



(10) **DE 11 2011 102 209 B4** 2025.05.28

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 102 209.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2011/039876**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/005863**
(86) PCT-Anmeldetag: **09.06.2011**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.01.2012**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **27.06.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.05.2025**

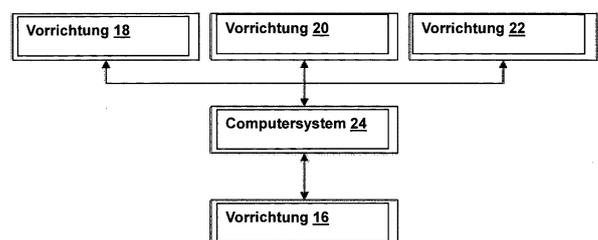
(51) Int Cl.: **G16Z 99/00** (2019.01)
G06F 17/18 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: 61/360,406 30.06.2010 US	Livermore, Calif., US; Gupta, Ajay Kumar, San Jose, Calif., US; Chen, Chien-Huei Adam, San Jose, Calif., US; Kirkwood, Jason, Santa Clara, Calif., US; Rong, Songnian, San Jose, Calif., US
(73) Patentinhaber: KLA-TENCOR CORPORATION, Milpitas, Calif., US	(56) Ermittelte Stand der Technik: US 6 961 636 B1 WO 2010 / 091 307 A2
(74) Vertreter: Reichert & Lindner Partnerschaft Patentanwälte, 93049 Regensburg, DE	
(72) Erfinder: Wu, Kenong, Davis, Calif., US; Kulkarni, Ashok, San Jose, Calif., US; Thattaisundaram, Govind, Santa Clara, Calif., US; Mahadevan, Mohan,	

(54) Bezeichnung: **Datenstörung für eine Einrichtung zur Waferinspektion oder -Metrologie**

(57) Zusammenfassung: Es werden verschiedene Ausführungsformen zur Bestimmung von Parametern für die Waferinspektion und/oder -metrologie bereitgestellt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Datenstörung für eine Einrichtung zur Waferinspektion oder eine Einrichtung zur Metrologie.

[0002] Die folgende Beschreibung und die folgenden Beispiele werden nicht aufgrund der Einbeziehung in diesen Abschnitt als Stand der Technik anerkannt.

[0003] Inspektionsverfahren werden bei verschiedenen Schritten während des Halbleiterherstellungsprozesses angewendet, um Defekte auf Wafern zu detektieren und somit eine höhere Ausbeute im Herstellungsprozess und dadurch höhere Gewinne zu erzielen. Die Inspektion war schon immer ein wichtiger Bestandteil der Halbleiterherstellung. Jedoch wird die Inspektion für die erfolgreiche Herstellung annehmbarer Halbleiterbauelemente mit abnehmenden Abmessungen der Halbleiterbauelemente immer wichtiger, weil bereits kleinere Defekte zu einem Versagen der Bauelemente führen können.

[0004] Momentan sind Vorgehensweisen zur Erzeugung von Rezepten, die die Anforderungen für einen Angleich von Vorrichtungen erfüllen, empirischer Natur. Zum Beispiel wird ein Rezept auf einer ersten Vorrichtung erstellt und dann auf einer zweiten Vorrichtung getestet. Erfüllt das Rezept die Anforderungen für einen Angleich an die zweite Vorrichtung nicht, wird es modifiziert, an die erste Vorrichtung übergeben und dort getestet. Erfüllt das modifizierte Rezept die Anforderungen für einen Angleich nicht, wird dieser Ablauf iterativ, von einer Vorrichtung zur anderen Vorrichtung hin- und zurück, wiederholt, bis die Rezept Einstellungen zu Werten führen, die die Anforderungen erfüllen. Diese Vorgehensweise wird noch komplizierter, wenn drei oder mehr Vorrichtungen beteiligt sind. Das Erstellen von für mehrere Vorrichtungen passenden Rezepten als solches beansprucht bei dieser Vorgehensweise eine beträchtliche Waferzeit, Vorrichtungszeit und Ingenieurzeit.

[0005] Die US 6 961 636 B1 betrifft ein Verfahren, bei dem mindestens ein Werkstück, etwa aus dem Bereich der Halbleiterindustrie, gemäß einer Verfahrensvorschrift bearbeitet wird. Im Zusammenhang mit der Bearbeitung werden Metrologiedaten gesammelt. In einem zugehörigen Steuermodell werden Abweichungen eines anpassbaren Parameters des Modells von einem Standardwert des Parameters eingeführt. Auf Grundlage der Metrologiedaten und der Abweichungen des Parameters wird die Verfahrensvorschrift angepasst. Es werden zugehörige Fehlersignale erzeugt und auf deren Grundlage der Standardwert des Parameters angepasst.

[0006] Die WO 2010 / 091307 A2 betrifft ein Verfahren zur Inspektion eines Wafers, bei dem eine einzelne optische Betriebsweise eines Inspektionssystems oder eine Kombination solcher optischer Betriebsweisen in Abhängigkeit von einer Bewertung der Betriebsweisen zur Inspektion des Wafers ausgewählt wird. Die Bewertung basiert auf der Erfassungsrate der jeweiligen Betriebsweise für verschiedene Arten von Defekten.

[0007] Entsprechend wäre es vorteilhaft, Verfahren und Systeme zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Inspektion und/oder Metrologie von Wafern zu entwickeln, die nicht einen oder mehrere Nachteile der oben beschriebenen Vorgehensweisen haben.

[0008] Die folgende Beschreibung verschiedener Ausführungsformen soll in keiner Weise als Beschränkung des Erfindungsgegenstands und der beigefügten Ansprüche aufgefasst werden.

[0009] Eine Ausführungsform bezieht sich auf ein computerimplementiertes Verfahren zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für eine Waferbearbeitung. Das Verfahren umfasst das Erzeugen eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung von mindestens einem ersten Waferscan und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan. Diese Waferscans können sowohl mit der gleichen Inspektions- oder Metrologievorrichtung als auch mit unterschiedlichen Inspektions- oder Metrologievorrichtungen durchgeführt werden. Darüber hinaus kann der mindestens eine Waferscan Scans, die mit gleichen oder ungleichen Inspektions- oder Metrologiemodi durchgeführt werden und jegliche Kombinationen mehrfacher Scans umfassen. Ferner können die Waferscans Inspektionsscans oder Metrologiescans sein. Das Verfahren umfasst auch ein Erzeugen von Werten für einen Wafer, wobei der mindestens eine erste Waferscan verwendet wird. Die Werte können Inspektionswerte und Nicht-Inspektionswerte, z. B. Metrologiewerte, umfassen. Weiterhin umfasst das Verfahren ein Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer, wobei die Werte und das Modell verwendet werden. Die gestörten Werte nähern die Werte an, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden. Das Verfahren umfasst auch ein Bestimmen mindestens eines Parameters für die Waferbearbeitung auf Basis der gestörten Werte. Die Waferbearbeitung umfasst die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans. Die Verfahrensschritte werden durch ein Computersystem ausgeführt.

[0010] Eine weitere Ausführungsform betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zur Erzeugung von Werten, die zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Waferbearbeitung verwen-

det werden können. Das Verfahren umfasst ein Erzeugen eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung von mindestens einem ersten Waferscan und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan. Das Verfahren umfasst auch ein Erzeugen von Werten für einen Wafer, wobei der mindestens eine erste Waferscan verwendet wird. Darüber hinaus umfasst das Verfahren ein Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer, wobei die Werte und das Modell verwendet werden. Die gestörten Werte nähern Werte an, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden. Die gestörten Werte können zur Bestimmung mindestens eines Parameters für die Waferbearbeitung verwendet werden. Die Waferbearbeitung umfasst die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans. Die Verfahrensschritte werden durch ein Computersystem ausgeführt.

[0011] Eine weitere Ausführungsform betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Waferbearbeitung. Das Verfahren umfasst ein Erzeugen von Werten für einen Wafer unter Verwendung von mindestens einem ersten Waferscan. Das Verfahren umfasst weiterhin ein Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer unter Verwendung der Werte und eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan. Die gestörten Werte nähern Werte an, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden. Darüber hinaus umfasst das Verfahren ein Bestimmen mindestens eines Parameters für die Waferbearbeitung auf Basis der gestörten Werte. Die Waferbearbeitung umfasst die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans. Die Verfahrensschritte werden durch ein Computersystem ausgeführt.

[0012] Jeder der Schritte eines jeden der oben beschriebenen Verfahren kann ferner wie hier beschrieben ausgeführt werden. Des Weiteren kann jedes der oben beschriebenen Verfahren jeden beliebigen weiteren Schritt oder beliebige weitere Schritte jedes beliebigen oder beliebiger hier beschriebener Verfahren umfassen. Außerdem kann jedes der oben beschriebenen Verfahren mit jedem der hier beschriebenen Systeme durchgeführt werden.

[0013] Weitere vorteilhafte Aspekte der vorliegenden Erfindung erschließen sich dem Fachmann durch die folgende detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen.

Fig. 1 ist eine beispielhafte graphische Darstellung der Differenz zwischen einem Attribut der Defekte, wie es unter Verwendung eines ersten Waferscans bestimmt wird und dem Attribut, wie es unter Verwendung eines zweiten Waferscans

bestimmt wird, gegen den Durchschnitt des Attributs, wie es unter Verwendung des ersten Waferscans bestimmt wird und des Attributs, wie es unter Verwendung des zweiten Waferscans bestimmt wird;

Fig. 2 umfasst Beispiele von Histogrammen von Grundgesamtheiten innerhalb von Klassen, in die Defekte aufgeteilt wurden, um ein erfindungsgemäßes Modell zu erzeugen;

Fig. 3 umfasst Beispiele graphischer Darstellungen von Werten für einen Wafer, die unter Verwendung eines Waferscans und unter Verwendung von erfindungsgemäß erzeugten gestörten Werten erzeugt wurden;

Fig. 4 zeigt ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform eines nicht-flüchtigen computerlesbaren Mediums darstellt; und

Fig. 5 zeigt ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform eines Systems darstellt, das zur Ausführung des mindestens einen erfindungsgemäßen computerimplementierten Verfahrens verwendet werden kann.

[0014] Obwohl die Erfindung verschiedene Modifikationen und alternative Formen einschließt, sind nachfolgend ausgewählte Ausführungsformen der Erfindung beispielhaft und detailliert in den Zeichnungen und in der Beschreibung dargestellt. Die Zeichnungen sind nicht maßstabsgetreu. Die Zeichnungen und die detaillierte Beschreibung sollen nicht als Beschränkung der Erfindung auf die dargestellten Ausführungsformen aufgefasst werden. Vielmehr ist es beabsichtigt, alle Modifikationen, Äquivalente und Alternativen, die in den Schutzbereich der gegenwärtigen, durch die beigefügten Ansprüche bestimmten Erfindung fallen, abzudecken.

[0015] Allgemein betreffen die hier beschriebenen Ausführungsformen die Erzeugung von beständigen Rezepten auf Basis einer Störungsmodellierung. Eine Ausführungsform betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zur Bestimmung von mindestens einem Parameter zur Waferbearbeitung (z. B. Inspektion und/oder Metrologie von Wafern). Wie nachfolgend beschrieben wird, kann das Verfahren die Erzeugung eines Modells mit anschließender Datenstörung (oder der Durchführung anderer Modifikationen der Daten) umfassen, wobei das Modell dazu verwendet wird, ein Rezept zur Inspektion oder Metrologie von Wafern zu erzeugen, das drei Hauptanwendungen hat. Zum Beispiel wird in einer Ausführungsform eine Bestimmung von mindestens einem Parameter wie nachfolgend beschrieben durchgeführt, um die Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan der Durchführung von mindestens einem ersten Waferscan anzugleichen.

[0016] In einer Ausführungsform werden der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan mit unterschiedlichen Vorrichtungen durchgeführt. Zum Beispiel kann das Verfahren zur Bestimmung von mindestens einem Parameter (oder von „Rezepteinstellungen“) verwendet werden, die die Anforderungen für einen Angleich von Vorrichtungen erfüllen. Auf diese Weise ist eine der Hauptwendungen der beschriebenen Ausführungsformen ein Angleich zwischen Vorrichtungen, bei dem Rezepte erzeugt werden, die die Anforderungen für einen Angleich von Vorrichtungen erfüllen. Ein Beispiel für Anforderungen für einen Angleich von Vorrichtungen ist, dass die Anzahl und Lage von D Defekten, die von zwei Vorrichtungen nach N Durchläufen mit einer Selbsterfassungsrate („self caprate“) von C% erfasst werden, eine Übereinstimmung innerhalb von M% haben müssen. Die Werte für C, N und M können von der Schicht auf dem Wafer und der Art der Vorrichtung abhängen.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform werden der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan mit der gleichen Vorrichtung durchgeführt. Zum Beispiel können die beschriebenen Verfahren dazu verwendet werden, mindestens einen Parameter (oder Rezepteinstellung) zu erzeugen, der die Anforderungen für einen Angleich der self caprate oder verschiedener Scans erfüllen kann. Auf diese Weise können die beschriebenen Ausführungsformen für eine weitere Hauptanwendung verwendet werden, die die Erzeugung von Rezepten für die Selbsterfassungsrate oder einen Angleich von Scans umfasst, bei dem Rezepte erzeugt werden, die die Anforderungen an die Selbsterfassungsrate erfüllen.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform werden der mindestens eine erste und der mindestens eine zweite Waferscan nach einem vorgegebenem Intervall durchgeführt. Die dritte Hauptanwendung ist beispielsweise die Anpassung von Rezepten an Prozessänderungen im zeitlichen Ablauf, wie nachfolgend beschrieben wird.

[0019] Somit kann der mindestens eine erste und der mindestens eine zweite Waferscan mit der gleichen Vorrichtung, mit verschiedenen Vorrichtungen oder zu verschiedenen Zeiten durchgeführt werden. Die drei Hauptanwendungen umfassen also: 1) Angleich zwischen Vorrichtungen (oder Scanangleich zwischen Vorrichtungen); 2) Angleich zwischen Scans (oder Angleich innerhalb einer Vorrichtung); und 3) Angleich zwischen Vorrichtungen oder Angleich zwischen Scans zur Berücksichtigung zeitlicher Änderungen. Während der Benutzer ein Rezept erzeugt, kann er entscheiden, ob er oder sie ein Rezept mit einer bestimmten Selbsterfassungsrate oder ein Rezept, das die Anforderungen für

einen Angleich von Vorrichtungen erfüllt, erzeugen möchte.

[0020] Obwohl einige Ausführungsformen unter Bezugnahme auf eine Anwendung (z. B. Angleich zwischen Vorrichtungen) beschrieben werden, ähneln sich die Anwendungen hinsichtlich der Verwendung des Verfahrens. Dem Fachmann ist es also ersichtlich, wie die Ausführungsformen für andere Anwendungen (z. B. Angleich zwischen Scans) verwendet werden müssen, obwohl die Ausführungsformen unter Bezugnahme auf eine bestimmte Anwendung (z. B. Angleich zwischen Vorrichtungen) beschrieben werden.

[0021] Der Begriff „mindestens ein Parameter“ oder „Rezepteinstellung“ bezieht sich grundsätzlich auf alle Einstellungen (einschließlich iDO™-Einstellungen) eines Rezepts, die verstellbar sind (z. B. alle Einstellungen die durch den Benutzer verstellt werden können). iDO™ ist eine „inline Defect Organizer™“-Lösung für die Klasseneinteilung, die von KLA-Tencor, Milpitas, Kalifornien kommerziell erhältlich ist. Ein „Rezept“ kann allgemein als ein Satz von Anweisungen für die Ausführung eines Prozesses wie Inspektion oder Metrologie definiert werden.

[0022] In einer Ausführungsform umfasst der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter, der zur Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans verwendet wird. Zum Beispiel kann der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter eines Beleuchtungssubsystems, eines Detektionssubsystems, eines Scansubsystems oder einer Kombination dieser Subsysteme einer Vorrichtung umfassen, die zur Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans verwendet werden. Auf diese Weise kann der mindestens eine Parameter mindestens einen Werterfassungsparameter umfassen. Der mindestens eine Parameter des Beleuchtungssubsystems kann zum Beispiel Beleuchtungswinkel, Wellenlänge(n) der Beleuchtung, Polarisierung(en) der Beleuchtung, Spotgröße, Blende(n), die vom Beleuchtungssystem umfasst werden, andere optische Komponente(n), die vom Beleuchtungssystem umfasst werden und Kombination davon umfassen. Der mindestens eine Parameter des Lichtdetektionssubsystems kann zum Beispiel Sammelwinkel, Wellenlänge(n) der Detektion, Polarisierung(en) der Detektion, Pixelgröße, Blende(n), die vom Detektionssystem umfasst werden, andere optische Komponente(n), die vom Detektionssystem umfasst werden und Kombinationen davon umfassen. Ähnliche Parameter können für nicht-lichtbasierte Systeme (z. B. Elektronenstrahlssysteme) bestimmt werden.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform umfasst der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter zur Verarbeitung von Werten, die durch

den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt wurden. Zum Beispiel kann der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter umfassen, der zur Verarbeitung von Werten, die durch das Lichtdetektionssystem erzeugt wurden, mit dem der mindestens eine zweite Waferscan durchgeführt wurde, verwendet wird. In einem solchen Beispiel können die Werte, die durch das Lichtdetektionssystem erzeugt wurden, Bilder oder Bilddaten umfassen und der mindestens eine Parameter kann mindestens einen Parameter umfassen, der verwendet wird, um die Bilder oder Bilddaten zu filtern, auszurichten etc. In einem weiteren Beispiel können die Werte Signale umfassen und der mindestens eine Parameter kann mindestens einen Parameter umfassen, der zur Filterung, Normalisierung, Kalibrierung etc. der Signale verwendet wird. Der mindestens eine Parameter zur Verarbeitung der Werte kann für verschiedene Bereiche des Wafers getrennt bestimmt werden. Zum Beispiel werden Werte, die in einem Bereich des Wafers erzeugt werden, unter Verwendung mindestens eines Parameters verarbeitet und Werte, die in einem anderen Bereich des Wafers erzeugt werden, können unter Verwendung von mindestens einem zweiten Parameter verarbeitet werden, wobei zumindest ein zweiter Parameter von dem mindestens einen ersten Parameter verschieden ist. Der mindestens eine Parameter kann zusätzlich oder alternativ auch eine Defekt-Detektionsempfindlichkeit umfassen, die durch mindestens einen Parameter (z. B. einen Schwellenwert) eines Defekt-Detektionsalgorithmus und/oder - verfahrens bestimmt werden kann. Zusätzlich kann der mindestens eine Parameter verschiedene Defekt-Detektionsempfindlichkeiten für verschiedene Bereiche des Wafers (z. B. höhere Empfindlichkeit für kritische oder weniger verbrauchte Bereiche und niedrigere Empfindlichkeit für nicht-kritische und stärker verbrauchte Bereiche) umfassen.

[0024] Das Verfahren umfasst das Erzeugen eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung von mindestens einem ersten Waferscan und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan. Folglich können die hier beschriebenen Ausführungsformen ein Modellieren von Werten über verschiedene Scans, Vorrichtungen oder andere Hardware umfassen, das, wie hier weiter beschrieben, dazu verwendet werden kann, um angegliche Parameter aus Werten zu erzeugen, die mit nur einer Vorrichtung, einem Scan, oder einer Hardware erzeugt wurden. Zum Beispiel verändert sich das relative Verhalten der Optik und anderer Hardware zwischen Vorrichtungen oder Scans nicht wesentlich von einem Wafer zu einem anderen. Folglich kann diese Information zur Modellierung des Verhaltens der Bild-/Defektdaten zwischen den Vorrichtungen oder Scans verwendet werden. Beispielsweise kann das Verfahren beim Angleich zwischen Vorrichtun-

gen das Erzeugen eines Modells umfassen, das die Variabilität zwischen Vorrichtungen erfasst.

[0025] In einer Ausführungsform umfasst die Differenz zwischen den Durchführungen eine Differenz in einem Attribut von Defekten auf einem Wafer, auf welchem der mindestens eine erste und der mindestens eine zweite Waferscan durchgeführt wurden, um Werte zur Erzeugung des Modells zu erzeugen. Mit anderen Worten wird das Modell unter Verwendung echter Werte von Scans, die tatsächlich auf dem Wafer durchgeführt werden, erzeugt. Die Verwendung echter Werte zur Erzeugung des Modells bringt Vertrauen in die Leistung des Modells. Werte aus einer Vielzahl von Vorrichtungen können verwendet werden, um für jede Vorrichtung ein Modell bezüglich einer anderen Vorrichtung zu erstellen (eine „goldene“ Vorrichtung oder Referenzvorrichtung). Jedoch können die hier beschriebenen Ausführungsformen auch dazu verwendet werden, zwei oder mehr Vorrichtungen relativ zueinander anstatt bezüglich einer „goldenen“ Vorrichtung zu untersuchen. Die echten Werte können dadurch erzeugt werden, dass der mindestens eine erste und der mindestens eine zweite Waferscan tatsächlich auf einem Wafer durchgeführt werden. Jedoch können die echten Werte auch ohne die tatsächliche Durchführung des mindestens einen ersten und des mindestens einen zweiten Waferscans auf einem Wafer erhalten werden. Zum Beispiel können die echten Werte durch die hier beschriebenen Ausführungsformen von mindestens einem Speichermedium, auf das die echten Werte gespeichert wurden, erhalten werden.

[0026] Die Attribute der Defekte können ein Attribut der Defekte umfassen, die unter Verwendung eines Defekt-Detektionsalgorithmus bestimmt werden. Darüber hinaus kann das Attribut der Defekte ein Attribut der Defekte, das empfindlich auf ein Charakteristikum (z. B. Intensität) von Licht von den Defekten, die während der Scans detektiert werden, ist oder sogar eine relative Antwort zwischen einer Gruppe von Pixel umfassen. Beispielsweise können die Attribute Stärke, MDAT-Verschiebung, MDAT-Grauwertstufe (Referenz-Grauwertstufe) und Energie umfassen. MDAT ist ein Defekt-Detektionsalgorithmus, der von einigen Inspektions-Vorrichtungen verwendet wird, die von KLA-Tencor gewerblich bezogen werden können. Das Attribut des Defekts kann so allgemein gehalten werden wie möglich. Es kann nicht-intensitätsbezogene Attribute wie Defektort, Defektgröße und jegliche andere berechnete oder gemessene Größe umfassen. Es gibt keine Beschränkung hinsichtlich der Art des Attributs in dem Verfahren.

[0027] Einige bestimmte Ausführungsformen der Erzeugung des Modells sind hier weiter beschrieben. Jedoch sind die hier beschriebenen Modelle nicht auf

eine bestimmte Art Modell beschränkt. Theoretisch kann das Modell so einfach wie das hier beschriebene sein oder so hochentwickelt sein wie nötig, um die Variabilität über zwei Scans oder zwei Sätze von Scans hinweg genau zu modellieren.

[0028] In einer Ausführungsform umfasst das Erzeugen des Modells ein Identifizieren von Defekten auf einem Wafer, die der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan gemein haben. Beispielsweise sei ein einziges Attribut der Defekte betrachtet. In diesem Fall kann die Variabilität für das Attribut des Defekts, die der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan gemein haben, wie nachfolgend beschrieben modelliert werden. Die dem mindestens einen ersten Waferscan und dem mindestens einen zweiten Waferscan gemeinen Defekte können auf jegliche geeignete Weise identifiziert werden. Zum Beispiel können die dem mindestens einen ersten Waferscan und dem mindestens einen zweiten Waferscan gemeinen Defekte als zwei Defekte, die innerhalb einer bestimmten Distanz voneinander liegen, identifiziert werden. Das Identifizieren der dem mindestens einen ersten Waferscan und dem mindestens einen zweiten Waferscan gemeinen Defekte kann durch einfache Algorithmen zum Lageabgleich von Defekten durchgeführt werden.

[0029] In einer Ausführungsform kann das Erzeugen des Modells auch ein graphisches Auftragen der Differenz zwischen einem Attribut der Defekte, wie es unter Verwendung des mindestens einen ersten Waferscans bestimmt wird und dem Attribut, wie es unter Verwendung des mindestens einen zweiten Waferscans bestimmt wird, gegen den Durchschnitt des Attributs, wie es unter Verwendung des mindestens einen ersten Waferscans bestimmt wird und des Attributs, wie es unter Verwendung des mindestens einen zweiten Waferscans bestimmt wird, umfassen. Sprich, das Erzeugen des Modells kann das graphische Auftragen von [Attribut (Vorrichtung 1) - Attribut (Vorrichtung 2)] auf der y-Achse gegen [Attribut (Vorrichtung 1) + Attribut (Vorrichtung 2)]/2 auf der x-Achse umfassen. Ein Beispiel so einer graphischen Darstellung zeigt **Fig. 1**. In diesem Beispiel entspricht jeder Punkt einem dem mindestens einen ersten Waferscan und dem mindestens einen zweiten Waferscan gemeinsamen Defekt.

[0030] In manchen Ausführungsformen umfasst das Erzeugen des Modells auch ein Aufteilen der Defekte in Klassen gemäß den unterschiedlichen Werten des Durchschnitts und jede der Klassen umfasst die gleiche Anzahl von Defekten wie jede der anderen Klassen. Zum Beispiel zeigt die graphische Darstellung in **Fig. 1** Defekte, die in N Klassen gleicher Größe aufgeteilt werden können. In einem solchen Beispiel kann die erste Klasse Werten des Durchschnitts

von 0 bis 50 entsprechen, die zweite Klasse kann Werten des Durchschnitts von 51 bis 100, die dritte Klasse kann Werten des Durchschnitts von 101 bis 150 entsprechen, und so weiter.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Erzeugen des Modells für jede Klasse eine Bestimmung des Mittelwerts und des Sigma-Werts der Verteilung des Attributes der Defekte in jeder der Klassen. Beispielsweise können für jede Klasse der Mittelwert und der Sigma-Wert für die Werte in dieser Klasse bestimmt werden. Auf diese Weise kann die Variabilität der Attribute der Defekte in jeder der Klassen untersucht werden. Wie beispielhaft in **Fig. 1** gezeigt, ist die obere Kurve die Varianz innerhalb jeder Klasse und die untere Kurve ist der Mittelwert innerhalb jeder Klasse. So zeigt die Zeichnung also die Variabilität eines Attributs und die Vorgehensweise zur Erzeugung des Modells. Die Varianz sinkt bei den höheren Werten infolge von Sättigung. Während der Untersuchung konnte die Verteilung durch Anwendung des Kolmogorov-Smirnov-Tests (mit einem optimalen Satz von Parametern), der Stand der Technik ist, oder jedem anderen Test für eine Gaußsche Verteilung als Gaußsche Verteilung identifiziert werden. Zum Beispiel zeigt **Fig. 2** Histogramme für drei verschiedene Grundgesamtheiten von Defekten innerhalb drei verschiedener Klassen. Der Kolmogorov-Smirnov-Test bestätigt, dass es sich bei den Verteilungen um Gaußsche Verteilungen handelt. Das Attribut, das zur Erzeugung des Modells verwendet wird, kann, muss aber nicht, einer Gaußschen Verteilung folgen. Ist zum Beispiel eine logarithmische Normalverteilung das geeignetere Modell, kann sie anstelle der Gaußschen Verteilung verwendet werden. Andere Verteilungen als die Gaußsche Verteilung verändern lediglich die Art und Weise des Aufbaus des Modells, aber die gesamte Methode wird wie hier beschrieben durchgeführt. In diesem Fall gibt es das zusätzliche Erfordernis, die richtige Verteilung zur Modellierung der Daten zu verwenden.

[0032] Wird mehr als ein Attribut modelliert, sollte die Korrelation zwischen den Attributen bei der Erzeugung des Modells berücksichtigt werden. Man gehe zum Beispiel davon aus, dass drei Attribute, die der Gaußschen Verteilung oder einer beliebigen anderen Verteilung folgen, modelliert werden. Korrelieren alle drei Attribute, muss die Stichprobenerhebung für die gestörten Werte aus der selben Gaußschen- oder anderen Zufallsverteilung erfolgen. Ist nur eine schwache Korrelation vorhanden, muss die Stichprobenerhebung aus unabhängigen Gaußschen- oder anderen Zufallsverteilungen erfolgen.

[0033] In einer Ausführungsform wird vor dem Erzeugen des Modells mindestens ein Parameter von mindestens einer Vorrichtung, die zur Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und

des mindestens einen zweiten Waferscans verwendet wird, derart verändert, dass der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan einander angeglichen werden, bevor der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan verwendet werden, um Werte zur Erzeugung des Modells zu erzeugen. Zum Beispiel ist eine Störung möglicherweise nicht sinnvoll, wenn die Variabilität zwischen den Attributen relativ groß ist. Anders ausgedrückt macht es für die hier beschriebenen Anwendungen nur Sinn, Modelle zu erzeugen, die die Variabilität der Attribute beschreiben, nachdem die Vorrichtungen oder Scans, die zur Erzeugung der Werte für die Erzeugung des Modells verwendet werden, angeglichen worden sind. Folglich wird angenommen, dass die zwei Vorrichtungen oder Scans angeglichen werden und dann das Modell mit angeglichenen Daten aufgebaut wird. Dieser Angleich der Vorrichtungen oder Scans vor der Erzeugung des Modells stellt sicher, dass die Variabilität nicht relativ groß ist. Nachdem beispielsweise zwei Vorrichtungen oder Scans angeglichen wurden, gibt es eine gewisse Garantie, dass sich Abweichungen in den Attributen der beiden angeglichenen Vorrichtungen oder Scans innerhalb bestimmter Grenzen befinden. Werden die Vorrichtungen oder Scans nicht vor der Erzeugung der Werte, die zur Erzeugung des Modells verwendet werden, angeglichen, kann zwar das Modell aufgebaut werden, erfasst aber möglicherweise äußerst unerwünschte Abweichungen hinsichtlich Hardware und Kalibrierung. Die Vorrichtungen oder Scans, die zur Erzeugung der Werte für die Erzeugung des Modells verwendet werden, können auch durch irgendeine geeignete Methode angeglichen werden, welche einen Angleich von Hardware und Kalibrierung zwischen Vorrichtungen oder Scans ermöglicht. Werden die Vorrichtungen oder Scans unter Verwendung eines anderen Verfahrens und/oder Systems vor der Erzeugung des Modells angeglichen, umfassen die hier beschriebenen Verfahren möglicherweise keinen solchen Angleich von Vorrichtungen. Es können auch Schutzmaßnahmen in das Modell mit eingebaut werden um die Gefahr übermäßiger Anpassungsfähigkeit zu verringern.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform kann das Erzeugen des Modells ein Bestimmen von mindestens einem Skalierungsfaktor je Vorrichtung umfassen. (Die Details des einzelnen Modells bestimmen welche weiteren Parameter verwendet werden, um das Ziel der Angleichungsfähigkeit zwischen mehreren Vorrichtungen zu erreichen.) Zum Beispiel kann die Variabilität zwischen mehreren Vorrichtungen (Variabilität zwischen mehreren Scans innerhalb einer Vorrichtung) wie hier beschrieben modelliert werden. Das Modellieren der Variabilität zwischen mehreren Scans beseitigt die Abhängigkeit von dem Zustand der Optik, Pixelgröße und Wafer. So ist das Modellieren der Daten von einer Vorrichtung

zur anderen aus der Variabilität zwischen mehreren Scans ein geeignetes Maß für Hardware-, Optik- und andere verbleibende Abweichungen. Zum Beispiel wurden Experimente durchgeführt, die zeigen, dass sich bei verschiedenen Wafers, verschiedenen Optikmodi und verschiedenen Tischgeschwindigkeiten annähernd identische Skalierungsfaktoren ergeben. Daher kann ein Scan-zu-Scan-Modell entsprechend skaliert werden, um die Variabilität zwischen mehreren Vorrichtungen darzustellen. Auf diese Weise kann mindestens ein Skalierungsfaktor je Vorrichtung bestimmt werden.

[0035] Das Verfahren umfasst auch ein Erzeugen von Werten für einen Wafer, wobei der mindestens eine erste Waferscan verwendet wird. Ist das Modell oder sind die Modelle erzeugt, wie oben beschrieben, können für jeden beliebigen Wafer echte Daten lediglich vom Referenz-Waferscan erhalten werden, und mit dem Modell oder den Modellen verwendet werden, um zusätzliche Schritte des hier beschriebenen Verfahrens durchzuführen, z. B. die Erstellung eines angeglichenen Rezepts. Auf diese Weise wird eine gegebene Vorrichtung, die zur Erzeugung eines hier beschriebenen Modells verwendet wurde, nicht weiter benötigt, um auf andere Vorrichtungen angegliche Rezepte zu erzeugen. Wird ein Rezept erzeugt, um die Durchführung von mindestens einem zweiten Scan, der mit einer Vorrichtung durchgeführt wird, an die Durchführung von mindestens einem ersten Scan, der mit derselben Vorrichtung durchgeführt wird, anzugleichen, dann können natürlich die Werte, die mit dieser Vorrichtung erzeugt werden, auf hier weiter beschriebene Art und Weise dazu verwendet werden, um ein Rezept für diesen mindestens einen zweiten Scan zu erzeugen.

[0036] Das Verfahren umfasst die Erzeugung von gestörten Werten für den Wafer unter Verwendung der Werte und des Modells. Sprich die Werte des mindestens einen ersten Scans werden als Input für die Verfahren verwendet und der Output des Modells sind die gestörten Werte. Auf diese Weise werden die Werte des mindestens einen ersten Waferscans (z. B. Werte wie in Algorithmen eingehende Werte und iDO oder andere Rezepteneinstellungen) gemäß dem Modell, das vorher für diesen speziellen Zustand erstellt wurde, gestört. In einer Ausführungsform umfasst das Erzeugen der gestörten Werte ein Ziehen eines Wertes für eine Klasse aus einer Zufallsverteilung, wobei die Zufallsverteilung den für eine entsprechende Klasse des Modells bestimmten Mittelwert und Sigma-Wert aufweist. Zum Beispiel kann ein Satz gestörter Daten durch Ziehen eines Wertes aus einer Gaußschen Zufallsverteilung mit dem von der richtigen Klasse des Modells abgeleiteten Mittelwert und Sigma-Wert erzeugt werden. Auf diese Weise bekommen die gestörten Werte ein Histogramm, das im Wesentli-

chen an das Histogramm der ursprünglichen Werte angeglichen ist.

[0037] Daher kann für den Angleich von Scans oder Vorrichtungen erwartet werden, dass durch Angleichen der Histogramme der Attribute die Attribute der Defekte, die durch die angeglichenen Scans oder Vorrichtungen detektiert wurden, auch angeglichen sind.

[0038] Die gestörten Werte nähern Werte an, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden. Zum Beispiel können unter Verwendung des hier beschriebenen Modells Werte wie Bild-/Defektdaten gestört werden, um die Werte der mindestens einen zweiten Vorrichtung oder des mindestens einen zweiten Scans anzunähern, zu simulieren oder nachzuahmen. Mit anderen Worten werden die gestörten Werte nicht exakt den Werten, die durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden, entsprechen. Jedoch werden die gestörten Werte eine angemessene Näherung der Werte sein, die durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden. **Fig. 3** zeigt beispielhaft, wie gut die gestörten Werte die Werte, die durch den mindestens einen zweiten Waferscan für den Wafer erzeugt würden, annähern, simulieren oder nachahmen. Insbesondere zeigt die graphische Darstellung links in **Fig. 3** die Variabilität der echten Werte, aus denen das Modell erzeugt wird, und die graphische Darstellung rechts in **Fig. 3** zeigt die Variabilität der gestörten Werte. Wie in **Fig. 3** dargestellt, ist es nicht möglich zu unterscheiden, welche Werte von der echten Vorrichtung und welche Werte von dem Modell und seiner entsprechenden Störung stammen, was die Plausibilität des Modells bestätigt.

[0039] Das Verfahren umfasst ferner ein Bestimmen mindestens eines Parameters für die Waferbearbeitung auf Basis der gestörten Werte. Zum Beispiel kann ein Rezept erzeugt werden, wobei die gestörten Werte, möglicherweise kombiniert mit den ursprünglichen Werten von der Vorrichtung oder des Scans, verwendet werden. In einem solchen Beispiel kann das Rezept unter Verwendung des Satzes gestörter Werte erzeugt werden, möglicherweise kombiniert mit einer Anzahl von N Sätzen ähnlich gestörter Werte und/oder den ursprünglichen Werten. Das Rezept ist dann geeignet, die Anforderungen für einen Angleich an Vorrichtungen oder an Scans zu erfüllen, obwohl es auf einer einzigen Vorrichtung oder unter Verwendung eines einzigen Scans entwickelt wurde. Wird das Rezept beispielsweise unter Verwendung der hier beschriebenen gestörten Werte erzeugt, so wird das Rezept natürlicherweise auf der zweiten Vorrichtung oder für den zweiten Scan mit einer ähnlichen Empfindlichkeit wie die erste Vorrichtung oder der erste Scan arbeiten. Ausreichend gestörte Werte und möglicherweise tat-

sächliche Werte werden bevorzugt verwendet, um die Variabilität in den Werten für die Erzeugung angeglicherer Rezepte zu erfassen.

[0040] Das Bestimmen mindestens eines Parameters für die Waferbearbeitung kann das Auswählen oder Bestimmen eines Wertes für mindestens einen Parameter eines Rezepts für die Waferbearbeitung umfassen. Der Begriff „Parameter“ bezieht sich grundsätzlich auf alle Variablen, die verwendet werden, um eine Vorrichtung für die Inspektion und/oder Metrologie einzurichten, wie z. B. Wellenlänge(n), Pixel, Bearbeitungsbereich, Geschwindigkeit, Beleuchtungs- und Erfassungsblenden, usw. Zum Beispiel kann der bzw. können die Parameter für die Waferbearbeitung einen Parameter einer Vorrichtung, die dazu verwendet wird, Werte zu erfassen, die von Licht vom Wafer abhängen, und/oder einen Parameter der Vorrichtung, die zur Verarbeitung der Werte verwendet wird, umfassen. Auf diese Weise kann der Parameter bzw. können die Parameter mindestens einen Werterfassungsparameter und/oder Wertverarbeitungsparameter umfassen. Die Waferbearbeitung kann eine Dunkelfeldinspektion (DF), eine Hellfeldinspektion (BF), Elektronenstrahlinspektion (e-beam), DF- und BF-Inspektion, oder Mehrmodusinspektion sein (beruhend auf Daten von mindestens einer Plattform gleichzeitig) oder von jeder anderen Metrologie- oder Inspektionsvorrichtung, die einen Vorrichtungs-/Inspektionsangleich erfordert, sein. Der mindestens eine Parameter kann im Verfahren automatisch oder ohne Benutzereingabe bestimmt werden. Jedoch kann der mindestens eine Parameter auch oder alternativ auf Basis der gestörten Werte mit Benutzereingabe bestimmt werden. Zum Beispiel kann dem Benutzer Rückmeldung über das Verhalten von mindestens einem bestimmten Parameter in Echtzeit bereitgestellt werden, wenn er oder sie die Rezepteinstellungen ändert.

[0041] Die Waferbearbeitung umfasst die Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan. Wie hier näher beschrieben wird, kann der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter, der verwendet wird, um den mindestens einen zweiten Waferscan durchzuführen oder einen Parameter, der verwendet wird, um Werte zu verarbeiten, die durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt werden oder eine Kombination davon umfassen.

[0042] In einer Ausführungsform wird das Verfahren in vorgegebenen Intervallen durchgeführt, und die Waferbearbeitung wird unter Verwendung des mindestens einen Parameters wie er nach dem aktuellsten Intervall bestimmt worden ist, durchgeführt, wenn die nach den letzten zwei Intervallen erzeugten Werte oder gestörten Werte sich voneinander um mehr als einen vorgegebenen Wert unterscheiden. Zum Beispiel kann das Verfahren dazu verwendet

werden, Abweichungen zwischen Produktionschargen nachzuahmen und Rezepte dynamisch anzupassen, wenn sich der Prozess mit der Zeit ändert. Die Ausführungsformen können zum Beispiel zur Untersuchung der Rezeptperformanz und Defektattribute über eine bestimmte Periode (z. B. N Produktionschargen) hinweg verwendet werden. Ist die Leistung hinsichtlich Störungsraten und den Wertebereichen der Defektattribute stabil, sind keine Rezeptänderungen erforderlich. Ist die Leistung nicht stabil, kann ein Modell für die Variabilität der Defektattribute innerhalb einer Kategorie automatisch erzeugt und zur Anpassung der Rezepteinstellungen verwendet werden. Diese Rezeptperformanz kann einmal pro N Produktionschargen automatisch überprüft werden. Auf diese Weise können die hier beschriebenen Ausführungsformen dazu verwendet werden, Rezepte derart anzupassen, dass sie in einem dynamischen Herstellungsprozess stabil bleiben. Wird das Modell alle M Produktionschargen neu berechnet, kann das berechnete Modell als selbstständiger Indikator für Prozessänderungen fungieren. Dies kann ein leistungsfähiger eigenständiger statistischer Indikator für relevante Prozessänderungen sein.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Differenz zwischen den Durchführungen eine Differenz zwischen einem Attribut einer Kategorie von Defekten, die der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan gemeinsam haben. Zum Beispiel kann das Anpassen der Rezepte an Prozessänderungen im zeitlichen Ablauf auf sehr ähnliche Art und Weise durchgeführt werden wie hier weiter beschrieben, jedoch mit einigen qualitativen Unterschieden. Insbesondere werden die ersten und zweiten Waferscans auf verschiedenen Wafern durchgeführt und damit stehen Defekte, die beiden Scans gemeinsam sind, nicht für die Erzeugung eines Modells zur Verfügung. Jedoch können Abweichungen der Attribute für eine Kategorie oder mehrere Kategorien von Defekten modelliert werden. Ein solcher Ansatz basiert auf der Annahme, dass bei Datenstichproben über N Produktionschargen hinweg eine bestimmte Verteilung der Kategorie(n) der Defekte vorliegt. Der Bereich der Abweichungen kann sich für diese Anwendung wesentlich von dem Bereich der Abweichungen des Attributs, der zur Erzeugung eines Modells für einen Angleich zwischen mehreren Vorrichtungen oder einen Angleich zwischen mehreren Scans bestimmt wird, unterscheiden.

[0044] In einer Ausführungsform wird der mindestens eine erste Waferscan mit einer ersten Vorrichtung ausgeführt, der mindestens eine zweite Waferscan mit einer zweiten Vorrichtung, und das Bestimmen des mindestens einen Parameters ohne Verwendung der zweiten Vorrichtung durchgeführt. In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Ver-

fahren keine iterative Durchführung von zwei oder mehr Schritten des Verfahrens. Zum Beispiel bieten die hier beschriebenen Ausführungsformen ein konkretes Verfahren zur Erzeugung von angleichbaren Rezepten auf einer Vorrichtung mit vorherigen Informationen von einer zweiten Vorrichtung in einer einzigen Iteration. Folglich können die hier beschriebenen Ausführungsformen Zeit und Aufwand sparen und stellen einen systematischen Ansatz zur Erzeugung von Rezepten bereit, die die Anforderungen an einen Angleich von Scans oder Vorrichtungen erfüllen können. Im Besonderen stellen die hier beschriebenen Ausführungsformen eine konkrete und schnelle Herangehensweise zur Erzeugung von Rezepten bereit, die die Anforderungen an Selbsterfassungsrate oder für einen Angleich von Vorrichtungen erfüllen, ohne mehrmals zwischen mehreren Vorrichtungen hin- und her wechseln zu müssen.

[0045] Die beschriebenen Ausführungsformen bieten eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber anderen Methoden zur Bestimmung von Parametern für die Waferbearbeitung wie Waferinspektion und Metrologie. Zum Beispiel bieten die hier beschriebenen Ausführungsformen eine einfache Benutzung und relativ schnell Ergebnisse für Selbsterfassungsrate oder Vorrichtungsangleich. Insbesondere sind gegenwärtig verfügbare Verfahren zum Erzielen von Ergebnissen für Selbsterfassungsrate oder Vorrichtungsangleich empirisch und erfordern, dass der Benutzer eine Reihe von Schritten abarbeiten muss. Die Durchführung der Schritte kann relativ viel Zeit (z. B. einen Tag oder mehr) in Anspruch nehmen, je nach Komplexität der Situation, Anzahl von Vorrichtungen und den Einsatz der Vorrichtung beim Benutzer vor Ort. Die beschriebenen Ausführungsformen aber erlauben kurze Durchlaufzeiten bei der Erzeugung eines Rezeptes, das die Anforderungen an Selbsterfassungsrate oder für einen Angleich von Vorrichtungen erfüllt, ohne mehrmals zwischen mehreren Vorrichtungen hin- und her wechseln zu müssen.

[0046] So erfordern die beschriebenen Ausführungsformen weniger Vorrichtungs- und Ingenieurzeit, weniger Nachprüfung mittels Rasterelektronenmikroskopen (SEM) und weniger Waferzeit bei der Erzeugung von angeglichenen Rezepten. Zum Beispiel muss der Benutzer momentan Vorrichtungen zur Einrichtung von angeglichenen Rezepten verwenden, anstatt damit zu produzieren, was die Betriebskosten der Vorrichtungen erhöht. Je nachdem, wie viele Rezepte ein bestimmter Benutzer schreibt, kann dies ein wesentlicher Kostenfaktor sein. In den hier weiter beschriebenen Ausführungsformen werden aber nicht mehrere Vorrichtungen zur Erzeugung von angeglichenen Rezepten benötigt. Insbesondere beseitigen die hier beschriebenen Ausführungsformen die Notwendigkeit, Werte von jeder Vorrichtung und jeder Schicht erlangen zu müs-

sen, für die der Benutzer angegliche Rezepten erstellen muss. Daher können die hier beschriebenen Ausführungsformen beträchtliche Betriebszeit der Vorrichtungen einsparen, die für andere Zwecke verwendet werden kann (z. B. tatsächliche Inspektion). Darüber hinaus beschleunigen die hier beschriebenen Ausführungsformen die Erstellung eines angeglichenen Rezepts und stellen gleichzeitig einen systematischen Ansatz zur Erstellung des Rezeptes bereit. Die hier beschriebenen Ausführungsformen beanspruchen ferner weniger Ingenieurszeit für die Erstellung angeglicherer Rezepte von für Vorrichtungen. Zum Beispiel werden normalerweise Rezepte von Ingenieuren erstellt. Kann der Ingenieur jedoch ein an Vorrichtungen angeglichenes Rezept einfach auf einer einzigen Vorrichtung erstellen, spart ihm das sehr viel Zeit. Dies schlägt sich in einer Verringerung direkter Kosten in Form von Arbeitsstunden des Ingenieurs und einer Verringerung indirekter Kosten durch eine Verringerung der Frustration des Ingenieurs nieder. Ferner kann ein iDO-Angleich einen erheblichen Zeitaufwand für die Überprüfung mit Rasterelektronenmikroskopen in gegenwärtigen Vorgehensweisen, bei denen eine Rasterelektronenmikroskop-Klassifizierung und -Überprüfung von mehreren Vorrichtungen benötigt wird, erfordern. Jedoch verringern die hier beschriebenen Ausführungsformen diese Zeit in erheblichem Maße und sparen so beträchtliche Zeit für die Überprüfung mit Rasterelektronenmikroskopen.

[0047] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren die Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und des mindestens einen zweiten Waferscans auf einer Schicht eines Wafers, um Werte zur Erzeugung des Modells zu erzeugen, wobei die Waferbearbeitung auf anderen Schichten des Wafers oder auf anderen Schichten anderer Wafer durchgeführt wird. Zum Beispiel erfordert das Einrichten der Waferbearbeitung gegenwärtig für jede Schicht den Gang zu jeder Vorrichtung und kann eine SEM-Überprüfung jeder Produktionscharge erfordern. Gemäß der hier beschriebenen Ausführungsformen kann jedoch ein angeglichenes Rezept ohne den Gang zu jeder Vorrichtung erstellt werden, nachdem ein Modell für jede Vorrichtung hinsichtlich einer „goldenen“ Vorrichtung erstellt wurde. Insbesondere können die hier beschriebenen Modelle schichtunabhängig sein, weil sie von der Hardware- und der Optik abhängig sind. Die Schicht kann eine Schicht auch einer Maske oder Prozessschicht wie eine aktive Schicht, Polyschicht, Kontaktschicht, Metallschicht usw. umfassen. Eine Schicht kann auf dem Wafer unter Verwendung jeglicher geeigneter Waferherstellungsprozesse wie Lithographie, Ätzen, Abscheidung, chemo-mechanisches Polieren (CMP) oder jedes anderen Prozesses, der die Struktur des Wafers verändern kann, gebildet werden.

[0048] Eine weitere Ausführungsform betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zur Erzeugung von Werten, die zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Waferbearbeitung verwendet werden können. Das Verfahren umfasst ein Erzeugen eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung von mindestens einem ersten Waferscan und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan, der wie hier weiter beschrieben durchgeführt werden kann. Das Verfahren umfasst ferner ein Erzeugen von Werten für einen Wafer, wobei der mindestens eine erste Waferscan verwendet wird, der wie hier weiter beschrieben durchgeführt werden kann. Darüber hinaus umfasst das Verfahren ein Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer, wobei die Werte und das Modell verwendet werden, was wie hier weiter beschrieben durchgeführt werden kann. Die gestörten Werte nähern Werte an, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden. Die gestörten Werte nähern die Werte an wie hier näher beschrieben. Die gestörten Werte können, wie hier näher beschrieben, zur Bestimmung mindestens eines Parameters zur Waferbearbeitung verwendet werden. Die Waferbearbeitung umfasst die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans.

[0049] Eine zusätzliche Ausführungsform betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Waferbearbeitung. Das Verfahren umfasst ein Erzeugen von Werten für einen Wafer unter Verwendung von mindestens einem ersten Waferscan, der wie hier weiter beschrieben durchgeführt werden kann. Das Verfahren umfasst auch ein Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer, unter Verwendung der Werte und eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan, die wie hier weiter beschrieben durchgeführt werden können. Das Modell kann wie hier beschrieben unter Verwendung eines weiteren computerimplementierten Verfahrens erzeugt werden. Die gestörten Werte nähern Werte an, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden. Die gestörten Werte nähern die Werte an wie hier näher beschrieben. Darüber hinaus umfasst das Verfahren ein Bestimmen mindestens eines Parameters für die Waferbearbeitung auf Basis der gestörten Werte, was wie hier näher beschrieben durchgeführt werden kann. Die Waferbearbeitung umfasst die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans.

[0050] Alle hier beschriebenen Verfahren können ein Speichern von Werten von mindestens einem Schritt des Verfahrens auf ein nichtflüchtiges, computerlesbares Speichermedium umfassen. Die Werte können jegliche hier beschriebenen Werte

umfassen und können auf jegliche im Stand der Technik bekannte Weise gespeichert werden. Das Speichermedium kann jegliches hier beschriebene Speichermedium oder jegliches andere passende im Stand der Technik bekannte Speichermedium umfassen. Nachdem die Werte gespeichert wurden, können die Werte von dem Speichermedium abgerufen und von jeder hier beschriebenen Ausführungsform des Verfahrens oder Systems verwendet werden, für eine Anzeige an den Benutzer formatiert, durch ein anderes Softwaremodul, Verfahren oder System verwendet werden, etc. Nachdem das Verfahren den mindestens einen Parameter für die Waferbearbeitung bestimmt hat, kann das Verfahren zum Beispiel das Speichern eines Rezeptes für die Waferbearbeitung, das den mindestens einen Parameter beinhaltet, auf einem Speichermedium umfassen, so dass ein System das Rezept für eine Bearbeitung wie Inspektion und/oder Metrologie verwenden kann.

[0051] Jeder Schritt jedes einzelnen Verfahrens kann durch ein Computersystem ausgeführt werden. Das Computersystem kann wie hier beschrieben konfiguriert werden. Jede Ausführungsform des Verfahrens kann jeglichen Schritt jeglichen anderen hier beschriebenen Verfahrens umfassen. Darüber hinaus kann jede Ausführungsform des Verfahrens mit jedem beliebigen und hier beschriebenem System ausgeführt werden.

[0052] Eine weitere Ausführungsform betrifft ein nichtflüchtiges, computerlesbares Medium, auf dem Programmbefehle gespeichert sind, die ein Computersystem zur Ausführung von mindestens einem hier beschriebenen computerimplementierten Verfahren veranlassen. Eine Ausführungsform eines solchen computerlesbaren Speichermediums zeigt **Fig. 4**. Das computerlesbare Medium 10 umfasst Programmbefehle 12, die darauf gespeichert sind, um ein Computersystem 14 zur Ausführung von mindestens einem hier beschriebenen computerimplementierten Verfahren veranlassen.

[0053] Programmbefehle 12 die Verfahren wie die hier beschriebenen implementieren, können auf einem computerlesbaren Medium 10 gespeichert sein. Das computerlesbare Medium kann ein nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium wie ein Nur-Lese-Speicher, ein Speicher mit wahlfreiem Zugriff, eine magnetische oder optische Disk, ein Magnetband oder jegliches andere geeignete computerlesbare Medium, das im Stand der Technik bekannt ist, sein.

[0054] Die Programmbefehle können auf beliebige Weise, unter anderem durch prozedurale Techniken, komponentenbasierte Techniken, und/oder objektorientierte Techniken implementiert werden. Zum Beispiel können die Programmbefehle unter Verwen-

dung von ActiveX-Steuerelementen, C++-Objekten, JavaBeans, Microsoft Foundation Classes (MFC) oder anderen Technologien oder Methoden, wie gewünscht, implementiert werden.

[0055] Das Computersystem 14 kann unterschiedlicher Ausgestaltung sein, einschließlich eines PC-Systems, Großrechners, Workstation, Bildrechners, Parallelprozessors oder beliebigen anderen im Stand der Technik bekannten Systemen. Allgemein kann der Begriff „Computersystem“ weit gefasst werden, um alle Geräte zu umfassen, die mindestens einen Prozessor aufweisen, der Befehle von einem Speichermedium ausführt.

[0056] **Fig. 5** zeigt eine Ausführungsform eines Systems, das zur Ausführung von mindestens einem hier beschriebenen computerimplementierten Verfahren konfiguriert ist. Wie **Fig. 5** zeigt, umfasst das System eine Vielzahl von Vorrichtungen 16, 18, 20 und 22. Die Vorrichtungen 16, 18, 20 und 22 können jegliche kommerziell verfügbare Vorrichtungen für Waferinspektion und/oder -metrologie umfassen. Eine der Vorrichtungen (z. B. Vorrichtung 16) kann zur Erzeugung von Werten verwendet werden, die für die Erzeugung gestörter Werte für eine der anderen Vorrichtungen (z. B. Vorrichtung 18, 20 und 22) verwendet werden. Beispielsweise kann das System konfiguriert sein, um Werte für einen Wafer zu erzeugen, wozu mindestens ein erster Waferscan verwendet wird, welcher mit Vorrichtung 16 ausgeführt wird.

[0057] Das Computersystem 24, das ferner wie hier beschrieben konfiguriert ist, kann mit jeder der Vorrichtungen auf jede geeignete Art und Weise verbunden sein, so dass das Computersystem Daten von den Vorrichtungen empfangen und an die Vorrichtungen senden kann. Zum Beispiel kann das Computersystem 24 Werte empfangen, die durch den mindestens einen ersten Waferscan auf Vorrichtung 16 erzeugt wurden.

[0058] Das Computersystem kann für die Erzeugung gestörter Werte für den Wafer konfiguriert werden, wobei die von Vorrichtung 16 erzeugten Werte und ein Modell wie das hier beschriebene verwendet werden. Die gestörten Werte nähern Werte an, die für den Wafer durch mindestens einen zweiten Waferscan, der durch eine der anderen Vorrichtung durchgeführt wird, erzeugt würden.

[0059] Das Computersystem 24 kann auch zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Waferbearbeitung auf Basis der gestörten Werte konfiguriert sein, was wie hier näher beschrieben durchgeführt wird. Auf diese Weise können die mit Vorrichtung 16 erzeugten Werte zur Erzeugung eines Rezeptes für die Waferbearbeitung für eine der anderen Vorrichtungen verwendet werden. Zusätzlich können die mit Vorrichtung 16 erzeugten

Werte zur Erzeugung eines Rezeptes für die Waferbearbeitung für eine der anderen Vorrichtungen verwendet werden, ohne dass diese anderen Vorrichtungen verwendet werden, was die hier beschriebenen Vorteile mit sich bringt. Folglich kann Vorrichtung 16 für das Einrichten eines Rezeptes für die Waferbearbeitung verwendet werden, obwohl diese Vorrichtung auch für die tatsächliche Waferbearbeitung verwendet werden kann, wenn sie nicht für das Einrichten der Waferbearbeitung verwendet wird.

[0060] Das Computersystem 24 kann als selbstständiges System konfiguriert sein, das kein Bestandteil einer Bearbeitungs-, Inspektions-, Metrologie-, Überprüfungs- oder anderen Vorrichtung ist. Alternativ kann das Computersystem 24 Bestandteil eines Waferinspektions-, Metrologie-, Defektüberprüfungs-, Analysesystems oder einer anderen Vorrichtung sein.

[0061] Weitere Modifikationen und alternative Ausführungsformen verschiedener Aspekte der Erfindung erschließen sich dem Fachmann durch diese Beschreibung. Zum Beispiel werden Verfahren für die Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Waferinspektion und/oder Metrologie bereitgestellt. Entsprechend ist diese Beschreibung als Veranschaulichung zu verstehen und dient dazu, dem Fachmann über die grundsätzliche Ausführung der Erfindung zu unterrichten. Die gezeigten und beschriebenen Formen der Erfindung sind als gegenwärtig bevorzugte Ausführungsformen zu verstehen. Elemente und Materialien können die beschriebenen und dargestellten ersetzen, Teile und Prozesse können umgekehrt werden, bestimmte Aspekte der Erfindung können unabhängig verwendet werden - alles so, wie es sich dem Fachmann aus dieser Beschreibung der Erfindung erschließt.

Patentansprüche

1. Computerimplementiertes Verfahren zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für eine Waferbearbeitung, umfassend die Schritte:

- Erzeugen eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung von mindestens einem ersten Waferscan und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan,
- Erzeugen von Werten für einen Wafer, wobei der mindestens eine erste Waferscan verwendet wird;
- Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer, wobei die Werte und das Modell verwendet werden, wobei die gestörten Werte Werte simulieren, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden; und
- Bestimmen des mindestens einen Parameters für die Waferbearbeitung auf Basis der gestörten Werte, wobei die Waferbearbeitung die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans

umfasst, und wobei die Verfahrensschritte durch ein Computersystem ausgeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bestimmen des mindestens einen Parameters für die Waferbearbeitung ausgeführt wird, um die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans an die Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans anzugleichen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan mit unterschiedlichen Vorrichtungen durchgeführt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan mit der gleichen Vorrichtung durchgeführt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren keine iterative Durchführung von zwei oder mehr Schritten des Verfahrens umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine erste Waferscan mit einer ersten Vorrichtung durchgeführt wird, wobei der mindestens eine zweite Waferscan mit einer zweiten Vorrichtung durchgeführt wird und wobei das Bestimmen des mindestens einen Parameters für die Waferbearbeitung durchgeführt wird, ohne dass die zweite Vorrichtung verwendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Differenz zwischen den Durchführungen eine Differenz in einem Attribut von Defekten auf einem Wafer umfasst, auf welchem der mindestens eine erste und der mindestens eine zweite Waferscan durchgeführt wurden, um Werte zur Erzeugung des Modells zu erzeugen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Erzeugen des Modells ein Identifizieren von Defekten auf einem Wafer umfasst, die der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan gemein haben.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Erzeugen des Modells ein graphisches Auftragen der Differenz zwischen einem Attribut der Defekte, wie es unter Verwendung des mindestens einen ersten Waferscans bestimmt wird und dem Attribut, wie es unter Verwendung des mindestens einen zweiten Waferscans bestimmt wird, gegen den Durchschnitt des Attributs, wie es unter Verwendung des mindestens einen ersten Waferscans bestimmt wird und des Attributs, wie es unter Verwendung des mindestens einen zweiten Waferscans bestimmt wird, umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Erzeugen des Modells ein Aufteilen der Defekte in Klassen gemäß der unterschiedlichen Werte des Durchschnitts umfasst, und wobei jede der Klassen die gleiche Anzahl von Defekten umfasst wie jede der anderen Klassen.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Erzeugen des Modells für jede Klasse eine Bestimmung des Mittelwerts und des Sigma-Werts der Verteilung des Attributes der Defekte in jeder der Klassen umfasst.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Erzeugen der gestörten Werte ein Ziehen eines Wertes für eine Klasse aus einer Zufallsverteilung umfasst, wobei die Zufallsverteilung den für eine entsprechende Klasse des Modells bestimmten Mittelwert und Sigma-Wert aufweist.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei vor dem Erzeugen des Modells mindestens ein Parameter von mindestens einer Vorrichtung, die zur Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und des mindestens einen zweiten Waferscans verwendet wird, derart verändert wird, dass der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan einander angeglichen werden, bevor der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan verwendet werden, um Werte zur Erzeugung des Modells zu erzeugen.

14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren in vorgegebenen Intervallen durchgeführt wird und wobei die Waferbearbeitung unter Verwendung des mindestens einen Parameters wie er nach dem zuletzt durchgeführten Intervall bestimmt worden ist, durchgeführt wird, wenn die nach den letzten zwei Intervallen erzeugten Werte oder perturbierten Werte sich voneinander um mehr als einen vorgegebenen Wert unterscheiden.

15. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Differenz zwischen den Durchführungen eine Differenz zwischen einem Attribut einer Kategorie von Defekten, das der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan gemein haben, umfasst.

16. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend die Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und des mindestens einen zweiten Waferscans auf einer Schicht eines Wafers, um Werte zur Erzeugung des Modells zu erzeugen, wobei die Waferbearbeitung auf anderen Schichten des Wafers oder auf anderen Schichten anderer Wafer durchgeführt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter zur Durchführung des zweiten Waferscans umfasst.

18. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter zur Verarbeitung von Werten, die durch den zweiten Waferscan erzeugt werden, umfasst.

19. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Waferbearbeitung die Inspektion oder die Metrologie umfasst.

20. Computerimplementiertes Verfahren zur Erzeugung von Werten, die zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Waferbearbeitung verwendet werden können, umfassend die Schritte:

- Erzeugen eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung von mindestens einem ersten Waferscan und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan;
- Erzeugen von Werten für einen Wafer, wobei der mindestens eine erste Waferscan verwendet wird; und
- Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer, wobei die Werte und das Modell verwendet werden, wobei die gestörten Werte Werte simulieren, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden, wobei die gestörten Werte zur Bestimmung des mindestens einen Parameters zur Waferbearbeitung verwendet werden können, wobei die Waferbearbeitung die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans umfasst, und wobei die Verfahrensschritte durch ein Computersystem ausgeführt werden.

21. Computerimplementiertes Verfahren zur Bestimmung von mindestens einem Parameter für die Waferbearbeitung, umfassend die Schritte:

- Erzeugen von Werten für einen Wafer unter Verwendung von mindestens einem ersten Waferscan;
- Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer, unter Verwendung der Werte und eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan, wobei die gestörten Werte Werte simulieren, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan erzeugt würden; und
- Bestimmen des mindestens einen Parameters für die Waferbearbeitung auf Basis der gestörten Werte, wobei die Waferbearbeitung die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans umfasst, und wobei die Verfahrensschritte durch ein Computersystem ausgeführt werden.

22. System, dazu ausgebildet, mindestens einen Parameter für die Waferbearbeitung zu bestimmen,

umfassend:

eine oder mehrere Vorrichtungen, dazu ausgebildet, Werte für einen Wafer durch einen oder mehrere erste Waferscans zu erzeugen; und ein Computersystem, ausgebildet zum:

- Erzeugen eines Modells für eine Differenz zwischen einer Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und einer Durchführung von mindestens einem zweiten Waferscan;
- Erzeugen von gestörten Werten für den Wafer, wobei die Werte und das Modell verwendet werden, wobei die gestörten Werte Werte simulieren, die für den Wafer durch den mindestens einen zweiten Waferscan, durchgeführt durch die eine oder die mehreren Vorrichtungen, erzeugt würden; und
- Bestimmen des mindestens einen Parameters für die Waferbearbeitung auf Basis der gestörten Werte, wobei die Waferbearbeitung die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans mit der einen oder den mehreren Vorrichtungen umfasst.

23. System nach Anspruch 22, wobei die eine oder die mehreren Vorrichtungen eine oder mehrere Wafer-Inspektions-Vorrichtungen, oder eine oder mehrere Wafer-Metrologie-Vorrichtungen, oder eine oder mehrere Wafer-Inspektions-Vorrichtungen und eine oder mehrere Wafer-Metrologie-Vorrichtungen umfassen.

24. System nach Anspruch 22, wobei eine erste der einen oder mehreren Vorrichtungen, die die Werte unter Verwendung des mindestens einen ersten Waferscans erzeugt, verschieden ist von einer zweiten der einen oder der mehreren Vorrichtungen, die den mindesten einen zweiten Waferscan durchführt.

25. System nach Anspruch 22, wobei die eine oder die mehreren Vorrichtungen lediglich eine Vorrichtung umfassen, die den mindestens einen ersten und den mindestens einen zweiten Waferscan durchführt.

26. System nach Anspruch 22, wobei das Bestimmen ausgeführt wird, um die Durchführung des mindestens einen zweiten Waferscans an die Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans anzugleichen.

27. System nach Anspruch 22, wobei das Computersystem nicht zur iterativen Durchführung von zwei oder mehr der Schritte zur Erzeugung des Modells, der Erzeugung der gestörten Werte und des Bestimmens des mindestens einen Parameters ausgebildet ist.

28. System nach Anspruch 22, wobei eine erste der einen oder mehreren Vorrichtungen, die die Werte unter Verwendung des mindestens einen ers-

ten Waferscans erzeugt, verschieden ist von einer zweiten der einen oder der mehreren Vorrichtungen, die den mindesten einen zweiten Waferscan durchführt, und wobei das Bestimmen durchgeführt wird, ohne die zweite der einen oder der mehreren Vorrichtungen zu verwenden.

29. System nach Anspruch 22, wobei die Differenz zwischen den Durchführungen eine Differenz in einem Attribut von Defekten auf einem Wafer umfasst, auf welchem der mindestens eine erste und der mindestens eine zweite Waferscan durchgeführt wurden, um Werte zur Erzeugung des Modells zu erzeugen.

30. System nach Anspruch 22, wobei das Erzeugen des Modells ein Identifizieren von Defekten auf einem Wafer umfasst, die der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan gemein haben.

31. System nach Anspruch 30, wobei das Erzeugen des Modells ferner ein graphisches Auftragen der Differenz zwischen einem Attribut der Defekte, wie es unter Verwendung des mindestens einen ersten Waferscans bestimmt wird, und dem Attribut, wie es unter Verwendung des mindestens einen zweiten Waferscans bestimmt wird, gegen den Durchschnitt des Attributs, wie es unter Verwendung des mindestens einen ersten Waferscans bestimmt wird, und des Attributs, wie es unter Verwendung des mindestens einen zweiten Waferscans bestimmt wird, umfasst.

32. System nach Anspruch 31, wobei das Erzeugen des Modells ferner ein Aufteilen der Defekte in Klassen gemäß der unterschiedlichen Werte der Durchschnitts umfasst, und wobei jede der Klassen die gleiche Anzahl von Defekten umfasst wie jede der anderen Klassen.

33. System nach Anspruch 32, wobei die Erzeugung des Modells es ferner umfasst, für jede der Klassen den Mittelwert und den Sigma-Wert der Verteilung des Attributs der Defekte in jeder der Klassen zu bestimmen.

34. System nach Anspruch 33, wobei die Erzeugung der gestörten Werte es umfasst, für eine Klasse einen Datenpunkt aus einer Zufallsverteilung zu ziehen, die den Mittelwert und den Sigma-Wert hat, die für eine entsprechende Klasse in dem Modell bestimmt wurden.

35. System nach Anspruch 22, wobei das Computersystem ferner dazu ausgebildet ist, vor dem Erzeugen des Modells mindestens einen Parameter von der mindestens einen Vorrichtung, die zur Durchführung des mindestens einen ersten Waferscans und des mindestens einen zweiten Waferscans

verwendet wird, derart zu verändern, dass der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan einander angeglichen werden, bevor der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan verwendet werden, um Werte zur Erzeugung des Modells zu erzeugen.

36. System nach Anspruch 22, wobei die eine oder die mehreren Vorrichtungen ferner dazu ausgebildet sind, die Werte in vorgegebenen Intervallen zu erzeugen, wobei das Computersystem ferner dazu ausgebildet ist, den Schritt der Erzeugung der gestörten Werte und den Schritt des Bestimmens des mindestens einen Parameters in den vorgegebenen Intervallen durchzuführen, und wobei die Waferbearbeitung unter Verwendung des mindestens einen Parameters, wie er nach dem zuletzt durchgeführten Intervall bestimmt worden ist, durchgeführt wird, wenn die nach den letzten zwei Intervallen erzeugten Werte oder gestörten Werte sich voneinander um mehr als einen vorgegebenen Wert unterscheiden.

37. System nach Anspruch 22, wobei die Differenz zwischen den Durchführungen eine Differenz zwischen einem Attribut einer Kategorie von Defekten, das der mindestens eine erste Waferscan und der mindestens eine zweite Waferscan gemeinsam haben, umfasst.

38. System nach Anspruch 22, wobei die eine oder die mehreren Vorrichtungen ferner ausgebildet sind, die Werte durch Durchführung des mindestens einen ersten und des mindestens einen zweiten Waferscans auf einer Schicht des Wafers zu erzeugen, um Werte zu erzeugen, die zur Erzeugung des Modells verwendet werden, und wobei die Waferbearbeitung auf anderen Schichten des Wafers oder anderen Schichten anderer Wafer durchgeführt wird.

39. System nach Anspruch 22, wobei der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter umfasst, der zur Durchführung des zweiten Waferscans verwendet wird.

40. System nach Anspruch 22, wobei der mindestens eine Parameter mindestens einen Parameter umfasst, der zur Verarbeitung von Werten, die durch den zweiten Waferscan erzeugt werden, verwendet wird.

41. System nach Anspruch 22, wobei die Waferbearbeitung Inspektion oder Metrologie umfasst.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

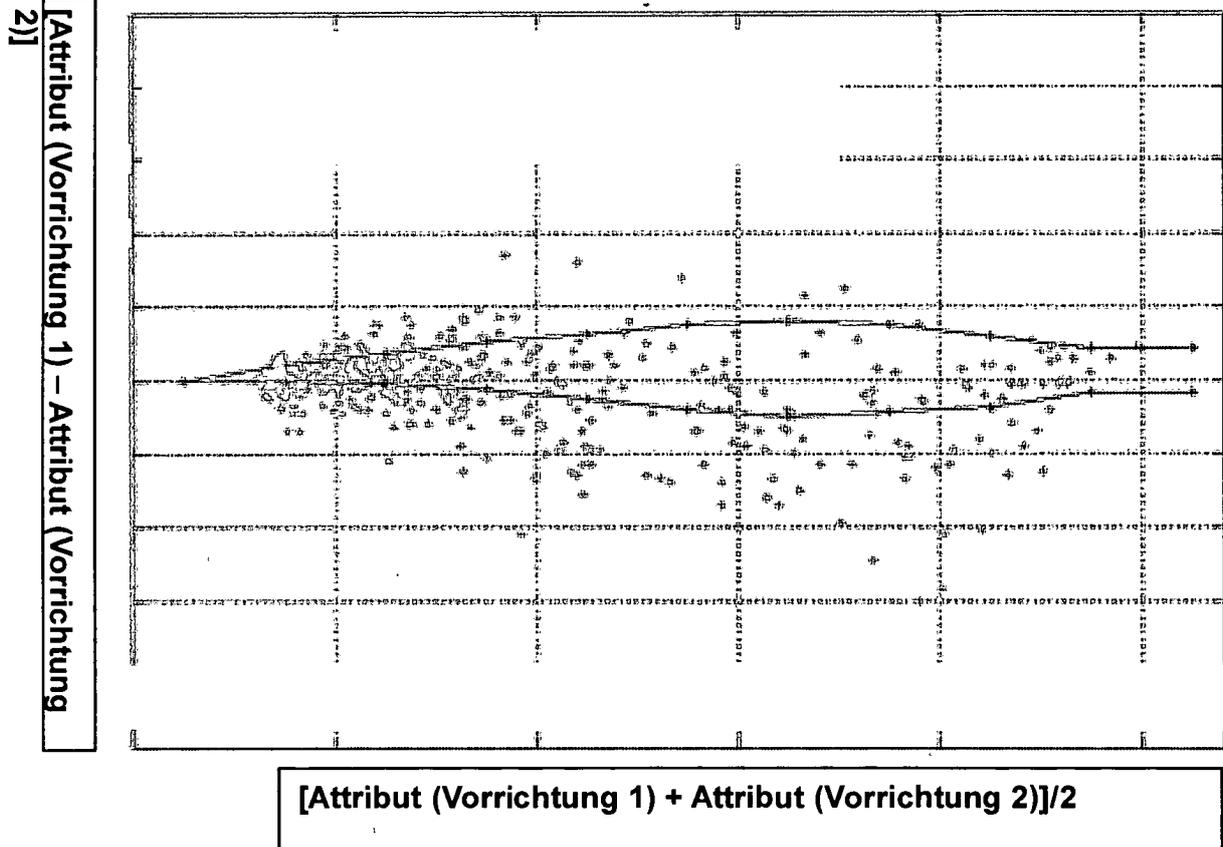


Fig. 1

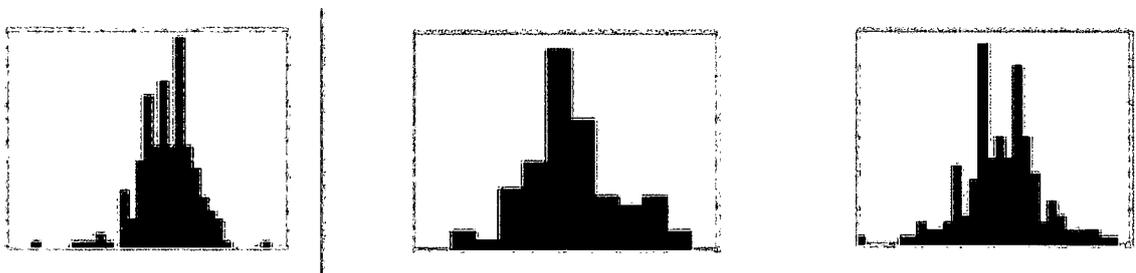


Fig. 2

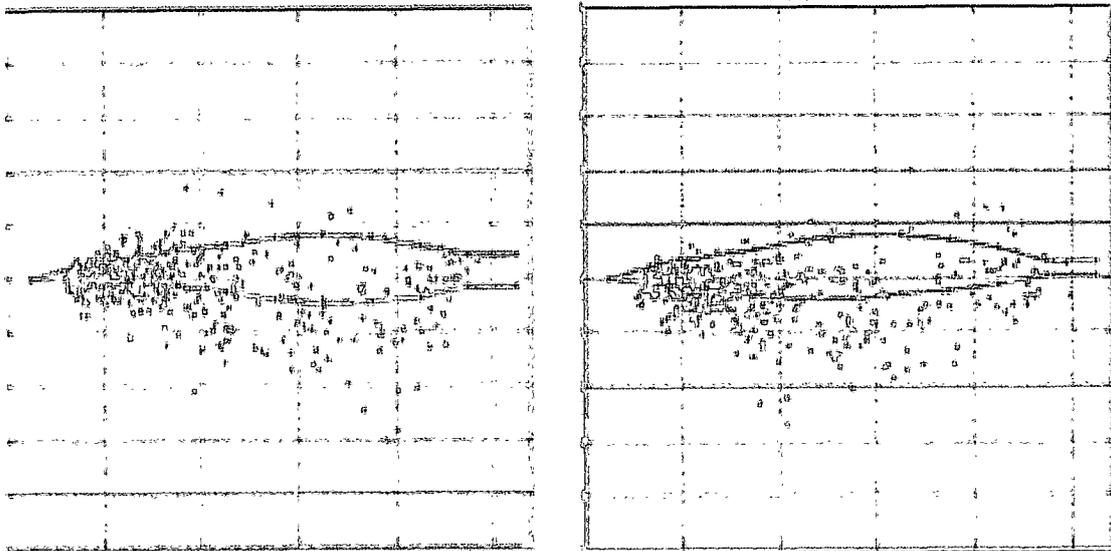


Fig. 3

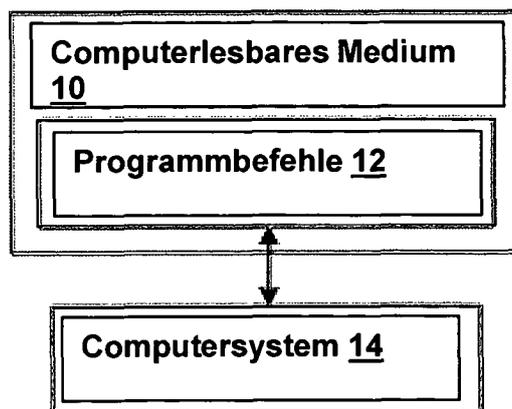


Fig. 4

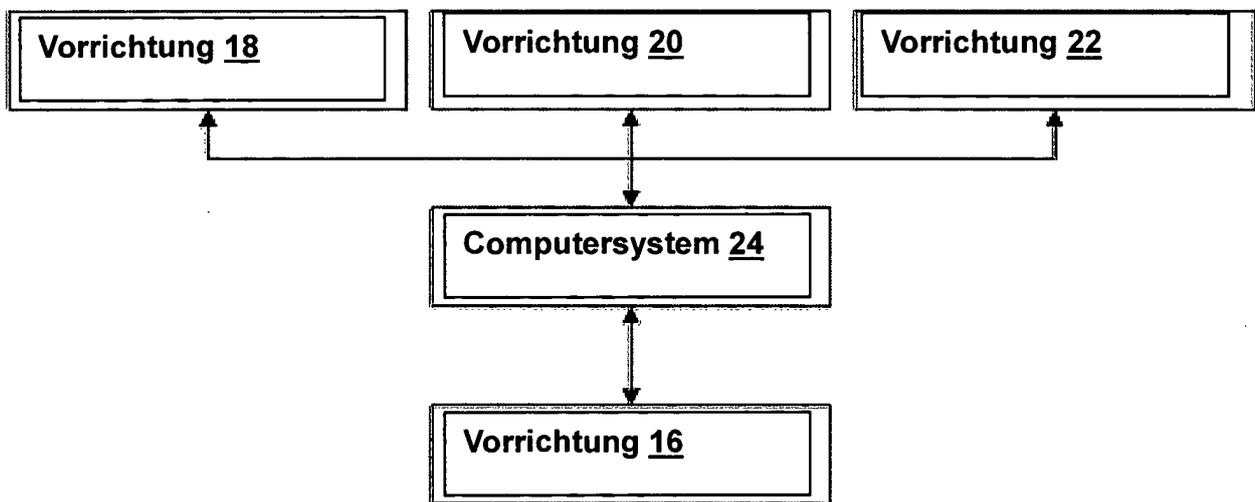


Fig. 5