



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102854848 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 11

(21) 申请号 201210042194. 2

W0 2005/017981 A2, 2005. 02. 24,

(22) 申请日 2006. 08. 23

US 6698009 B1, 2004. 02. 24,

(30) 优先权数据

审查员 席云红

11/224, 388 2005. 09. 12 US

(62) 分案原申请数据

200680033038. 2 2006. 08. 23

(73) 专利权人 格罗方德半导体公司

地址 英属开曼群岛

(72) 发明人 S·P·里夫斯 M·G·麦金太尔

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

代理人 程伟 王锦阳

(51) Int. Cl.

G05B 19/418 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 平 1-316658 A, 1989. 12. 21,

JP 特开平 11-219874 A, 1999. 08. 10,

US 6751518 B1, 2004. 06. 15,

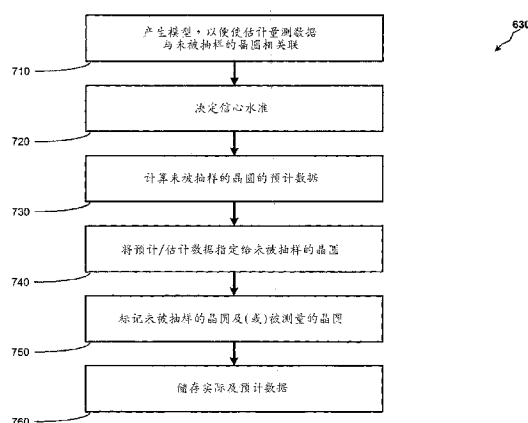
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

有关未被抽样的工件的数据表示

(57) 摘要

本发明涉及有关未被抽样的工件的数据表示。本发明揭示了一种提供与未被抽样的工件相关联的数据表示之方法、装置、及系统。接收与第一工件有关的所测量之量测数据 (metrology data)。根据与该第一工件有关的量测数据, 而求与第二工件对应的量测数据之近似值, 以便提供与该第二工件有关的预计 (projected) 量测数据。



1. 一种用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的方法,包含下列步骤:
接收与第一工件有关的所测量的量测数据;以及
根据与该第一工件有关的该量测数据,而求与第二工件对应的量测数据的近似值,以便提供与该第二工件有关的预计量测数据,并且决定与准确性有关的信心水准。
2. 如权利要求1所述的用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的方法,进一步包含下列步骤:处理后续的工件。
3. 如权利要求1所述的用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的方法,其中接收与该第一工件有关的量测数据的步骤包含下列步骤:接收与对该第一工件执行的制程有关的量测数据。
4. 如权利要求1所述的用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的方法,其中求与第二工件对应的量测数据的近似值的步骤包含下列步骤:将有关对该第一及第二工件执行的制程以及与该制程有关的线上数据值的关系模型化。
5. 如权利要求4所述的用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的方法,还包含下列步骤:执行统计分析以决定与该预计量测数据有关的信心水准。
6. 如权利要求1所述的用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的方法,进一步包含下列步骤:根据实际量测数据及该预计量测数据而执行与该第一及该第二工件有关的制程后分析。
7. 如权利要求4所述的用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的方法,其中求与该第二工件对应的量测数据的近似值的步骤包含下列步骤:使用工具状态数据、线上测量数据、历史量测数据和工具变异数据中的至少一个,以便将该第二工件的处理及与对该第二工件的处理有关的预计线上数据间的关系模型化。
8. 如权利要求1所述的用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的方法,进一步包含下列步骤:指定与该第二工件相关联的标记,其指示该预计量测数据与该第二工件相关联。
9. 一种用于提供与未被抽样的工件相关联数据表现的系统,其特征在于,所述系统包含:
数个工件;
量测工具(440),用以自该数个工件中的被抽样的工件取得量测数据;
控制器(310),用以根据与该被抽样的工件有关的该量测数据,而求与该数个工件的至少一个未被抽样的工件有关的对应量测数据的近似值,以便提供预计量测数据,该控制器决定与准确性有关的信心水准。

有关未被抽样的工件的数据表示

[0001] 本申请是申请号为 200680033038.2, 申请日为 2006 年 8 月 23 日, 发明名称为“有关未被抽样的工件的数据表示”的中国专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明系大致有关半导体制造, 且详而言之, 系有关一种用来提供与先前并未被抽样的工件相关联的数据表示之方法及装置。

背景技术

[0003] 制造业中技术的急速发展已导致了許多新颖且创新的制程。现今的制程（尤其是半导体制程）需要许多的重要步骤。这些制程步骤通常是极其重要的, 因而需要通常被精细调整的一些输入, 以便保持适当的制造控制。

[0004] 半导体装置的制造需要若干独立的制程步骤, 以便从半导体原料作出封装的半导体装置。自半导体材料的起始生长、将半导体晶体切割成个别的晶圆、制造阶段（蚀刻、掺杂、或离子植入等的阶段）至成品装置的封装及最后测试之各种制程都是互不相同且专业化, 因而可能在包含不同控制架构的不同制造场所中执行该等制程。

[0005] 一般而言, 系对一组半导体晶圆（有时被称为一批（a lot）半导体晶圆）执行一组制程步骤。例如, 可在半导体晶圆上形成由各种不同材料构成的制程层。然后可利用习知的微影技术在该制程层之上形成有图案的光阻层。一般随即利用该有图案的光阻层作为屏蔽, 而对该制程层执行蚀刻制程。该蚀刻制程使得在该制程层中形成各种特征部位或物体。可将此种特征部位用于诸如晶体管的闸电极结构。经常也在半导体晶圆之基板中形成沟槽隔离结构, 以便隔离半导体晶圆中之一些电性区域。可被使用的隔离结构的一个例子是浅沟槽隔离（Shallow Trench Isolation; 简称 STI）结构。

[0006] 半导体制造厂内的制造工具通常系连接到制造架构或网络的制程模块。每一制造工具通常被连接到设备接口。该设备接口被连接到制造网络所连接的机器接口, 因而有助于该制造工具与该制造架构间之通讯。该机器接口通常可能是先进制程控制（Advanced Process Control; 简称 APC）系统中的部分。该 APC 系统激活控制描述语言程序, 该控制描述语言程序可是用来自动撷取制程执行所需的数据之软件程序。

[0007] 图 1 示出典型的半导体晶圆（105）。半导体晶圆（105）通常包含复数个被配置成格子形（150）之个别半导体晶粒（103）。可使用习知的微影制程及设备, 而在将要产生图案的一个或多个制程层上形成有图案的光阻层。根据所采用特定光罩的情形, 通常系利用步进机（stepper）而一次对单一或多个晶粒（103）位置执行曝光制程, 作为该微影制程的部分。在对一层或多层下层材料（例如, 多晶硅层、金属层、或绝缘材料层）执行湿式或干式蚀刻制程期间, 可将该有图案的光阻层用来作为屏蔽, 以便将所需的图案转移到下方层。系由将在下方制程层中复制的诸如直线类型的特征部位或开孔类型的特征部位等的复数个特征部位构成该有图案的光阻层。

[0008] 现在请参阅图 2, 图中示出例示先前技术的流程之流程图。在步骤（210）中, 制造

系统可处理一个或多个半导体晶圆 (105)。这些晶圆可以是一批次 (a batch) 或一批的部分。于对复数个晶圆执行至少一制程时,该制造系统可在步骤 (220) 中取得与自一批次或一批晶圆选择的晶圆有关之量测数据。可将与该等被抽样的晶圆有关之数据用来计算对该等晶圆执行的制程步骤之修改值。在步骤 (230) 中,根据所计算的调整值,可对后续晶圆执行的制程实施回授调整。

[0009] 可能存在与处理半导体晶圆有关的现有方法相关联之数个问题。其中一个问题包括可能无法取得被处理的大致每一晶圆之量测数据。因而在分析制程结果时可能造成数据的遗漏点。可能因遗漏的数据而造成各种负面的牵连。例如,可能因缺少与某些被处理的晶圆有关之数据,而阻碍了制程后分析 (post process analysis)。经常可能需要建立某些量测数据与制程后结果间之相关性,以便执行制造分析。然而,现阶段技术的方法可能只提供被抽样的晶圆之量测数据。因此,可能在少于所需数据量的情形下执行制程后分析,因而可能地造成制程后分析准确性的不足。

[0010] 此外,当执行制程后分析时,于制程后阶段,可能无法取得被分析以取得数据的某些被抽样的晶圆。例如,先前被抽样的晶圆可能因后续的制程错误而已被废弃。因此,在对晶圆执行一系列制程线终止时,可能无法取得某些被抽样的晶圆,以供进一步的制程后分析。因而在分析制程结果时可能留下显著的缺口 (gap)。此外,某些晶圆可能被转移到重工 (rework) 阶段或其它制程阶段,因此,可能无法在制程线阶段终止时取得被抽样的晶圆。因而也可能不利的影响制程后分析。

[0011] 当无法取得来自大致所有的晶圆或晶圆上的晶粒区之数据时,与制程后分析有关的准确性可能会受到影响。然而,自每一被处理的晶圆取得量测数据可能不是一种有效率的制程,且可能延缓整体的制程阶段。此外,当尝试自每一被处理的晶圆取得量测数据时,可能会过度耗用工厂资源。因此,半导体业缺少一种由于缺少取得每一被处理的晶圆的量测数据之资源而造成的问题之有效率的解决方案。半导体业也缺少一种对与自抽样一组被处理的晶圆的部分而得到量测数据中之差异相关联的问题之有效率的解决方案。

[0012] 本发明系针对克服或至少减轻前文所述的一个或多个问题的影响之方法及装置。

发明内容

[0013] 下文中呈现了本发明的简化概要,以提供对本发明的某些态样的基本了解。该概要并不是本发明的彻底的概述。其目的并不是识别本发明的关键性或紧要的组件,也不是描述本发明的范围。其唯一目的只是以简化的形式呈现某些观念,作为将于后文中更详细说明之前言。

[0014] 在本发明的一态样中,提供了一种用于求与未被抽样的工件有关的量测值的近似值之方法。接收与第一工件有关的所测量之量测数据。根据与该第一工件有关的量测数据,而求与第二工件对应的量测数据之近似值,以便提供与该第二工件有关的预计量测数据。

[0015] 在本发明的另一态样中,提供了一种用于求与未被抽样的工件有关的量测值的近似值之方法。对第一工件执行第一制程。取得因该第一制程而产生的与该第一工件有关的量测数据。对第二工件执行该第一制程。将该第一制程及与该第一工件有关的量测数据间之关系模型化。决定因该第一制程而产生的与该第二工件有关的估计量测数据。该决定系根据该第一制程与该量测数据间之该关系之该模型化。

[0016] 在本发明的另一态样中,提供了一种用于求与未被抽样的工件有关的量测值的近似值之方法。对复数个工件执行制程。自该复数个工件中选择一组被抽样的工件。取得与该等被抽样的工件有关之实际量测数据。将该复数个工件与所取得的该制程的近似量测数据间之量测数据关系模型化。根据该被模型化的关系,而产生与未被抽样的工件有关之预计量测数据。将该预计量测数据指定给该等未被抽样的工件。

[0017] 在本发明的另一态样中,提供了一种用于求与未被抽样的工件有关的量测值的近似值之方法。对复数个工件执行制程。自该复数个工件中选择一组被抽样的工件。取得与该等被抽样的工件有关之实际量测数据。将该复数个工件与所取得的该制程的近似量测数据间之量测数据关系模型化。根据该被模型化的关系,而产生与未被抽样的工件有关之预计量测数据。储存与未被抽样的工件有关之该预计量测数据。

[0018] 在本发明的另一态样中,提供了一种用于求与未被抽样的工件有关的量测值的近似值之系统。本发明的该系统包含复数个工件、以及用来自该复数个工件中之样本工件取得量测数据之量测工具。该系统亦包含控制器,用以根据与该被抽样的工件有关的量测数据,而求与该复数个工件中之至少一个未被抽样的工件有关的对应的量测数据之近似值,以便提供预计量测数据。

[0019] 在本发明的另一态样中,提供了一种用于求与未被抽样的工件有关的量测值的近似值之装置。本发明的该装置包含控制器,用以根据与该被抽样的工件有关的量测数据,而求与复数个被处理的复数个工件中之至少一个未被抽样的工件有关的对应的量测数据之近似值,以便提供预计量测数据。

[0020] 在本发明的另一态样中,提供了一种用于求与未被抽样的工件有关的量测值的近似值之以指令编码之计算器可读取的程序储存装置。该以指令编码之计算器可读取的程序储存装置,当计算器执行该等指令时,执行一种方法,该方法包含下列步骤:接收与第一工件有关的所测量之量测数据。该方法亦包含下列步骤:根据与该第一工件有关的量测数据,而求与第二工件对应的量测数据之近似值,以便提供与该第二工件有关的预计量测数据。

附图说明

[0021] 由参照前文中之说明,并配合各附图,将可了解本发明,在这些附图中,类似的组件符号识别类似的组件,其中:

[0022] 图 1 系可被半导体制造系统处理的半导体晶圆之示意图;

[0023] 图 2 系用来处理半导体晶圆的先前技术的方法之流程图。

[0024] 图 3 系根据本发明的一实施例的系统之方块图;

[0025] 图 4 系根据本发明的一实施例的图 3 所示的制程单元之更详细的方块图;

[0026] 图 5A 至 5D 示出根据本发明的各实施例的量测测量的模型化之例示图形;

[0027] 图 6 系根据本发明的实施例的方法的步骤之流程图;以及

[0028] 图 7 系根据本发明的实施例而执行图 6 所示的量测数据扩张制程的步骤之更详细的流程图。

[0029] 虽然本发明易于作出各种修改及替代形式,但是该等图式中系以举例方式示出本发明的一些特定实施例,且已在本文中说明了这些特定实施例。然而,应当了解,本说明书对这些特定实施例的说明之用意并非将本发明限制在所揭示的该等特定形式,相反地,本

发明将涵盖附加的权利要求所界定的本发明的精神及范围内之所有修改、等效物、及替代物。

具体实施方式

[0030] 下文中将说明本发明之实施例。为了顾及说明的清晰，本说明书中将不说明实际的实施例之所有特征。然而，应当了解，于开发任何此类实际的实施例时，可作出许多与实施例相关的决定，以便达到开发者的特定目标，例如符合与系统相关的及与业务相关的限制条件，而这些限制条件将随着不同的实施例而改变。此外，应当了解，此种开发工作可能是复杂且耗时的，但对已从本发明的揭示事项获益的对此项技术具有一般知识者而言，仍然将是一种例行的工作。

[0031] 现在将参照各附图而说明本发明。只为了解说之用，而在该等图式中以示意图之方式示出各种结构、计算器、制程工具、及系统，以便不会以熟习此项技术者习知的细节模糊了本发明。然而，该等附图被加入，以便描述并解说本发明之各例子。应将本说明书所用的字及词汇了解及诠释为具有与熟习相关技术者对这些字及词汇所了解的一致之意义。不会因持续地在本说明书中使用术语或词汇，即意味着该术语或词汇有特殊的定义（亦即，与熟习此项技术者所了解的一般及惯常的意义不同之定义）。如果想要使术语或词汇有特殊的意义（亦即，与熟习此项技术者所了解的意义不同之意义），则会将在本说明书中以一种直接且毫不含糊地提供该术语或词汇的特殊定义之下定义之方式明确地提出该特殊的定义。

[0032] 系以软件、或算法及对计算器内存内的数据位进行的运算的符号表示之方式呈现本发明的各部分、及对应的详细说明。这些说明及表示是对此项技术具有一般知识者用来在有效的方式下将其工作之内涵传递给对此项技术具有一般知识的其它人士之说明及表示。在本说明书的用法中，且在一般性的用法中，“算法”(algorithm)被认为是一系列有条理并可得到所需结果之步骤。这些步骤是需要对物理量作物理操作的步骤。虽非必然，但这些物理量之形式通常为可被储存、传送、结合、比较、及以他种方式操作之光、电、或磁性信号。将这些信号称为位、数值、元素、符号、字符、项、数字等术语时，已证明经常是较便利的，主要地也是为了普遍使用之故。

[0033] 然而，应当谨记于心，所有这些术语及其它类似的术语都与适当的物理量有关，而且只是适用于这些物理量的便利性标记而已。除非有其它特别的陈述，或在说明中系为显而易见，否则诸如“处理”、“运算”、“计算”、“决定”、或“显示”等的术语都意指计算器系统或类似电子计算装置之动作及处理，且此种计算器系统或装置系将该计算器系统的缓存器及内存内表现为物理量、电子量之数据操作并变换成该计算器系统的内存、缓存器、或其它此种信息储存、传输、或显示装置内同样表现为物理量之其它数据。

[0034] 有许多涉及半导体制造的独立制程。通常使各工件（例如，半导体晶圆 (105)、半导体装置等的工件）通过多个制程工具。本发明的实施例提供了预测并未被测量的晶圆之制程数据及（或）将预测的制程数据指定给该等晶圆。可将制程参考数据 (process profile)、制程变化、与某些未被测量的晶圆相关联的特征记号 (signature) 或标记用来估计与未被测量的或未被抽样的晶圆有关之制程数据。可将线上 (inline) 及（或）离线量测数据模型化，且可根据所测量的量测数据、工具状态数据、及（或）与制造有关的数据，而将

线上及（或）离线量测数据指定给未被抽样的晶圆。在一实施例中，线上量测数据包括由独立制造工具取得而产生与特定处理作业相关联的或与特定制程有关的数据之量测数据。例如，线上量测数据可包括与薄膜厚度、被处理的晶圆上的某些特征部位的线宽、以及因微影测量而产生的微影叠对（overlay）测量值等的数据有关之数据。在一实施例中，离线量测数据包括大致不是于处理半导体晶圆（105）期间的生产流程的部分之量测数据。例如，离线量测数据可意指被处理的半导体晶圆（105）的电性测试结果、以及被处理的晶圆之良率等的的数据。

[0035] 此外，可根据制造数据及现有或历史制程数据等的的数据而计算统计信心指数（confidence factor）。该统计信心指数可提供与未被抽样的晶圆有关的模型化量测数据相关联的信心水准（confidence level）之指示。

[0036] 藉由利用本发明的实施例，而可将估计的线上及（或）离线量测数据与未被抽样的晶圆相关联。于执行诸如制程后分析、制程绩效（process performance）分析、及工具状态制程分析等的各种制造相关分析时，将估计线上及（或）离线量测数据指定给一些特定的未被抽样的晶圆可能是有利的。此外，可因可取得与未被抽样的晶圆有关的估计量测数据，而减轻与退出生产线的被抽样的晶圆相关联之问题。

[0037] 现在请参阅图 3，该图标提供了根据本发明的实施例的系统之方块图。系统（300）包含可监视并影响工厂 / 晶圆厂中之复数个制程控制区段的各别作业之中央控制单元（310）。例如，工厂可包含被可以是制程控制单元的部分的一个或多个工具控制器控制之各种处理工具。

[0038] 中央控制单元（310）可自外部来源（亦即，工厂 / 晶圆厂之外的来源）以及内部来源（亦即，工厂 / 晶圆厂之内的来源）接收数据及（或）指令，以便影响工厂的各组成部分之操作。中央控制单元（310）亦可包含计算器系统（340），该计算器系统（340）可响应各种外部及（或）内部数据，而执行诸如计算各种参数的修改值等的各种工作，并产生控制参数。然后可将这些控制参数用来指示该工厂 / 晶圆厂的各组成部分之操作。

[0039] 系统（300）亦可包含第 1 制程单元（360）、第 2 制程单元（370）、……、以及第 N 制程单元（380）。第 1 至第 N 制程单元（360 至 380）可包含一个或多个处理工具、制程控制器、及（或）用来执行晶圆处理的其它组件。图 4 及下文件伴随的说明中提供了对第 1 至第 N 制程单元（360 至 380）的更详细之说明。

[0040] 继续请参阅图 3，系统（300）亦可包含可自各制程单元（360 至 380）接收线上及（或）离线量测数据以及工具状态数据之数据储存单元（390）。在一实施例中，工具状态数据可意指与处理工具相关联的制程室（chamber）有关之压力数据、气流率数据、温度数据、湿度数据。数据储存单元（390）亦可包含与先前被处理的晶圆有关的制造数据。此外，数据储存单元（390）可储存与未被抽样的被处理的晶圆有关之估计线上及（或）离线量测数据。因此，可将与被抽样的晶圆有关之实际量测数据以及与未被抽样的晶圆有关之估计量测数据之组合集合在一起，以便形成每一被处理的晶圆的一组完整之量测数据。与一批次或一批中之大致所有的晶圆有关之线上及（或）离线量测数据可被编辑、分类、且储存在数据储存单元（390）。数据储存单元（390）可包含容许系统（300）外部及（或）内部的各组件其内容存取之一些组件。

[0041] 系统（300）亦可包含可将与未被测量的或未被抽样的晶圆有关的线上及（或）离

线量测数据模型化之模型化单元 (330)。模型化单元 (330) 可将诸如工具状态数据、与被抽样的晶圆有关之量测数据、统计分析、历史数据、及制程参数等的各种因素用来执行与未被抽样的晶圆有关的线上数据及 (或) 离线量测数据的近似值或计算。系统 (300) 可标记未被抽样的晶圆及 (或) 被抽样的晶圆, 以便易于协助对未被抽样的晶圆之识别。

[0042] 系统 (300) 中示出的其中包括中央控制单元 (310) 及模型化单元 (330) 等的各组件可包含硬件、软件、及 (或) 韧体单元, 或可由硬件、软件、及韧体单元的任何组合所构成。数据储存单元 (390) 可包含内存制部分、以及用来储存数据的内存储存部分。

[0043] 现在请参阅图 4, 该图标提供了根据本发明的一实施例的制程单元 (360 至 380) 之方块图。制程单元 (360 至 380) 中之每一制程单元可包含可控制处理工具 (430) 及 (或) 量测工具 (440) 操作之工具控制器 (410)。在一实施例中, 处理工具 (430) 可以是蚀刻工具、沉积工具、化学机械研磨 (chemical-mechanical polishing; 简称 CMP) 工具、微影工具、或可处理半导体晶圆 (105) 的任何其它工具。量测工具 (440) 可取得与被处理的半导体晶圆 (105) 有关之线上及 (或) 离线量测数据。量测工具 (440) 可以是独立的工具, 或者量测工具 (440) 可与处理工具 (430) 本身整合。数据接 (420) 可自中央控制单元 (310) 接收数据, 及 (或) 将数据传送到中央控制单元 (310)。可将数据接 (420) 接收的数据用来控制制程单元 (360 至 380) 的各组件, 其中包括指示处理工具 (430) 及量测工具 (440) 的操作。

[0044] 现在请参阅第 5A 至 5D 图, 该等图标中示出与未被抽样的晶圆有关的量测数据的模型化有关之各例示图形。模型化单元 (330) 可使用各种算法以计算第 5A 至 5D 图中提供的该等图形。这些关系可基于实际被测量的数据、以及历史数据、已知的工具行为、工具变化、工具状态数据、及制程变化等数据。

[0045] 如图 5A 所示, 可在与一批次或一批晶圆相关联的一些特定量测测量有关之各值之间建立大致线性的关系。作为简化、说明的例子, 一批次或一批晶圆可包含晶圆 #1 至晶圆 #30。可选择该批次中之数个晶圆以供实际测量。例如, 可选择一特定批中之晶圆 #1、晶圆 #10、晶圆 #20、以及晶圆 #30, 以供量测数据的取得。如图 5A 所示, 晶圆 #1 的量测测量可与量测值 A 有关; 与晶圆 #10 有关的量测测量可导致量测值 B; 与晶圆 #20 有关的量测测量可导致量测值 C; 且与晶圆 #30 有关的量测测量可导致量测值 D。可将这些数据点用来建立或计算该等量测测量与该批次或批中之各晶圆间之线性关系。该关系可能与先前已知的工具行为及变化相符, 因而可以是决定与该线性关系的准确性有关之相对信心水准时之因素。

[0046] 在替代实施例中, 亦可将与第 5A 至 5D 图有关的例示及说明应用于个别批的晶圆 (而不是个别的晶圆)。换言之, 第 5A 至 5D 图所示之该等量测测量 (亦即, 值 A、B、C、D、E) 可与一批 #1、批 #10、批 #30 等的批相关。此外, 在又另一替代实施例中, 亦可将与第 5A 至 5D 图有关的例示及说明应用于特定晶圆的个别区域 (而不是整个晶圆)。换言之, 第 5A 至 5D 图所示之该等量测测量 (亦即, 值 A、B、C、D、E) 可与区域 #1、区域 #10、区域 #30 等的批相关。

[0047] 由于模型化单元 (330) 产生出图 5A 所示之该线性关系, 所以易于估计使用图 5A 所示之该图标而求出与未被抽样的晶圆 (例如, 晶圆 #15) 有关的量测值。例如, 未被抽样的晶圆 #15 可与量测值 E 相符, 而可将量测值 E 指定给晶圆 #15。对晶圆 #15 的制程后分析可考虑到: 量测值 E 是与晶圆 #15 有关的估计线上及 (或) 离线量测数据。相似地, 可使用

图 5A 所示之图标关系而易于估计而求出与其它未被抽样的晶圆有关的估计量测值。

[0048] 如图 5B 所示,可产生出用来界定特定的量测测量值与一批次或一批晶圆中之各晶圆间之关系的另一例示模型或计算。与晶圆 #1、晶圆 #10、晶圆 #20、及晶圆 #30 有关的该等量测测量可在可接受的预定容限 (margin of tolerance) 内与特定的量测值 A 相符。因此,可将估计值 (值 A) 指定给诸如晶圆 #15 等的特定的未被测量之晶圆。因为各被抽样的晶圆已提供了在量测值 A 的可接收范围内之一些量测值,所以于估计未被抽样的晶圆也具有该量测值 A 时,可采用可接受的统计信心量。因此,对与图 5B 中提供的该例示关系相关联的量测值之估计,可存在某一信心水准。可由与该等被测量的晶圆有关的量测值系在可接收的容限内大致与该值 A 相符之事实反映该信心。因此,可使较高的信心量与将量测值 A 指定给晶圆 #15 相关联。

[0049] 图 5C 示出所测量的量测值与被抽样的晶圆间之又另一例示图形关系。如图 5C 所示,可根据晶圆 #1、晶圆 #10、晶圆 #20、以及晶圆 #30 的实际测量值而改变值之范围。在一段时间中,模型化单元 (330) 可求处理工具的行为之近似值,使近似的量测测量在这段时间中是大致一致的。因此,可产生梯级状 (step-like) 的函数。换言之,如果晶圆 #1 导致量测测量值 A,则可将该处理工具的行为及其它因素用来模型化或预测数个后续的晶圆也可持有该量测值 A。

[0050] 使用该方法时,可估计晶圆 #8 具有量测测量值 C,这是因为晶圆 #8 较接近被抽样的晶圆 #10,而晶圆 #10 已被实际测量且发现其具有量测测量值 C。相似地,可将晶圆 #17 的近似值设定为具有量测测量值 B,这是因为实际被抽样的晶圆 #20 已导致量测测量值 B。与提供较为线性关系的图 5B 或图 5A 之信心水准相比时,图 5C 中所示的该关系之信心水准可能是较低的值。图 5C 示出根据实际量测数据的持续移动值,因而将较低的信心值给予未被抽样的晶圆的量测值之近似。

[0051] 现在请参阅图 5D,图中示出被测量的晶圆与实际量测测量值间之例示非线性关系。可使用下列所测量的值以模型化或预测图 5D 所示之该非线性曲线:导致量测值 A 的晶圆 #1 之测量值、导致量测值 B 的晶圆 #10 之测量值、导致量测值 C 的晶圆 #20 之测量值、以及导致量测值 D 的晶圆 #30 之测量值。如图 5D 所示,可根据诸如测量值、对工具行为的知识、历史数据、以及工具状态数据等的各种因素而产生非线性曲线。该非线性关系可将估计量测值 E 提供给未被抽样的晶圆 #8。此外,可使量测值 F 的估计值与未被抽样的晶圆 #15 相关联。由于系将非线性关系用来近似或估计与未被测量的晶圆相关联之量测值,所以信心水准可能较低于与第 5A 及 5B 图中提供的较线性关系相关联之信心水准。因此,任何制程后分析可考虑到与未被测量的晶圆相关联的值有关之信心量。

[0052] 使用第 5A 至 5D 图中提供的该等例示关系时,模型化单元 (330) 可易于提供与未被测量的 / 未被抽样的晶圆相关联之估计线上及 (或) 离线量测值。熟悉此项技术者可能了解:当接收到较新的数据以供求取估计未被测量的晶圆之近似量测值时,可形成及修改其它的关系,且该等其它的关系仍然是在本发明的精神及范围内。

[0053] 现在请参阅图 6,该图标提供了根据本发明的实施例的方法相关联的步骤之流程图。在一实施例中,系统 (300) 可在步骤 (610) 中处理一批次或一批中之一系列的晶圆。对该等晶圆执行的例示制程可包括 (但不限于) 沉积制程、蚀刻制程、微影制程、以及化学机械研磨 (CMP) 制程等的制程。根据该制程,可在步骤 (620) 中在被选择的晶圆上取得量测

数据。可根据策略预定计划而选择这些被选择的或被抽样的晶圆。例如,为了产生与被测量的及未被测量的晶圆的量测值有关之线性关系,可按照特定间隔(例如,每隔五个晶圆)而选择晶圆,以供测量。此外,当制程状况改变或当量测结果显著地移到预定标准之外时,可抽样额外的晶圆,以便提供被抽样的与未被抽样的量测值间之准确关系。在步骤(630)中,可根据所取得的量测数据而执行量测数据扩张制程。该量测数据扩张制程可提供对量测值的估计,并将估计量测值指定给未被抽样的晶圆。图7及下文中之伴随说明提供了对量测数据扩张制程的更详细之说明。

[0054] 在取得了与被选择的晶圆有关之量测数据且执行了该量测数据扩张制程之后,可在步骤(640)中完成对该等晶圆执行的其余制程。在一实施例中,可在对该等晶圆执行了每一制程之后,执行该量测数据扩张制程。在替代实施例中,可在完成了关键性或预定的制程步骤之后,执行该量测数据扩张制程。在完成了对该等晶圆的处理之后,可使用实际及(或)估计量测数据以执行制程后分析。该制程后分析可包括建立诸如绩效或良率等的特定制程后结果与其中包括实际及(或)预计量测数据的特定线上参数间之关联性。

[0055] 现在请参阅图7,图中示出用来执行图6所示步骤(630)的量测数据扩张制程的步骤之更详细之图标。在步骤(710)中,系统(300)可产生模型,以便将线上数据指定给未被抽样的或未被测量的晶圆。该模型可使用各种因素来求取与未被抽样的晶圆有关之线上及(或)离线量测数据近似值。这些因素可包括实际测量值、对晶圆所执行的制程类型、被用来取得实际线上数据的样本数、将对实际取得的量测数据执行的统计分析之复杂性、以及历史数据等的因素。在步骤(720)中,根据该模型而产生出统计信心水准。可使该统计信心与未被抽样的晶圆有关的估计量测数据的准确性有关之信心相关联。换言之,该信心可与估计量测值接近未被抽样的晶圆在被实际测量时取得的假设值之程度有关。该统计信心可基于使用实际测量数据、先前历史数据、工具状态数据、历史性之处理工具的绩效、以及处理工具的历史性变化等因素而执行的统计分析。

[0056] 在步骤(730)中,可根据该统计信心而计算与未被抽样的晶圆有关之预计或估计数据。上述步骤可包括根据所计算出的统计信心而修改原始计算出的量测值。在计算出预计量测数据之后,可在步骤(740)中将该数据指定给特定的未被抽样的晶圆。在步骤(750)中,系统(300)亦可“标记”未被抽样的晶圆,以便指示与该未被抽样的晶圆相关联之量测数据实际上是估计数据,而不是实际测量的量测数据。系统(300)亦可标记实际测量数据,以便指示与这些晶圆相关联的量测数据是实际数据。熟悉此项技术者在参阅本发明的揭示之后将可了解:该标记可包括各种类型的软件标记或硬件标记。在步骤(760)中,系统(300)亦可储存实际及预计数据,以供后来的撷取及(或)分析。

[0057] 使用本发明的实施例时,可使量测数据与其中包括未被抽样的或未被测量的晶圆之所有被处理的晶圆相关联。可使信心水准与被指定给未被抽样的晶圆之值相关联。系统(300)可根据未被抽样的晶圆之值、以及相关之信心水准,而提供其中包括制程后分析之各种分析。藉由提供与其中包括未被抽样的晶圆之所有被处理的晶圆相关联的数据,而可进行更强韧的制程后分析。因此,如果在制程后阶段无法取得被抽样的晶圆,则仍然可取得未被抽样的晶圆之数据以供分析,且产生对应的制程后结果。因此,因任何原因(例如,重新送到替代的制程阶段、废弃、重工处理等原因)而已退出生产线之晶圆将不会显著削弱执行有效率且准确的制程后分析之能力。该制程后分析可基于量测数据与制程后结果间之

相关性建立。此外,现在可取得更多的历史数据,以供后来进行分析。本发明之实施例根据有效率地产生大致所有被处理的晶圆之量测数据扩张,而提供了对制程结果的更准确之分析。

[0058] 可在诸如由 KLA Tencor, Inc. 先前所提供的 Catalyst 系统等的先进制程控制 (ARC) 架构中实施本发明所揭示的原理。该 Catalyst 系统使用与半导体设备及材料国际协会 (Semiconductor Equipment and Materials International; 简称 SEMI) 计算器整合式制造 (Computer Integrated Manufacturing; 简称 CIM) 架构相符的系统技术,且系基于该先进制程控制 (ARC) 架构。可公开地自 SEMI 取得 CIM (SEMI E81-0699 - Provisional Specification for CIM Framework Domain Architecture) 及 APC (SEMI E93-0999-Provisional Specification for CIM Framework Advanced Process Control Component) 规格。APC 架构是一种可用来实施本发明所揭示的控制策略之较佳平台。在某些实施例中,该 APC 架构可以是一种遍及整个工厂的软件系统;因此,可将本发明所揭示的该等控制策略应用于工厂内几乎任何的半导体制造工具。该 APC 架构亦可容许对制程绩效进行远程访问及监视。此外,藉由采用该 APC 架构,数据储存可以比本地磁盘驱动器之方式更为方便,更有使用弹性,且成本更低。该 APC 架构可进行更复杂类型的控制,这是因为该 APC 架构在写入必要的软件程序码时提供了充裕的弹性。

[0059] 将本发明所揭示的控制策略部署到该 APC 架构,可能需要一些软件组件。除了该 APC 架构内的软件组件之外,系针对与该控制系统有关的每一半导体制造工具而撰写计算器描述语言程序。当在半导体制造工厂中激活该控制系统中之半导体制造工具时,该半导体制造工具通常会呼叫描述语言程序,以便开始诸如叠层对准控制器等的制程控制器所要求的动作。通常系以这些描述语言程序界定并执行该等控制方法。这些描述语言程序的开发可能包含控制系统的开发之相当大的部分。可将本发明所揭示的原理实施于其它类型的制造架构。

[0060] 前文所揭示的该等特定实施例只是供举例,这是因为熟习此项技术者在参阅本发明的揭示事项之后,可易于以不同但等效之方式修改并实施本发明。此外,除了下文的权利要求所述者之外,不得将本发明限制在本说明书所示的结构或设计之细节。因此,显然可改变或修改前文所揭示的该等特定实施例,且将把所有此类的变化视为在本发明的范围及精神内。因此,本发明所寻求的保护系提出于下文的权利要求中。

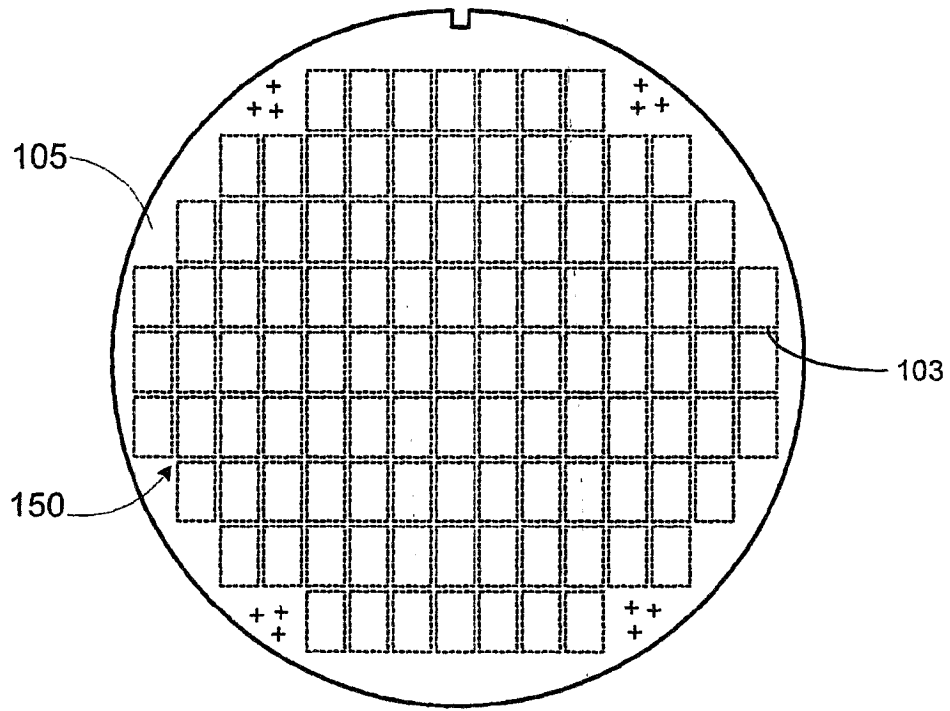


图 1

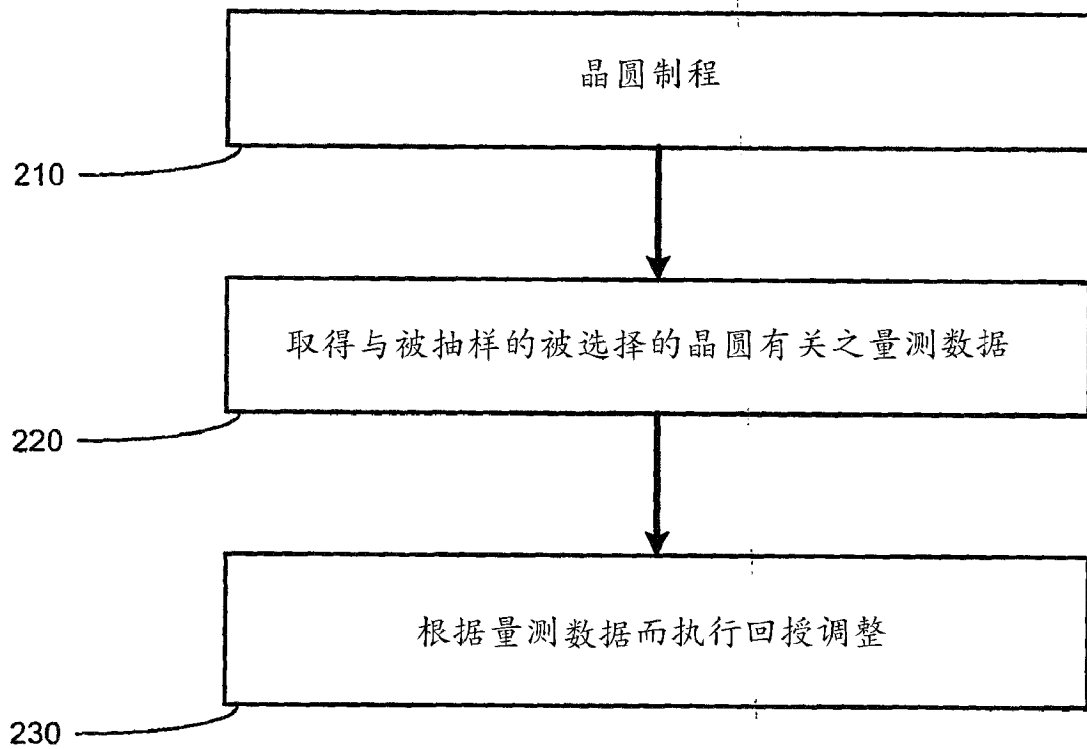


图 2

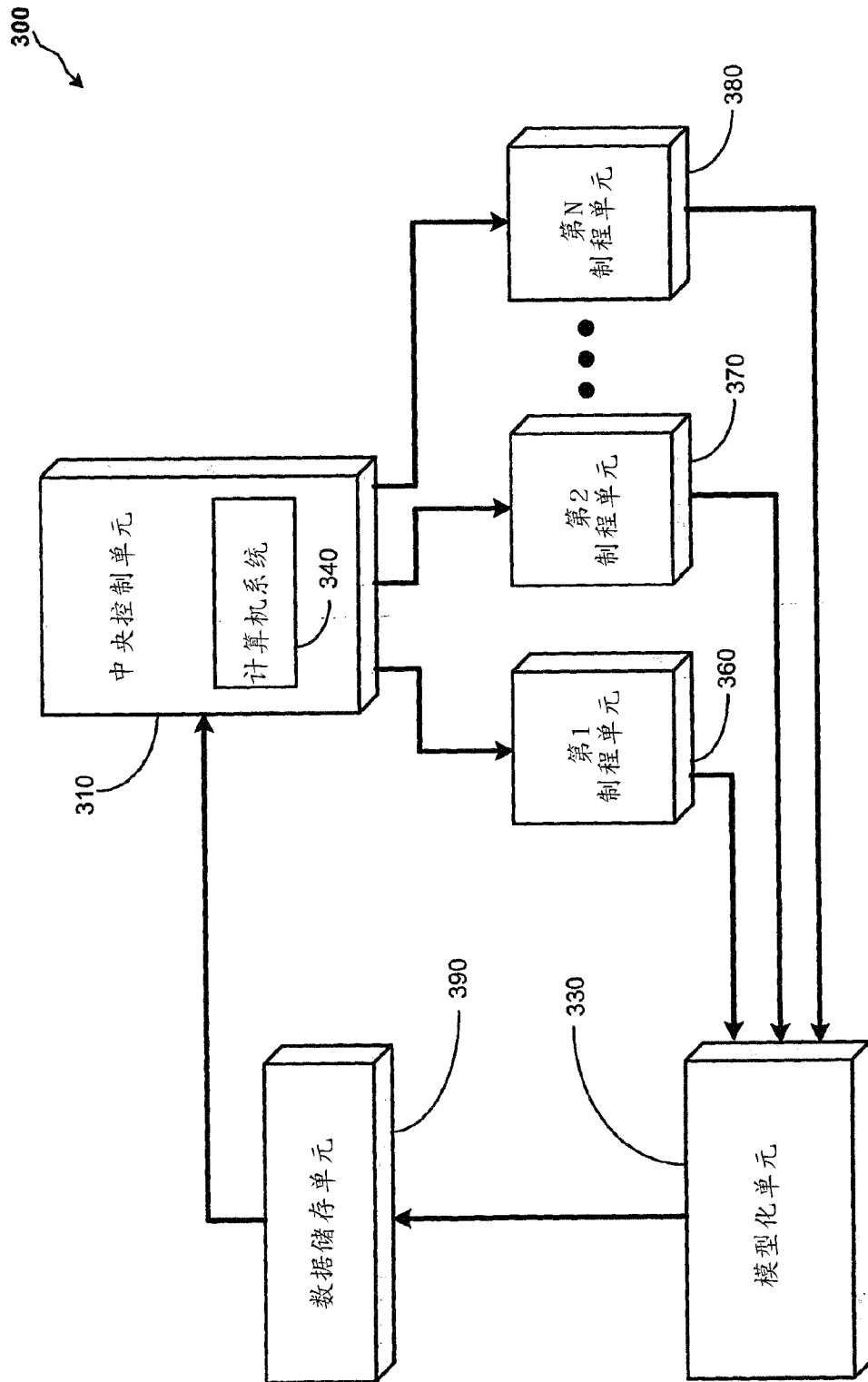


图 3

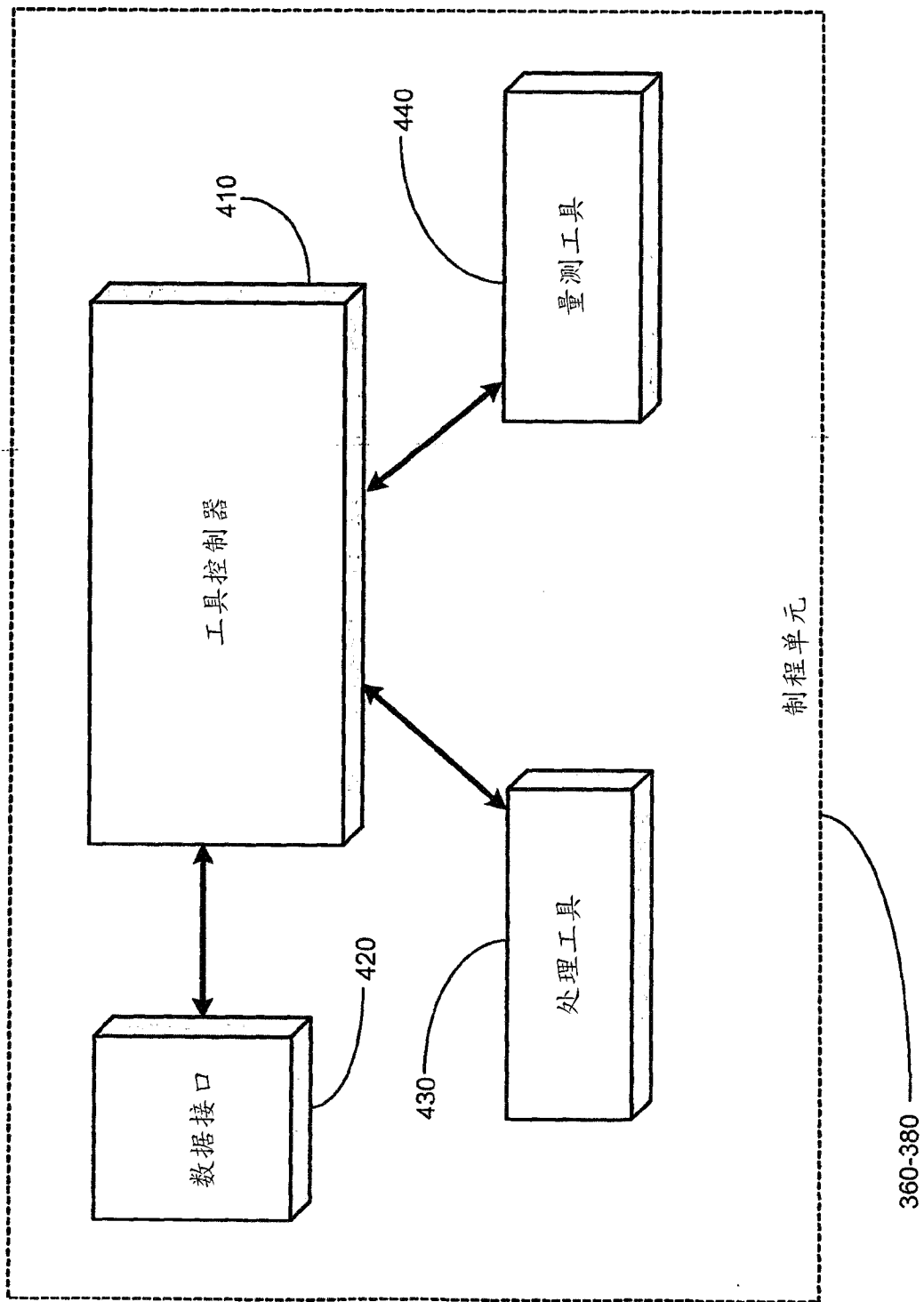


图 4

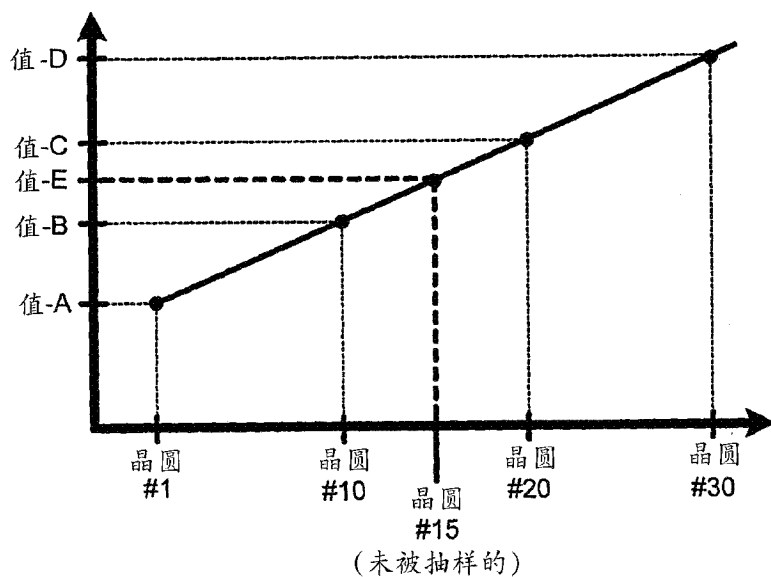


图 5A

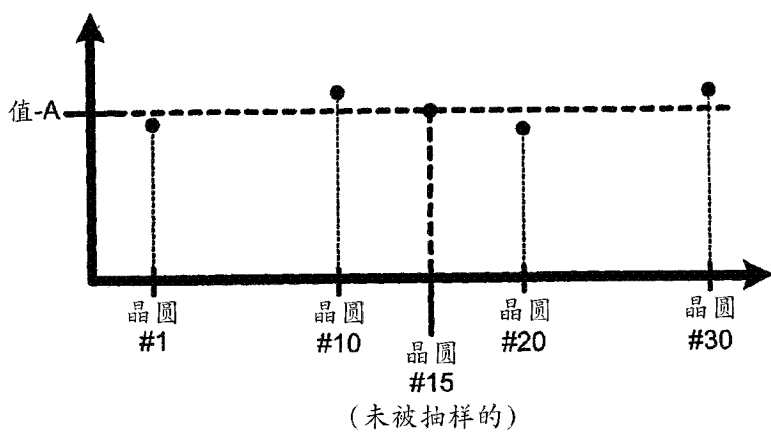


图 5B

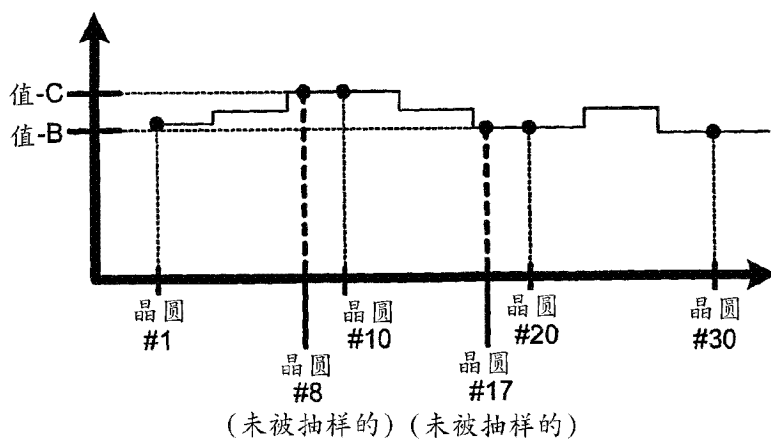


图 5C

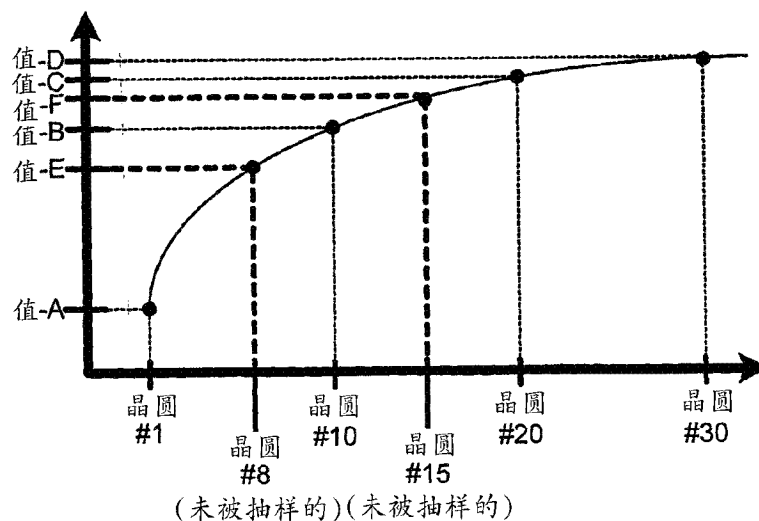


图 5D

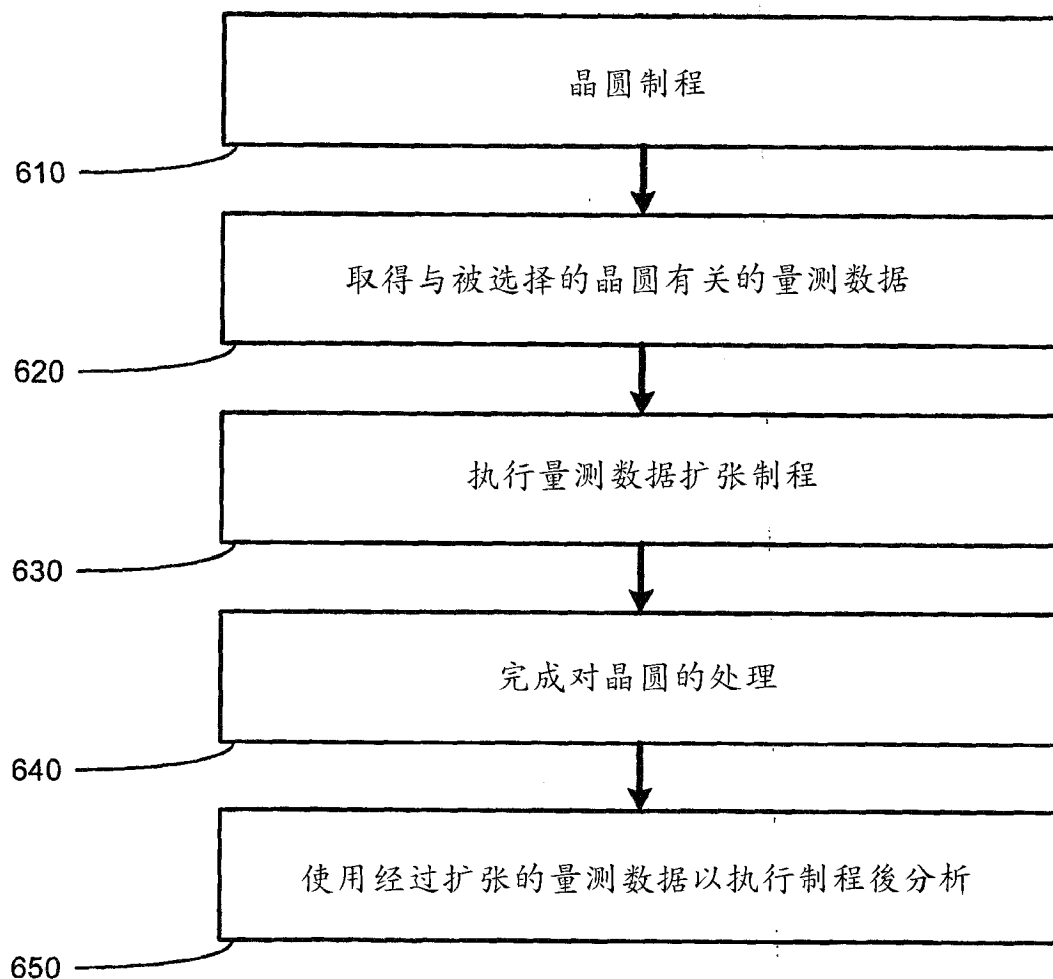


图 6

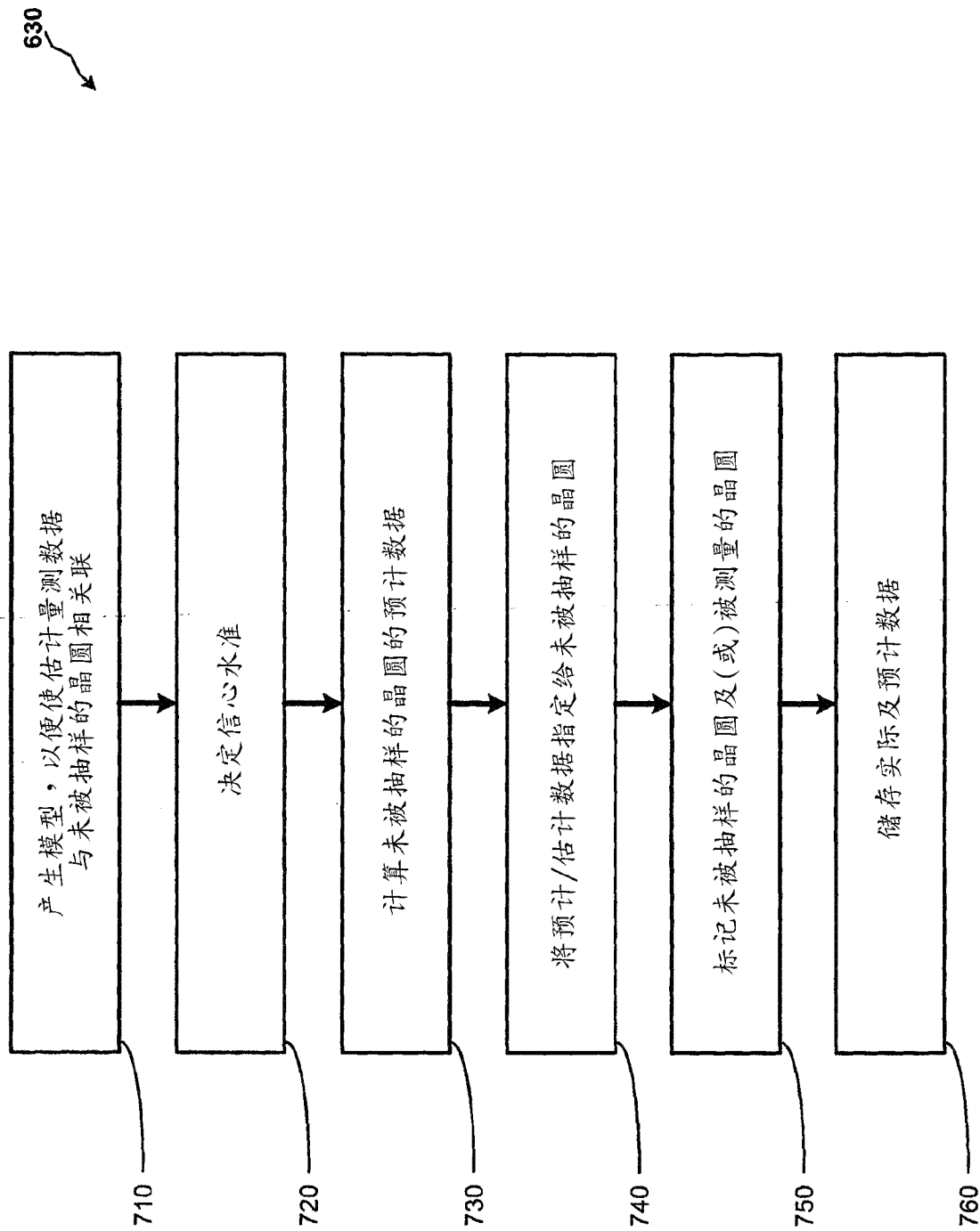


图 7