[73] 专利权人 富士通微电子株式会社

地址 日本国东京都

[72] 发明人 大泽森美 八尾辉芳 有本宏

浅井了

[56] 参考文献

US2003/0068565A1 2003.4.10

US6,370,679B1 2002.4.9

JP2002-353130A 2002.12.6

JP2003-100624A 2003.4.4

JP6-118614A 1994.4.28

US2001/0017693A1 2001.8.30

审查员 胡 颀

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 高龙鑫 王玉双

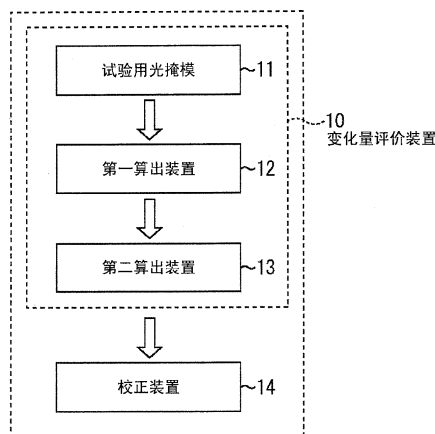
权利要求书4页 说明书16页 附图11页

[54] 发明名称

图形尺寸校正装置及方法、光掩模以及试验用光掩模

[57] 摘要

以第一算出装置(12)，基于与眩光产生图形的开口率之间的关系，分别计算出使用试验用光掩模(11)而转印的各评价用图形的各转印图形的宽度值，以第二算出装置(13)将计算出的各转印图形的宽度值的分布进行线性近似，计算出其倾斜度。进一步，基于定义了各转印图形的宽度值的倾斜度(尺寸变化量)，以校正装置(14)按每个图形改变校正量。由此，能够更加准确的计算出局部眩光造成的尺寸变化量，能够高精度的进行相对于局部眩光的图形尺寸校正。



1.一种图形尺寸校正装置，在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光，其特征在于，

基于表格，按每个实际形成的图形改变校正量，其中该表格是将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量定义为上述梯形波的侧边的倾斜度的表格。

2.如权利要求1所述的图形尺寸校正装置，其特征在于，使用具有使上述图形宽度以及上述相邻间距离改变而制作的多个上述评价用图形、以及使上述各评价用图形的周围产生局部性眩光用的眩光产生图形的试验用光掩模，求出由上述试验用光掩模转印的上述评价用图形的各转印图形的宽度值和上述眩光量的相互关系，将上述相互关系进行线性近似而得到的倾斜度提供到上述眩光的校正中。

3.一种图形尺寸校正装置，在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光，其特征在于，包括：

变化量评价装置，其将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量作为上述梯形波的侧边的倾斜度进行评价；

校正装置，其基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

4.如权利要求3所述的图形尺寸校正装置，其特征在于，

上述变化量评价装置包括：

试验用光掩模，其具有使上述图形宽度以及上述相邻间距离改变而制作的多个上述评价用图形，以及使上述各评价用图形的周围产生局部性眩光用的眩光产生图形；

第一算出装置，其用于求出使用上述试验用光掩模而转印的上述评价用图形的各转印图形的宽度值；

第二算出装置，其将所求出的上述各转印图形的宽度值的分布根据与上

述眩光产生图形的开口率的关系分别进行线性近似，计算出其倾斜度，提供到上述眩光的校正中。

5.如权利要求4所述的图形尺寸校正装置，其特征在于，上述试验用光掩模具有按上述各评价用图形的每一个而开口率不同的多个上述眩光产生图形。

6.如权利要求4所述的图形尺寸校正装置，其特征在于，在上述各评价用图形的周围设置多个矩形的上述眩光产生图形，利用该各眩光产生图形的面积来控制上述开口率。

7.一种图形尺寸校正方法，在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光，其特征在于，

基于表格，按每个实际形成的图形改变校正量，其中该表格是将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量定义为上述梯形波的侧边的倾斜度的表格。

8.如权利要求7所述的图形尺寸校正方法，其特征在于，使用具有使上述图形宽度以及上述相邻间距离改变而制作的多个上述评价用图形、以及使上述各评价用图形的周围产生局部性眩光用的眩光产生图形的试验用光掩模，求出由上述试验用光掩模转印的上述评价用图形的各转印图形的宽度值和上述眩光量的相互关系，将上述相互关系进行线性近似而得到的倾斜度提供到上述眩光的校正中。

9.一种图形尺寸校正方法，在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光，其特征在于，包括：

变化量评价步骤，将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量作为上述梯形波的侧边的倾斜度进行评价；

校正步骤，基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

10.如权利要求9所述的图形尺寸校正方法，其特征在于，

上述变化量评价步骤包括：

第一算出步骤，求出使用上述试验用光掩模而转印的上述评价用图形的各转印图形的宽度值；

第二算出步骤，将所求出的上述各转印图形的宽度值的分布根据与上述眩光产生图形的开口率的关系分别进行线性近似，计算出其倾斜度，提供到上述眩光的校正中。

11.如权利要求 10 所述的图形尺寸校正方法，其特征在于，上述试验用光掩模具有按上述各评价用图形的每一个而开口率不同的多个上述眩光产生图形。

12.如权利要求 10 所述的图形尺寸校正方法，其特征在于，在上述各评价用图形的周围设置多个矩形的上述眩光产生图形，利用该各眩光产生图形的面积来控制上述开口率。

13.如权利要求 10 所述的图形尺寸校正方法，其特征在于，上述第一算出步骤，按至少由线形形状、I 字形状以及 T 字形状构成的上述评价用图形的每一个进行上述转印图形的宽度的算出。

14.一种光掩模，使用图形尺寸校正方法而形成，该图形尺寸校正方法是在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光的图形尺寸校正方法，其特征在于，该方法包括：

变化量评价步骤，将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量作为上述梯形波的侧边的倾斜度进行评价；

校正步骤，基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

15.如权利要求 14 所述的光掩模，其特征在于，

上述变化量评价步骤包括：

第一算出步骤，求出使用上述试验用光掩模而转印的上述评价用图形的各转印图形的宽度值；

第二算出步骤，将所求出的上述各转印图形的宽度值的分布根据与上述眩光产生图形的开口率的关系分别进行线性近似，计算出其倾斜度，提供到

上述眩光的校正中。

16.一种曝光方法，在半导体基板的活性区域上进行图形转印，其特征在于，

被转印到上述活性区域上的校正对象掩模图形具有掩模线宽，该掩模线宽包含有基于校正表格计算出的校正量，其中该校正表格是相对于在同一活性区域内与所述校正对象掩模图形相邻的掩模图形的间隔尺寸而预先求出的，

上述校正表格将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，通过将光强度分布近似为梯形波，从而将通过上述转印而成的图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于眩光量的尺寸变化量定义为上述梯形波的侧边的倾斜度，其中所述试验用光掩模具有开口率不同的多个眩光产生图形和至少包含线形状的评价图形。

## 图形尺寸校正装置及方法、光掩模以及试验用光掩模

### 技术领域

本发明涉及在制造半导体器件时校正曝光装置中产生的局部性眩光（フレア）的图形尺寸校正装置、图形尺寸校正方法以及光掩模和试验用光掩模。

### 背景技术

在制造半导体器件等时，通过照相平版印刷术，将在光掩模（中间掩模（レチクル））上形成的期望的图形，通过缩小光学系统而转印到形成有感光抗蚀剂的基板上。而且，通过利用显影液导致的曝光部和未曝光部之间的溶解速度差，形成图形而蚀刻所转印的图形的潜象，从而进行期望的配线层等的加工。

在曝光技术中，为了高精度地转印微细的图形，除了曝光光线的波长、中间掩模结构要调整到最合适之外，还要进行对接近的图形的影响的计算、算出校正。该校正被称为光接近效果校正（Optical Proximity effect Correction:OPC），参照曝光装置的照明条件（NA,Sigma）、曝光条件（抗蚀剂材料、曝光波长）等，计算光接近效果（OPE:Optical Proximity Effect）的影响或者通过试验计算出校正量，而对图形的转印像进行中间掩模尺寸的校正。

作为使用了该 OPC 的掩模图形的校正方法，例如，可以列举出如下所述的专利文献 1 的例子。在专利文献 1 的方法中，制作每个图形密度的 OPC 表格，按将曝光发射区域分割成几百微米左右的子区域计算图形密度，按每个图形密度值使用不同的 OPC 表格进行校正。

可是，作为在 OPC 中不能校正的成分，可以列举出曝光装置的眩光。该曝光装置的眩光，通过透镜的微细的凹凸和折射率的变化、在晶体表面的反射散射光而产生，该眩光根据掩模图形周围的开口率而提供偏移曝光量，其结果是引起转印图形的尺寸变化，或者降低了曝光余量（margin）。

尤其是近来，依存于各个图形周围情况的局部性眩光的产生正在被看作一个技术问题。其被称为所谓的局部眩光，由于依存于所使用的曝光光线的波长（以 193nm 为代表的短波长）等的透镜材料的特殊性，相应于某个图形

周围的开口率而光的覆盖情况是不同的，成为转印图形的形状和线宽中产生不可预料的变化的主要原因。掩模中某个图形导致的局部眩光影响的范围是距该图形 50 微米左右的范围之内。但是，局部眩光的影响范围也可能由于曝光装置的世代以及曝光波长而在将来产生变化。此外，局部眩光的影响由于根据图形周围的开口率而变化，所以根据光掩模上的位置而不同。所以抗蚀剂图形中线宽的变化程度根据位置而不同。因此，考虑到局部眩光的影响，对光掩模的图形进行校正是非常困难的。

此外，在专利文献 1 的方法中，为了假定在全程产生的尺寸变化，对于相邻图形间距离相同的图形，在几百微米左右的子区域内校正值不变，导致产生了校正误差。例如，如图 11A 所示的实线所划分的子区域和图 11B 中所示的实线所划分的子区域 201，虽然在各个子区域 201 内的图形 202 的配置不同，但是由于子区域内的图形密度是一样的，关于位于中央部的线图形 203 的校正值，如图 11A 所示的和如图 11B 所示的没有变化。这种现象有时成为校正误差的原因，此外，还要考虑到在子区域 201 的边界附近校正误差变大的情况。

专利文献 1：JP 特开 2002-148779 号公报；

专利文献 2：JP 特开 2000-235248 号公报；

专利文献 3：JP 特开平 9-319067 号公报；

专利文献 4：JP 特开 2002-311563 号公报。

## 发明的公开

本发明是鉴于上述问题而提出的，其目的在于提供一种在制造半导体器件时高精度地实现相对于曝光装置中产生的局部眩光的图形尺寸校正的图形尺寸校正装置、图形尺寸校正方法、光掩模以及试验用光掩模。

本发明的图形尺寸校正装置是一种在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光的图形尺寸校正装置，其基于将评价用图形中的图形宽度、和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数来定义相对于上述眩光量的尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

此外，本发明的图形尺寸校正装置的其他的形式是一种在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光的图形尺寸校正装置，其包括：变化量评价装置，其将评价用图形中的图形宽度、和从上述评价用图形到最接

近图形的相邻间距离作为参数而评价相对于上述眩光量的尺寸变化量；校正装置，其基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

这里，上述变化量评价装置包括：试验用光掩模，其具有使上述图形宽度以及上述相邻间距离改变而制作的多个上述评价用图形、以及使上述各评价用图形的周围产生局部性眩光用的眩光产生图形；第一算出装置，其基于与上述眩光产生图形的开口率之间的关系分别计算出使用上述试验用光掩模而转印的上述评价用图形的各转印图形的宽度值；第二算出装置，其将计算出的上述各转印图形的宽度值的分布进行线性近似，计算出其倾斜度，提供到上述眩光的校正中。

本发明的图形尺寸校正方法是一种在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光的图形尺寸校正方法，其基于将评价用图形中的图形宽度、和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数来定义相对于上述眩光量的尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

此外，本发明的图形尺寸校正方法的其他形式是一种在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光的图形尺寸校正方法，其包括：变化量评价步骤，将评价用图形中的图形宽度、和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数而评价相对于上述眩光量的尺寸变化量；校正步骤，基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

此外，本发明的图形尺寸校正方法的其他形式是一种在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光的图形尺寸校正方法，其包括：变化量评价步骤，将评价用图形中的图形宽度、和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数而评价相对于上述眩光量的尺寸变化量；校正步骤，基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

本发明的光掩模，是使用上述的图形尺寸校正方法而形成的。

本发明的试验用光掩模，具有：将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数而制作的多个评价用图形；使上述各评价用图形的周围产生局部性眩光用的眩光产生图形，上述眩光产生图形以按上述各评价用图形的每一个而开口率不同的方式形成。

本发明的计算机程序是一种在制造半导体器件时用来在计算机上实施对



曝光装置中产生的局部性眩光进行校正的处理的计算机程序，用于实施：变化量评价步骤，将评价用图形中的图形宽度、和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数而评价相对于上述眩光量的尺寸变化量；校正步骤，基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

本发明的计算机可读的存储介质，存储有上述计算机程序。

另外，本发明涉及一种图形尺寸校正装置，在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光，其特征在于，基于表格，按每个实际形成的图形改变校正量，其中该表格是将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量定义为上述梯形波的侧边的倾斜度的表格。

另外，本发明涉及一种图形尺寸校正装置，在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光，其特征在于，包括：变化量评价装置，其将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量作为上述梯形波的侧边的倾斜度进行评价；校正装置，其基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

另外，本发明涉及一种图形尺寸校正方法，在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光，其特征在于，基于表格，按每个实际形成的图形改变校正量，其中该表格是将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量定义为上述梯形波的侧边的倾斜度的表格。

另外，本发明涉及一种图形尺寸校正方法，在制造半导体器件时校正在曝光装置中产生的局部性眩光，其特征在于，包括：变化量评价步骤，将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量作为上述梯形波的侧边的倾斜度进行评价；校正步骤，基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形

成的图形改变校正量。

另外，本发明涉及一种光掩模，使用图形尺寸校正方法而形成，该图形尺寸校正方法是在制造半导体器件时校正曝光装置中产生的局部性眩光的图形尺寸校正方法，其特征在于，该方法包括：变化量评价步骤，将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，将光强度分布近似为梯形波，从而对转印图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于上述眩光量的尺寸变化量作为上述梯形波的侧边的倾斜度进行评价；校正步骤，基于定义了上述尺寸变化量的表格，按每个实际形成的图形改变校正量。

另外，本发明涉及一种曝光方法，在半导体基板的活性区域上进行图形转印，其特征在于，被转印到上述活性区域上的校正对象掩模图形具有掩模线宽，该掩模线宽包含有基于校正表格计算出的校正量，其中该校正表格是相对于在同一活性区域内与上述校正对象掩模图形相邻的掩模图形的间隔尺寸而预先求出的，上述校正表格将评价用图形中的图形宽度和从上述评价用图形到最接近图形的相邻间距离作为参数，通过将光强度分布近似为梯形波，从而将通过上述转印而成的图形的宽度值的分布进行线性近似，将相对于眩光量的尺寸变化量定义为上述梯形波的侧边的倾斜度，其中所述试验用光掩模具有开口率不同的多个眩光产生图形和至少包含线形状的评价图形。

## 附图的简单说明

图 1A 是用于说明本发明的基本点的概念图。

图 1B 是用于说明本发明的基本点的概念图。

图 1C 是用于说明本发明的基本点的概念图。

图 2 是表示第一实施形式的图形尺寸校正装置的简略结构的框图。

图 3 是试验用光掩模的简略结构图。

图 4 是表示本实施形式的图形尺寸校正方法的流程图。

图 5 是表示转印图形的宽度和眩光产生图形的开口率（偏移曝光量[%]）之间的关系特性图。

图 6 是表示试验用光掩模的简略结构图。

图 7A 是表示局部眩光校正（LFC）表格的一个例子的图。

图 7B 是表示局部眩光校正（LFC）表格的一个例子的图。

图 7C 是表示局部眩光校正（LFC）表格的一个例子的图。

图 8 是用于说明使用了 LFC 表格的光掩模图形的尺寸校正的简略结构图。

图 9 是用于说明使用了本实施形式的 LFC 表格的光掩模图形的尺寸校正的简略图。

图 10 是个人用户终端装置的内部结构图。

图 11A 是表示光掩模图形的简略结构图。

图 11B 是表示光掩模图形的简略结构图。

## 实施发明的最佳方式

本发明的基本点

本发明人着眼于在制造半导体器件时高精度地实现相对于曝光装置中

产生的局部眩光的图形尺寸校正，想到如下所示的发明要点。

作为计算出局部眩光造成的影响的方法，考虑可以在距局部眩光影响的图形几十微米左右的范围中，用高斯分布、或者多个高斯分布的和来近似从图形的某1点的开口向周围传播的影响(点分散作用:Point Spread Function)，在周围的开口区域通过面积密度法对该点分散作用积分来求取。在面积密度法中，将曝光发射区域分成多个校正区域，在每个校正区域中计算出开口率。具体而言，从曝光区域中关注的图形到例如100微米的范围内按照一边几微米左右的顺序、这里是按照每1微米角划分成网格状(mesh)的校正区域，在该网格内开口率作为均匀的数值进行计算。通过该方法，可以大幅度提高处理速度。

接着，作为对应于所得到的局部眩光的影响量计算出掩模尺寸的校正量的方法，首先考虑到了通过基于模型来模拟光强度分布而进行校正的方法。然而该通过模拟进行的校正方法，虽然可以正确计算出光强度分布，但是另一方面却是为了基于模型模拟光强度分布，而需要很多时间，在复杂而且大规模的图形中很难应用。而作为进行不需要很长时间、比较简单的校正的方法，存在将光强度分布作为梯形波进行近似(梯形近似)的方法。本发明人着眼于该梯形近似，想到一种通过进一步提高其精度而能够高精度地实现局部眩光造成的图形校正的想法。

图1是用于说明本发明的基本点的概念图，图1A是表示光掩模的掩模图形的模式图，图1B是表示过去的校正方法的概念图，图1C是表示本发明的校正方法的概念图。

在图1B所示的过去的校正方法中，在将图1A的各掩模图形1a、1b、1c、1d、1e的光强度分布分别进行梯形近似的情况下，阈值 $E_{th}$ (在超过该值以上的光强度下能使光致抗蚀剂残留的能量)附近的梯形的倾斜不依存于图形宽度而是通常一定的。也就是说，在通过所产生的局部眩光而对应于周围图形的开口率提供偏移曝光量 $\Delta$ 的情况下，与该偏移曝光量 $\Delta$ 对应的校正对象图形宽度的尺寸变化量与该校正对象的图形宽度无关而为常数，所以相对于局部眩光的校正对象图形的校正量也与该图形宽度无关而为常数。由此，例如在位于图1B最左边的宽度大的校正对象图形(相当于掩模图形1a)的情况下，进行梯形近似时的尺寸变化量(y)相对于实际的光强度分布的

尺寸变化量 (x) 产生了误差, 不能高精度地进行图形尺寸的校正。在实际的光强度分布中, 如图 1B 所示, 若图形宽度和相邻图形间距离发生变化, 则阈值  $E_{th}$  附近的倾斜度也发生变化。

在本发明中, 考虑到该光强度分布的特性, 基于与周围图形的开口率之间的关系, 线性近似校正对象图形的尺寸变化量, 并作为倾斜度而计算出, 相应于图形形状、图形宽度、相邻图形间距离等而分别作为  $K_1\Delta$ 、 $K_2\Delta$ 、 $K_3\Delta$ ... ( $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$  是彼此不同的常数) 预先计算出该倾斜度, 制作局部眩光校正 (LFC) 表格。也就是说, 在本发明中, 能够对应于校正对象图形变更近似的梯形的倾斜度。如此, 由于可以更加正确的近似阈值  $E_{th}$  附近的光强度轮廓线, 所以可进行考虑到局部眩光的高精度的图形尺寸校正。

适用本发明点的具体实施形式

接着, 对基于本发明点的各个实施形式进行说明。

(第一实施形式)

图 2 是表示第一实施形式的图形尺寸校正装置的简略结构的框图。

该图形尺寸校正装置具有: 变化量评价装置 10, 其评价相对于局部眩光量的评价用图形的尺寸变化量, 包括具备用于在多个评价用图形以及各评价用图形的周围产生局部眩光的眩光产生图形的试验用光掩模 11、基于与眩光产生图形的开口率之间的关系分别计算出使用试验用光掩模 11 而被转印的各评价用图形的各转印图形的宽度值的第一算出装置 12、以及线性近似用第一算出装置 12 计算出的各转印图形的宽度值的分布并计算出其倾斜度的第二算出装置 13; 校正装置 14, 其基于定义各转印图形的宽度值的倾斜度 (尺寸变化量) 的表格, 按每个实际形成的图形改变校正量。

图 3 是成为一体的光掩模的试验用光掩模的简略结构图。

在试验用光掩模 11 中, 评价图形区域 31~33 是使评价用图形 21 为在其周围的预定范围内不存在其他图形的孤立的线形形状的图形 (下面称为孤立图形) 的区域。此外, 在试验用光掩模 11 中, 评价图形区域 34~36 是使评价用图形 22 为在成为其尺寸变化量的评价对象的线形图形的左右隔开预定间隔而并列形成多个线形形状 (在图示的例子中包含成为评价对象的线形图形为 3 条) 的线和间隔状的图形 (下面称为 L/S 图形) 的区域。

在试验用光掩模 11 的评价图形区域 31~33 中, 分别配置有作为相同的

孤立图形的评价用图形 21 和用于使各评价用图形 21 的周围产生局部性眩光的眩光产生图形 23。眩光产生图形 23 在评价图形区域 31~33 中开口率不同，具体而言，评价图形区域 31 所示的图形中眩光产生图形 23 的开口率是最大的，评价图形 33 所示的图形中眩光产生图形 23 的开口率是最小的。

此外，对于试验用光掩模 11 的评价图形区域 34~36 来说，除了评价用图形 22 是 L/S 图形之外，具有与评价图形区域 31~33 相同的结构。这样，在评价图形区域 31~33、34~36 中，通过在评价用图形 21、22 的周围配置开口率不同的眩光产生图形 23，对应于开口率调节评价用图形 21、22 的局部眩光量，从而可以求出局部眩光量和评价用图形 21、22 的尺寸变化量之间的关系。

接着，对本实施形式的图形尺寸校正方法进行说明。

图 4 是表示本实施形式的图形尺寸校正方法的流程图。

首先，针对试验用光掩模 11 的评价图形区域 31，进行照相平版印刷处理，在形成有光致抗蚀剂的试验用基板（未图示）上转印掩模图形（步骤 S101）。之后，利用第一算出装置 12，计算出被转印到该试验用基板上的评价用图形 21 的转印图形的宽度（步骤 S102）。

接着，针对试验用光掩模 11 的评价图形区域 32，进行照相平版印刷处理，在形成有光致抗蚀剂的试验用基板（未图示）上转印掩模图形（步骤 S103）。之后，利用第一算出装置 12，计算出转印在该试验用基板上的评价用图形 21 的转印图形的宽度（步骤 S104）。

然后，针对试验用光掩模 11 的评价图形区域 33，进行照相平版印刷处理，在形成有感光抗蚀剂的试验用基板（未图示）上转印掩模图形（步骤 S105）。之后，利用第一算出装置 12，计算出转印在该试验用基板上的评价用图形 21 的转印图形的宽度（步骤 S106）。

然后，如图 5 所示，将在步骤 S102、步骤 S104、步骤 S106 中计算出的各转印图形的宽度值，基于与眩光产生图形的开口率（偏移曝光量[%]）之间的关系，按每个评价用图形 21 描点成图，通过第二算出装置 13，对其分布进行线性近似，并计算出其倾斜度（步骤 S107）。这里，在图 4 中，虽然仅示出了计算 3 个转印图形的宽度值的例子，但是当然也可以计算出 4 个或其以上的转印图形的宽度值，并从其分布中计算出倾斜度。

接着, 将用步骤 S107 计算出的各个转印图形的宽度值的倾斜度(尺寸变化量)表格化, 利用校正装置 14 基于该表格按实际形成的每个图形改变校正量(步骤 S108)。

同样, 对于试验用光掩模 11 的评价图形区域 34~36, 也进行照相平版印刷处理, 在形成有感光抗蚀剂的试验用基板(未图示)上转印各评价用图形 22, 利用第一算出装置 12 计算出转印的各评价用图形 22 的各转印图形的宽度值。而且, 如图 5 所示, 将计算出的各转印图形的宽度值, 基于与眩光产生图形的开口率(偏移曝光量[%])之间的关系, 按每个评价用图形描点成图, 并利用第二算出装置 13, 对其进行线性近似, 并计算出其倾斜度。

这里, 作为评价用图形, 虽然仅展示了“孤立图形”和“L/S 图形”的 2 个例子, 实际上对于在实际的器件图形中使用的图形、例如各种宽度的孤立图形、宽度和相邻间距离发生变化的 L/S 图形、I 字形状、T 字形状的彼此匹配的图形(下面仅称为 I 字形状图形以及 T 字形状图形)等等的光强度的倾斜度不同的图形, 进行该作业。

具体而言, 例如如图 6 所示, 利用具备具有孤立图形的评价用图形 21 的评价图形区域 31~33、具有 L/S 图形的评价用图形 22 的评价图形区域 34~36(图中概括表示为“线”)、具有 T 字形状图形的评价用图形 24 的评价图形区域 51~53(图中仅表示为“T 字”)、具有 I 字形状图形的评价用图形 25 的评价图形区域 54~56(图中仅表示为“I 字”)并一体形成的试验用光掩模 11, 进行步骤 S101~S108。这里, 在各个评价图形区域中, 在评价用图形的周围配置与图 3 相同的开口率不同的眩光产生图形 23。

图 7A~图 7C 是表示 LFC 表格的一个例子的图。这里, 图 7A 表示关于孤立图形以及 L/S 图形(图中仅表示为“线”)的 LFC 表格, 图 7B 表示关于 I 字形状图形的 LFC 表格, 图 7C 表示关于 T 字形状图形的 LFC 表格。这里, 对于 I 字形状图形以及 T 字形状图形也做成 LFC 表格是因为它们与孤立图形以及 L/S 图形的宽度值(对于 L/S 图形是中央部位的线图形的宽度值)的光强度分布不同。

这些 LFC 表格是以图形宽度(Line)和与最接近的图形之间的相邻间距离(Space)作为参数表示用步骤 S107 求出的倾斜度的表格。在各 LFC 表格中记载了这样的值, 即, 针对  $0.10 \leq \text{Line} < 0.11$ 、 $0.11 \leq \text{Line} < 0.12$ 、 $0.12 \leq \text{Line}$

的各个情况，对应于  $0.13 \leq \text{Space} < 0.15$ 、 $0.15 \leq \text{Space} < 0.18$ 、 $0.18 \leq \text{Space}$  的各个情况，用步骤 S107 求出的各倾斜度的值。这里，图 6A 的 LFC 表格中， $0.13 \leq \text{Space} < 0.15$ 、 $0.15 \leq \text{Space} < 0.18$  的各个情况与 L/S 图形中的上述倾斜度、 $0.18 \leq \text{Space}$  的情况与孤立图形中的上述倾斜度分别对应。

此外，这些 LFC 表格可以利用光强度模拟而求出。上述的与“评价用图形”相当的孤立图形以及 L/S 图形的光强度分布，还可以用已有的模拟工具来求出。相对于单位偏移曝光量的变化的图形尺寸变化量，由于与光强度分布的  $E_{th}$  附近的倾斜度的倒数成比例，所以还能以该倾斜度为基础来制作 LFC 表格。

在光掩模的掩模图形尺寸的校正中，使用面积密度法，求出有效的开口率（偏移曝光量），利用所得到的有效的开口率  $\alpha$ 、作为相对于图形的开口率的转印图形的宽度值的变化量的 LFC 表格的倾斜度的值（LFC 表格值） $k$ 、成为标准的有效开口率（成为标准的偏移曝光量） $\alpha_0$ ，按评价用图形的各个边的每一个进行校正。校正量用  $(-1/2) \cdot k (\alpha - \alpha_0)$  表示。

下面示出具体例子来进行说明。

图 8 是用于说明利用 LFC 表格的光掩模图形的尺寸校正的简略图。这里，图中用粗框包围的部分是校正对象图形 101。

针对校正对象图形 101 的上边、即校正对象图形 101 的与第 1 图形 100 相邻的边，基于图形形状为 T 字、图形宽度为  $W_1$ 、相邻间距离为  $S_1$  的 LFC 表格进行校正。当该 LFC 表格值为  $k_1$ 、该边的有效开口率（偏移曝光量）为  $\alpha_1$ ，成为标准的有效开口率（成为标准的偏移曝光量）为  $\alpha_0$  时，校正量用  $(-1/2) \cdot k_1 (\alpha_1 - \alpha_0)$  来求出。

此外，相对于校正对象图形 101 的右边，在第 5 图形 500 成为最接近的相邻图形的部分中，基于图形形状是线形、图形宽度是  $W_1$ 、相邻间距离为  $S_5$  的 LFC 表格来进行校正。在该 LFC 表格值为  $k_2$ 、该有效的开口率（偏移曝光量）为  $\alpha_2$ 、成为标准的有效开口率（成为标准的偏移曝光量）为  $\alpha_0$  的情况下，校正量用  $(-1/2) \cdot k_2 (\alpha_2 - \alpha_0)$  来求出。而且，在第 4 图形 400 成为最接近的相邻图形的部分中，基于图形形状是线形、图形宽度是  $W_1$ 、相邻间距离为  $S_4$  的 LFC 表格来进行校正。在该 LFC 表格值为  $k_3$ 、该有效的开口率（偏移曝光量）为  $\alpha_3$ 、成为标准的有效开口率（成为标准的偏移曝光量）为  $\alpha_0$  的情况下、校正量用  $(-1/2) \cdot k_3 (\alpha_3 - \alpha_0)$  来求出。



此外，针对校正对象图形 101 的上边、即校正对象图形 101 的与第 2 图形 200 相邻的边，基于图形形状为 I 字、图形宽度  $W_1$ 、相邻间距离为  $S_2$  的 LFC 表格进行校正。在该 LFC 表格值为  $k_4$ 、该边的有效的开口率（偏移曝光量）为  $\alpha_4$ 、成为标准的有效开口率（成为标准的偏移曝光量）为  $\alpha_0$  的情况下，校正量用  $(-1/2) \cdot k_4 (\alpha_4 - \alpha_0)$  来求出。

此外，针对校正对象图形的与第 3 图形 300 相邻的左边，基于图形形状为线形形状、图形宽度为  $W_1$ 、相邻间距离为  $S_3$  的 LFC 表格进行校正。在该 LFC 表格值为  $k_5$ 、该有效的开口率（偏移曝光量）为  $\alpha_5$ 、成为标准的有效开口率（成为标准的偏移曝光量）为  $\alpha_0$  的情况下，校正量用  $(-1/2) \cdot k_5 (\alpha_5 - \alpha_0)$  来求出。

之后，进行 OPC，在校正 OPE 的同时，考虑作为相对使光掩模进行了一定尺寸变化时的变化量的抗蚀剂图形的尺寸变化量的比的 MEEF (Mask Error Enhancement Factor: 掩模误差增强系数) 的影响，实施局部眩光校正量的优化。

如上所述，根据本实施形式，由于将利用试验用光掩模转印的各评价用图形的各转印图形的宽度值，基于与眩光产生图形的开口率之间的关系分别计算出来，对计算出来的各转印图形的宽度值的分布进行线性近似，并计算出其倾斜度，从而能够更加正确的计算出局部眩光导致的尺寸变化量。由此，可以高精度的实施对局部眩光的图形尺寸校正。

#### (第二实施形式)

接着，对第二实施形式进行说明。在第一实施形式中，进行局部眩光校正 (LFC) 之后，进行光接近效果校正 (OPC) 来实施图形尺寸校正，但是在第二实施形式中，则是在进行了 OPC 之后，实施 LFC 处理。这里。在之后实施 LFC 处理的情况下，由于没有用 OPC 对校正值进行优化，所以无法应用第一实施形式所示的 LFC 表格。

因此，作为具体的方法，与第一实施形式相同，按每个图形形状（线、I 字、T 字），基于与眩光产生图形的开口率（偏移曝光量[%]）之间的关系分别对各评价用图形的各转印图形的宽度值描点成图，在求出单位开口率（单位偏移曝光量[%]）中转印图形的宽度值和评价用图形宽度值之间的变化量之后，将该变化量用各图形的 MEEF 进行了划分的值作为 LFC 表格值。

### （第三实施形式）

接着，对第三实施形式进行说明。在第三实施形式中，实施利用表格的规则库的图形尺寸校正法的情况下，同时实施 OPC 和 LFC 处理。在本实施形式中，同时准备了 OPC 表格和 LFC 表格。

具体而言，按每个图形形状，分别作成以图形宽度和相邻间距离为参数的 OPC 表格和 LFC 表格。这里，如第二实施形式所示，LFC 表格值，将单位开口率（单位偏移曝光量[%]）变化的转印图形宽度的变化值用该图形中的 MEEF 进行划分之后的值代入。

在光掩模图形尺寸的校正中，使用面积密度法，求出有效的开口率（偏移曝光量），利用所得到的有效的开口率 $\alpha$ 、相对于眩光产生图形的开口率的转印图形的宽度值的变化量的 LFC 表格值 $k$ 、成为标准的有效的开口率（成为标准的偏移曝光量） $\alpha_0$ 、OPC 表格值 $c$ ，对评价用图形的各边的每一个进行校正。这里，在将局部眩光导致的尺寸变化量进行直线近似的情况下，校正量用  $c + (-1/2) \cdot k_1 (\alpha - \alpha_0)$  来表示。

在 OPC 中，有时为了避免短路而限制前端校正量，或者在相邻图形间距离在某个恒定值或其以下的情况下改变前端形状（参照专利文献 2），但如本实施形式那样同时进行 LFC 和 OPC 的情况下，进行两个校正的结果是，在剩下的相邻图形间距离比“某个恒定值”小的情况下，限制前端校正量，或者进行前端形状的变化也可以。此时，“某个恒定值”若能够根据有效的开口率（偏移曝光量）变化的话是最理想的。原因是可以确保相对于短路的余量的最小间隔值会随着眩光量而产生变化。

在本实施形式中，虽然是进行直线近似来计算校正量，但是也可以用 2 次函数来进行拟合，并将其系数表格化。例如，用  $ax^2+bx+c$  来拟合的情况下，将  $a$  和  $b$  表格化，将其校正量作为  $(-1/2) \cdot \{a(\alpha - \alpha_0)^2 + b(\alpha - \alpha_0)\}$  来求出。而且，不限于用该 2 次式，还可以用 3 次式或其以上的函数来进行拟合，并将其系数表格化。此外，本发明的实施形式中，作为试验用光掩模，虽然是用将多个评价图形区域形成在 1 片光掩模上的例子来展示的，但是也可以将光掩模用多片来构成，并进行上述评价。

### （第四实施形式）

接着，对第四实施形式进行说明。在第四实施形式中，作为实施了图形

尺寸校正的实际图形，针对限定为半导体芯片的特定区域、这里是限定为形成在活性区域上的图形的情况进行举例说明。

通常，在半导体器件中，在活性区域（通过利用 LOCOS 法的场氧化膜、或者利用 STI（Shallow Trench Isolation）法的在元件分离区域上形成的沟内用绝缘材料填充构成的结构等的元件分离结构划定而成的元件形成区域）上，作为用照相平版印刷方法形成的图形，主要是形成栅电极和栅极配线的栅极图形。由于栅极图形在活性区域中是线图形，所以在本实施形式中，将在第一实施形式中说明的图形尺寸校正，限定在活性区域的栅极图形中，并用仅包括孤立图形以及 L/S 图形的 LFC 表格来实施。

本实施形式的图形尺寸校正装置，与第一实施形式相同，如图 2 所示那样，构成为具有包括试验用光掩模 11、第一算出装置 12 以及第二算出装置 13 的变化量评价装置 10、以及校正装置 14。此外，在本实施形式的图形尺寸校正中，与第一实施形式相同，如图 4 所示那样，进行步骤 S101~S108。

这里，本实施形式中使用的试验用光掩模 11 例如无需第一实施形式中说明的如图 6 所示的结构，仅是如图 3 所示的结构就行。即本实施形式的试验用光掩模 11 仅针对孤立图形以及 L/S 图形求出局部眩光量和评价用图形 21、22 的尺寸变化量之间的关系，仅需制成如图 7A 所示的 LFC 表格即可。

图 9 是用于说明利用本实施形式的 LFC 表格的光掩模图形的尺寸校正的简略图。

图中的实线部分是栅极图形 61、62、63，虚线部分是活性区域 64。在实际形成的半导体元件中，活性区域 64 是用元件分离结构划定的区域。这里，以校正栅极图形 62 的宽度尺寸的情况为例进行说明。本实施形式中，对栅极图形 62 的活性区域 64 上的部分进行利用例如图 7A 的 LFC 表格的校正，所以首先提取出活性区域 64 和栅极图形 62 间重叠的部分。图中用粗框表示的部分是提取出的重叠部分 62a。测定重叠部分 62a 的宽度值  $W_2$ 。

然后，对于重叠部分 62a 的左边，以该宽度值  $W_2$  和到作为最接近的图形的栅极图形 61 的距离 S11 为参数，基于定义相对于眩光量的尺寸变化量的、例如图 7A 的 LFC 表格来进行校正。在该 LFC 表格值为  $k_6$ 、有效的开口率为  $\alpha_6$ 、成为标准的有效开口率（成为标准的偏移曝光量）为  $\alpha_0$  的情况下，将局部眩光导致的尺寸变化量进行直线近似的情况下的校正量用  $(-1/2)$

• $k_6 (\alpha_6 - \alpha_0)$  来表示。

对于重叠部分 62a 的右边，以该宽度值  $W_2$  和到作为最接近的图形的栅极图形 63 的距离  $S_{12}$  为参数，基于定义相对于眩光量的尺寸变化量的、例如图 7A 的 LFC 表格来进行校正。在该 LFC 表格值为  $k_7$ 、有效的开口率为  $\alpha_7$ 、成为标准的有效开口率（成为标准的偏移曝光量）为  $\alpha_0$  的情况下、将局部眩光导致的尺寸变化量进行直线近似的情况下的校正量用  $(-1/2) \cdot k_7 (\alpha_7 - \alpha_0)$  来表示。

这样，可以相对于对晶体管性能具有特别大影响的活性区域 64 的栅极图形进行适当的局部眩光校正，可以大幅度的提高栅极图形的尺寸精度。

另一方面，存在于活性区域之外的图形、在图示的例子中的栅极图形 61~63 的非活性区域（在实际形成的半导体元件中例如元件分离结构上的部分）的部分，与活性区域 64 上的部分（例如重叠部分 62a）相比，所要求的尺寸精度的规格稍低。因此，在局部眩光量小的曝光装置中，也可以不对非活性区域的图形进行局部眩光校正。此外，局部眩光量大的曝光装置中，优选对非活性区域的图形进行校正量一定的局部眩光校正。

通常，对栅极图形整体实施宽度尺寸校正的情况下，存在校正困难的图形。例如，通过光接近效果校正（OPC）在栅极图形中的 I 字状的配合部分上附加所谓的锤头（hammer head）的情况。为了在该情况下实施最适当的校正，需要利用考虑到了锤头影响的 LFC 表格，但是这样就产生了数据获取时间变长、处理复杂化的问题。这样的情况下，本发明中，不考虑锤头的影响，只要如上所述针对与栅极图形的活性区域重叠的部分实施在第一实施形式中说明的局部眩光校正即可。这样，可以仅相对于对晶体管性能的影响特别大的尺寸精度的规格要求严格的部分，以极短的时间实施高精度的宽度尺寸校正，从栅极图形整体来看也能够以足够的精度形成该栅极图形。

如上所述，根据本实施形式，基于与眩光产生图形的开口率之间的关系分别计算出利用试验用光掩模转印的各评价用图形的各转印图形的宽度值，对计算出的各转印图形的宽度值的分布进行线性近似，计算出其倾斜度，由此可以更加正确的计算出局部眩光导致的尺寸变化量。这样，能够高精度的进行对局部眩光的图形尺寸校正。

且该情况下，由于仅对要求尺寸精度的活性区域上的图形，按每个图形

改变校正量，所以可以大幅度的缩短校正时间。此外，作为 LFC 表格，由于只要采用仅以例如图 7A 那样的线形图形作为对象的表格即可，所以实现了用非常简单的方式进行的高精度的宽度尺寸校正。

上述的各实施形式的图形尺寸校正装置以及构成图形尺寸校正装置的各装置、和图形尺寸校正方法的各步骤（图 4 的步骤 S101~步骤 S108）可以通过存储在计算机的 RAM 或 ROM 等中的计算机程序的工作来实现。本发明也包括该计算机程序和记录该计算机程序的计算机可读的存储介质。

具体而言，上述计算机程序，例如可以记录在 CD-ROM 这样的存储介质中，或者通过各种传输介质而提供给计算机。作为记录上述计算机程序的存储介质，除了 CD-ROM 之外，还可以使用软盘、硬盘、磁盘、光磁盘、非易失性存储卡等等。另一方面，作为上述计算机程序的传输介质，可以使用将程序信息作为搬运波来传输、进行供给用的计算机网络（LAN、国际互联网等等的 WAN、无线通信网络等等）系统中的通信介质（光纤等等的有线回路和无线回路等等）。

此外，通过实施计算机所供给的计算机程序，不仅可以实现上述实施形式的功能，本发明还包括在这样情况下所应用的程序，即，该计算机程序与计算机中操作的 OS（操作系统）或者其他的应用软件等共同实现上述的实施形式的功能的情况、和所供给的计算机程序的全部或者一部分通过计算机的功能扩张板和功能扩张单元来实施而实现上述的实施形式的功能的情况。

例如图 10 是一般的个人用户终端装置的内部结构图。该图 10 中，1200 是计算机 PC。PC1200 具备 CPU1201，实施记录在 ROM1202 或者硬盘（HD）1211 中的、或者由软盘驱动器（FD）1212 供给的设备控制软件，并整体控制与系统总线 1204 连接的各个设备。

## 工业上的可利用性

根据本发明、基于与眩光产生图形的开口率之间的关系分别计算出利用试验用光掩模而转印的各评价用图形的各转印图形的宽度值，对计算出的各转印图形的宽度值的分布进行线性近似，并计算出其倾斜度，由此可以更加正确的计算出局部眩光导致的尺寸变化量。这样，能够高精度的进行对局部眩光的图形尺寸校正。

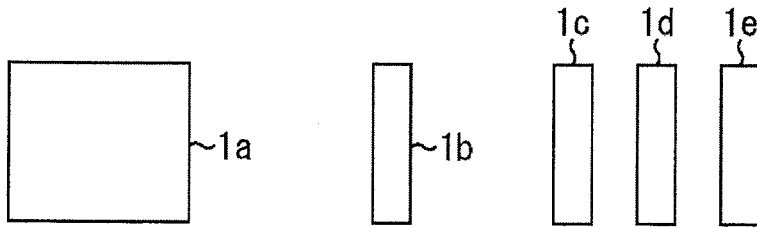


图 1A

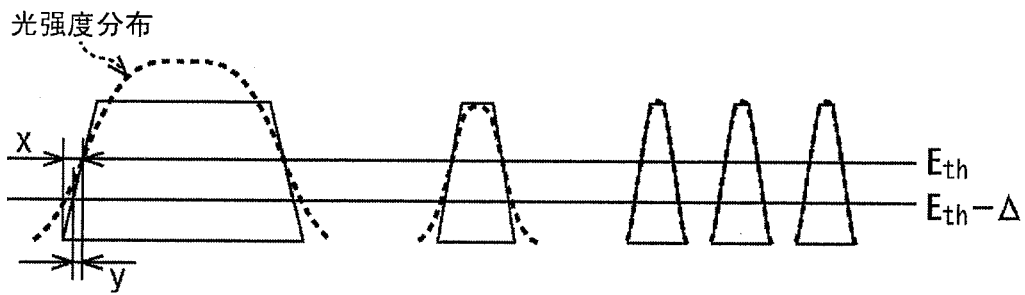


图 1B

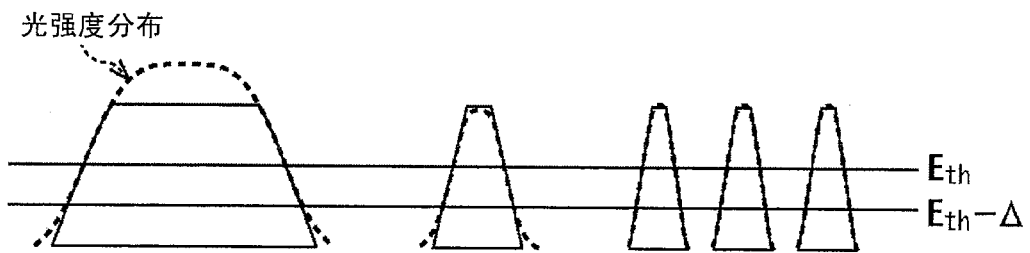


图 1C

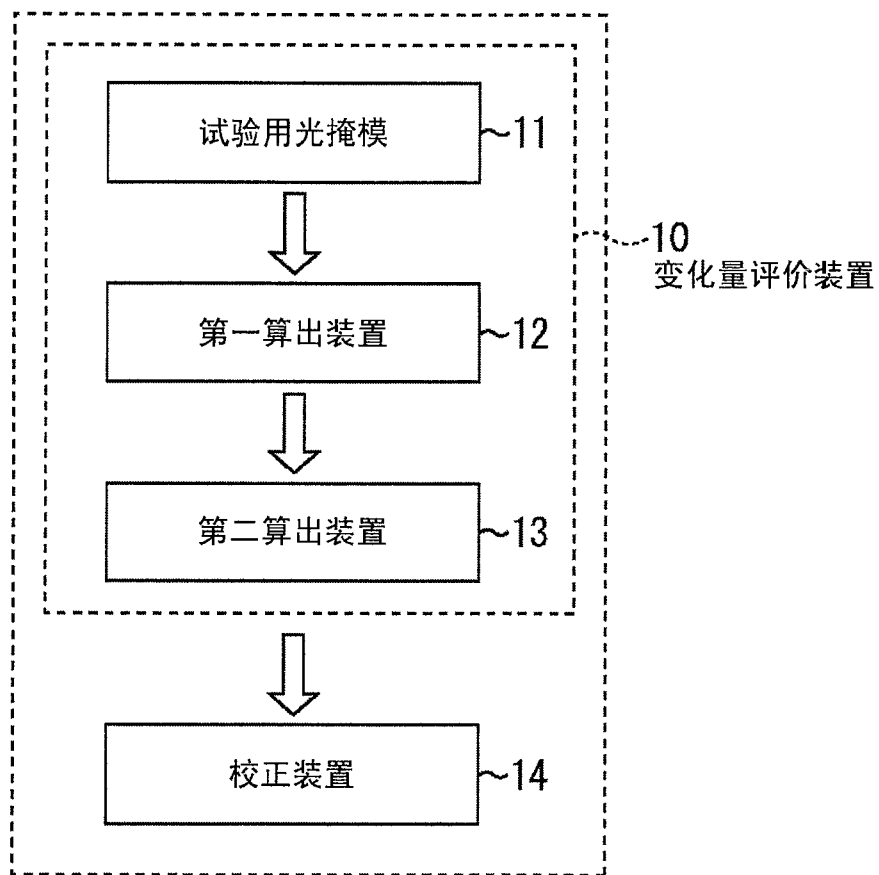


图 2

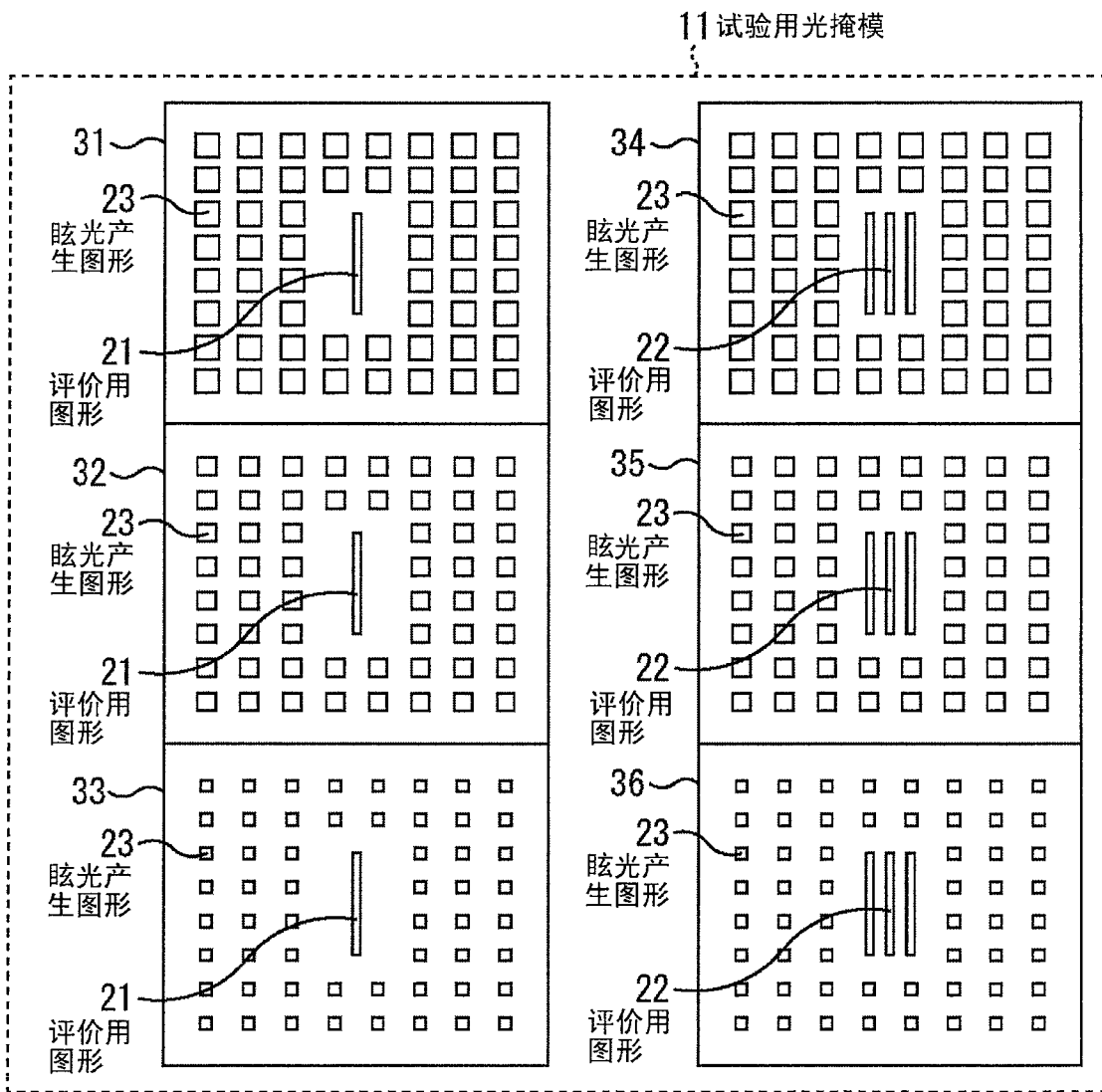


图 3



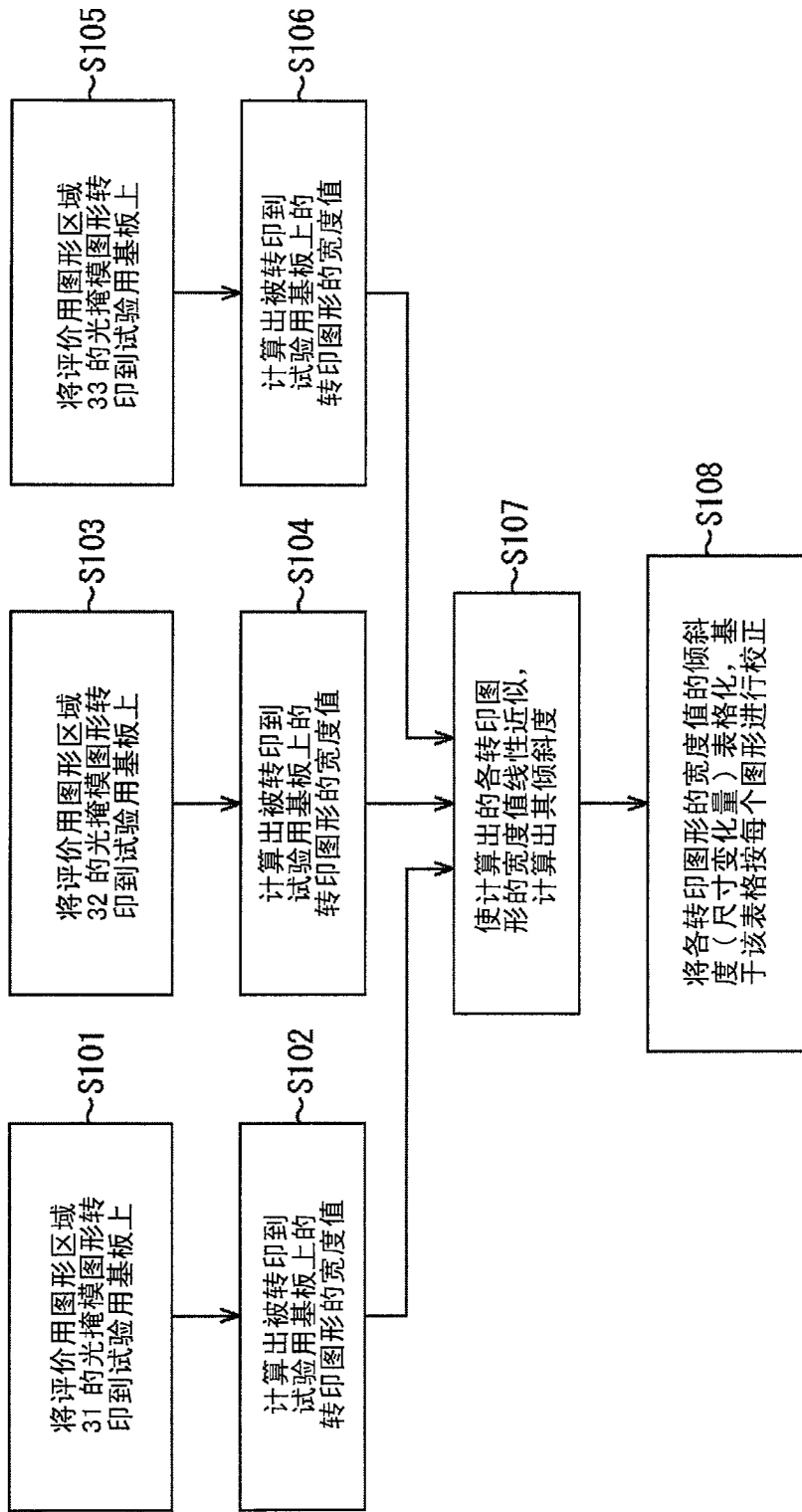


图 4

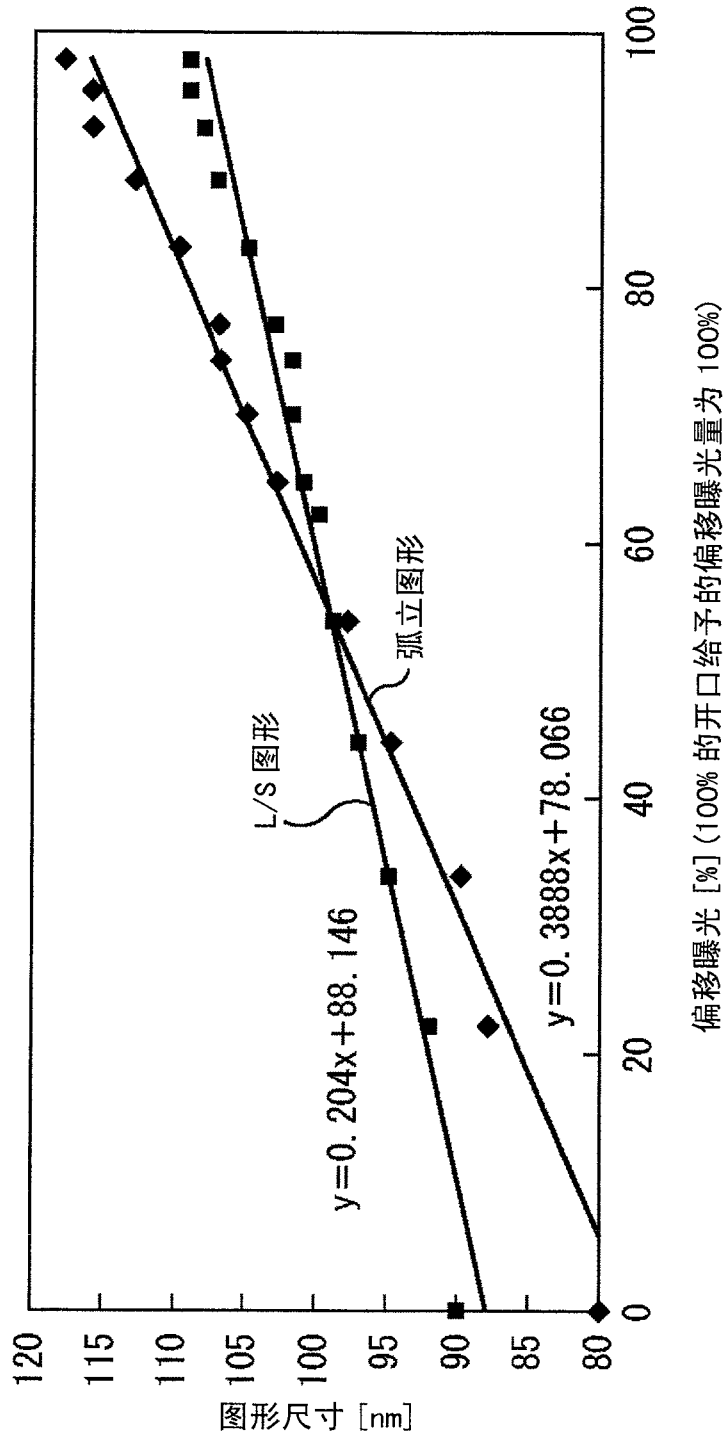


图 5

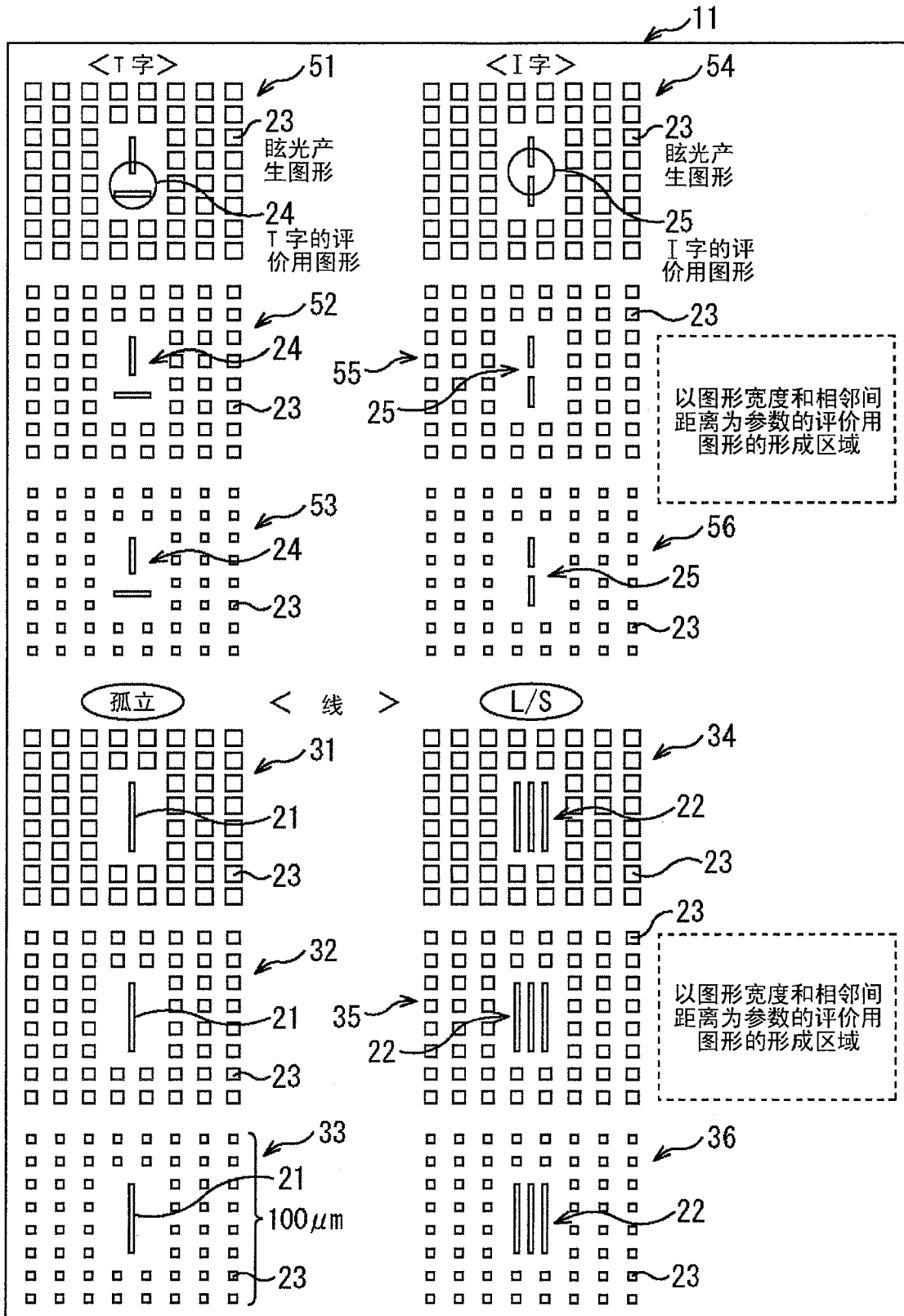


图 6

&lt;LFC表格:线形&gt;

Line \ Space	$0.13 \leq \text{Space} < 0.15$	$0.15 \leq \text{Space} < 0.18$	$0.18 \leq \text{Space}$
$0.10 \leq \text{Line} < 0.11$	0.20	0.24	0.28
$0.11 \leq \text{Line} < 0.12$	0.20	0.23	0.27
$0.12 \leq \text{Line}$	0.19	0.22	0.25

图 7A

&lt;LFC表格:I字&gt;

Line \ Space	$0.13 \leq \text{Space} < 0.15$	$0.15 \leq \text{Space} < 0.18$	$0.18 \leq \text{Space}$
$0.10 \leq \text{Line} < 0.11$	0.10	0.14	0.18
$0.11 \leq \text{Line} < 0.12$	0.10	0.13	0.17
$0.12 \leq \text{Line}$	0.09	0.11	0.15

图 7B

&lt;LFC表格:T字&gt;

Line \ Space	$0.13 \leq \text{Space} < 0.15$	$0.15 \leq \text{Space} < 0.18$	$0.18 \leq \text{Space}$
$0.10 \leq \text{Line} < 0.11$	0.13	0.17	0.21
$0.11 \leq \text{Line} < 0.12$	0.13	0.16	0.20
$0.12 \leq \text{Line}$	0.12	0.14	0.18

图 7C

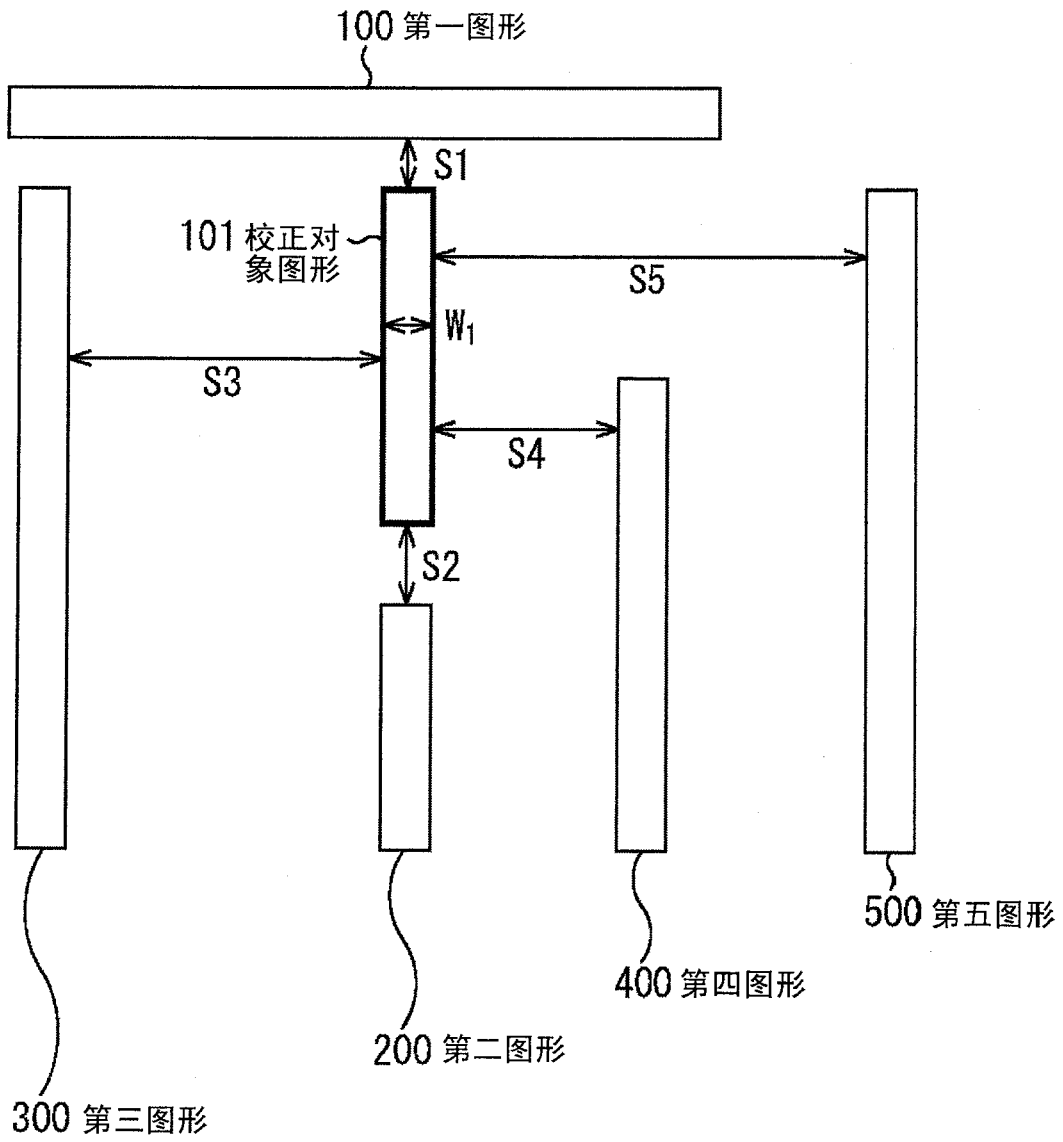


图 8

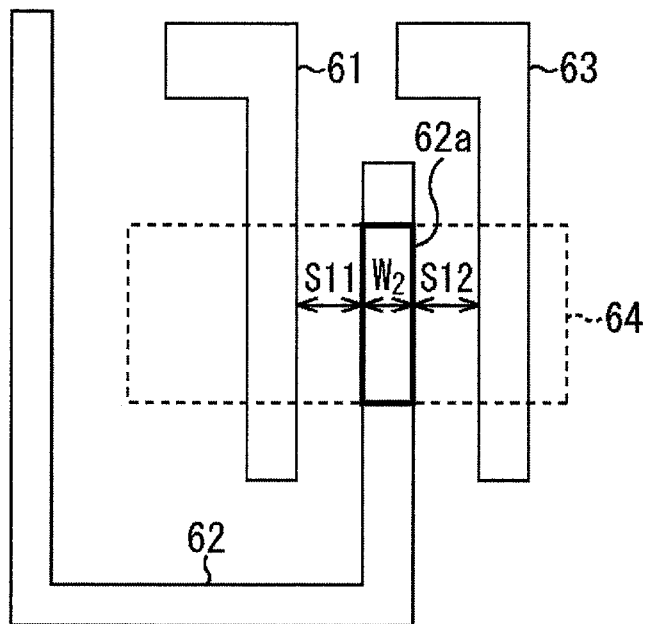


图 9

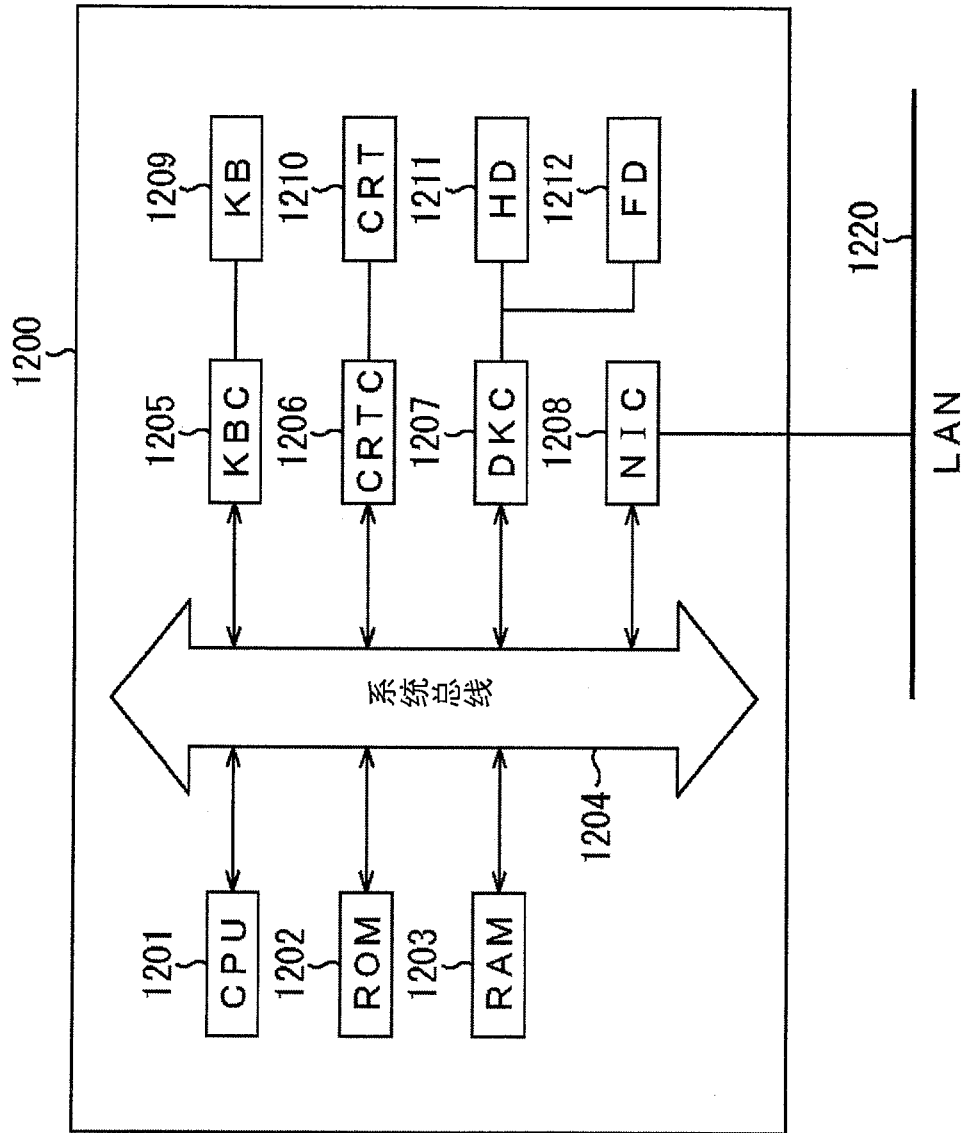


图 10

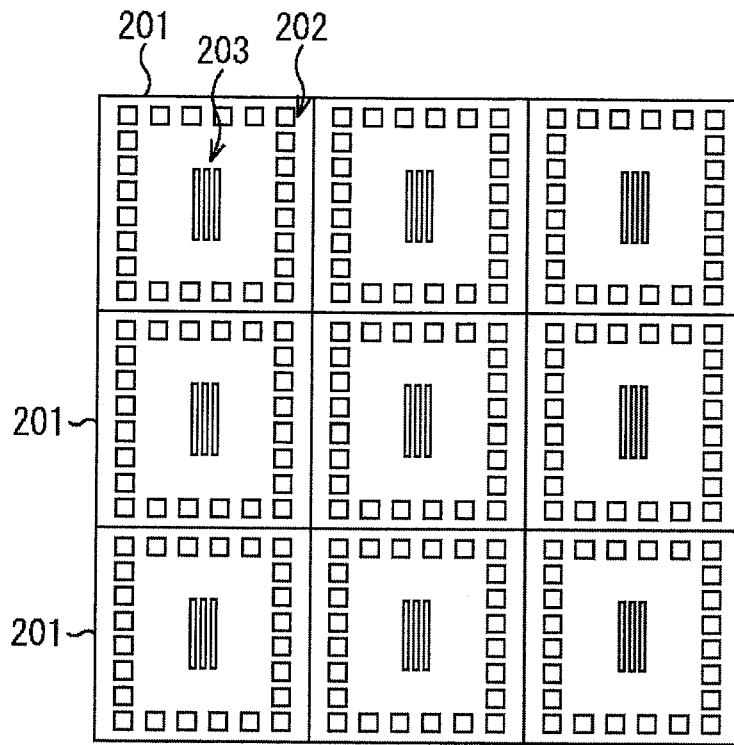


图 11A

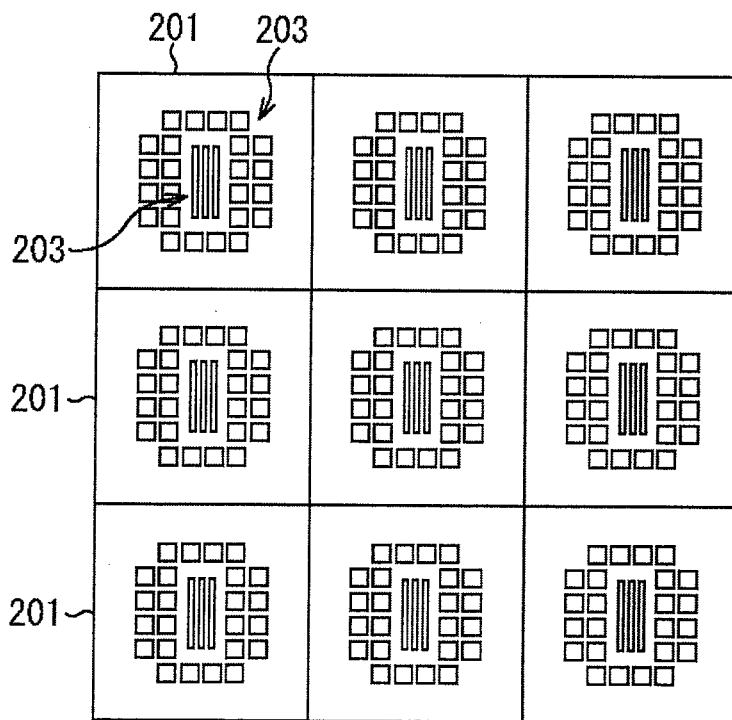


图 11B