



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1685492 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 26

(21) 申请号 03822826. 2

(22) 申请日 2003. 09. 12

(30) 优先权数据

10/261, 569 2002. 09. 30 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005. 03. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2003/028682 2003. 09. 12

(87) PCT申请的公布数据

W02004/031859 EN 2004. 04. 15

(73) 专利权人 先进微装置公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 K·A·潘 B·辛格 B·兰加拉坚

R·苏布拉马尼亚姆

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司

公司 11314

代理人 程伟

(51) Int. Cl.

H01L 21/66 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5351202 A, 1994. 09. 27, 全文.

CN 1369902 A, 2002. 09. 18, 全文.

W0 0180306 A2, 2001. 10. 25, 说明书第 2 页第 19 行 - 第 19 页第 7 行、附图 1-14.

说明书第 2 页第 19 行 - 第 19 页第 7 行、附图 1-14.

US 5438527 A, 1995. 08. 01, 全文.

US 6248602 B1, 2001. 06. 19, 说明书第 3 栏第 1 行 - 第 10 栏第 12 行、附图 1-5.

US 5481475 A, 1996. 01. 02, 全文.

审查员 刘雪莲

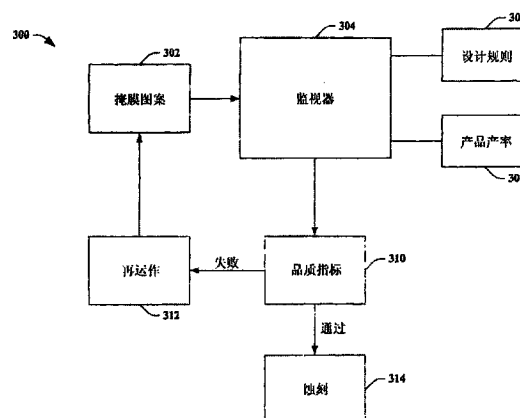
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54) 发明名称

根据产品设计及产率反馈系统的综合性集成光刻制程控制系统

(57) 摘要

本发明提供可促进制程执行的系统和方法。集合关键参数的值作为品质矩阵, 该品质矩阵根据参数对于一个或多个设计目标的重要性而加权各个参数。通过根据诸如产品设计、仿真、测试结果、产率数据、电气数据等信息的系数来加权各关键参数。本发明然后能够开发品质指标, 该品质指标为当前制程的综合“分数”。然后控制系统能够将品质指标与设计规格相比较, 以便判定是否可接受当前制程。若该制程为不可接受, 则可修正测试参数以用于进行中的制程, 该制程能够再运作和再实施完成的制程。如此, 根据产品设计和产率, 组件的各个层能对于不同的规格和品质指标而定制。



1. 一种制程控制系统 (100,300),包括:
一个控制器 (102),其受控制地执行制程;
一个制程工具 (104),其获得测量信息并由该控制器 (102) 所控制,其中,该测量信息包括测试参数;以及
一个监视器组件 (106、304),其综合地分析该测量信息,使用加权系数以适当地加权该测量信息,并决定该制程是否可接受,其中,该加权系数的数值对应于该制程的可接受性的测试参数的重要性,而综合的分析产生代表该制程的目标的接近性的品质指标 (310)。
2. 如权利要求 1 所述的系统,该监视器组件 (106,304) 进一步能够操作地执行下列步骤的至少一个:
产生品质矩阵作为该测量信息的函数;
决定该制程为不可接受,并使用该控制器 (102) 来修正该测试参数;以及
决定该制程为不可接受,修正这些测试参数,并使该控制器 (102) 再执行该制程。
3. 如权利要求 2 所述的系统,该品质矩阵包括多个关键参数和加权系数,这些关键参数直接和 / 或间接地与测量信息相关,且这些关键参数包括由包含关键尺寸、缺陷和布局尺寸所组成的组中的其中一个或多个。
4. 如权利要求 1 所述的系统,该制程为图案化制程 (302)、蚀刻制程 (314) 和金属化制程中的任一个。
5. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括:
至少一个数据库 (206,208,210),保持用于半导体组件制程的组件相关信息;以及
品质矩阵产生器 (202),获得关键参数和根据该关键参数的至少一部分而开发一个品质矩阵,并产生品质指标 (310),该品质指标 (310) 代表关键参数和期望的参数的关系。
6. 如权利要求 2 所述的系统,该品质矩阵包括至少一行,该至少一行的各个行与制程目标和产品产率 (108、308) 中至少一个相关联。
7. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括再运作组件 (312),当该品质指标 (310) 指示该制程的结果为不可接受时,操作上再运作该半导体组件。
8. 一种在半导体组件上执行制程的方法,包括:
根据该半导体组件的测量值而获得各关键参数;
产生品质矩阵,其中该品质矩阵的各个点包括这些关键参数的其中之一和一个加权系数,其中,该加权系数具有对应于该制程的可接受性的该关键参数的重要性的数值,并且是包含产品产率 and 设计模型的半导体装置信息的函数;以及
产生一品质指标 (310) 作为该品质矩阵的函数,该品质指标 (310) 指示制程的综合的可接受性,其中,该品质指标 (310) 代表该制程的目标的接近性。
9. 如权利要求 8 所述的方法,进一步包括执行下列步骤中至少之一:
在获得该关键参数之前,决定用于该制程的测试参数;
至少部分地根据该品质矩阵和该品质指标 (310) 修正用于该制程的测试参数;
在品质指标指示该制程为不可接受时,逆转在该半导体组件上该制程的效果;以及
在后制程检查期间获得测量值。
10. 一种促进制程的系统,包括:
用来获得半导体组件的制程的关键参数的装置;

用来产生品质矩阵的装置,其中该品质矩阵的各个点包括这些关键参数其中之一和一个加权系数;

用来决定该加权系数的装置,其中,该加权系数具有对应于该制程的可接受性的该关键参数的重要性的数值,并且是包含产品产率 and 设计模型的半导体装置信息的函数;以及

用来产生品质指标 (310) 作为品质矩阵的函数的装置,该品质指标 (310) 指示制程的综合的可接受性,其中,该品质指标 (310) 代表该制程的目标的接近性。

根据产品设计及产率反馈系统的综合性集成 光刻制程控制系统

技术领域

[0001] 本发明通常涉及半导体制造,特别是涉及使用产品设计及产率反馈的制程控制系统。

背景技术

[0002] 半导体工业不断趋向于增加装置密度、产量和产率。为了增加装置密度,已作了许多朝向缩小半导体组件的尺寸(例如,在亚微米层次)方面的努力,并将继续向这方面努力。为了达成这些密度目标,必须要有更小的特征尺寸和更精确的特征形状。这可包括各种特征的互连线的宽度和间距、接触孔的间距和直径、及诸如角和边的表面几何形状。为了增加产量,可以减少所需制程步骤的数目和/或减少这些制程步骤所需的时间。为了增加产率,可以改进各个制程的控制和/或品质,该产率是离开制程的完成产品相对于进入制程的产品数目的百分比。

[0003] 半导体制造是用来在晶圆表面上或表面内建造半导体组件的生产过程。经研磨,成坯的晶圆进入半导体制程,而在表面上覆盖制造了大量的半导体组件后方送出。半导体制造包括大量的控制和制造组件的步骤和/或制程——所使用的基本制程为形成层、掺杂、热处理和图案化。形成层是将薄层附加到晶圆表面上的操作。层例如可以是绝缘体、半导体和/或导体,并经由各种制程而生长和沉积。一些公知的沉积技术为化学气相沉积(CVD)、蒸镀和溅镀。掺杂是将特定数量的掺杂剂加到晶圆表面的制程。掺杂剂可造成各层的性质的改变(例如,将半导体改变成为导体)。可使用诸如热扩散和离子注入等多种技术进行掺杂。热处理为另一种基本的操作,其将晶圆加热和冷却以达到特定的结果。一般而言,在热处理操作中,虽然可从晶圆蒸发出污染物和蒸汽,但是并没有额外的材料加到晶圆中或从晶圆中移出。一种公知使用的热处理是退火,其修复一般由掺杂操作所引起的对晶圆/组件的晶格结构造成的损坏。在半导体制造中也使用其它的热处理,例如合金化和溶剂的调制(driving)。

[0004] 图案化是造成从表面层移除选择的部分的一系列步骤。在移除之后,在晶圆的表面上留下该层的图样。例如,移除的材料能够是在层上的孔的形式,或留下的岛状材料。图案转移制程也称之为光刻掩蔽(photomasking)、掩蔽(masking)、光刻法(photolithography)或微刻(microlithography)。实际的减除图案化(subtractive patterning,即从表面膜去除材料)是通过等离子蚀刻完成。图案化制程的目标是根据电路设计的需要,以所需的尺寸生成所希望的形状(例如,特征尺寸),并将它们定位在晶圆表面上适当的位置。图案化通常视为四个基本制程中最重要。

[0005] 一般而言,使用制程控制系统来进行一个或多个图案化或微刻制程。制程控制系统控制制程的各种参数,例如显影时间、光阻流等。此外,制程控制系统监视诸如蚀刻率、尺寸、特征尺寸及类似的特性,以便决定制造的组件是否可被接受。图案化或微刻制程需要被执行并产生历史容差(historical tolerance)范围内的结果,称之为控制极限(例如,

±10%)。然而,这些控制极限无法考虑到特定的设计要求或产品产率,并因此可能使不可接受的组件视为可接受,而可接受的组件视为不可接受。

发明内容

[0006] 下文为本发明的发明内容,以提供本发明的某些方面的基本了解。此发明内容并非意在限定本发明的重点/关键组件或界定本发明的范围。唯一的目的在于以简单的形式呈现本发明的某些概念,以作为之后所呈现的更为详细描述的前言。

[0007] 本发明主要涉及半导体制造,特别是涉及使用特定产品设计的集成制程控制系统。通过对特定的产品设计制定半导体制程,可提升组件制造的产量和产率。

[0008] 本发明根据诸如关键尺寸(CD)、覆盖和缺陷等制程控制参数而制定半导体制程。制程控制参数并非以序列的形式分别赋值,而是组合成品质矩阵。品质矩阵是根据参数输入以及来自产品设计、仿真、测试结果、产率数据、电气数据等的已知数据库。制程控制系统然后将并非惯用的设计规范与品质指标相比较。因此,可以根据产品设计和产率为各个层定制不同的规格和品质指标。

[0009] 本发明有关一种制程控制系统,包括:一个控制器,其可控制地执行制程;一个制程工具,其获得测量信息并由该控制器所控制,其中该测量信息包括测试参数;以及一个监视器组件,其综合地分析该测量信息,使用加权系数以适当地加权该测量信息,并决定该制程是否可接受,其中该加权系数的数值对应于该制程的可接受性的测试参数的重要性,而综合的分析产生代表该制程的目标的接近性的品质指标。

[0010] 为了达到上述和相关的目标,本发明包括在下文中说明,特别是在权利要求书中特别指出的特征。下列的说明和附图详细列出本发明某些的示例性方面和具体实施例。然而,这些仅列出了可采用本发明原理的各种方法中的一小部分的。由本发明的下列详细说明并结合相关附图,可以更加清楚地了解本发明的其它目的、优点和新颖特征。

[0011] 附图说明

[0012] 图1为显示根据本发明的一个方面的控制系统的方框图;

[0013] 图2为显示根据本发明的一个方面的促进半导体组件制造的系统的方框图;

[0014] 图3为显示根据本发明的一个方面的微刻控制系统的方框图;

[0015] 图4为显示根据本发明的一个方面的促进半导体组件制造的控制的的方法的流程图;

[0016] 图5为显示根据本发明的一个方面的能使用具有控制系统的典型信任(belief)网络的图式;

[0017] 图6为显示根据本发明的一个方面的施行半导体制程的方法的流程图;

[0018] 图7为显示根据本发明的一个方面的制造半导体组件的方法的流程图。

[0019] 具体实施方式

[0020] 现将参照附图来说明本发明,其中各图中使用相同的参考号码表示相同的组件。在下列的说明中,为了便于说明,而提出了许多详细的解说以提供对本发明的完全了解。然而应该理解的是,并不一定需要按照此详细说明的内容来实施本发明。在其它的实施例中,为了便说明本发明起见,以方框图的形式来显示公知的结构和组件。

[0021] 在本发明中所使用的术语“计算机组件”一词意指与计算机相关的实体,可以是硬

件、硬件和软件的结合、软件、执行中的软件等。举例而言，计算机组件可以是，但并不一定限于：在处理器中运行的进程、处理器、对象、可执行程序、执行的线程、程序和 / 或计算机。以说明的方式，在服务器上运行的应用程序和服务器可以是计算机组件。在进程和 / 或执行的线程中可具有一台或多台计算机组件，一个组件也可局限于一台计算机和 / 或分布在二台或多台计算机之间。

[0022] 本发明根据诸如关键尺寸 (CD)、覆盖和缺陷等的制程控制参数来制定微刻制程。称之为关键参数的制程控制参数集合为品质矩阵被赋值。品质矩阵是基于根据诸如（但不限于）产品设计、仿真、测试结果、产率数据、电气数据及此类信息而加权了系数的关键参数。本发明然后能开发一个品质指标，该指标为当前制程的综合“分数”。控制系统然后能够将品质指标与设计规格相比较，以便判定是否能够接受当前的制程。若该制程不可接受，则可为进行中制程修正测试参数，并对完整的制程再运作和再执行该制程。

[0023] 现在参照图 1，显示了根据本发明的一个方面的控制系统 100 的方框图。系统 100 包括控制器 102、制程工具 104 和监视器组件 106。系统 100 通过监视和检验制程（例如，当前制程）的关键参数（集合地而非个别地）而促进半导体组件的制造。若当前制程的执行可被接受，则系统 100 继续其它制程。或者，若系统 100 判定当前制程的执行尚不可接受，则再运作和再执行该制程。此外，若制程不能够适当地再执行，则可舍弃该半导体组件。

[0024] 控制器 102 操作上与制程工具 104 相连接，以可控制地执行制程。控制器 102 确定并控制许多用于制程的测试参数，例如流率、光阻成份、处理持续时间、温度及类似参数。该制程仅为需要用于特定半导体组件（例如，内存组件）的许多制程的其中一种。

[0025] 此外，控制器 102 操作上可再执行由监视器组件 104 所指示的制程。应该了解到有一些此类制程（例如，过度蚀刻的蚀刻制程，其实质上危害到组件不能简单地复原），对于该制程，可以舍弃该组件。然而，许多的制程可充分地适合再执行。举例而言，一种图案化制程，其通常包含沉积一层光阻层，选择性地曝露部分光阻和选择性地移除部分光阻，能够通过移去该光阻而再运作。然后，该图案化制程能够用可达成所希望结果的新的制程参数来再次重复执行。

[0026] 除了重复制程以外，控制器 102 也可在原位置修正制程。若有任何可改进制程的反馈数据的话，则可由指示所需调整制程参数的监视器组件来提供反馈数据。这些调整并非单一关键参数的函数，而是产品设计、组件产率及此类的一组关键参数的函数。

[0027] 如上所述，由控制器 102 来控制制程工具 104。该制程工具 104 是根据测试参数，实际地和可控制地执行制程（例如，通过分布电阻、图案化、旋转晶圆、蚀刻和类似制程）的系统组件。此外，制程工具 104 包括在制造期间（例如，在原位置）和 / 或在制造之后（例如，检查）收集制造信息的装置。该制造信息可包括诸如关键尺寸（例如，在 x 和 y 方向的宽度和间距 (2D 和 3D)）、温度、压力、覆盖、缺陷和类似的信息。间距测量值为实质上相等的最小结构之间的测量值。宽度测量值为单一最小结构的测量值。一般而言，使用诸如扫描电子显微镜 (SEM) 和光学显微镜等装置来获得测量值。对于扫描电子显微镜，最初使用探头来与测量的最小结构互相作用。然后产生包含信息的信号，并将此信号接着转换成测量值。此信号本质上为一电子发射的记录，作为由电子束打击表面上电子束的位置的函数。对于光学显微镜，使用诸如衍射图案的信号来获得测量值。

[0028] 监视器组件 106 从制程工具 104 获得制造信息，并能够提供控制信息至控制器

102。由监视器组件 106 所产生的控制信息可包括引起控制器 102 再执行特定制程和 / 或修正当前制程的各指令。

[0029] 此外,监视器组件 106 根据制造信息产生品质矩阵。品质矩阵包括多个参数(例如,关键尺寸、宽度、间距、覆盖、缺陷和类似的参数)和与各参数相关的加权。根据产品产率和制造设计模型来决定与各参数相关的加权,以便适当地加权各参数的效果。然后品质指标作为品质矩阵的函数被计算,该品质指标为在品质矩阵中多个参数的所需的函数。品质指标能表示成从 0 至 100 的百分比,其中 0 指示制程为实质地错误,而 100 指示制程为实质地正确,而其它值指示遵循设计参数和 / 或目标的各种程度。其它适当的度量也可用作品质指标。对于半导体组件和 / 或制程,可决定其可接受的容差水平。举例来说,15% 的容差允许或视为可接受 85% 或更佳的品质指标值。可接受的容差水平一般能根据组件和 / 或制程来改变。应该注意的是,容差水平、品质指标和品质矩阵是根据多个参数的合成结果,而不是只有一个参数。

[0030] 设计的测试参数能由少于期望的或甚至超出了可接受容差水平的制造结果而获得,那是有可能的。用来决定测试参数的仿真、模型化、神经网络、贝叶斯 (Bayesian) 网络、贝叶斯信度网和其它机制能产生与真实世界情况下所期望不同的结果。贝叶斯信度网将在后面进一步详细说明。因此,能在原位施行调整和 / 或更正测试参数,以补偿这些差异。如前文所述,监视器组件操作上可提供信息和 / 或指令至控制器 102,以修正当前的制程。该信息对于欲将多个参数推向接近所希望值的制程的测试参数产生修正。因此,可修正制程使其变成可接受(例如,品质指标超出了可接受的范围)和 / 或接近设计规格。

[0031] 在制程完成以后,可通过制程工具 104 而获得后制程检查测量值,并将这些测量值作为多个参数提供给监视器组件 106。该后制程检查测量值能够较原位置测量值更广泛(例如,通过在多个方向测量)。对于这些检查,使用品质指标以决定制程结果是否为可接受。若品质指标为不可接受(例如,在可接受的容差值内),则可能的话可再执行该制程。若不能再执行该制程,则可舍弃该半导体组件或确认为不可操作。在可操作状况,半导体组件然后能继续进行至组件的另一制造阶段。此外,能够储存品质指标、品质矩阵和与制程相关的其它的信息,和 / 或使用他们来进一步发展后来的测试参数、品质矩阵和用于后续制程的品质指标。

[0032] 已说明系统 100 在原位置操作和后制程操作。然而,应该了解可执行和 / 或使用系统 100 以便操作于原位置、后制程或二者。

[0033] 现在参照图 2,揭示可根据本发明一个方面的促进半导体组件制造的系统 200。系统 200 包括品质矩阵产生器 202、再运作组件 204、产品产率数据库 206、组件制程数据库 208 和组件图像数据库 210。系统 200 接受多个关键参数作为后制程检查的结果,并至少部分地决定完成的制程是否为可接受。此决定是根据合成的和 / 或组合的多个关键参数,而不是连续地考虑各个参数。一般而言,系统 200 决定关于是否再运作完成的制程,或将半导体组件的制造推进到后一阶段。系统 200 能够实现为诸如上述讨论的图 1 的控制系统 100 等控制系统的一部分。

[0034] 品质矩阵产生器 202 接收用于半导体组件的后制程检查的多个关键参数,并决定制程将如何继续进行。这些关键参数包括关键测量值,例如,x 方向测量值、y 方向测量值、宽度(例如,2D 和 3D)、间距(例如,2D 和 3D)、温度、压力、覆盖、缺陷和类似的测量值。

[0035] 品质矩阵产生器 202 建立一矩阵,称之为品质矩阵,其中矩阵的各项目或各点表示单一的具有加权系数的关键参数。此表示式能以下列数学式子表示:

$$[0036] \quad \text{参数} = w \times a \quad (1)$$

[0037] 其中 a 是对于参数的期望值, w 是系数。此外,常数值也能关联于各参数。品质矩阵的各行一般包括多个关键参数和他们的相关的加权。能够具有一行或多行,其中各个行对应于特定的设计 / 制造目标,譬如组件产率。应了解到品质矩阵能够仅有一行,而仍然符合本发明。此外,可根据设计目标通过行而对各个参数加权。

[0038] 在这种情况下,品质矩阵可产生并表现为:

$$[0039] \quad \begin{bmatrix} w_{11}a_{11} & w_{12}a_{12} & \dots & w_{1m}a_{1m} \\ w_{21}a_{21} & w_{22}a_{22} & \dots & w_{2m}a_{2m} \\ \vdots & & & \\ w_{n1}a_{n1} & w_{n2}a_{n2} & \dots & w_{nm}a_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0040] 然后,品质矩阵产生器通过分析设计性能目标、设计规则、产品产率和类似方面而计算各系数。如此施行以后,可以适当方式计算用于品质矩阵的指标值。一种适当的方式是根据此处所描述的方程式 (3 至 4),累加各矩阵项为一最后值,称之为品质指标:

$$[0041] \quad w_{11}a_{11} + w_{12}a_{12} + \dots + w_{1m}a_{1m}$$

$$[0042] \quad w_{21}a_{21} + w_{22}a_{22} + \dots + w_{2m}a_{2m} \quad (3)$$

[0043]

⋮

$$[0044] \quad w_{n1}a_{n1} + w_{n2}a_{n2} + \dots + w_{nm}a_{nm}$$

$$[0045] \quad \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m w_{ij} \times a_{ij} \quad (4)$$

[0046] 然后能加权品质指标,使该品质指标以百分比方式表现接近于设计 / 产品目标的程度。

[0047] 品质矩阵产生器 202 与产品产率数据库 206、组件制程数据库 208 和组件图像数据库 210 互相作用,以便决定系数和可接受的品质指标值。产品产率数据库 206 包括与当前半导体组件产品的产率目标和制造阶段相关的信息。此信息对于决定系数和关键参数与相关的产率之间的关系特别有用。组件制程数据库 208 包括关于各个制程的信息,包括当前组件先前完成的制程。此信息有助于决定系数值。此外,此信息能够将期望的关键参数与实际的、测量的关键参数相关联,并能够用来建议后续的制程中的修改。组件图像数据库 210 包括组件设计和布局的二维和三维图像。可以使用此信息来确认当前制程后半导体组件的图像与该制造阶段所期望的图像之间的差别。应该理解的是,额外的数据库和 / 或信息也可被品质矩阵产生器 202 使用。

[0048] 根据计算的品质指标,品质矩阵产生器 202 可发信号而施行下一个制程,或可向再运作组件 204 指示当前制程将再运作或再执行。再运作组件 204 使得半导体组件恢复到当前制程之前的制程阶段。一般而言,这可通过逆转制程而完成(例如,通过移除图案化的光阻)。

[0049] 此外,再运作组件 204 计算修正或调整,以测试使用于完成的制程的各参数。这些修正使得下一个制程能获得可接受的品质指标,和 / 或可接受的半导体组件。再运作组件

204 能与产品产率数据库 206、组件制程数据库 208 和组件图像数据库 210 相互作用,虽然为了简化的目的,在图 2 中并未示出。

[0050] 应了解到,本发明的一个替代的方面包括图 2 中的系统 200 的变化,在该系统中允许在制程中操作和修正测试参数。

[0051] 图 3 为描绘根据本发明一个方面的微刻控制系统 300 的方框图。系统 300 与图 1 中的系统 100 以相似的方式操作。然而,系统 300 特别为微刻制程制定。系统 300 操作上使用诸如设计规则和产品产率等的组件信息以控制微刻制程。系统 300 包括掩膜图案组件 302、监视器组件 304、设计规则组件 306、产品产率组件 308、品质指标组件 310、掩膜再运作组件 312 和蚀刻组件 314。

[0052] 掩膜图案组件 302 根据许多决定的测试参数而在半导体组件上执行图案化制程。使用一种掩膜光栅 (mask reticle) 作为制程的一部分,该掩膜光栅包括根据测试参数覆盖在玻璃板上的一系列图案。该掩膜包括不透明和透明区域,分别防止或允许光通过。掩膜能对准在晶圆上现有的图案和 / 或组件,以选择性地曝露光阻和通常经由设计制程而获得。掩膜能以感光乳剂、镉、氧化铁、硅或其它适当的不透明材料形成于玻璃板上。曝光之后,显影光阻的选择部分,然后将其去除。

[0053] 由掩膜图案组件 302 执行图案化制程之后,监视器组件 304 分析半导体组件。监视器组件经由后检查制程获得多个关键参数。关键参数包括诸如关键尺寸、覆盖、缺陷和类似参数等。然后测试参数组成品质矩阵,其中各点包括对于参数和系数的期望值,或与该参数相关的权重。为了简洁的目的,此处省略产生该矩阵的详细说明,该矩阵的详细讨论参见前述关于图 1 与图 2 的说明。简单地说,可通过参考设计规则组件 306 和产品产率组件 308 而决定系数。一旦产生了品质矩阵后,可接受指标值的范围即被确定,该范围包括其中执行的掩膜 / 图案制程符合或超越了可接受的值的范围。然而,不像传统的控制系统,这些值的范围根据多个关键参数、设计目标、和 / 或半导体组件而定。举例而言,一些组件允许更多的缺陷容差,而其它的组件则允许较大的关键尺寸容差。通过总结这些差值,可获得可接受值的更适当范围。

[0054] 接着,产生了用于半导体组件的品质指标 310。该品质指标 310 通常表现为百分比形式的值。监视器组件 304 能使用从产品设计仿真、测试结果、产率资料、电气资料和类似资料来的具有已知数据库的期望的参数值。所希望的蚀刻制程的仿真然后能与二维和三维设计和 / 或布局图像相比较,以决定是否当前参数值通过促进品质指标 310 的生成而产生可接受的结果。

[0055] 若由监视器组件 304 所计算的品质指标 310 是在可接受的范围内,则蚀刻组件 314 继续执行半导体组件的蚀刻制程。由于图案化制程、后检查、品质矩阵、前面所使用的品质指标,各制程实质上可在所期望容差范围内产生蚀刻结果。

[0056] 若品质指标 310 未能落于可接受的范围内,则再运作组件 312 复原该完成的制程,并使得掩膜图案组件 302 再执行掩膜图案制程。再运作组件 312 通过移除剩余的光阻和选择性地执行清洗处理,而复原该掩蔽操作。当如此操作时,半导体组件实质上处于与由掩膜图案组件 302 所执行的原先图案化操作之前相同的制程状态。因为图案化是非破坏性的制程,因此可重复该制程许多次,直到获得了可接受的品质指标 310 为止。

[0057] 虽然系统 300 在此使用微刻控制系统作了说明,但是应该了解到本发明的替代方

面可操作和提供其它类型制程的控制。具体来说,根据本发明能检查和再执行非破坏性的制程(例如,图案化制程)。

[0058] 本发明的制程控制系统能使用于任何适当的制程,例如但不限于,金属化、图案化、蚀刻、掺杂、沉积、溅镀、研磨和类似的制程。此外,能使用本发明的制程控制系统来制造半导体组件,这些半导体组件能用于各种各样的计算机和电子组件中,譬如计算机、器械、工业设备、手持式装置、无线电通信设备、医疗设备、研发设备、运输车辆、雷达/卫星装置以及类似装置中。手持式装置,尤其是手持式电子装置,由于重量的减轻和/或计算能力的提高(例如,增加处理能力和内存储存容量),从而提高了可携带性。手持式装置的例子包括蜂窝式电话和其它双向通讯装置、个人数字助理、掌上操控装置、传呼机、笔记本电脑、远程控制设备、记录器(视频和音频)、无线电设备、小型电视机和网络浏览器、摄影机以及类似装置。

[0059] 图4显示能用来模型化半导体组件制程的典型信度网400。此处所使用的“信度网”一词,意在包含在不确定状况下合理处理的大范围或相关技术。数量(主要使用贝叶斯概率方法)和品质技术二者皆被使用。影响图为信度网的扩展;当进行决策时使用它们。在以内在不确定性为特征的领域中,使用信度网来开发基于知识的应用。如图4中所示,问题域被模型化为一组与弧420互连的节点410,以形成一个有向无环图。各节点表示一随机变量,或可能取二个或更多个可能值的不确定量。弧420意味着链接的变量之间存在的直接影响,而各影响的强度是通过前向条件概率来量化,该前向量条件概率是代表该影响的强度的可量化的值并且被指派给该影响。

[0060] 在信度网内,根据观察的真实事件来计算各节点的信任度(节点的条件概率)。已开发出用来评估节点信度的各种方法,和用来执行概率推断。各种方案实质上是相同的——他们提供了在信度网中传播不确定性的机制,并提供了结合观察的真实事件以决策节点的信度的体系。作为信度网的扩展的影响图,为构造判定目标提供便利,并用来确定当决定判定时给定信息将具有的值(影响值)。在影响图中,有三种类型的节点:机会节点(chance node),其对应于贝叶斯信度网中各节点;实用节点(utility node),表示决策的效用;和决策节点,表现了能用来影响世界状态的决策。影响图在真实世界应用中是很有用的,这些应用就时间和金钱来说,在获取信息方面经常要付出代价。

[0061] 期望值最大化(expectation maximization, EM)算法是在信度网中学习的公知方法。在其标准形式中,其并不计算参数的全部后验概率分布,而是把重点放在最大的后验参数值。期望值最大化(EM)算法采用反复逼近来推断学习。在第一步骤中,称之为E步骤,EM算法在信度网中对于数据组中的每个数据执行推断。这允许来自数据的信息被使用,并从得到的后验概率计算各种所需的统计值S。然后在M步骤,在这些统计值固定的情况下,参数被选择用来最大化对数后验值 $\log P(T|D, S)$ 。此结果为具有统计值S的一组新参数,而那些所得到的统计值S不再正确。因此必须重复E步骤,然后M步骤等等。在各阶段EM算法保证后验概率必须增加。因此,其最终收敛至对数后验值的一局部最大值。

[0062] 考虑到上述的前述结构和功能性特征,根据本发明的各种方面的方法参照图5至图7将能更好地被理解。为了简化说明的目的,虽然图5至图7的方法被描述为顺序地执行,但是应该了解到,本发明并不限于所示的次序,而是根据本发明的一些方面能够与此处所描绘和说明的其它方面有不同的次序和/或同时发生。再者,根据本发明的一个方面,并

非所有示出的特征在施行一个方法时都是必需的。

[0063] 图 5 显示促进半导体制程的控制的方法 500 的流程图。方法 500 通过综合地而非个别地考虑多个关键参数而增加产量 / 产率。因此,可经由在原位各种测试参数的测量值的反馈而修正制程。

[0064] 方法 500 开始于 502,在此决定制程的测试参数。测试参数为用来执行诸如流率、光阻成份、制程经历时间、温度和类似方面的制程的各参数。制程仅是用于特定半导体组件(例如,内存组件)的许多制程的其中一种典型制程。一般说来,测试参数是根据产品设计(例如,布局信息)和之前的测试 / 制程结果,并包含了控制诸如分布电阻、图案化、旋转晶圆、蚀刻等制程的参数。

[0065] 继续步骤 504,起始或继续制程并获得测量信息。一般而言,测量组件被用来获取制造中的信息(例如,在原位)。此制造信息可包括诸如关键尺寸(例如,在 x 和 y 方向的宽度和间距(2D 和 3D))、温度、压力、覆盖、缺陷等的信息。间距测量值为实质相等的最小结构之间的测量值。宽度测量值为单一最小结构的测量值。一般而言,如上所述,使用诸如扫描电子显微镜(SEM)和光学显微镜等装置来获得测量值。

[0066] 方法 500 然后继续到步骤 506,在此利用测量信息来获得多个关键参数。这些关键参数直接或间接与测量信息相关,并包括关键尺寸、宽度、间距、覆盖、缺陷和类似的信息。接着,在步骤 508 产生品质矩阵,其中矩阵的各点或各项目包括多个关键参数的其中一个和相关联的权重或系数。这些权重为产品产率和设计模型的函数。应了解到在开始制程之前,能够建立用于品质矩阵的系数。继续进入步骤 510,产生品质指标。品质指标为矩阵的项目的函数,并提供指示制程的性能的百分比值。在步骤 512 产生一定范围的可接受指标值。可接受值至少部分地基于设计目标和产率,并为当前半导体组件制定。

[0067] 当品质指标为可接受时,方法 500 继续当前制程直到完成为止。否则,在步骤 514 将修正和 / 或调整测试参数。这些修正意在获得可接受的产品品质指标。然后,在步骤 514 调整测试参数后,方法 500 继续在步骤 506 继续着制程。

[0068] 现在参照图 6,描绘根据本发明的一个方面的促进半导体制程执行的方法 600 的方框图。方法 600 在完成制程后分析半导体组件。在组件被视为不可接受时,能再运作该组件使其变成可接受。

[0069] 根据方法 600 可控制许多制程的至少一部分。尤其适合那些实际上能够再实施的制程。举例而言,通常包含了沉积一层光阻层和选择性地曝光部分光阻和选择性地移除部分光阻的图案化制程,能够通过移除光阻而被再运作。然后,能够用可达成所需结果的新的制程参数来再重复图案化制程。

[0070] 在制程完成以后,在步骤 602 获得后制程检查测量值。后制程检查测量值可以较原位置测量值更广泛(例如通过在多个方向测量)。前文中已说明了这些测量的详细讨论,因此为了简洁之故而在此省略其说明。在步骤 604 将后制程测量值直接或间接地转换成关键参数。前文中已经说明了关键参数。从这些关键参数,在步骤 606 至少部分地建构了品质矩阵,其中矩阵的项目包括伴有加权系数的关键参数。然后在步骤 608,决定与关键参数相关的各系数的值,从而完成品质矩阵。被决定作为半导体组件信息的函数的这些值包括但不限于:组件设计、布局、布局分析、产率等。

[0071] 继续进行步骤 610,方法 600 计算从品质矩阵来的品质指标。品质指标能够是矩阵

的项目的总和,并将其换算成以百分比的形式表示。然后在步骤 612 计算指标值的可接受的范围。可接受的范围实质上是全体测试参数的函数。最后,在步骤 614 再运作半导体组件和再执行制程。一般而言,若品质指标不可接受(例如,在可接受的容差值内),若可能的话则可再执行制程。若不能再执行制程,则必须舍弃半导体组件或确认其为不可操作。在可接受的情况下,半导体组件然后能够继续另一阶段的组件制造。此外,能储存和/或使用品质指标、品质矩阵及与制程相关的其它信息,以进一步开发用于后续制程的后来的测试参数、品质矩阵和品质指标。

[0072] 图 7 显示根据本发明的一个方面的制造半导体组件的方法 700 的流程图。一般而言,方法 700 执行图案化制程,在执行该制程后分析组件,如果需要的话再执行该制程。通过如此的作法,有时能避免对半导体组件的有害和不适当的制造。

[0073] 方法 700 开始于步骤 702,根据许多的测试参数而执行图案化制程。在完成制程后,在步骤 704 执行后制程检查,并获得称之为关键参数的关键测量值。接着,在步骤 706 产生品质矩阵,其中矩阵的项目包括关键参数和加权系数。在步骤 708 指定用于矩阵的各值,并指示关键参数对于彼此的相关重要性,及它们在一个或多个制程目标(例如,产率、尺寸…)中的效果。然后在步骤 710 计算从品质矩阵来的品质指标。品质指标一般为百分比。

[0074] 在品质指标指示所得结果为不可接受的情况下(例如,在确定的可接受的指标范围之外),在步骤 712 再运作该组件,并去除光阻。然后在步骤 714 计算对测试参数的调整,以使以后的图案化制程能够更靠近预期的/所希望的值而执行。接着,方法 700 继续在步骤 702 根据对测试参数最近的调整而再执行图案化制程。

[0075] 以上所说明的是关于本发明的一个或多个方面。当然不可能描述用于描述本发明的目的的要件或方法的每个可以想到的组合,但是本领域技术人员应当了解本发明可做很多更进一步的组合及替换。因此,本发明意在涵盖所有落入所附权利要求的精神及范畴内的所有此类替代、修正及变换。此外,虽然本发明特定的特征仅由多个实施例中的一个相关的实施例加以揭示,但是此特征能够与其它实施例的一个或多个其它特征相结合,且对于任何给定的和特定的应用是需要的和有价值的。再者,术语“包含(including)”使用于本说明书或权利要求书的范围内,此术语是意在以类似于术语“包括(comprising)”的方式包含于内。

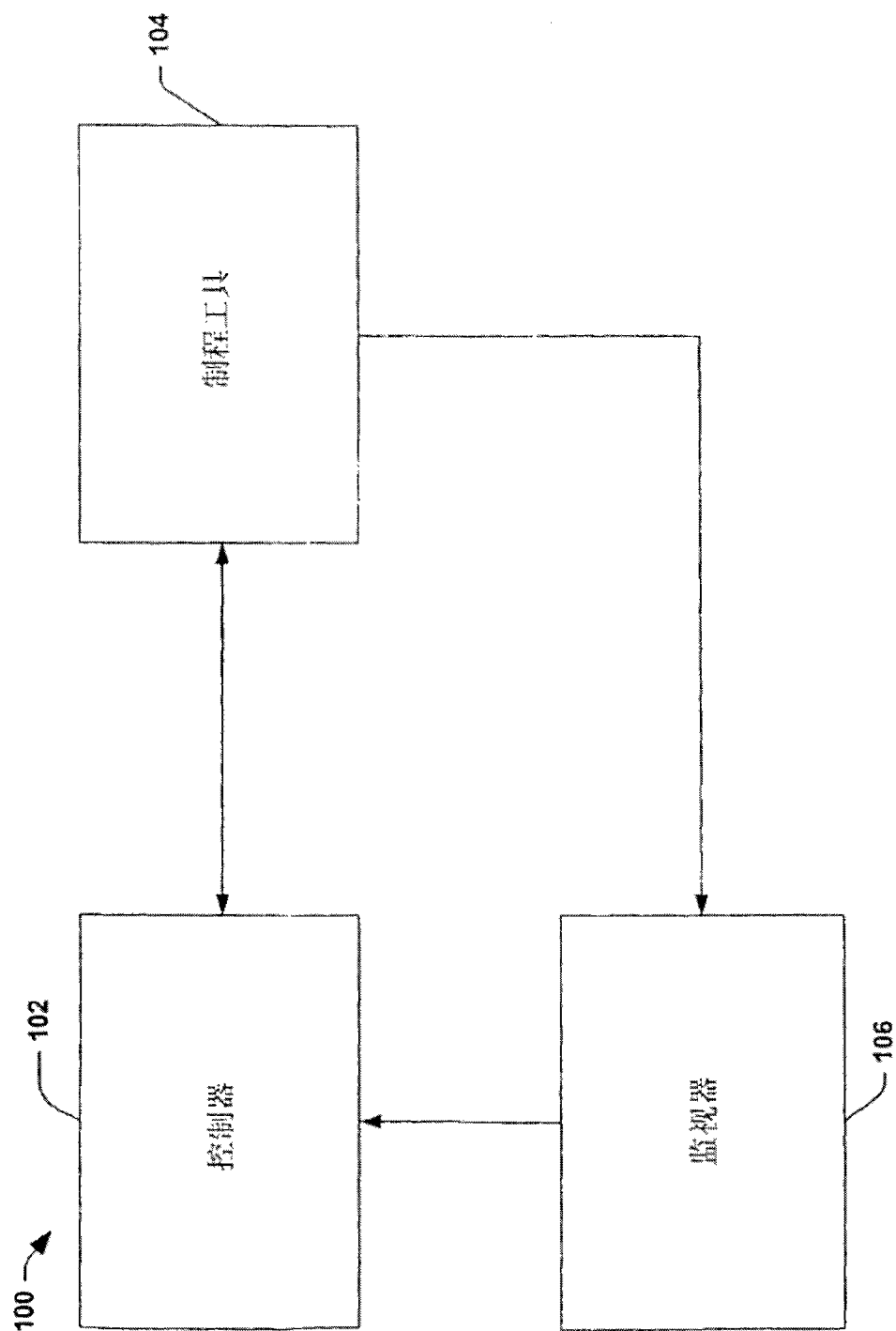
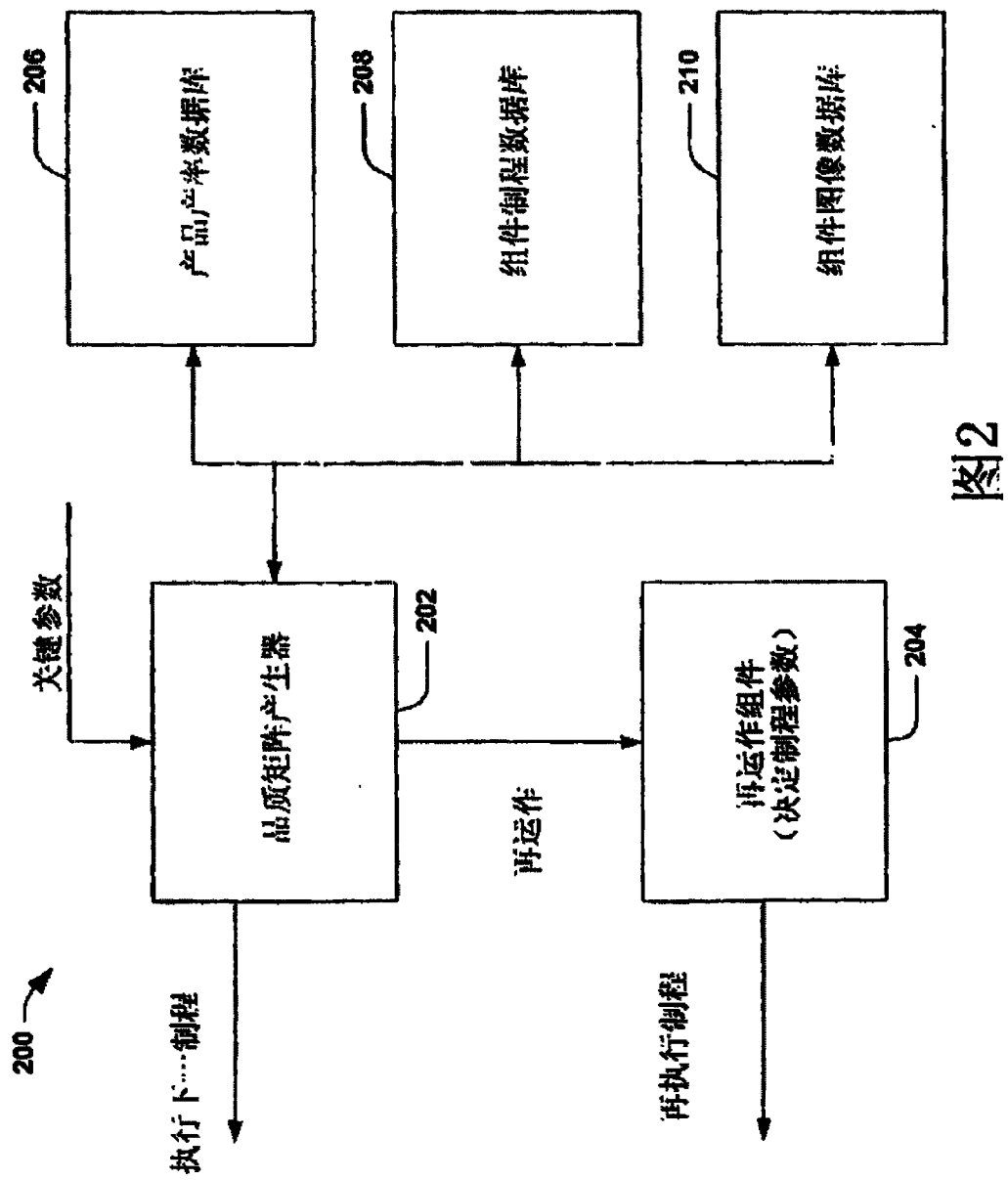
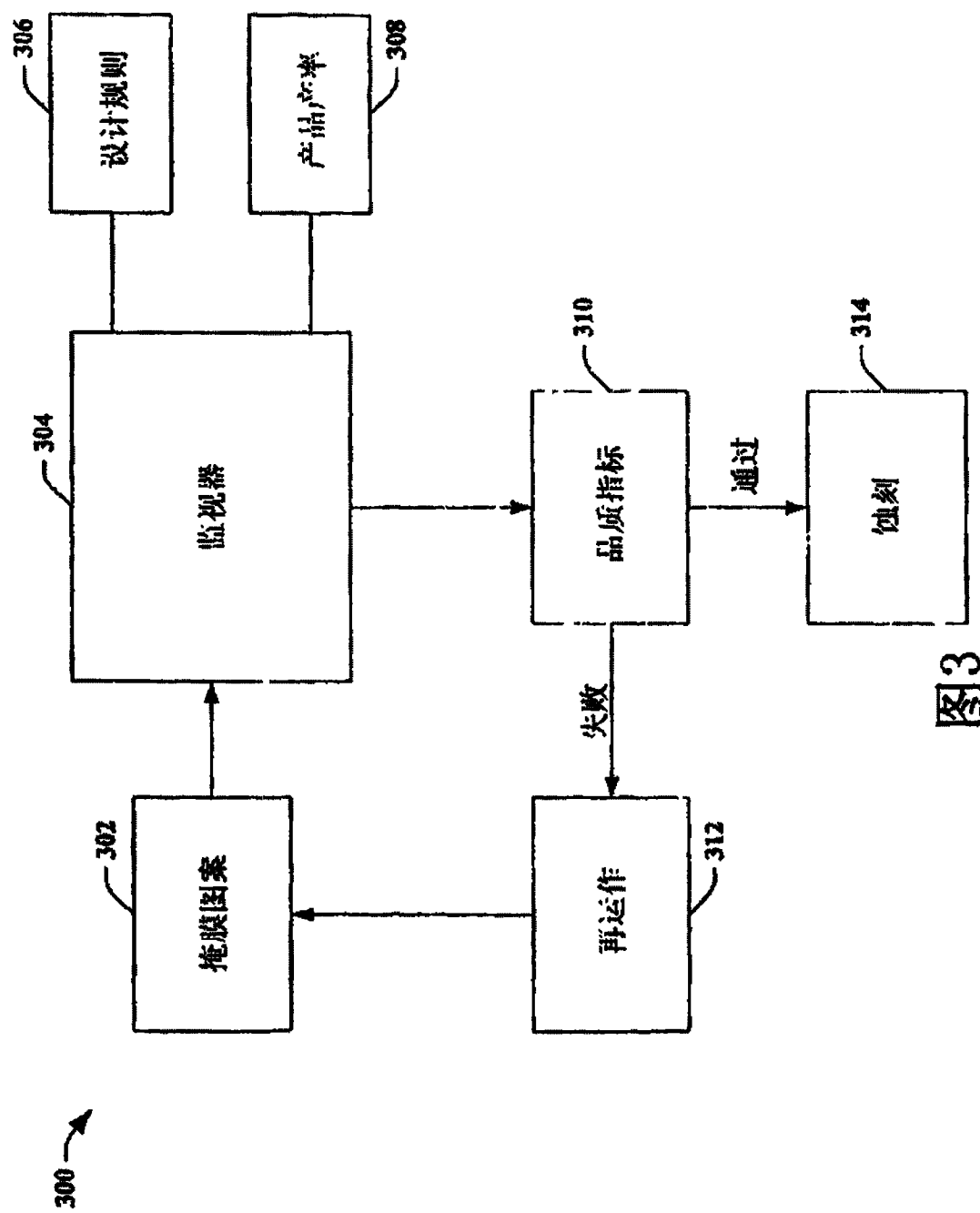


图1





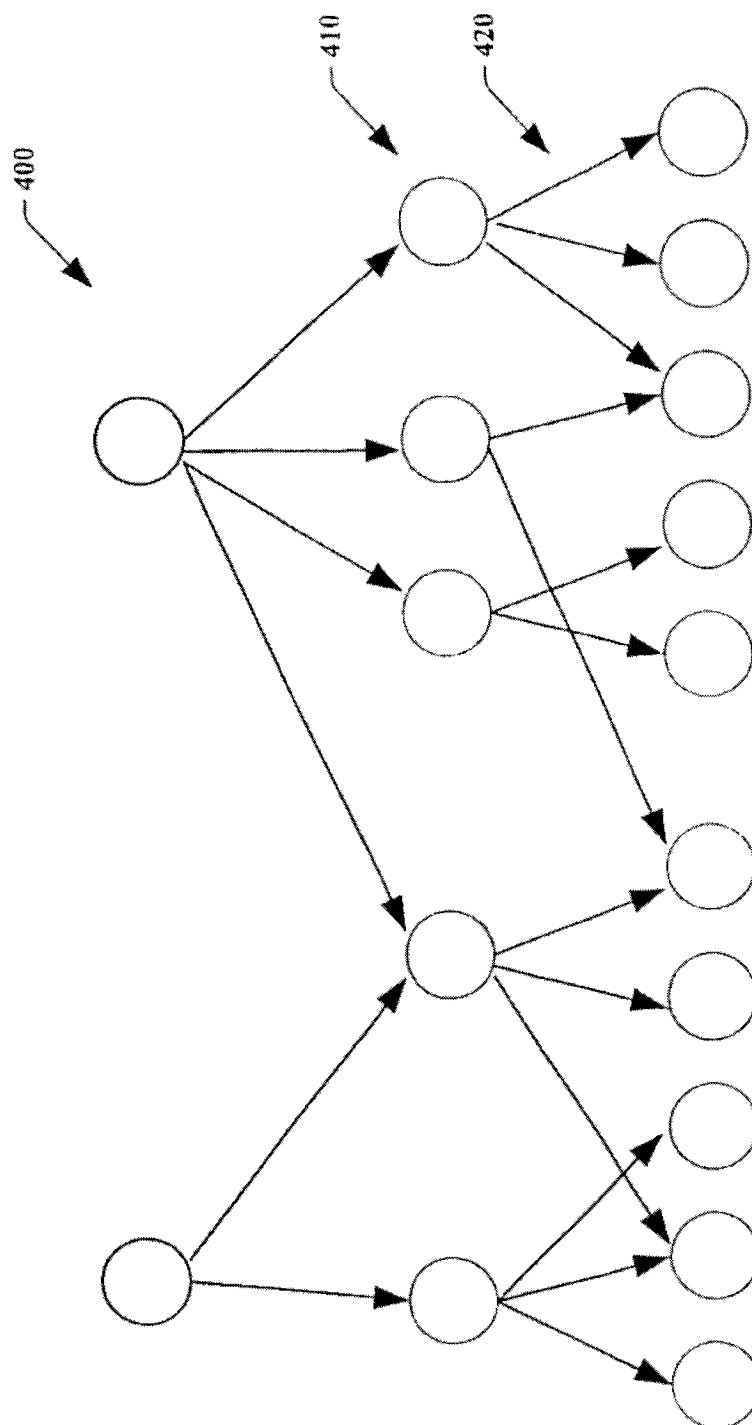


图4

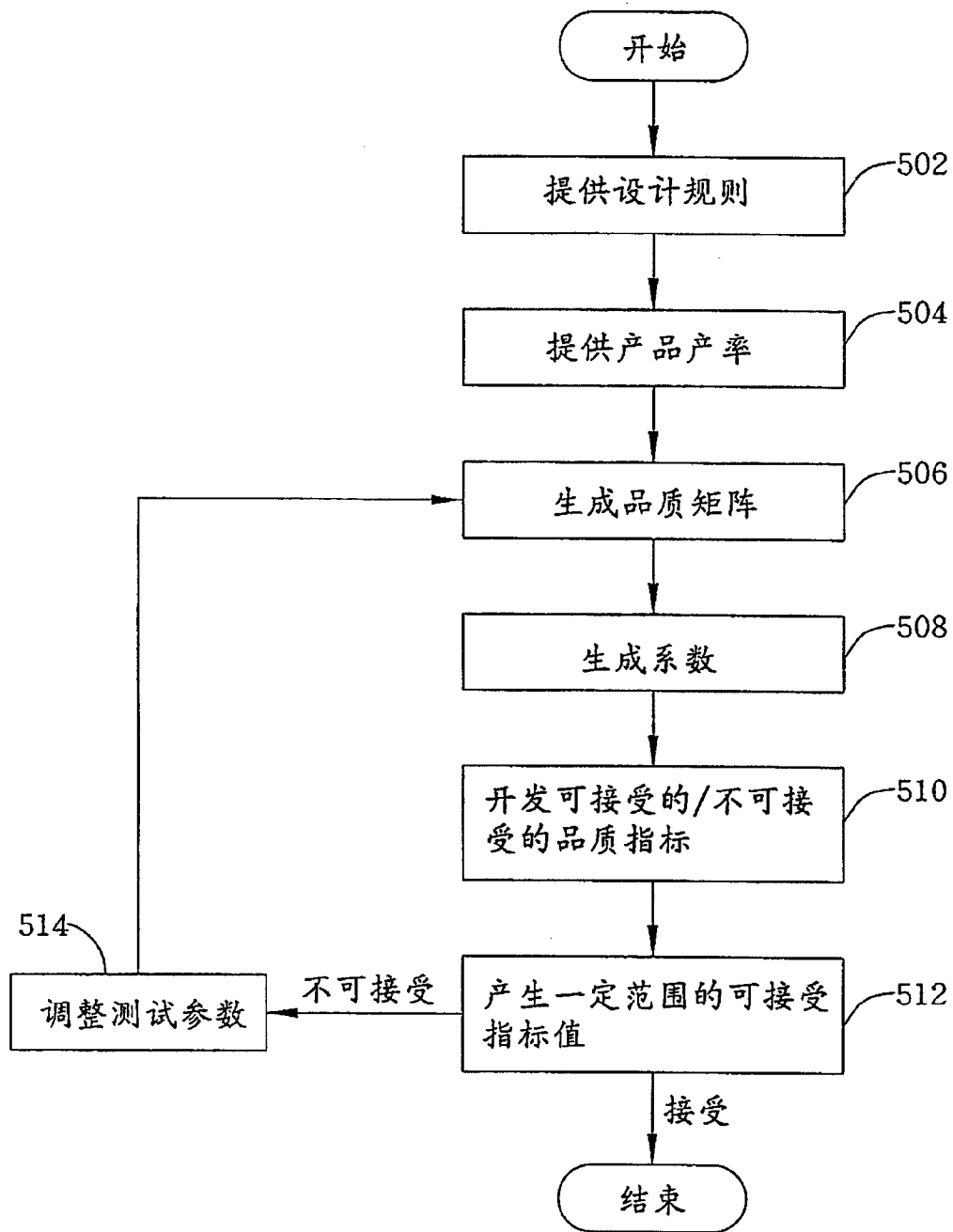


图 5

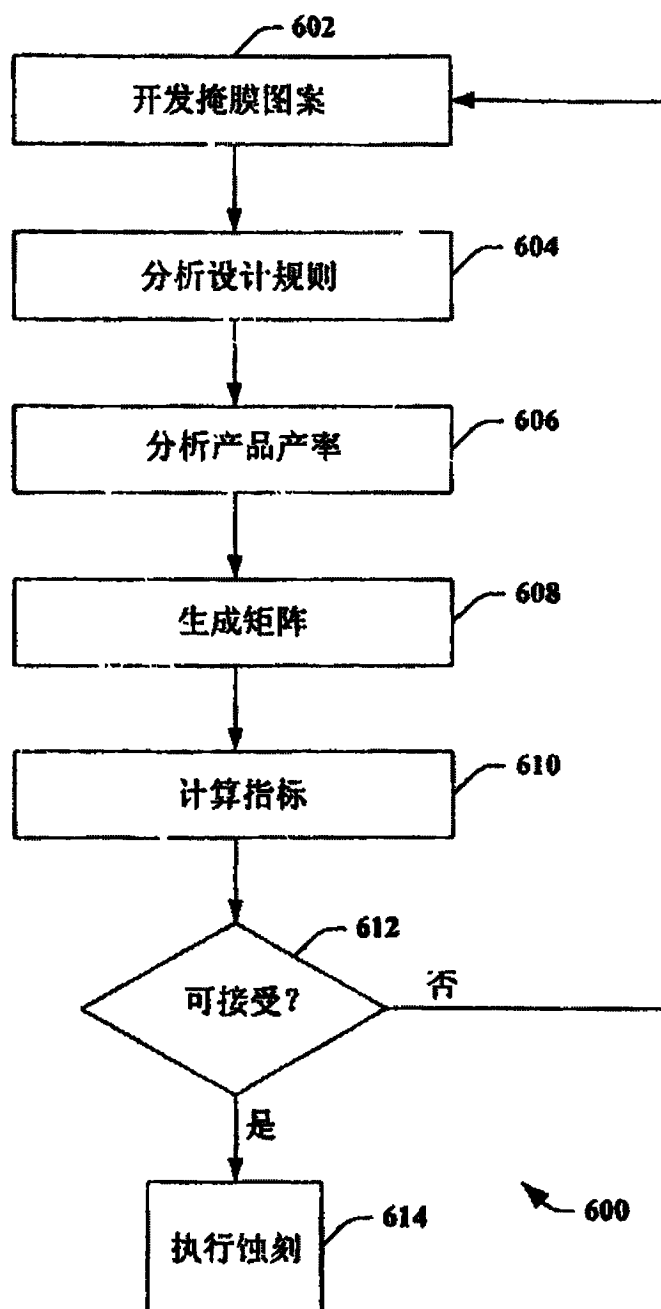


图 6

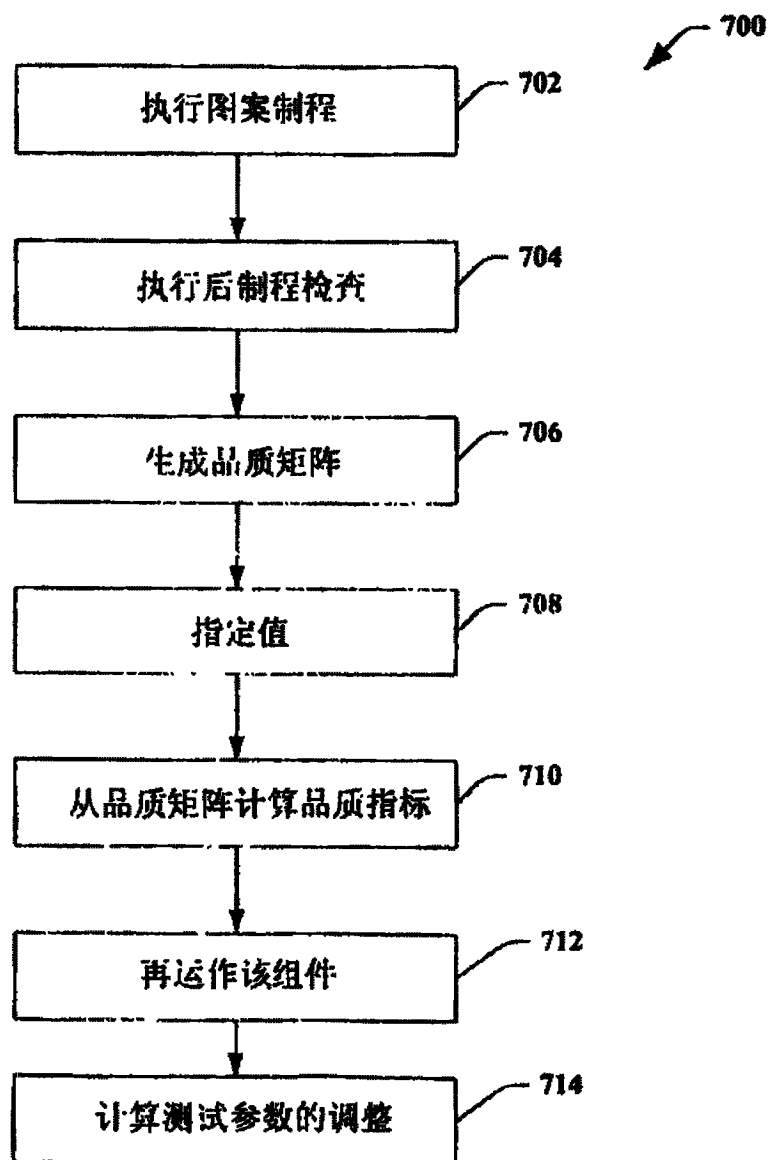


图 7