



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119053925 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 29

(21) 申请号 202380029118.4

(22) 申请日 2023.02.23

(30) 优先权数据

17/652,571 2022.02.25 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2023/063117 2023.02.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/164540 EN 2023.08.31

(71) 申请人 环球晶圆股份有限公司

地址 中国台湾新竹市工业东二路8号

(72) 发明人 V·哈拉扎德 S·S·巴加瓦特

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司

责任公司 11287

专利代理师 江葳

(51) Int.Cl.

G05B 19/418 (2006.01)

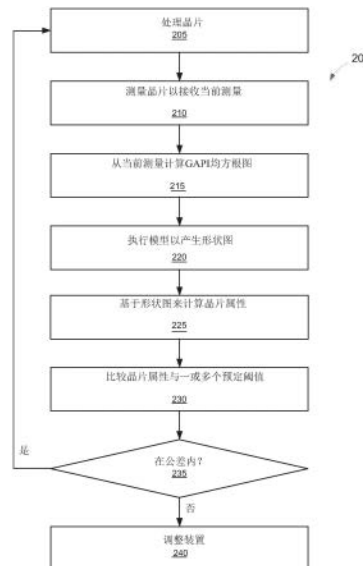
权利要求书3页 说明书16页 附图14页

(54) 发明名称

用于产生抛光后形貌以供强化晶片制造之用的系统及方法

(57) 摘要

一种计算机装置经编程以：存储用于转换形状图以模拟装配线的部分的模型；接收所装配的产品的第一检验的扫描数据；从所述第一检验的所述扫描数据产生形状图；使用所述形状图作为输入来执行所述模型以产生所述产品的最终形状图；比较所述最终形状图与一或多个阈值；确定所述最终形状图是否超过所述一或多个阈值中的至少一者；及如果所述确定是所述最终形状图超过所述一或多个阈值中的至少一者，那么引起调整第一装置。



1. 一种计算机装置,其包括与至少一个存储器装置通信的至少一个处理器,其中所述至少一个处理器经编程以:

在所述至少一个存储器装置中存储用于转换形状图以模拟装配线的部分的模型;

接收所装配的产品的第一检验的扫描数据,其中所述第一检验是在所述装配线中的第一装置之后的所述装配线中的第一检验站处进行;

从所述第一检验的所述扫描数据产生形状图;

使用所述形状图作为输入来执行所述模型以产生所述产品的最终形状图;

比较所述最终形状图与一或多个阈值;

确定所述最终形状图是否超过所述一或多个阈值中的至少一者;及

如果所述确定所述最终形状图超过所述一或多个阈值中的至少一者,那么引起所述第一装置调整。

2. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中所述至少一个处理器进一步经编程以:

从所述最终形状图计算一或多个产品属性;

比较所述一或多个产品属性与所述一或多个阈值;及

如果所述一或多个产品属性超过所述一或多个阈值,那么引起所述第一装置调整。

3. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中所述形状图是研磨后形状图,且其中所述最终形状图是抛光后纳米形貌图。

4. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中所述形状图是GAPIRMS (均方根) 图,且其中所述最终形状图是平面内变形 (IPD) 图。

5. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中所述模型是生成对抗网络 (GAN) 人工智能模型。

6. 根据权利要求5所述的计算机装置,其中所述模型将输入形状图转换为所述产品的最终版本的所述形状图的模拟。

7. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中所述形状图是第一形状图,其中所述最终形状图是第一最终形状图,且其中所述至少一个处理器进一步经编程以:

从所述扫描数据产生第二形状图,其中所述第二形状图是经由不同于所述第一形状图的方法产生;及

使用所述第二形状图作为输入来执行所述模型以产生所述产品的第二最终形状图。

8. 根据权利要求7所述的计算机装置,其中所述至少一个处理器进一步经编程以:

从所述第一最终形状图及所述第二最终形状图计算一或多个产品属性;

比较所述一或多个产品属性与所述一或多个阈值;及

如果所述一或多个产品属性超过所述一或多个阈值,那么引起所述第一装置调整。

9. 根据权利要求7所述的计算机装置,其中所述第一形状图是研磨后形状图,其中所述第一最终形状图是抛光后纳米形貌图,其中所述第二形状图是GAPI RMS (均方根) 图,且其中所述第二最终形状图是平面内变形 (IPD) 图。

10. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中所述扫描数据是所述产品的四线扫描数据或八线扫描数据中的一者。

11. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中所述产品是半导体晶片。

12. 根据权利要求11所述的计算机装置,其中所述第一装置是研磨机或切片机中的一

者,且其中所述第一检验站包含纳米形貌测量装置。

13. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中所述至少一个处理器进一步经编程以:

基于所述最终形状图与所述一或多个阈值的所述比较及所述模型来产生对第一装置的一或多个调整;及

将所述一或多个调整传输到用户及所述第一装置中的至少一者。

14. 根据权利要求1所述的计算机装置,其中如果确定所述最终形状图超过所述一或多个阈值中的至少一者,那么所述至少一个处理器进一步经编程以:

分析多个先前检验以确定趋势;

基于所述趋势来预测后续产品的后续检验是否可能超过所述一或多个阈值中的至少一者;及

基于所述趋势来调整所述第一装置。

15. 一种用于分析装配线的方法,所述方法由计算装置实施,所述计算装置包含与至少一个存储器装置通信的至少一个处理器,所述方法包括:

在所述至少一个存储器装置中存储用于模拟装配线的部分的模型;

在所述至少一个存储器装置中存储用于转换形状图以模拟装配线的部分的模型;

接收所装配的产品的第一检验的扫描数据,其中所述第一检验是在所述装配线中的第一装置之后的所述装配线中的第一检验站处进行;

从所述第一检验的所述扫描数据产生形状图;

使用所述形状图作为输入来执行所述模型以产生所述产品的最终形状图;

比较所述最终形状图与一或多个阈值;

确定所述最终形状图是否超过所述一或多个阈值中的至少一者;及

如果确定所述最终形状图超过所述一或多个阈值中的至少一者,那么引起所述第一装置调整。

16. 根据权利要求15所述的方法,其进一步包括:

从所述最终形状图计算一或多个产品属性;

比较所述一或多个产品属性与所述一或多个阈值;及

如果所述一或多个产品属性超过所述一或多个阈值,那么引起所述第一装置调整。

17. 根据权利要求15所述的方法,其中所述形状图是研磨后形状图或GAPIRMS(均方根)图中的一者,且其中所述最终形状图是平面内变形(IPD)图的抛光后纳米形貌图中的一者。

18. 根据权利要求15所述的方法,其中所述形状图是第一形状图,其中所述最终形状图是第一最终形状图,且其中所述方法进一步包括:

从所述扫描数据产生第二形状图,其中所述第二形状图经由不同于所述第一形状图的方法产生;及

使用所述第二形状图作为输入来执行所述模型以产生所述产品的第二最终形状图。

19. 根据权利要求18所述的方法,其进一步包括:

从所述第一最终形状图及所述第二最终形状图计算一或多个产品属性;

比较所述一或多个产品属性与所述一或多个阈值;及

如果所述一或多个产品属性超过所述一或多个阈值,那么引起所述第一装置调整。

20. 根据权利要求18所述的方法,其中所述第一形状图是研磨后形状图,其中所述第一

最终形状图是抛光后纳米形貌图,其中所述第二形状图是GAPI RMS(均方根)图,且其中所述第二最终形状图是平面内变形(IPD)图。

用于产生抛光后形貌以供强化晶片制造之用的系统及方法

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案主张2022年2月25日申请的第17/652,571号美国非临时专利申请案的优先权,所述美国非临时专利申请案的整个公开内容特此以全文引用的方式并入。

技术领域

[0003] 领域大体上涉及强化晶片制造,且更明确来说,涉及使用纳米形貌的强化晶片分析。

背景技术

[0004] 半导体晶片(例如硅晶片)通常用作集成电路(IC)芯片的生产中的衬底。芯片制造商要求晶片具有极其平坦且平行的表面以确保可从每一晶片制造最大数目个芯片。在从晶圆切片之后,晶片通常经历研磨及抛光过程,所述过程经设计以改进特定表面特征,例如平坦度及平行度。

[0005] 为识别及解决形貌劣化问题,装置及半导体材料制造商考虑晶片表面的纳米形貌。例如,国际半导体设备与材料协会(Semiconductor Equipment and Materials International)(SEMI),半导体工业的全球贸易协会(SEMI文献3089)将纳米形貌定义为在约0.2mm到约20mm的空间波长内的晶片表面的偏差。此空间波长非常紧密地对应于经处理半导体晶片的纳米尺度上的表面特征。纳米形貌测量晶片的一个表面的高度偏差且不考虑晶片的厚度变化(正如传统平坦度测量)。两种技术(光散射及干涉测量)大体上用于测量纳米形貌。这些技术使用从经抛光晶片的表面反射的光来检测非常小的表面变化。

[0006] 在半导体工业中,公司正在竞相以较低成本生产高质量硅晶片。因此,具有具最小损耗的高效率生产过程提供竞争优势。如线锯切割及研磨的生产过程导致晶片上的形貌特征,所述形貌特征可导致形貌劣化。此外,在这些过程之后可用于测量的典型测量工具往往具有大量噪音。由于表面粗糙度过高,因此在这些过程之后无法使用后抛光工具。为避免这些特征,密切地监测抛光后的图是非常重要的,例如:在硅晶片生产期间的不同阶段的平面内变形(In-plane distortion)(IPD)、纳米形貌(NT)及抛光后形状图。然而,大多数抛光后的图仅在生产的后期阶段可用,此使反馈过程非常低效。

[0007] 在一些系统中,许多晶片可在研磨之后但在于研磨过程中检测到问题之前进行处理。再者,每一个别生产线及研磨机可具有可随装置而变化的特定特性。因此,需要一种用于分析晶片以快速地且高效地检测潜在问题且减少材料损耗同时增加效率的系统。

[0008] 此“背景技术”章节希望向读者介绍可与本公开的各种方面有关的各种技术方面,所述方面在下文描述及/或主张。据信此论述有助于向读者提供背景信息以促进对本公开的各种方面的更佳理解。因此,应理解,应鉴于此理解这些陈述,而非作为先前现有技术的认可。

发明内容

[0009] 一方面,一种计算机装置包含与至少一个存储器装置通信的至少一个处理器(或“处理器”)。所述处理器经编程以在所述至少一个存储器装置中存储用于转换形状图以模拟装配线的部分的模型。所述处理器还经编程以接收所装配的产品的第一检验的扫描数据。在所述装配线中的第一装置之后的所述装配线中的第一检验站处进行所述第一检验。所述处理器进一步经编程以从所述第一检验的所述扫描数据产生形状图。另外,所述处理器经编程以使用所述形状图作为输入来执行所述模型以产生所述产品的最终形状图。此外,所述处理器经编程以比较所述最终形状图与一或多个阈值。此外,所述处理器经编程以确定所述最终形状图是否超过所述一或多个阈值中的至少一者。如果所述确定是所述最终形状图超过所述一或多个阈值中的至少一者,那么所述处理器经编程以引起所述第一装置调整。

[0010] 另一方面,一种用于分析装配线的方法由计算装置执行,所述计算装置包含与至少一个存储器装置通信的至少一个处理器。所述方法包含在所述至少一个存储器装置中存储用于转换形状图以模拟装配线的部分的模型。所述方法还包含接收所装配的产品的第一检验的扫描数据。在所述装配线中的第一装置之后的所述装配线中的第一检验站处进行所述第一检验。所述方法进一步包含从所述第一检验的所述扫描数据产生形状图。另外,所述方法包含使用所述形状图作为输入来执行所述模型以产生所述产品的最终形状图。此外,所述方法包含比较所述最终形状图与一或多个阈值。此外,所述方法包含确定所述最终形状图是否超过所述一或多个阈值中的至少一者。如果所述确定是所述最终形状图超过所述一或多个阈值中的至少一者,那么所述方法包含引起所述第一装置调整。

[0011] 存在关于上述方面所提及的特征的各种改进。同样地,进一步特征还可并入于上述方面中。这些改进及额外特征可个别地或以任何组合存在。例如,下文关于所说明实施例中的任何者论述的各种特征可单独地或以任何组合并入到上文描述的方面中的任何者中。

附图说明

[0012] 图1说明根据实施例的用于处理半导体晶片的系统的框图。

[0013] 图2是说明使用图1中所展示的系统评估晶片的实例过程的流程图。

[0014] 图3是用于根据图1中所展示的系统使用图2中所展示的过程评估晶片的实例系统的简化框图。

[0015] 图4说明图3中所展示的客户装置实例配置。

[0016] 图5说明图3中所展示的服务器的实例配置。

[0017] 图6是说明由测量装置执行的实例线扫描过程的图。

[0018] 图7A及7B是进一步说明图6中所展示的实例线扫描过程的图。

[0019] 图8A及8B是晶片的侧视图。

[0020] 图9A及9B是说明针对晶片获得的扫描线的晶片的顶侧视图。

[0021] 图10A说明使用经训练神经网络模型来将研磨后形状图转换为经预测抛光后NT图。

[0022] 图10B说明使用经训练神经网络模型来将GAPI RMS图转换为经预测IPD图。

[0023] 图11A说明晶片形状图的图像。

- [0024] 图11B说明比较地面实况图像与图11A中所展示的经预测NT图的实例图表。
- [0025] 图12A说明晶片形状图的图像。
- [0026] 图12B说明比较地面实况图像与图12A中所展示的经预测NT图的实例图表。
- [0027] 图13A说明晶片形状图的图像。
- [0028] 图13B说明比较地面实况图像与图13A中所展示的经预测IPD图的实例图表。
- [0029] 在图式的若干视图中,对应参考符号指示对应零件。

具体实施方式

[0030] 所描述的实施方案涉及用于分析晶片数据的系统及方法,且更明确来说,涉及分析晶片的后研磨表面以预测晶片的后处理表面。更明确来说,由计算装置执行晶片表面分析模型,以(1)确定晶片的当前状况;(2)基于当前状况及模型来预测晶片的状况的后处理状态;及(3)基于晶片的后处理状态及一或多个预定阈值来确定是否需要调整研磨机进行调整。与先前过程相比,所述系统及方法允许在较少时间内以较高准确度进行纳米形貌反馈,从而容许以较少滞后时间辨识及实施可用于改进纳米形貌的调整以改进质量控制及/或晶片产量。

[0031] 例如晶片表面分析计算机装置及相关计算机系统的计算机系统包含处理器及存储器。然而,本文中所提及的计算机装置中的任何处理器还可指一或多个处理器,其中处理器可在一个计算装置或并行起作用的多个计算装置中。另外,本文中所提及的计算机装置中的任何存储器还可指一或多个存储器,其中存储器可在一个计算装置或并行起作用的多个计算装置中。

[0032] 处理器可包含任何可编程系统,包含使用微控制器的系统、精简指令集电路(RISC)、特定应用集成电路(ASIC)、逻辑电路,及能够执行本文中所描述的功能的任何其它电路或处理器。上文实例仅为实例,且因此不希望以任何方式限制术语“处理器”的定义及/或含义。

[0033] 术语“数据库”可指数据主体、关系数据库管理系统(RDBMS)中的任一者,或两者。如本文中所使用,数据库可包含任何数据集合,包含阶层式数据库、关系数据库、一般档案(flat file)数据库、对象关系数据库、面向对象数据库,及存储于计算机系统上的记录或数据的任何其它结构化集合。上文实例仅为实例,且因此不希望以任何方式限制术语数据库的定义及/或含义。RDBMS的实例包含(但不限于)包含Oracle®数据库、MySQL、IBM® DB2、Microsoft® SQL服务器、Sybase®及PostgreSQL。然而,可使用能够实现本文中所描述的系统及方法的任何数据库。(Oracle是加利福尼亚州红木岸区(Redwood Shores)的Oracle公司的注册商标;IBM是纽约州阿蒙克市的国际商业机器公司(International Business Machines)公司的注册商标;Microsoft是华盛顿州雷蒙德的市的Microsoft公司的注册商标;且Sybase是加利福尼亚州都柏林市的Sybase的注册商标。)

[0034] 一个实施例的计算机程序体现在计算机可读媒体上。在实例中,系统是在单个计算机系统上执行,而无需连接到服务器计算机。在另一实例实施例中,系统是在Windows®环境(Windows是华盛顿州雷蒙德的市的Microsoft公司的注册商标)中运行。在又一实施例中,系统是是在主机环境及UNIX®服务器环境(UNIX是位于英国柏克夏郡雷丁的X/Open有限公司的注册商标)上运行。在另一实施例中,系统是在iOS®环境(iOS是位于加利福尼亚

州圣荷西市的Cisco Systems公司的注册商标)上运行。在又一实施例中,系统是在Mac OS®环境(Mac OS是位于加利福尼亚州库帕提诺的Apple公司的注册商标)上运行。在又一实施例中,系统是在Android® OS(Android是加利福尼亚州蒙坦夫由的Google公司的注册商标)上运行。在另一实施例中,系统是在Linux® OS(Linux是麻萨诸塞州波士顿市的Linus Torvalds的注册商标)上运行。应用程序是灵活的且经设计以在各种不同环境中运行,而不会损及任何主要功能性。在一些实施例中,系统包含分布在多个计算装置当中的多个组件。一或多个组件是呈体现在计算机可读媒体中的计算机可执行指令的形式。系统及过程不限于本文中所描述的特定实施例。另外,每一系统及每一过程的组件可与本文中所描述的其他组件及过程独立地且分开地实践。每一组件及过程还可与其它装配封装及过程组合地使用。

[0035] 以单数叙述且以字词“一”或“一个”开头的元件或步骤应被理解为不排除复数元件或步骤,除非明确叙述此排除。此外,对本公开的“实例实施例”或“一个实施例”的引用并不希望被解释为排除也并有所叙述特征的额外实施例的存在。

[0036] 术语“软件”及“固件”是可互换的,且包含存储于存储器中以供处理器执行的任何计算机程序,所述存储器包含RAM存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器及非易失性RAM(NVRAM)存储器。上文存储器类型仅为实例,且因此不限制可用于存储计算机程序的存储器类型。

[0037] 术语“实时”指的是相关联事件的发生时间、预定资料的测量及收集时间、处理数据的时间及系统对事件及环境作出响应的时间中的至少一者。这些活动及事件实质上即刻发生。

[0038] 系统及过程不限于本文中所描述的特定实施例。另外,每一系统及每一过程的组件可与本文中所描述的其他组件及过程独立且分开实践。每一组件及过程也可与其它装配封装及过程组合地使用。

[0039] 图1说明用于处理半导体晶片的系统100的框图。在硅晶片制造过程中,系统100从切片机105开始。在实例实施例中,切片机105是切割硅材料圆盘的线锯。

[0040] 在切片机105将晶片切片之后,由第一测量装置110分析晶片,第一测量装置110测量数据以产生晶片的轮廓。此时,晶片是未研磨的、未蚀刻的且未抛光的。第一测量装置110将来自经研磨晶片的测量数据提供到晶片表面分析(WSA)计算机装置115。在一些实施例中,第一测量装置110使用电容探针或基于激光的距离传感器来测量晶片。特定来说,WAS计算机装置115使用切片后形状及GAPI RMS数据来产生硅晶片的平面内变形(IPD)、纳米形貌(NT)及形状分布图。如本文中所使用,GAPI RMS指的是基于形状的矩阵,其是用于表示晶片衬底的平滑度的指数。

[0041] GAPI RMS可由WSA计算机装置115计算。首先,WSA计算机装置115加载原始测量数据,例如来自第一测量装置110。原始测量数据包含厚度及下部(或前部)轮廓。WSA计算机装置115将原始数据转换为数个径线(diameter line)扫描轮廓。直径扫描轮廓的数目可为2、4、8或更多。WSA计算机装置115计算最佳拟合厚度平面的最小平方。WSA计算机装置115通过下部轮廓加上厚度(最佳拟合平面厚度)的一半来计算原始形状直径扫描轮廓。WSA计算机装置115通过具有经定义窗口大小的移动平均值来平滑化原始形状直径扫描轮廓。WSA计算机装置115运用一维多项式拟合来通过每一原始形状直径扫描轮廓计算理想形状直径扫描

轮廓。WSA计算机装置115确定形状直径扫描轮廓的增量等于原始形状直径扫描轮廓减去理想形状直径扫描轮廓。

[0042] WSA计算机装置115通过沿着直径方向的经定义移动窗口内的增量形状变化及斜率变化来计算加权轮廓。还定义用于捕捉高变化及斜率变化的阈值。增量形状变化可为标准变化、方差或范围。斜率变化意味着例如当左侧斜率乘以右侧斜率为负时。GAPI代表原始形状与理想形状之间的间隙,其等于增量形状直径乘以加权轮廓。GAPI RMS是GAPI的均方根。

[0043] WSA计算机装置115分析晶片的测量数据以确定在切片之后晶片的轮廓。如果经确定轮廓超过任何质量阈值,那么WSA计算机装置115可确定需要调整切片机105或其它装置。

[0044] 系统100中的下一装置是研磨机120,研磨机120可为单面的或双面的。同时双面研磨同时在晶片的两侧上操作,且产生具有高度平坦化表面的晶片。此等这些研磨机120在研磨期间使用晶片夹持装置来固持半导体晶片。夹持装置通常包括一对流体静力垫及一对磨轮。垫及轮以相对关系定向以依垂直定向将晶片固持在其之间。流体静力垫有益地在相应垫与晶片表面之间产生流体障壁以固持晶片,而刚性垫在研磨期间不会物理地接触晶片。此减少可因实体物理夹持导致的对晶片的损坏,且容许晶片以较小摩擦力相对于垫表面切向地移动(旋转)。虽然此研磨过程可改进经研磨晶片表面的平坦度及/或平行度,但其可导致晶片表面的形貌的劣化。明确来说,已知流体静力垫及磨轮夹持平面的错位导致此劣化。研磨后抛光产生经研磨晶片上的高反射性镜面晶片表面,但并未解决形貌劣化。

[0045] 在研磨机120研磨晶片之后,由第二测量装置125分析晶片,第二测量装置125测量数据以产生经研磨晶片的轮廓。此时,晶片是未蚀刻的且未抛光的。第二测量装置125将来自经研磨晶片的测量数据提供到晶片表面分析(WSA)计算机装置115。在一些实施例中,第二测量装置125使用电容探针或基于激光的距离传感器来测量晶片。特定来说,WSA计算机装置115使用研磨后形状及GAPI(原始形状与理想形状之间的间隙)RMS(均方根)数据来产生硅晶片的平面内变形(IPD)、纳米形貌(NT)及形状分布图。

[0046] WSA计算机装置115分析晶片的测量数据以确定在抛光之后晶片的轮廓。如果经确定轮廓超过任何质量阈值,那么WSA计算机装置115可确定需要调整研磨机120或其它装置。

[0047] 系统100可包含多个研磨机120,其中每一研磨机120研磨晶片,但每一晶片可仅被研磨一次。在这些实施例中,WSA计算机装置115追踪多个研磨机120中的每一者的研磨结果。

[0048] 系统100包含多个后研磨装置,例如(但不限于)用于蚀刻经研磨晶片的蚀刻装置130、用于测量经蚀刻晶片的表面的平坦度的表面测量装置135、用于抛光经蚀刻晶片的抛光装置140,及经抛光晶片的纳米形貌的纳米形貌测量装置145。在其它实施例中,其它装置可包含于系统100中。

[0049] WSA计算机装置115包含系统100中的装置的模型,其中模型基于晶片的测量来模拟晶片的蚀刻、抛光及可能研磨,以预测晶片的抛光后表面。抛光后表面类似于如由纳米形貌测量装置145测量的表面。如本文中进一步描述,WSA计算机装置115基于多个所制造晶片的多个历史数据来产生模型。历史数据是基于第一测量装置110(切片后)或第二测量装置125(研磨后)中的至少一者及纳米形貌测量装置145(抛光后)处的晶片的比较。

[0050] WSA计算机装置115针对其分析的每一系统100产生模型。例如,工厂可具有用于制

造晶片的一个以上生产线。针对每一生产线,WSA计算机装置115产生各别模型。在一些实施例中,在多个切片机105或研磨机120使用相同后研磨机处理的情况下,那么WSA计算机装置115可使用相同模型。

[0051] 图2是说明使用系统100(图1中所展示)评估晶片的实例过程200的流程图。在实例实施例中,过程200的步骤是由WSA计算机装置115(1中所展示)执行。

[0052] 在过程200之前,建立至少一个神经网络模型。运用多个历史图像训练神经网络模型。第一神经网络模型经训练以接收晶片的研磨后或切片后形状图,且从经输入形状图确定抛光后NT图。第二神经网络模型经训练以接收晶片的研磨后或切片后GAPI RMS图,且确定晶片的IPD图。这些神经网络模型中的两者是用多个历史图像及生成对抗网络(GAN)进行训练。

[0053] GAN架构包括用于输出新的可信(plausible)合成图像的产生器模型及将图像分类为真实(来自数据集)或虚假(所产生)的鉴别器模型。鉴别器模型直接更新,而产生器模型经由鉴别器模型更新。因而,在对抗过程中同时训练两个模型,其中产生器企图更好地欺骗鉴别器,且鉴别器力图更好地识别伪造图像。

[0054] 针对本文中所描述的GAN模型,输出图像的产生取决于输入,在此情况下,源图像。鉴别器包含源图像及目标图像两者,且必须确定目标是否为源图像的可信变换。经由对抗损耗来训练产生器,此鼓励产生器在目标域中产生可信图像。还经由在所产生图像与预期输出图像之间测量的L1损耗来更新产生器。此额外损耗鼓励产生器模型产生源图像的可信转译。模型的输入可为四线扫描数据或八线扫描数据。下文描述训练模型的进一步论述。

[0055] 晶片处理205可包含通过切片机105进行切片及/或通过研磨机120进行研磨(两者皆在图2中展示)。在处理205之后,第一测量装置110及第二测量装置125(两者皆在图1中展示)中的至少一者测量210经研磨晶片,且将当前后处理测量传输到WSA计算机装置115。WSA计算机装置115从当前测量计算215GAPI RMS图,且从预定义算法计算GAPI RMS图。

[0056] WSA计算机装置115执行220前述神经网络模型以产生形状图,例如抛光后NT图及/或IPD图。出于本公开的目的,神经网络模型可将形状图转换为抛光后NT图或将GAPI RMS图转换为IPD图。接着,WSA计算机装置115基于形状图来计算225经预测晶片属性。这些晶片属性可包含(但不限于)平均IPD、THA1010及THA2525。THA1010及THA2525是基于纳米形貌图计算的纳米形貌参数。通过记录在10mm×10mm大小的移动窗口中的峰谷差值来计算THA1010,所述移动窗口是在整个晶片上方移动且接着将此经记录值集的特定百分位数视为THA1010值。百分位值可变化,且通常由最终消费者指定。THA2525类似于THA1010,除窗口可为25mm×25mm的方形或具有25mm的直径的圆形之外。晶片属性预测在处理结束时晶片的状态,例如由纳米形貌测量装置145测量。

[0057] WSA计算机装置115比较230晶片属性与一或多个预定阈值。在实例实施例中,预定阈值是对抛光后晶片的适当表面的要求。在实例实施例中,一些预定阈值及/或要求是基于来自晶片的制造商及/或购买晶片的客户的一或多个用户偏好。

[0058] 如果晶片属性是在公差内235,那么WSA计算机装置115存储数据且移动到分析下一晶片。接着,经存储晶片属性可用于改进神经网络及/或检测一或多个趋势。如果晶片属性未在公差235内,那么WSA计算机装置115触发警报且潜在地调整240一或多个装置,例如(但不限于)切片机105、研磨机120、蚀刻装置130及抛光装置140。在一些实施例中,WSA计算

机装置115直接调整240所述装置。在其它实施例中,WSA计算机装置115指示另一装置调整240所述装置。在又进一步实施例中,WSA计算机装置115指示用户调整240所述装置。

[0059] WSA计算机装置115确定晶片是在公差内235,但还确定所述装置中的一或多个者变得不再被适当调整。在这些实施例中,WSA计算机装置115可基于多个晶片的后处理检验的当前趋势来确定装置脱离适当调整。WSA计算机装置115可辨识所述趋势且确定装置将需要在特定次使用中或在一段时间之后进行调整。在这些实施例中,WSA计算机装置115可确定系统100的下一计划停机时段。如果计划停机时段是在装置预期脱离适当调整之前,那么WSA计算机装置115可将装置调整排程为在计划停机时段期间发生。WSA计算机装置115可基于一或多个预定阈值、每一晶片的后处理结果的改变量及模型来确定装置预期何时产生超出公差的晶片。

[0060] WSA计算机装置115基于多个历史数据来产生模型,所述多个历史数据包含由第一测量装置110进行的过去的切片后测量或由第二测量装置125进行的研磨后测量及由纳米形貌测量装置145进行的过去的抛光后测量。在实例实施例中,WSA计算机装置115通过比较晶片的切片后/研磨后图像及抛光后图像来产生模型以确定系统100在处理晶片时如何改变晶片。在一些实施例中,WSA计算机装置115存储使用来自特定生产线(系统100)的历史检验数据针对所述生产线训练的一般模型。在其它实施例中,WSA计算机装置115完全从所述生产线的历史数据产生模型。在一些进一步实施例中,在生产线在生产中时,基于生产线的纳米形貌测量装置145的测量数据不断地更新模型。此容许模型最准确地模型化当前生产线(系统100)。在其它实施例中,模型仅每六个月或其它预定时间段进行更新或校准。此实施例在系统100中的其它装置未改变或不需要定期重新校准的情况下是最佳的。在一些实施例中,每当装置被替换、被校准或以其它方式改变时,针对生产线的当前状态更新及校准模型。

[0061] 虽然针对半导体晶片制造装配线描述系统100及过程200,但所属领域的技术人员将理解,本公开可与其它装配线一起使用。在这些其它实施例中,系统100将被视为用于产生产品的装配线100。装配线包含第一装置105、第一检验站110、计算机装置115、第二装置140、第二检验站145及潜在地第三装置120及第三检验站125。在这些其它实施例中,计算机装置115在至少一个存储器装置中存储用于模拟装配线100的部分的模型。计算机装置115接收所装配的产品的第一检验的扫描数据。第一检验是在装配线100中的第一装置105(或120)之后的装配线100中的第一检验站110(或125)处进行。计算机装置115使用扫描数据作为输入来执行220模型以产生产品的最终轮廓及或属性。

[0062] 计算机装置115比较230最终轮廓与一或多个阈值。计算机装置115确定235最终轮廓是否因超过一或多个阈值中的至少一者而超过一或多个公差。如果确定是最终轮廓超过一或多个阈值中的至少一者,那么计算机装置115引起第一装置105(或120)调整240。

[0063] 计算机装置115可基于装配线100的多个检验数据来产生用于模拟所述装配线100的部分的模型。模型产生产品的最终轮廓,其模拟产品到达第二检验站145时的实际轮廓。在一些进一步实施例中,第二检验站145是定位于装配线100完成之后。在一些实施例中,多个检验数据包含第一检验站110处的多个个别产品的第一多个扫描数据及第二检验站145处的多个个别产品的第二多个扫描数据。在又一些进一步实施例中,计算机装置115接收在第二检验站145处装配的产品的第二检验的扫描数据。计算机装置115比较第二检验的扫描

数据与最终轮廓。计算机装置115基于比较来调整模型。

[0064] 在其它实施例中,计算机装置115产生用于模拟装配线100的部分的模型。模型产生产品的最终轮廓及属性,其模拟产品到达最终检验站145时的实际轮廓。模型可在第一处理站105之后从第一检验站110接收扫描数据及/或在第二处理站120之后从第二检验站125接收扫描数据。接着,计算机装置115基于来自检验站110及125两者的输入产生产品的轮廓。

[0065] 如果确定最终轮廓超过一或多个阈值中的至少一者,那么计算机装置115分析多个先前检验以确定趋势。计算机装置115基于趋势来预测后续产品的后续检验是否可能超过一或多个阈值中的至少一者。计算机装置115基于趋势来调整第一装置105或第二装置120。

[0066] 图3是用于根据系统100(在图1中展示)使用过程200(在图2中展示)评估晶片的实例系统300的简化框图。在实例实施例中,系统300是用于分析研磨后晶片以确定其在抛光后是否将在公差内。另外,系统300是包含晶片表面分析(WSA)计算机装置310(还称为WSA服务器)的实时数据分析及分类计算机系统,WSA计算机装置310经配置以分析晶片且基于分析来预测未来状态。

[0067] 测量装置305经配置以扫描晶片的表面以产生所述晶片的轮廓。更明确来说,测量装置305扫描晶片的纳米形貌且与WSA计算机装置310通信。测量装置305通过各种有线或无线接口连接到WSA计算机装置310,所述接口包含(但不限于)网络(例如局域网(LAN)或广域网(WAN))、拨入连接、电缆调制解调器、因特网连接、无线及专用高速整合服务数字网络(ISDN)线路。测量装置305接收关于晶片的表面的数据,且将所述数据报告到WSA计算机装置310。在其它实施例中,测量装置305与一或多个客户端系统325通信,且客户端系统325实时地或近实时地将测量数据路由到WSA计算机装置310。在一些实施例中,第一测量装置305测量晶片的一个侧,且第二测量装置305测量晶片的另一侧。在实例实施例中,测量装置305类似于第一测量装置110(在图1中展示)、第二测量装置125(在图1中展示)及纳米形貌测量装置145(在图1中展示)。

[0068] 如上文更详细描述,WSA服务器310经编程以分析晶片以预测抛光后晶片表面的纳米形貌,以容许系统300对将导致晶片快速超出公差的变化作出响应。WSA服务器310经编程以确定晶片的当前状况;(2)基于当前状况及模型来预测晶片的状况的后处理状态;及(3)基于晶片的后处理状态及一或多个预定阈值来确定是否需要对晶片处理装置进行调整。在实例实施例中,WSA服务器310类似于晶片表面分析计算机装置115(在图1中展示)。

[0069] 客户端系统325是包含网页浏览器或软件应用程序的计算机,所述网页浏览器或软件应用程序使客户端系统325能够使用因特网、局域网(LAN)或广域网(WAN)与WSA服务器310通信。在一些实施例中,客户端系统325是通过许多接口通信地耦合到因特网,所述接口包含(但不限于)网络(例如因特网、LAN、WAN或整合服务数字网络(ISDN))、拨号连接、数字用户线(DSL)、蜂巢式电话连接、卫星连接及电缆调制解调器中的至少一者。客户端系统325可为能够存取网络(例如因特网)的任何装置,包含(但不限于)桌面计算机、膝上型计算机、个人数字助理(PDA)、蜂巢式电话、智能电话、平板计算机、平板手机或其它基于网页的可连接设备。

[0070] 数据库服务器315是通信地耦合到存储数据的数据库320。在一个实施例中,数据

库320是包含历史数据及模型的数据库。在一些实施例中,数据库320是来自WSA服务器310远程地存储。在一些实施例中,数据库320是分布式的。在实例实施例中,吾人可通过登录到WSA服务器310上而经由客户端系统325存取数据库320。

[0071] 图4说明客户端系统325(在图3中展示)的实例布置。用户计算机装置402是由用户401操作。用户计算机装置402可包含(但不限于)第一测量装置110、第二测量装置125、晶片表面分析计算机装置115、纳米形貌测量装置145(全部在图1中展示)、测量装置305、WSA计算机装置310及客户端系统325(全部在图3中展示)。用户计算机装置402包含用于执行指令的处理器405。在一些实施例中,可执行指令是存储于存储器区域410中。处理器405可包含一或多个处理单元(例如,呈多核心配置)。存储器区域410是容许存储及撷取例如可执行指令及/或异动数据的信息的任何装置。存储器区域410可包含一或多个计算机可读媒体。

[0072] 用户计算机装置402还包含用于向用户401呈现信息的至少一个媒体输出组件415。媒体输出组件415是能够向用户401传达信息的任何组件。在一些实施例中,媒体输出组件415包含(例如)视频配接器及/或音频配接器的输出配接器(未展示)。输出配接器是可操作地耦合到处理器405,且可操作地耦合到(例如)显示装置(例如,阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器或“电子墨水”显示器)或音频输出装置(例如,扬声器或耳机)的输出装置。在一些实施例中,媒体输出组件415经配置以向用户401呈现图形用户接口(例如,网页浏览器及/或客户端应用程序)。图形用户接口可包含(例如)用于查看一或多个晶片的分析的结果的界面。在一些实施例中,用户计算机装置402包含用于接收来自用户401的输入的输入装置420。用户401可使用输入装置420来选择晶片以查看其分析,但不限于此。输入装置420可包含(例如)键盘、指针装置、鼠标、触控笔、触敏面板(例如,触摸板或触控屏幕)、陀螺仪、加速度计、位置检测器、生物特征输入装置及/或音频输入装置。例如触控屏幕的单个组件可用作媒体输出组件415的输出装置及输入装置420两者。

[0073] 用户计算机装置402还可包含通信接口425,其通信地耦合到(例如)WSA服务器310(在图3中展示)的远程装置。通信接口425可包含(例如)有线或无线网络配接器及/或无线数据收发器以用于搭配行动电信网络使用。

[0074] (例如)用于经由媒体输出组件415向用户401提供用户接口且视情况接收及处理来自输入装置420的输入的计算机可读指令是存储于存储器区域410中。除其它可能性之外,用户接口还可包含网页浏览器及/或客户端应用程序。网页浏览器使(例如)用户401的用户能够显示来自WSA服务器310的通常嵌入于网页或网站上的媒体及其它信息且与其互动。客户端应用程序容许用户401与(例如)WSA服务器310互动。例如,指令可由云端服务存储,且指令的执行的输出被发送到媒体输出组件415。

[0075] 处理器405执行用于实施本公开的方面的计算机可执行指令。在一些实施例中,处理器405是通过执行计算机可执行指令或通过以其它方式被编程而变换为专用微处理器。

[0076] 图5说明图3中所展示的服务器系统310的实例配置。服务器计算机装置501可包含(但不限于)WSA计算机装置115(在图1中展示)、数据库服务器315及WSA服务器310(两者皆在图3中展示)。服务器计算机装置501还包含用于执行指令的处理器505。指令可存储于存储器区域510中。处理器505可包含一或多个处理单元(例如,呈多核心配置)。

[0077] 处理器505是可操作地耦合到通信接口515,使得服务器计算机装置501能够与(例如)另一服务器计算机装置501、另一WSA服务器310或客户端系统325(在图3中展示)的远程

装置通信。例如,通信接口515可经由因特网接收来自客户端系统325的请求,如图3中所说明。

[0078] 处理器505还可被可操作地耦合到存储装置534。存储装置534是适合于存储及/或撷取数据(例如(但不限于)与数据库320(在图3中展示)相关联的数据)的任何计算机操作硬件。在一些实施例中,存储装置534是整合于服务器计算机装置501中。例如,服务器计算机装置501可包含一或多个硬盘机作为存储装置534。在其它实施例中,存储装置534是在服务器计算机装置501外部,且可由多个服务器计算机装置501存取。例如,存储装置534可包含存储局域网络(SAN)、网络附接存储(NAS)系统及/或多个存储单元,例如呈廉价磁盘冗余阵列(RAID)配置的硬盘及/或固态硬盘。

[0079] 处理器505可经由存储接口520可操作地耦合到存储装置534。存储接口520是能够为处理器505提供对存储装置534的存取的任何组件。存储接口520可包含(例如)先进技术附件(ATA)配接器、串行ATA(SATA)配接器、小型计算机系统接口(SCSI)配接器、RAID控制器、SAN配接器、网络配接器及/或为处理器505提供对存储装置534的存取的任何组件。

[0080] 处理器505执行用于实施本公开的方面的计算机可执行指令。在一些实施例中,处理器505是通过执行计算机可执行指令或通过以其它方式被编程而变换为专用微处理器。例如,处理器505经编程具有(例如)图2中所说明的指令。

[0081] 图6是说明由测量装置305(在图3中展示)执行的实例线扫描过程600的图。在实例实施例中,过程600是由作为系统100的部分的第一测量装置110、第二测量装置125及纳米形貌测量装置145(全部在图1中展示)及过程200(在图2中展示)执行。

[0082] 根据线扫描过程600,晶片W由与晶片的第一表面605A接触的一或多个支撑销603支撑。如由晶片在无重力状态下的形状(用参考数字607指示)与晶片在经支撑状态下的形状(用参考数字609指示)之间的比较说明,经支撑晶片609的形状依据重力及晶片W的质量而偏转。测量装置305包含第一静电电容式传感器621A,其用于沿着经支撑晶片609的直径测量第一传感器621A与第一表面605A(例如,前表面)之间的多个距离(例如,“距离B”)。类似地,测量装置305包含第二静电电容式传感器621B,其用于沿着经支撑晶片609的直径测量第二传感器621B与第二表面605B(例如,背表面)之间的多个距离(例如,“距离F”)。经获得数据包含对应于直径的线扫描数据集。线扫描数据集包括由第一传感器621A沿着经支撑晶片609的直径测量的多个距离及由第二传感器621B沿着经支撑晶片609的直径测量的多个距离。线扫描数据集指示沿着直径的晶片轮廓。

[0083] 图7A及7B是进一步说明实例线扫描过程600(在图6中展示)的图。图7A及7B说明由测量装置305执行的用于获得多个线扫描数据集的线扫描过程600,所述多个线扫描数据集各自指示沿着特定直径的晶片轮廓。如由图7A说明,沿着晶片的第一直径执行第一线扫描(由箭头701指示)。特定来说,第一传感器621A是在沿着晶片的第一直径的第一方向上在第一表面605A上方的平面中移动。第一传感器621A以预定义间隔(即,节距R,测量频率)测量第一传感器621A与晶片的第一表面605A之间的距离。预定义间隔在图7A中被说明为在晶片W的表面上具有标记。例如,第一传感器621A可沿着晶片的第一直径以1mm或2mm间隔测量距离。第二传感器621B是类似地在第一方向上在第二表面605B下方的平面中移动,以沿着晶片的第一直径测量第二传感器621B与第二表面605B之间的距离。晶片的第一直径可被定义依据参考点而变化。例如,在所说明过程中,第一直径通过定位于晶片的周边上的缺口N。

[0084] 如由图7B说明,在完成第一线扫描701之后,使晶片W旋转(由箭头709指示)。特定来说,定位于支撑销603下方的旋转载物台705被升高以将晶片W提升到支撑销603上方的位置(由参考数字707指示)。在将晶片支撑在提升位置707中时,旋转载物台旋转。因此,晶片旋转若干度(θ)。旋转载物台705被降低且经旋转晶片被重新定位于支撑销603上。支撑销603相对于晶片的第二表面的位置在图7A及7B中用隐藏线指示。继而,执行沿着晶片的第二直径的线扫描(由箭头715指示)。根据所说明过程,第一及第二传感器621A及621B是在沿着晶片的第二直径的第二方向(例如,与第一方向相反)上在分别对应于第一及第二表面605A及605B的平面中移动。如上文结合第一线扫描701所说明,第一及第二传感器621A及621B分别沿着晶片的第二直径以预定义间隔测量传感器621A及621B与晶片的第一及第二表面605A及605B之间的距离。重复旋转709以及线扫描操作701及705,以获得多个线扫描数据集中的每一者。

[0085] 测量装置305适当地使用自质量补偿(self-mass compensation)算法来确定无重力状态下的晶片形状607。自质量补偿依据线扫描数据集、晶片密度、弹性常数、晶片的直径及支撑销603的位置来确定晶片的形状。在一个实施例中,测量装置305基于晶片形状来测量一或多个晶片参数。晶片参数可包含以下中的一或多个:翘曲、弯曲、TTV(总厚度变化)及/或GBIR(全局背表面理想范围)。

[0086] 参考图8A,翘曲及弯曲是大体上相对于参考平面来确定。参考平面系依据支撑销603与晶片的表面605A之间的接触点来定义。明确来说,翘曲被定义为中间区域与参考平面的最大偏差及最小偏差之间的差的绝对值。中间区域是等距于晶片的前表面605B及晶片的背表面605A的点的轨迹。弯曲被定义为在晶片中心处与参考平面的偏差量。参考图8B,GBIR及TTV反映晶片的线性厚度变化,且可基于从晶片的背表面到参考平面的最大距离与最小距离之间的差来计算。例如,测量装置305可获得如由图9A说明的四个线扫描数据集或如图9B中所说明的八个线扫描数据集。每一线扫描数据集指示晶片的直径轮廓。

[0087] 再次参考图1中所说明的系统100,由用于测量如由研磨机120研磨的晶片的纳米形貌的测量装置110、125及145获得的数据被传输到WSA计算机装置115。例如,线扫描数据集及/或经确定晶片形状可被传输到WSA计算机装置115。WSA计算机装置115接收扫描数据且执行用于执行用于处理经接收扫描数据的多个操作的计算机可执行指令,如本文中所描述。特定来说,WSA计算机装置115基于经接收扫描数据来预测晶片的抛光后纳米形貌。在一些实施例中,WSA计算机装置115基于晶片的经预测纳米形貌来确定研磨参数。相应地调整研磨机120的操作。

[0088] WSA计算机装置115可存取用于处理经接收扫描数据的反馈过程。经接收扫描数据可包含线扫描数据集及/或经研磨晶片的经确定晶片形状。特定来说,WSA计算机装置115基于经接收翘曲数据来预测抛光后晶片的纳米形貌。晶片的纳米形貌是预测的而非实际测量的,这是因为当第一测量装置110或第二测量装置125测量晶片时,晶片尚未经过抛光。WSA计算机装置115基于晶片的经预测纳米形貌来确定一或多个研磨参数。在一个实施例中,WSA计算机装置115确定移位参数。移位参数指示用于使所述对磨轮移动以减少由磨轮的错位导致的纳米形貌劣化的量值及方向。在另一实施例中,WSA计算机装置115额外地或替代地确定倾斜参数。倾斜参数指示用于相对于晶片定位所述对磨轮以减少由磨轮的错位导致的纳米形貌劣化的角度。

[0089] 基于经确定参数来调整研磨机120或其它站的操作。例如,在研磨机120的情况下,可如由经确定移位及/或倾斜参数指定般调整磨轮。在一个实施例中,依据经确定移位及/或倾斜参数以及先前定义的补偿量来调整磨轮。在一个实施例中,研磨机120经配置以接收经确定研磨参数,且依据经确定研磨参数来调整研磨机120的一或多个组件。在另一实施例中,经确定研磨参数被提供给操作者,且操作者配置研磨机120以依据经确定研磨参数来调整研磨机120的一或多个组件。

[0090] 图10A说明使用经训练神经网络模型来将研磨后形状图转换为经预测抛光后NT图。图10B说明使用经训练神经网络模型来将GAPI RMS图转换为经预测IPD图。GAN AI模型1005(其可为神经网络或其它基于人工智能或机器学习的模型)接收输入图像1010且输出经预测输出图像1015。输入图像1010可包含如图10A中所展示的形状图或如图10B中所展示GAPI RMS图。

[0091] GAN AI模型1005是在巨量数据集(large datasets)上进行训练以使输入数据1010与输出图1015相互关联。在图10A中所展示的第一实例中,由第一测量装置110或第二测量装置125(两者皆在图1中展示)取得研磨后(或切片后)线资料(例如4线或8线扫描)。线资料是用于制作形状图。形状图被用作模型1005的输入图像1010。接着,模型1005输出经预测抛光后纳米形貌(NT)图作为输出图像1015。在一些实施例中,经训练模型1005提供研磨后4线或8线扫描数据1010与NT图1015之间的相关性,其中R2约为80%。

[0092] 在图10B中所展示的第二实例中,由第一测量装置110或第二测量装置125(两者皆在图1中展示)取得GAPI RMS图。GAPI RMS图被用作模型1005的输入图像1010。接着,模型1005输出经预测的基于形状的平面内变形(IPD)图作为输出图像1015。在一些实施例中,经训练模型1005提供GAPI RMS图1010与IPD图1015之间的相关性,其中R2约为90%。

[0093] 一旦NT及IPD图两者皆可用,WSA计算机装置310便可计算不同参数,例如(但不限于):THA1010、THA2525、平均IPD等。WSA计算机装置310可使用这些参数,所述参数可用于优化硅晶片的制造期间的研磨、切片及抛光过程。

[0094] 图11A说明晶片形状图的图像。第一图像是输入图像1105,明确来说,平滑研磨后数据集图。第二图像是地面实况图像1110,其是实际抛光后经测量晶片。地面实况图像1110可由纳米形貌测量装置145(在图1中展示)测量。第三图像是经预测NT图1115。

[0095] 图11B说明比较地面实况图像1110与经预测NT图1115(两者皆在图11A中展示)的实例图表。在此实例中,针对地面实况图像1110及经预测NT图1115两者计算TH2525。图11B中的图表基于所计算TH2525来说明地面实况图像1110与经预测NT图1115之间的相关性。关联标绘图展示约0.788的R平方值。

[0096] 图12A说明晶片形状图的图像。第一图像是输入图像1205,明确来说,经过滤研磨后数据集图。第二图像是地面实况图像1210,其是实际抛光后经测量晶片。地面实况图像1210可由纳米形貌测量装置145(在图1中展示)测量。第三图像是经预测NT图1215。

[0097] 图12B说明比较地面实况图像1210与经预测NT图1215(两者皆在图12A中展示)的实例图表。在此实例中,针对地面实况图像1210及经预测NT图1215两者计算TH2525。图12B中的图表基于所计算TH2525来说明地面实况图像1210与经预测NT图1215之间的相关性。关联标绘图展示约0.829的R平方值。

[0098] 图13A说明晶片形状图的图像。第一图像是输入图像1305,明确来说,GAPI RMS图。

第二图像是地面实况图像1310,其是实际抛光后经测量晶片。地面实况图像1210可由纳米形貌测量装置145(在图1中展示)测量。第三图像是经预测IPD图1315。

[0099] 图13B说明比较地面实况图像1210与经预测IPD图1315(两者皆在图13A中展示)的实例图表。在此实例中,针对地面实况图像1310及经预测IPD图1315两者计算TH2525。图13B中的图表基于所计算IPD来说明地面实况图像1310与经预测IPD图1315之间的相关性。关联标绘图展示约0.930的R平方值。

[0100] 计算机装置(例如晶片表面分析计算机装置115(在图1中展示))包括与至少一个存储器装置510通信的至少一个处理器505(两者皆在图50中展示)。WSA计算机装置115经编程以在至少一个存储器装置510中存储用于转换形状图以模拟装配线100(在图1中展示)的部分的模型。WSA计算机装置115接收所装配的产品的第一检验的扫描数据。第一检验是在第一检验站(还称为第一测量装置110,其可为第一测量装置110或第二测量装置125(两者皆在图1中展示))处进行。第一检验站是在装配线100中,在装配线100中的第一装置105或120(两者皆在图1中展示)之后。

[0101] WSA计算机装置115还从第一检验的扫描数据产生形状图,且使用形状图作为输入来执行模型以产生产品的最终形状图。WSA计算机装置115比较最终形状图与一或多个阈值,且确定最终形状图是否超过一或多个阈值中的至少一者。如果确定是最终形状图超过一或多个阈值中的至少一者,那么WSA计算机装置115引起第一装置调整。

[0102] WSA计算机装置115还可从最终形状图计算一或多个产品属性。WSA计算机装置115比较一或多个产品属性与一或多个阈值。如果一或多个产品属性超过一或多个阈值,那么WSA计算机装置115引起第一装置调整。

[0103] 形状图适当地为研磨后形状图及GAPI RMS(均方根)图中的一者。如此,最终形状图分别为抛光后纳米形貌图及平面内变形(IPD)图中的一者。模型是用部分处理及完全处理的产品的历史图像训练的生成对抗网络(GAN)人工智能模型。模型将输入形状图转换为产品的最终版本的形状图的模拟。

[0104] 形状图是第一形状图,且最终形状图是第一最终形状图。在这些实施例中,WSA计算机装置115从扫描数据产生第二形状图。经由不同于第一形状图的方法产生第二形状图。WSA计算机装置115使用第二形状图作为输入来执行模型以产生产品的第二最终形状图。WSA计算机装置115从第一最终形状图及第二最终形状图计算一或多个产品属性。WSA计算机装置115比较一或多个产品属性与一或多个阈值。如果一或多个产品属性超过一或多个阈值,则那么WSA计算机装置115引起第一装置调整。在这些实施例中,第一形状图是研磨后形状图,第一最终形状图是抛光后纳米形貌图,第二形状图是GAPI RMS(均方根)图,且第二最终形状图是平面内变形(IPD)图。

[0105] 扫描数据是产品的四线扫描数据或八线扫描数据中的一者。产品是如上文所描述的半导体晶片,且第一装置是研磨机或切片机中的一者。第一检验站包含纳米形貌测量装置。

[0106] WSA计算机装置115基于最终形状图与一或多个阈值的比较及模型来产生对第一装置的一或多个调整。WSA计算机装置115将一或多个调整传输到用户及第一装置中的至少一者。

[0107] 如果确定最终形状图超过一或多个阈值中的至少一者,那么WSA计算机装置115分

析多个先前检验以确定趋势。接着,WSA计算机装置115基于趋势来预测后续产品的后续检验是否可能超过一或多个阈值中的至少一者。另外,WSA计算机装置115基于趋势来调整第一装置。

[0108] 由此系统实现以解决技术问题的技术解决方案中的至少一者可包含:(i)改进晶片表面的分析;(ii)减少由于故障或不当对准的材料损耗;(iii)增加晶片分析的速度;(iv)增加晶片分析的准确度;(v)减少对研磨机的不必要调整;(vi)减少误报及漏报;及(vii)更新针对每一个别生产线校准的分析。

[0109] 计算机实施方法可包含额外、较少或替代动作,包含本文中在别处论述的动作。方法可经由一或多个本端或远程处理器、收发器、服务器及/或传感器(例如安装于车辆或行动装置上或与智能型基础设施或远程服务器相关联的处理器、收发器、服务器及/或传感器)及/或经由存储于一或多个非暂时性计算机可读媒体上的计算机可执行指令来实施。

[0110] 另外,计算机系统可包含额外、较少或替代功能性,包含本文中在别处论述的功能性。计算机系统可包含存储于一或多个非暂时性计算机可读媒体上的计算机可执行指令或经由其实施。

[0111] 可使用监督式或无监督机器学习来训练处理器或处理元件,且机器学习程序可采用神经网络,其可为卷积神经网络、深度学习神经网络、经强化或强化学习模块或程序,或在两个或更多个所关注领域或区域中学习的组合学习模块或程序。机器学习可涉及识别及辨识现有数据中的型样以促进对后续数据进行预测。可基于实例输入来产生模型,以针对新颖输入进行有效的且可靠的预测。

[0112] 额外地或替代地,可通过将样本数据集或特定数据输入到程序中来训练机器学习程序,例如图像、对象统计及信息、历史估计及/或实际修复成本。机器学习程序可利用深度学习算法,其可主要专注于型样辨识,且可在处理多个实例之后进行训练。机器学习程序可包含贝氏(Bayesian)程序学习(BPL)、语音识别及合成、图像或对象辨识、光学字符识别及/或自然语言处理(个别地抑或组合地)。机器学习程序还可包含自然语言处理、语义分析、自动推理及/或机器学习。

[0113] 可使用监督式及无监督机器学习技术。在监督式机器学习中,处理元件可包含实例输入及其相关联输出,且可力图发现将输入映像到输出的一般规则,使得当提供后续新颖输入时,处理元件可基于所发现的规则来准确地预测正确输出。在无监督机器学习中,可需要处理元件在未标记的实例输入中找到其自身的结构。在一个实施例中,机器学习技术可用于提取关于晶片表面纳米形貌的数据以预测未来状态。

[0114] 基于这些分析,处理元件可学习如何识别接着可能应用于分析图像数据、模型数据及/或其它数据的特性及型样。例如,处理元件可学习基于后研磨及后抛光测量的比较来识别在研磨机脱离对准之前的趋势。处理元件还可学习如何基于所收集扫描数据来识别可能不容易明了的趋势,例如在研磨机脱离对准之前的趋势。

[0115] 方法及系统可使用包含计算机软件、固件、硬件或任何组合或子集的计算机编程或工程设计技术来实施。如上文所公开,先前系统的至少一个技术问题是需要以具成本效益且可靠的方式分析数据以预测纳米形貌的系统。本文中所描述的系统及方法解决所述技术问题。另外,由此系统实现以克服技术问题的技术解决方案中的至少一者可包含:(i)改进晶片表面的分析;(ii)减少由于故障或不当对准的材料损耗;(iii)增加晶片分析的速

度; (iv) 增加晶片分析的准确度; 及 (v) 更新针对每一个别生产线校准的分析。

[0116] 所描述的方法及系统可使用包含计算机软件、固件、硬件或其任何组合或子集的计算机程序设计或工程技术来实施, 其中可通过执行以下步骤中的至少一者来实现技术效应: (a) 在至少一个存储器装置中存储用于模拟装配线的部分的模型; b) 接收所装配的产品的第一检验的扫描数据, 其中第一检验是定位于装配线中的第一装置之后的装配线中的第一检验站处; c) 使用扫描数据作为输入来执行模型以产生产品的最终轮廓; d) 比较最终轮廓与一或多个阈值; e) 确定最终轮廓是否超过一或多个阈值中的至少一者; f) 如果确定是最终轮廓超过一或多个阈值中的至少一者, 那么引起第一装置调整; g) 基于所述装配线的多个检验数据来产生用于模拟装配线的部分的模型, 其中装配线包含在装配线的第二装置之后的第二检验站, 且其中模型产生产品的最终轮廓, 所述最终轮廓模拟产品到达第二检验站时的实际轮廓, 其中第二检验站是定位于装配线完成之后, 其中多个检验数据包含第一检验站处的多个个别产品的第一多个扫描数据及第二检验站处的多个个别产品的第二多个扫描数据; h) 接收在第二检验站处装配的产品的第二检验的扫描数据; i) 比较第二检验的扫描数据与最终轮廓; j) 基于比较来调整模型; k) 基于最终轮廓与一或多个阈值的比较及模型来产生对第一装置的一或多个调整; l) 将一或多个调整传输到用户及第一装置中的至少一者; 及 m) 如果确定是最终轮廓超过一或多个阈值中的至少一者, 那么执行以下步骤中的至少一者: i) 分析多个先前检验以确定趋势; ii) 基于趋势来预测后续产品的后续检验是否可能超过一或多个阈值中的至少一者; 及 iii) 基于趋势来调整第一装置。

[0117] 方法可经由一或多个本端或远程处理器、收发器、服务器及/或传感器 (例如安装于车辆或行动装置上或与智能型基础设施或远程服务器相关联的处理器、收发器、服务器及/或传感器) 及/或经由存储于一或多个非暂时性计算机可读媒体上的计算机可执行指令来实施。另外, 本文中所论述的计算机系统可包含额外、较少或替代功能性, 包含本文中在别处论述的功能性。本文中所论述的计算机系统可包含存储于一或多个非暂时性计算机可读媒体上的计算机可执行指令或经由其实施。

[0118] 如本文中所使用, 术语“非暂时性计算机可读媒体”希望表示以任何方法或技术实施的用于短期及长期存储信息 (例如计算机可读指令、数据结构、程序模块及子模块或任何装置中的其它数据) 的任何有形的基于计算机的装置。因此, 本文中所描述的方法可被编码为体现在有形非暂时性计算机可读媒体中的可执行指令, 包含 (但不限于) 存储装置及/或存储器装置。此类指令在由处理器执行时引起处理器执行本文中所描述的方法的至少一部分。此外, 如本文中所使用, 术语“非暂时性计算机可读媒体”包含全部有形计算机可读媒体, 包含 (但不限于) 非暂时性计算机存储装置 (包含 (但不限于) 易失性及非易失性媒体) 及可抽换式及非可抽换式媒体 (例如固件、实体及虚拟存储器)、CD-ROM、DVD 及任何其它数字源 (例如网络或因特网), 以及尚待发展的数字构件, 唯一例外是暂时性传播信号。

[0119] 此书面描述使用实例来公开各种实施方案 (包含最佳模式), 且还使任何所属领域的技术人员能够实践各种实施方案, 包含制作及使用任何装置或系统且执行任何所并入方法。本公开的可取得专利的范围由权利要求书定义, 且可包含所属领域的技术人员想到的其它实例。如果此类其它实例具有无异于权利要求书的字面语言的结构元件, 或如果此类其它实例包含与权利要求书的字面语言无实质差异的等效结构元件, 那么此类其它实例希望处于权利要求书的范围内。

[0120] 当引入本公开或其实施例的元件时,冠词“一(a)”、“一(an)”、“所述(the)”及“所述(said)”希望意味着存在元件中的一或多者。术语“包括”、“包含”、“含有”及“具有”希望为包含性的且意味着可存在除所列元件外的额外元件。使用指示特定定向(例如,“顶部”、“底部”、“侧”等)的术语是为了便于描述且不要求所描述的品项的任何特定定向。

[0121] 由于可在不脱离本公开的范围的情况下对上述构造及方法作出各种改变,故上述描述中所含有且附图所展示的全部事项应被解释为阐释性的而非限制意义。

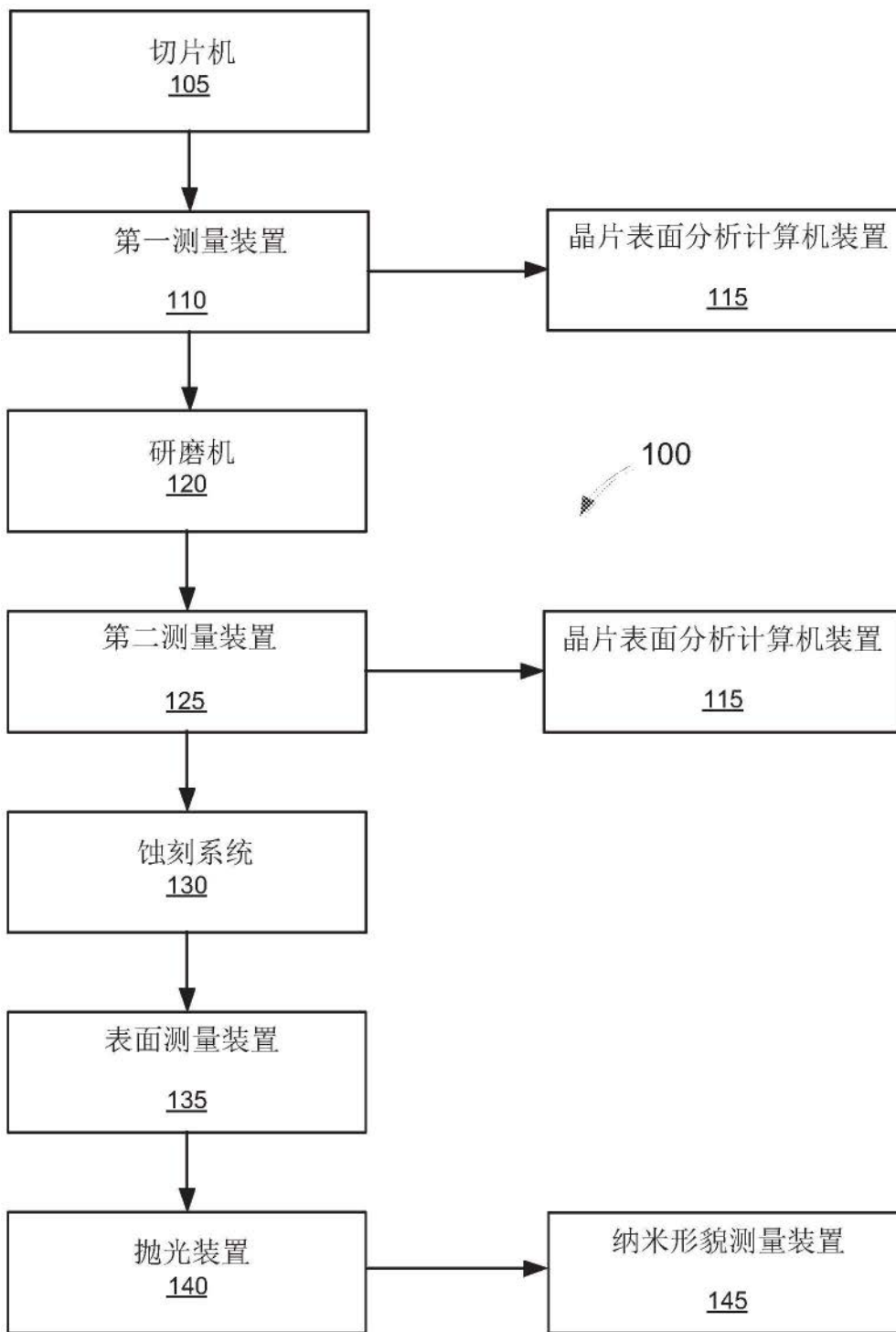


图1

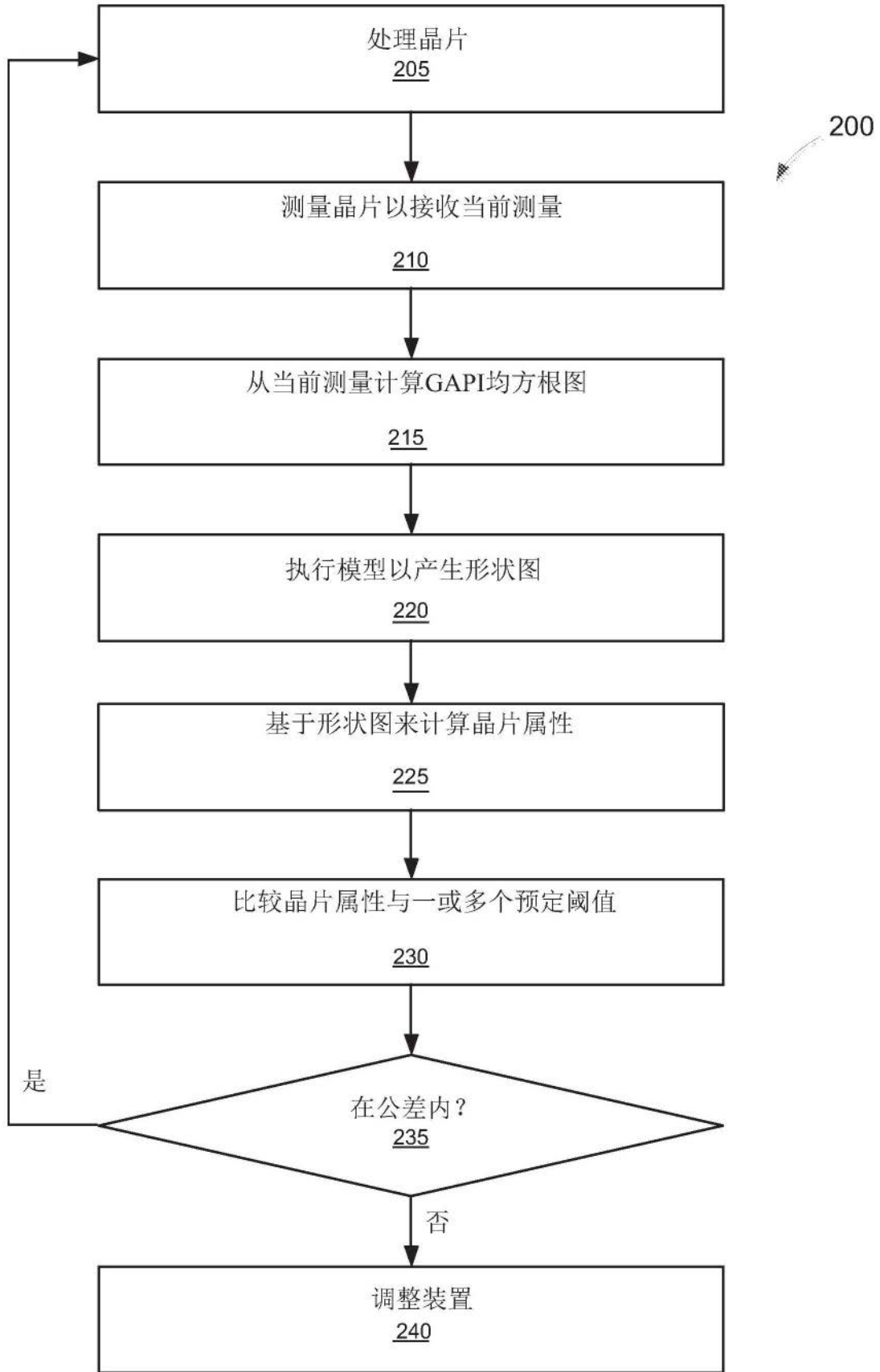


图2

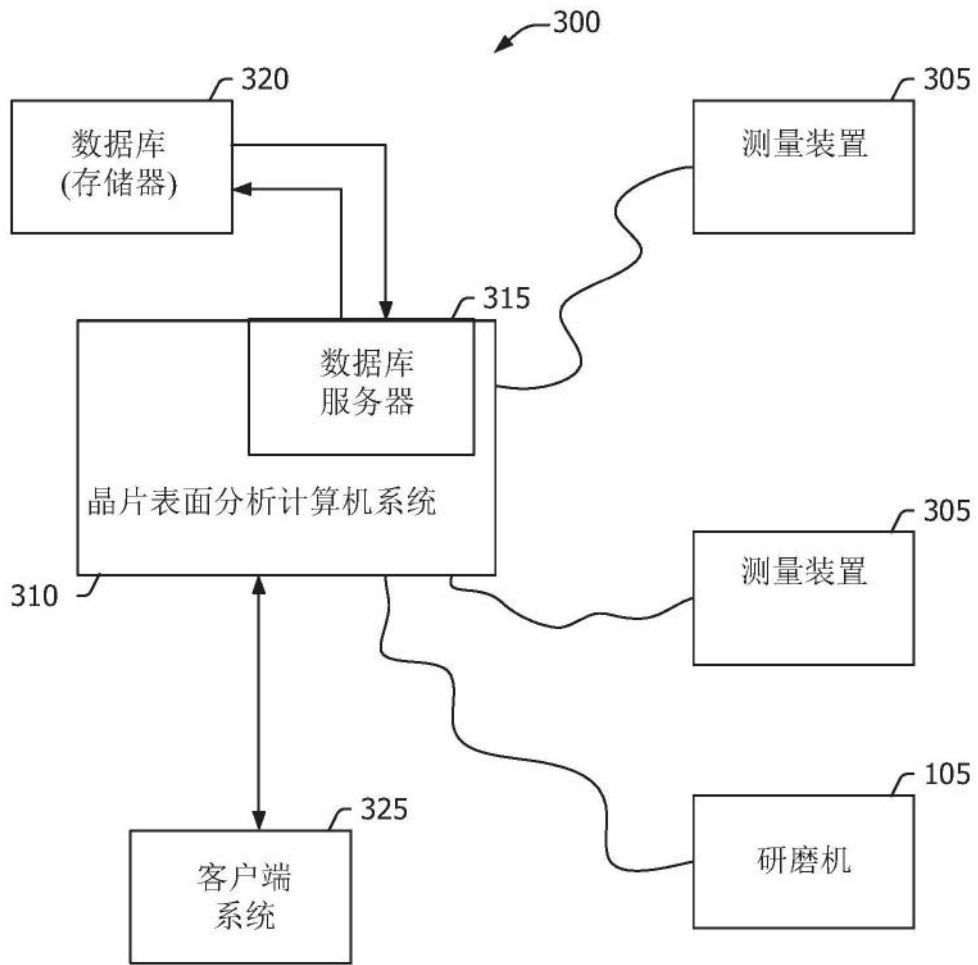


图3

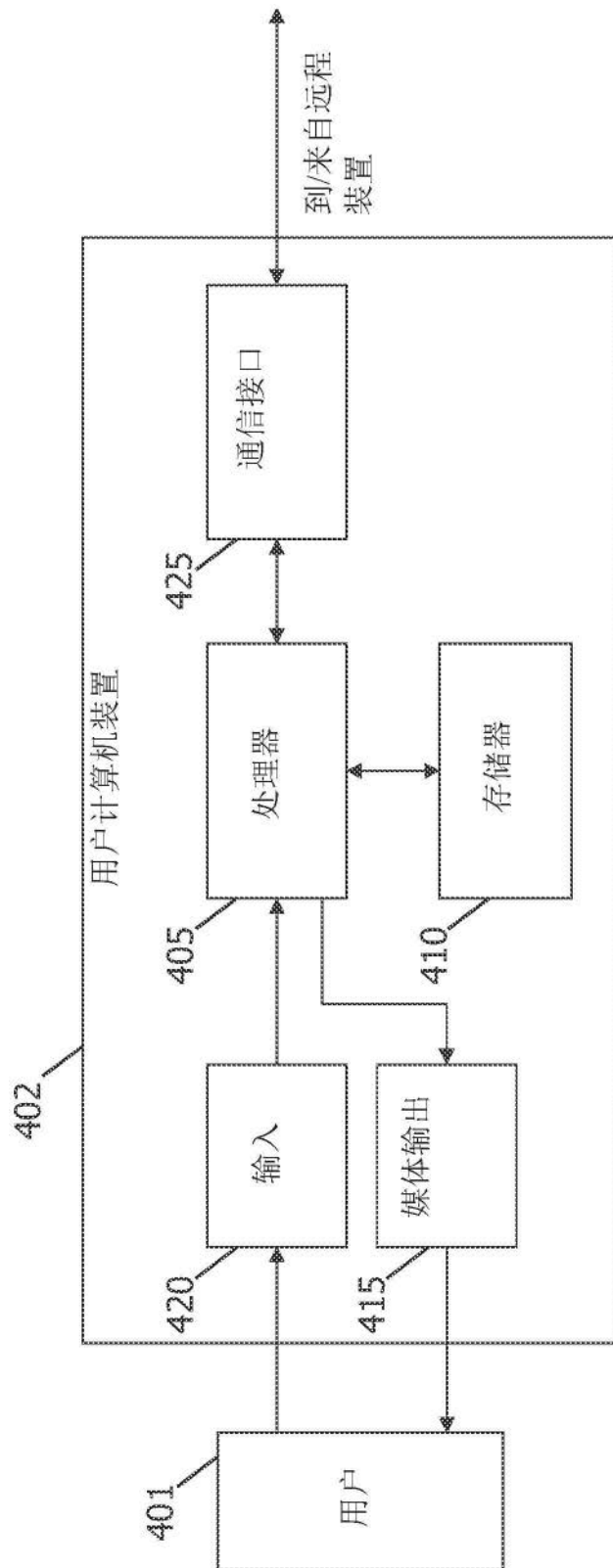


图4

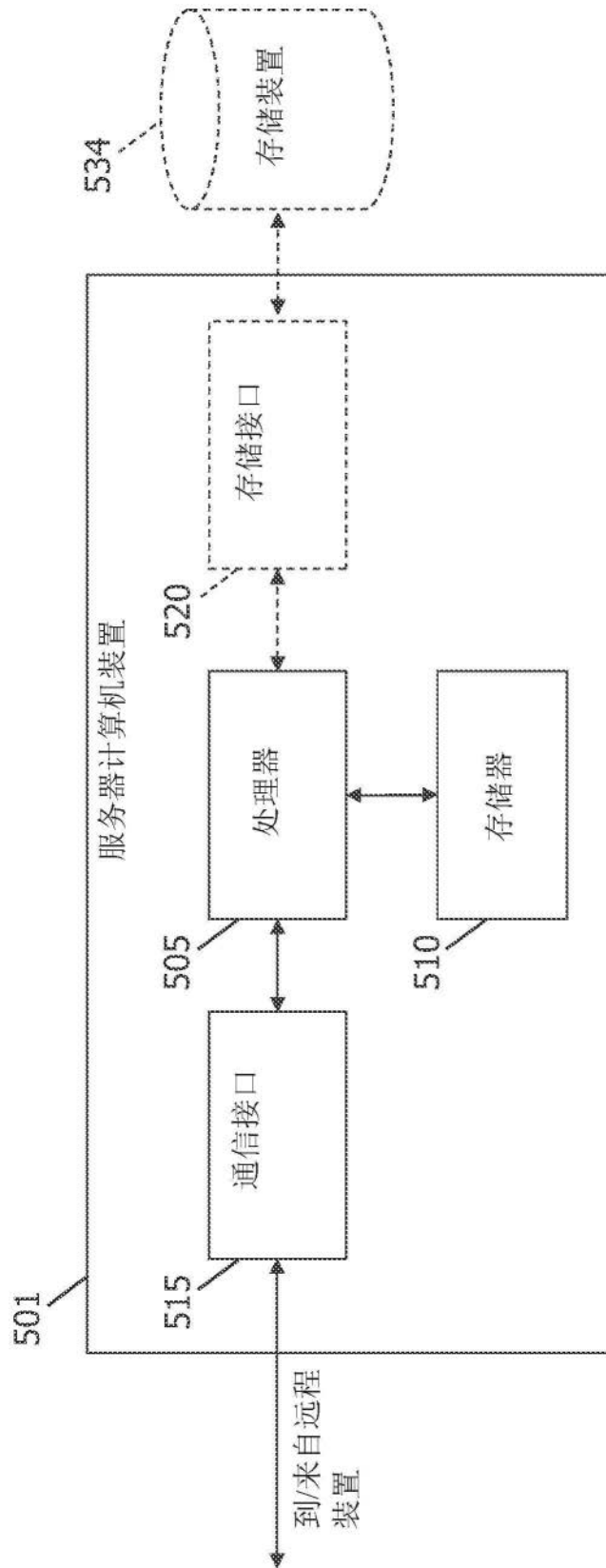


图5

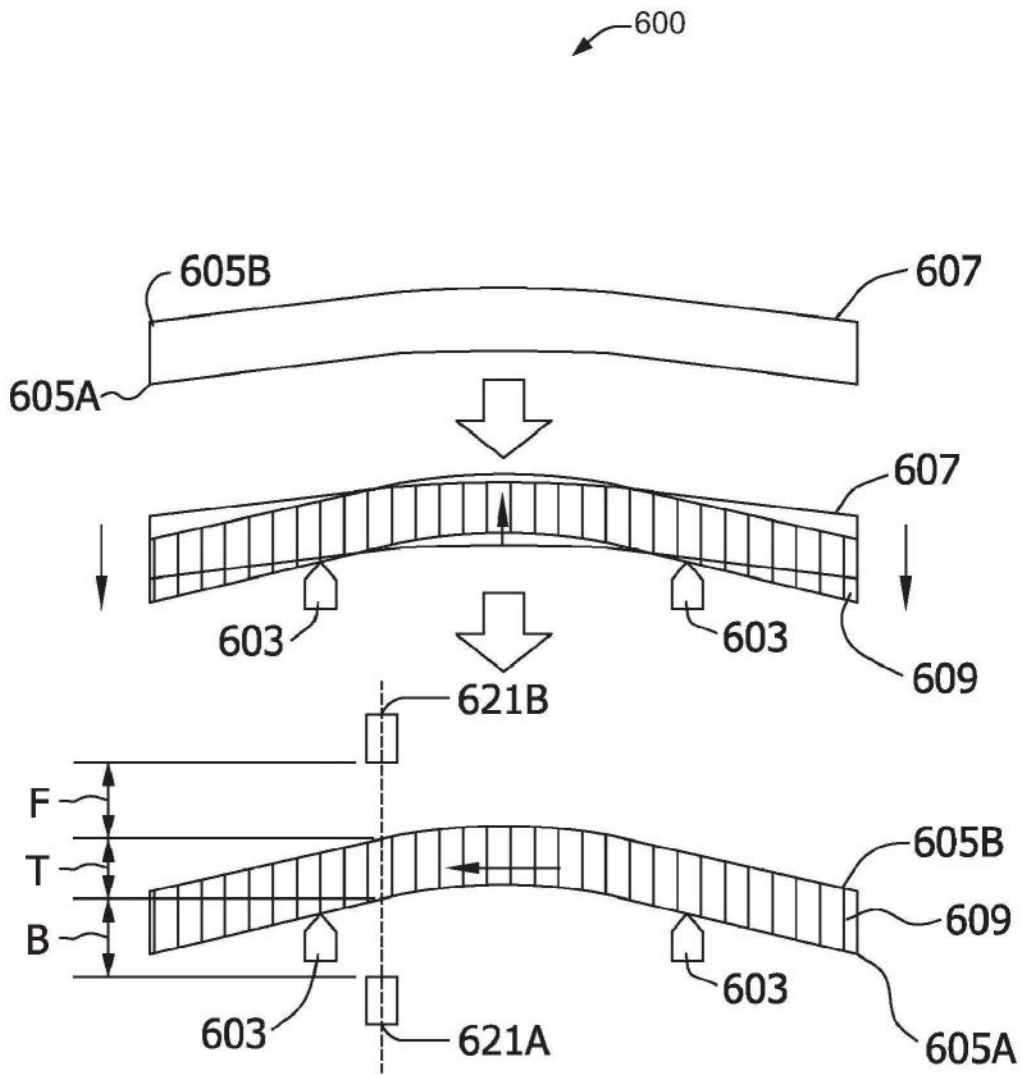


图6

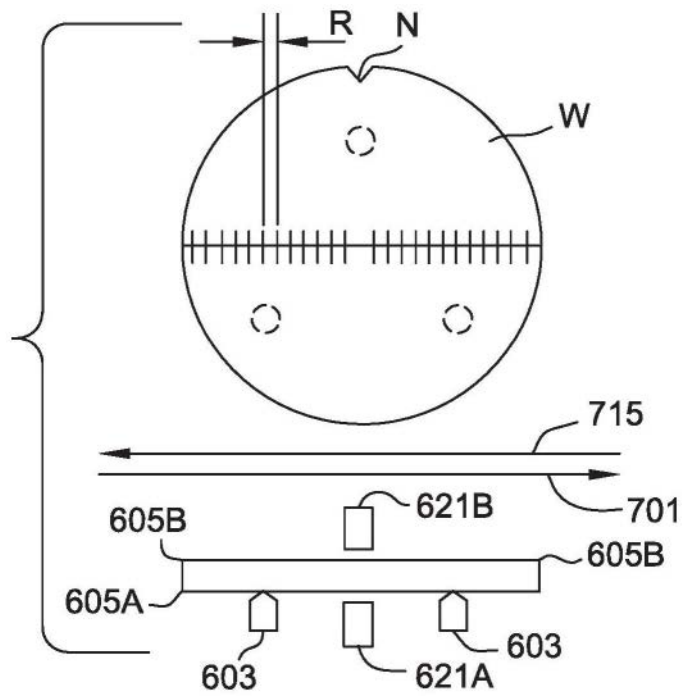


图7A

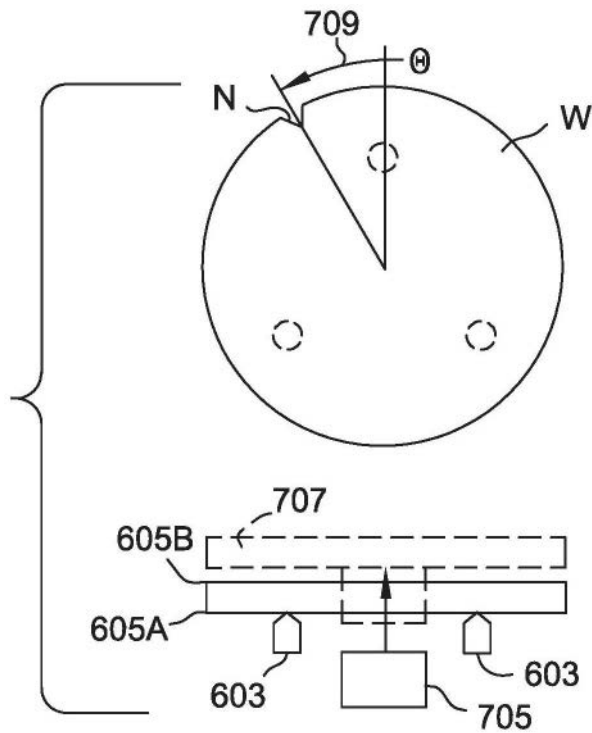


图7B

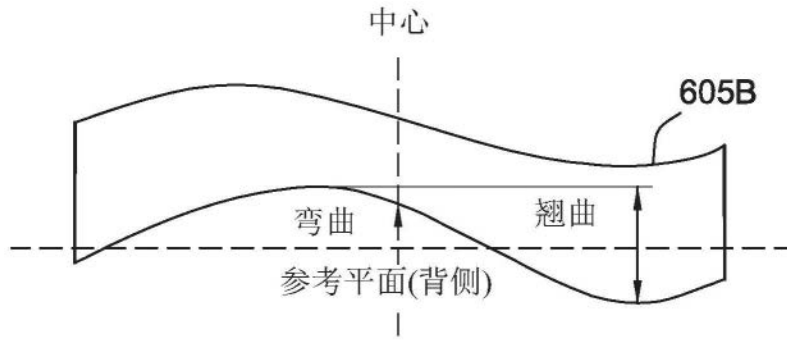


图8A



图8B

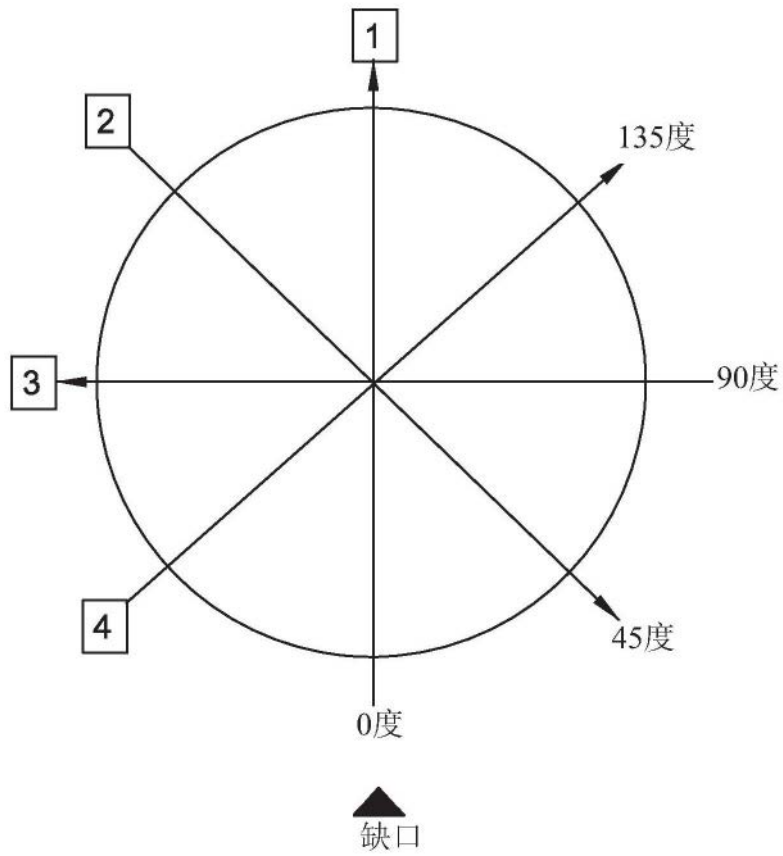


图9A

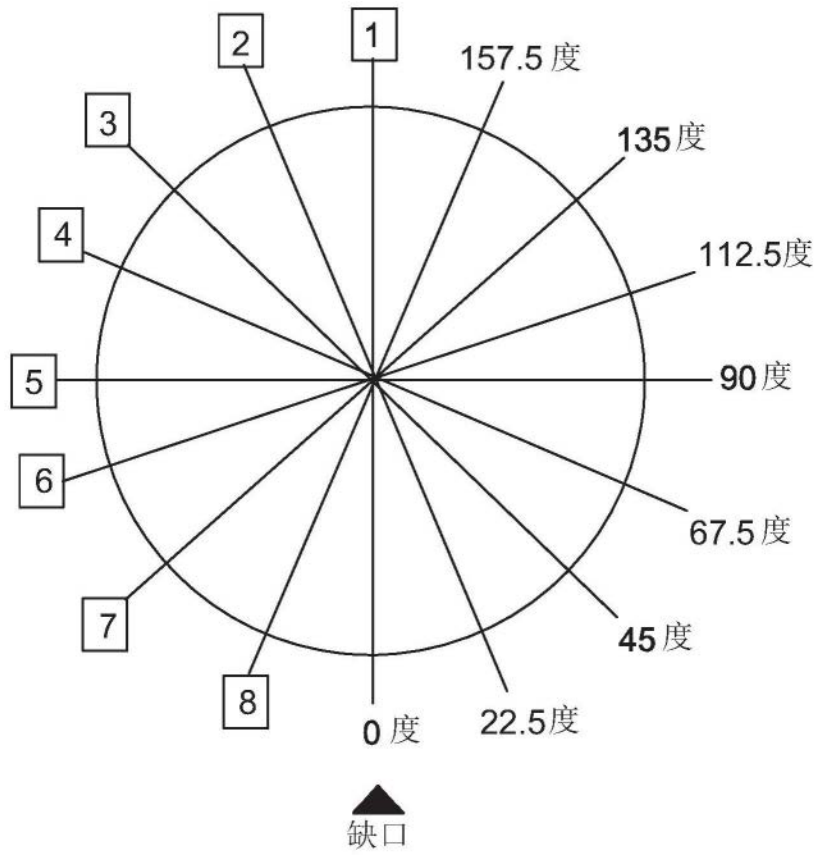


图9B

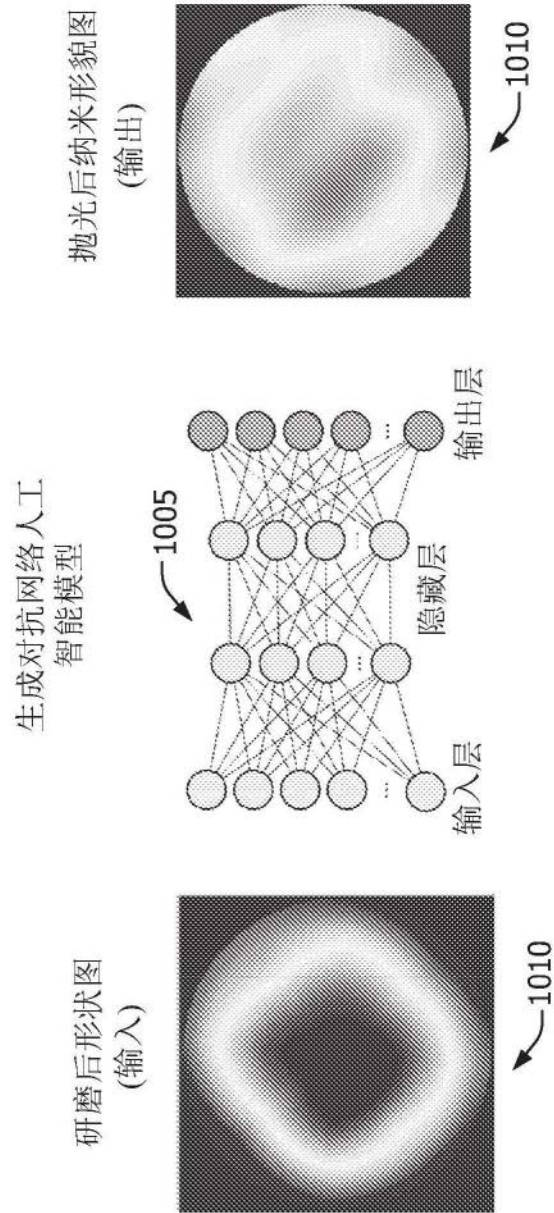


图10A

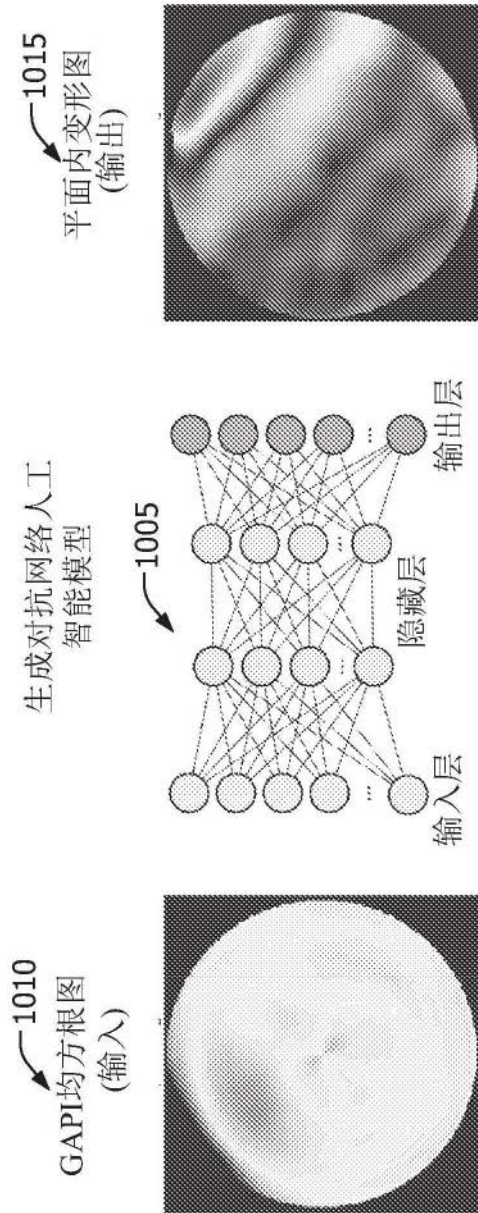


图10B

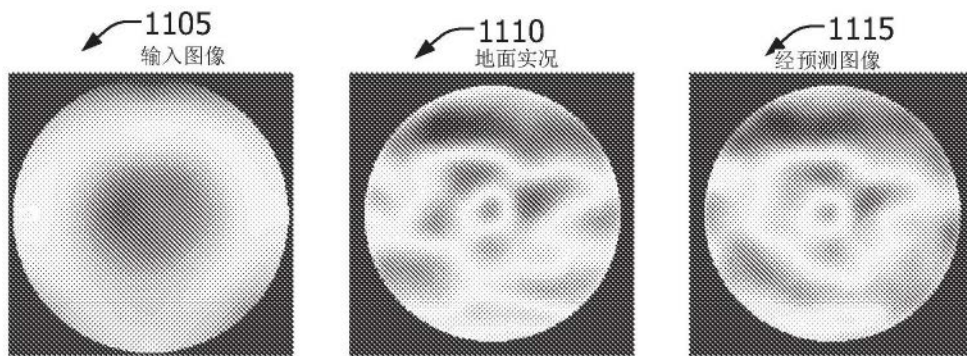


图11A

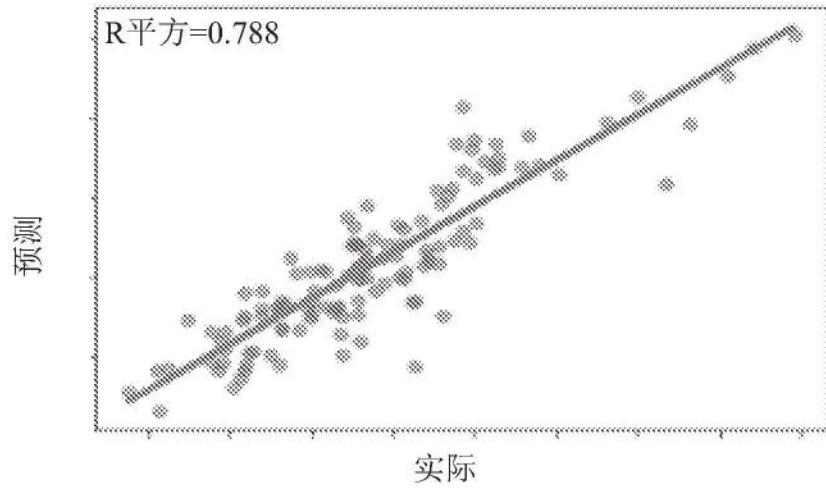


图11B

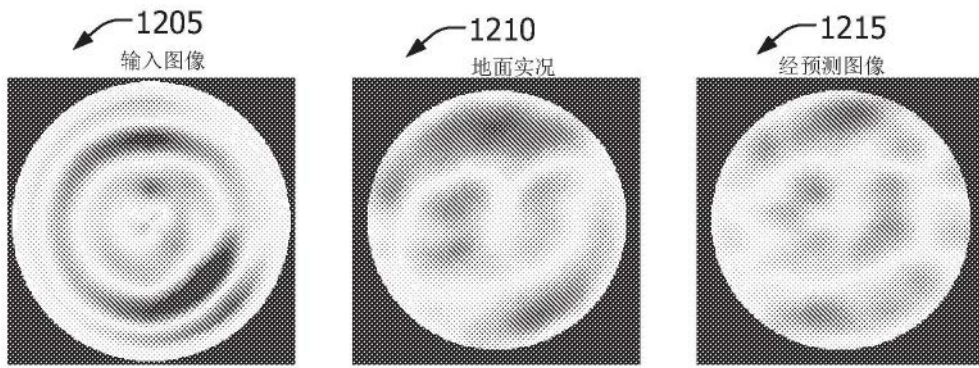


图12A

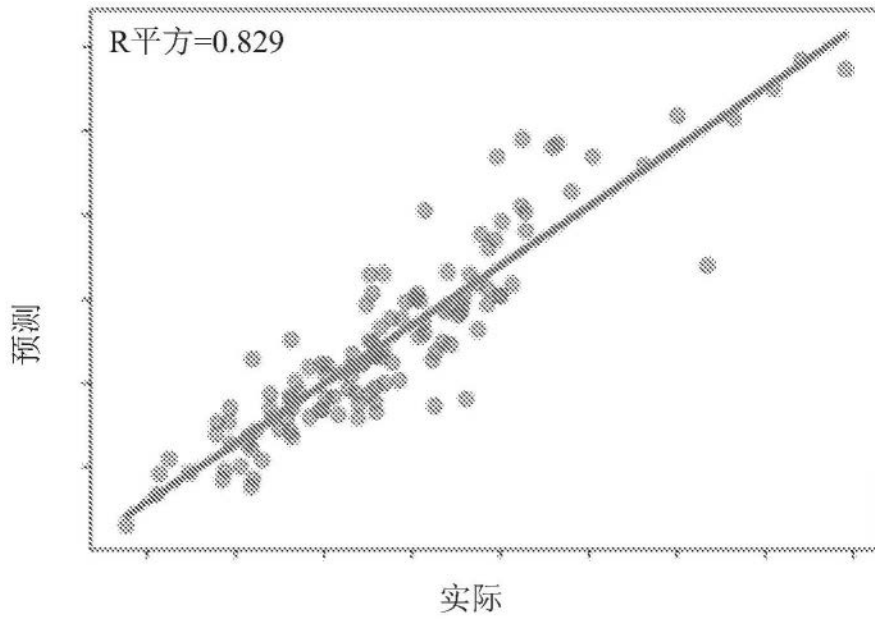


图12B

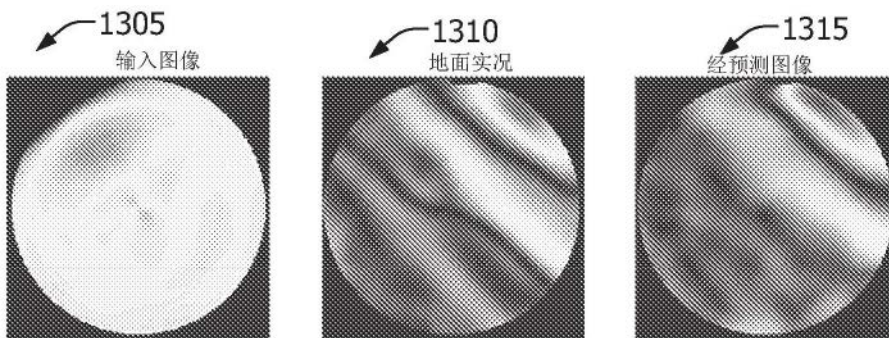


图13A

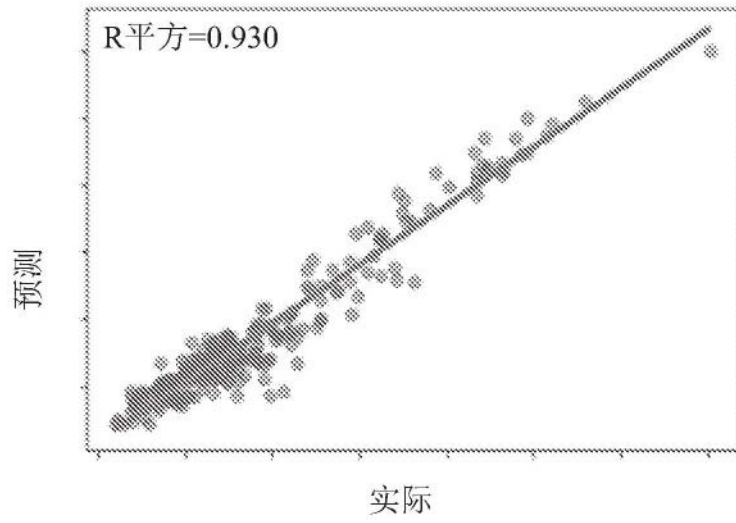


图13B