



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/144959**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 000 672.7**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2018/016761**  
(86) PCT-Anmeldetag: **03.02.2018**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **09.08.2018**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **12.12.2019**

(51) Int Cl.: **G03F 9/00 (2006.01)**  
**G03F 7/20 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
62/454,807 05.02.2017 US  
15/879,120 24.01.2018 US

(74) Vertreter:  
**Reichert & Lindner Partnerschaft Patentanwälte,  
93047 Regensburg, DE**

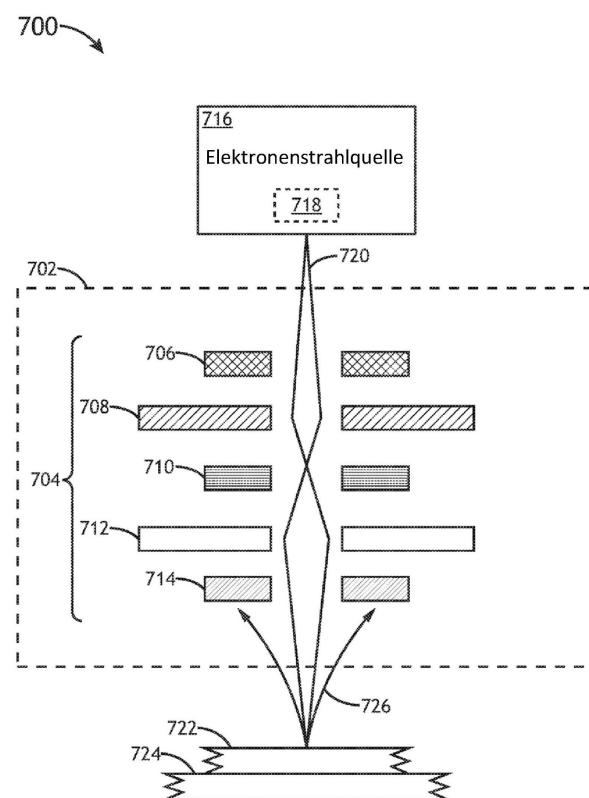
(71) Anmelder:  
**KLA-Tencor Corporation, Milpitas, Calif., US**

(72) Erfinder:  
**Haynes, Robert, Pleasanton, Calif., US; Chilese,  
Frank, San Ramon, CA, US; Preil, Moshe,  
Sunnyvale, CA, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **MEHRSÄULENABSTAND FÜR DIE INSPEKTION VON FOTOMASKEN UND RETIKELN UND FÜR  
DIE VERIFIZIERUNG DER WAFERDRUCKÜBERPRÜFUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Mehrsäulenanordnung für ein Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System) ist offenbart. Die Mehrsäulenanordnung enthält eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist. Jede elektronenoptische Säule enthält ein oder mehrere elektronenoptische Elemente. Die Vielzahl von elektronenoptischen Säulen ist konfiguriert, um einen oder mehrere Feldbereiche auf einer Oberfläche einer Probe zu charakterisieren, die auf einem Tisch befestigt ist. Die Anzahl der elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen ist gleich einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche. Der eine oder die mehreren Abstände der Vielzahl elektronenoptischer Säulen entsprechen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche.



**Beschreibung****QUERVERWEIS AUF  
VERWANDTE ANMELDUNGEN**

**[0001]** Die vorliegende Anmeldung beansprucht den Nutzen unter 35 U.S.C. § 119 (e) der vorläufigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 62 / 454, 807, eingereicht am 5. Februar 2017, mit dem Titel OPTIMUM MULTI COLUMN PITCH SPACING FOR MASK INSPECTION UND WAFER LAYOUT FOR PRINT CHECK PRÜFUNG, unter Nennung von Robert Haynes, Frank Chilese und Moshe Preil als Erfinder, auf die hier in vollem Umfang Bezug genommen wird.

**TECHNISCHER BEREICH**

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein die Inspektion und Überprüfung von Fotomasken / Retikeln und Wafern und insbesondere einen Mehrsäulen-Abstand für die Inspektion von Fotomasken / Retikeln und die Verifizierung der Waferdrucküberprüfung.

**HINTERGRUND**

**[0003]** Die Herstellung von Halbleiterbauelementen, wie beispielsweise Logik- und Speicherbauelementen, umfasst typischerweise die Verarbeitung eines Halbleiterbauelements unter Verwendung einer großen Anzahl von Halbleiterherstellungs- und Metrologieprozessen, um verschiedene Merkmale und mehrere Schichten der Halbleiterbauelemente zu bilden. Ausgewählte Herstellungsprozesse verwenden Fotomasken / Retikel, um Merkmale auf ein Halbleiterbauelement wie einen Wafer zu drucken. Da Halbleiterbauelemente seitlich immer kleiner werden und sich vertikal ausdehnen, wird es entscheidend, verbesserte Inspektions- und Überprüfungsvorrichtungen und -verfahren zu entwickeln, um die Empfindlichkeit und den Durchsatz von Inspektionsprozessen für Fotomasken / Retikel und Wafer zu erhöhen.

**[0004]** Halbleiterbauelemente können während des Herstellungsprozesses Defekte entwickeln. Inspektionsprozesse werden in verschiedenen Schritten während eines Halbleiterfertigungsprozesses durchgeführt, um Defekte auf einer Probe zu erkennen. Inspektionsprozesse sind ein wichtiger Bestandteil bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen wie integrierten Schaltkreisen. Diese Inspektionsprozesse werden noch wichtiger, um akzeptable Halbleiterbauelemente mit abnehmenden Abmessungen der Halbleiterbauelemente erfolgreich herzustellen. Das Erkennen von Defekten ist mit abnehmenden Abmessungen der Halbleiterbauelemente sehr wünschenswert geworden, da selbst relativ kleine Defekte unerwünschte Aberrationen in den Halbleiterbauelementen verursachen können.

**[0005]** Eine Inspektionstechnologie umfasst die elektronenstrahlbasierte Inspektion wie die Raster-elektronenmikroskopie (REM). In einigen Fällen wird die Rasterelektronenmikroskopie über das Erfassen von Sekundärelektronenstrahlen (z. B. ein Sekundärelektronenbildgebungssystem (SE)) durchgeführt. In anderen Fällen wird die Rasterelektronenmikroskopie durchgeführt, indem ein einzelner Elektronenstrahl in zahlreiche Strahlen aufgeteilt und eine einzelne elektronenoptische Säule verwendet wird, um die zahlreichen Strahlen einzeln abzustimmen und zu scannen (z. B. ein Mehrstrahl-REM-System). In anderen Fällen wird die Rasterelektronenmikroskopie über ein REM-System durchgeführt, das eine erhöhte Anzahl elektronenoptischer Säulen enthält (z. B. ein Mehrsäulen-REM-System).

**[0006]** In einem Mehrsäulen-REM-System ist die Gesamtüberlappung, die erforderlich ist, um die von jeder elektronenoptischen Säule erfassten Bilder wieder zusammenzufügen, umso größer, je kleiner der Teil des gesamten Feldbereichs ist, der von einer bestimmten elektronenoptischen Säule abgedeckt wird. Außerdem ist ein Mehrsäulen-REM-System möglicherweise nicht fähig, sowohl eine Fotomaske / ein Retikel als auch einen Wafer zu scannen. Ferner hängt die Gesamtzeit, die ein Mehrsäulen-REM-System zur hochauflösenden Charakterisierung einer Fotomaske / eines Retikels oder eines Wafers benötigt, von der Anzahl der und dem Abstand zwischen den mehreren elektronenoptischen Säulen ab. Beispielsweise wird die Zeitdauer, die für die Inspektion des gesamten Feldbereichs erforderlich ist, erhöht, wenn die mehreren elektronenoptischen Säulen so beabstandet sind, dass der gesamte Inspektionsbereich aller Säulen größer ist als der gesamte Feldbereich der Fotomaske / des Retikels, da die Säulen innerhalb des Feldbereichs einen größeren Oberflächenbereich prüfen müssen, um einen Ausgleich für die nicht-prüfenden Säulen außerhalb des Feldbereichs zu schaffen. In einem anderen Beispiel kann, abhängig vom umgebenden Material des REM-Systems, die Oberfläche einer Fotomaske / eines Retikels oder eines Wafers aufgrund der Belichtung von elektronenoptischen Säulen außerhalb des Vollfelds der Fotomaske / des Retikels oder des Wafers geladen werden, was wiederum benachbarte elektronenoptische Säulen innerhalb des Felds stören kann.

**[0007]** Daher wäre es vorteilhaft, ein System und ein Verfahren bereitzustellen, die die oben beschriebenen Mängel beseitigen.

**ÜBERSICHT**

**[0008]** Eine Mehrsäulenanordnung für ein Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System) wird gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer Ausführungsform umfasst die Mehrsäulenanordnung eine

Vielzahl elektronenoptischer Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist. In einer anderen Ausführungsform enthält jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente. In einer anderen Ausführungsform ist die Vielzahl der elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um einen oder mehrere Feldbereiche auf einer Oberfläche einer Probe zu charakterisieren, die auf einem Tisch befestigt ist. In einer anderen Ausführungsform ist die Anzahl der elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen gleich einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche. In einer anderen Ausführungsform entsprechen der eine oder die mehreren Abstände der mehreren elektronenoptischen Säulen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche.

**[0009]** Eine Mehrsäulenordnung für ein Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System) wird gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer Ausführungsform umfasst die Mehrsäulenordnung eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist. In einer anderen Ausführungsform enthält jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente. In einer anderen Ausführungsform werden zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes auf eine Oberfläche einer Probe gedruckt, die auf einem Tisch befestigt ist. In einer anderen Ausführungsform ist eine erste elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren. In einer anderen Ausführungsform ist mindestens eine zusätzliche elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um mindestens einen zusätzlichen Inspektionsbereich innerhalb mindestens einer zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren. In einer anderen Ausführungsform ist der zumindest zusätzliche Inspektionsbereich ein anderer Abschnitt des bestimmten Feldes als der erste Inspektionsbereich.

**[0010]** Ein Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System) wird gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer Ausführungsform umfasst das Mehrsäulen-REM-System eine Elektronenstrahlquellenanordnung mit einer Vielzahl Elektronenstrahlquellen, die zum Erzeugen einer Vielzahl von Elektronenstrahlen konfiguriert sind. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Mehrsäulen-REM-System einen Tisch, der zum Sichern einer Probe konfiguriert ist. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Mehrsäulen-REM-System eine Mehrsäulenordnung. In einer anderen Ausführungsform umfasst die Mehrsäulenordnung eine Vielzahl elektronenoptische Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist. In einer anderen Ausführungsform enthält jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente. In einer anderen Ausführungsform werden zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes auf eine Oberfläche der Probe gedruckt, die auf dem Tisch befestigt ist. In einer anderen Ausführungsform ist eine erste elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz

form umfasst die Mehrsäulenordnung eine Vielzahl elektronenoptische Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist. In einer anderen Ausführungsform enthält jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente. In einer anderen Ausführungsform ist die Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um einen oder mehrere Feldbereiche auf einer Oberfläche der Probe zu charakterisieren, die auf dem Tisch befestigt ist. In einer anderen Ausführungsform ist die Anzahl der elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen gleich einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche. In einer anderen Ausführungsform entsprechen der eine oder die mehreren Abstände der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche. In einer anderen Ausführungsform empfängt jede elektronenoptische Säule der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einen Elektronenstrahl der Vielzahl der Elektronenstrahlen. In einer anderen Ausführungsform lenkt die Vielzahl der elektronenoptischen Säulen die Vielzahl der Elektronenstrahlen auf die Oberfläche der Probe. In einer anderen Ausführungsform emittiert oder streut die Probe Elektronen in Reaktion auf mindestens einen Elektronenstrahl aus der Vielzahl von Elektronenstrahlen. In einer anderen Ausführungsform erfasst mindestens eine elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen mindestens einen Teil der emittierten oder gestreuten Elektronen.

**[0011]** Ein Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System) wird gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer Ausführungsform umfasst das Mehrsäulen-REM-System eine Elektronenstrahlquellenanordnung mit einer Vielzahl Elektronenstrahlquellen, die zum Erzeugen einer Vielzahl von Elektronenstrahlen konfiguriert sind. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Mehrsäulen-REM-System einen Tisch, der zum Sichern einer Probe konfiguriert ist. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Mehrsäulen-REM-System eine Mehrsäulenordnung. In einer anderen Ausführungsform umfasst die Mehrsäulenordnung eine Vielzahl elektronenoptische Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist. In einer anderen Ausführungsform enthält jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente. In einer anderen Ausführungsform werden zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes auf eine Oberfläche der Probe gedruckt, die auf dem Tisch befestigt ist. In einer anderen Ausführungsform ist eine erste elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz

des bestimmten Feldes zu charakterisieren. In einer anderen Ausführungsform ist mindestens eine zusätzliche elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um mindestens einen zusätzlichen Inspektionsbereich innerhalb mindestens einer zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren. In einer anderen Ausführungsform ist der zumindest zusätzliche Inspektionsbereich ein anderer Abschnitt des bestimmten Feldes als der erste Inspektionsbereich. In einer anderen Ausführungsform empfängt jede elektronenoptische Säule der mehreren elektronenoptischen Säulen einen Elektronenstrahl der Vielzahl von Elektronenstrahlen. In einer anderen Ausführungsform lenkt die Vielzahl der elektronenoptischen Säulen die Vielzahl der Elektronenstrahlen auf die Oberfläche der Probe. In einer anderen Ausführungsform emittiert oder streut die Probe Elektronen in Reaktion auf mindestens einen Elektronenstrahl aus der Vielzahl von Elektronenstrahlen. In einer anderen Ausführungsform erfasst mindestens eine elektronenoptische Säule der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen mindestens einen Teil der emittierten oder gestreuten Elektronen.

**[0012]** Es wird ein Verfahren gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer Ausführungsform kann das Verfahren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, das Charakterisieren eines oder mehrerer Feldbereiche auf einer Oberfläche einer Probe über eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeugs umfassen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist. In einer anderen Ausführungsform enthält jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente. In einer anderen Ausführungsform ist die Anzahl der elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen gleich einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche. In einer anderen Ausführungsform entsprechen der eine oder die mehreren Abstände der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche.

**[0013]** Es wird ein Verfahren gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer Ausführungsform kann das Verfahren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, das Charakterisieren von zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes beinhalten, das auf eine Oberfläche einer Probe gedruckt ist, über eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeugs, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist. In einer anderen Ausführungs-

form enthält jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente. In einer anderen Ausführungsform ist eine erste elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren. In einer anderen Ausführungsform ist mindestens eine zusätzliche elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um mindestens einen zusätzlichen Inspektionsbereich innerhalb mindestens einer zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren. In einer anderen Ausführungsform ist der zumindest zusätzliche Inspektionsbereich ein anderer Abschnitt des bestimmten Feldes als der erste Inspektionsbereich.

**[0014]** Es wird ein Verfahren gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer Ausführungsform kann das Verfahren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, das Bestimmen einer oder mehrerer Dimensionen eines oder mehrerer Feldbereiche auf einer Oberfläche der Probe umfassen. In einer anderen Ausführungsform kann das Verfahren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, das Bestimmen eines oder mehrerer Abstände für eine Vielzahl elektronenoptische Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeugs umfassen, basierend auf der einen oder den mehreren Dimensionen des einen oder der mehreren Feldbereiche. In einer anderen Ausführungsform kann das Verfahren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, das Definieren einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in dem einen oder den mehreren Feldbereichen umfassen. In einer anderen Ausführungsform ist die Anzahl der elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen gleich einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche. In einer anderen Ausführungsform entsprechen der eine oder die mehreren Abstände der Vielzahl elektronenoptischer Säulen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche.

**[0015]** Es wird ein Verfahren gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer Ausführungsform kann das Verfahren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, das Bestimmen einer oder mehrerer Dimensionen von zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes, das auf einer Oberfläche der Probe gedruckt ist, umfassen. In einer anderen Ausführungsform kann das Verfahren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, das Bestimmen eines oder mehrerer Abstände für eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-Überprüfungswerkzeugs (REM-Überprüfungswerkzeugs) umfassen, basierend auf der einen oder den mehreren Dimensionen des einen oder der mehreren auf

die Oberfläche der Probe gedruckten Felder. In einer anderen Ausführungsform kann das Verfahren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, das Definieren einer Vielzahl von Inspektionsbereichen in den zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten, auf die Oberfläche der Probe gedruckten Feldes umfassen. In einer anderen Ausführungsform ist eine erste elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren. In einer anderen Ausführungsform ist mindestens eine zusätzliche elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert, um mindestens einen zusätzlichen Inspektionsbereich innerhalb mindestens einer zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren. In einer anderen Ausführungsform ist der zumindest zusätzliche Inspektionsbereich ein anderer Abschnitt des bestimmten Feldes als der erste Inspektionsbereich.

#### Figurenliste

**[0016]** Die zahlreichen Vorteile der Offenbarung können von Fachleuten unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren besser verstanden werden, in denen:

**Fig. 1A** ein vereinfachtes Blockdiagramm zeigt, das ein Mehrsäulen-Abstandsmuster gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 1B** ein vereinfachtes Blockdiagramm darstellt, das einen Mehrsäulenabstand gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 1C** ein vereinfachtes Blockdiagramm darstellt, das einen Mehrsäulenabstand gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 2** ein vereinfachtes Blockdiagramm darstellt, das einen Mehrsäulenabstand für eine Fotomasken- / Retikelinspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 3** ein vereinfachtes Blockdiagramm darstellt, das einen Mehrsäulenabstand für eine Fotomasken- / Retikelinspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 4A** ein vereinfachtes Blockdiagramm darstellt, das einen Mehrsäulenabstand für die Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 4B** ein vereinfachtes Blockdiagramm eines synthetischen Feldes darstellt, das aus einem Mehrsäulenabstand zur Verifizierung der Wafer-

druckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung erzeugt wurde;

**Fig. 5A** ein Prozessflussdiagramm darstellt, das ein Verfahren zum Bestimmen eines Mehrsäulenabstands für eine Fotomasken- / Retikelinspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 5B** ein Prozessflussdiagramm darstellt, das ein Verfahren zum Bestimmen eines Mehrsäulenabstands für eine Fotomasken- / Retikelinspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 5C** ein Prozessflussdiagramm darstellt, das ein Verfahren zum Bestimmen eines Mehrsäulenabstands für die Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 5D** zeigt ein Prozessflussdiagramm, das ein Verfahren zur Inspektion eines Fotomasken- / Retikelfelds mit einem Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeug darstellt, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand zur Fotomasken- / Retikel-Inspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung umfasst;

**Fig. 5E** veranschaulicht ein Prozessflussdiagramm, das ein Verfahren zur Inspektion eines Fotomasken- / Retikelfelds mit einem Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeug darstellt, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand zur Fotomasken- / Retikel-Inspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung umfasst;

**Fig. 5F** veranschaulicht ein Prozessflussdiagramm, das ein Verfahren zum Erzeugen eines synthetischen Feldes aus einem oder mehreren Inspektionsbildern darstellt, die mit einem Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeug erhalten wurden, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand für die Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung umfasst;

**Fig. 6A** ein Prozessflussdiagramm darstellt, das ein Verfahren zum Herstellen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeugs, das einen ausgewählten Abstand zwischen mehreren Säulen für die Fotomasken-/Retikel-Inspektion umfasst, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 6B** ein Prozessflussdiagramm darstellt, das ein Verfahren zum Herstellen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-Überprüfungsgeräts (REM-Überprüfungsgeräts) mit einem ausgewählten Mehrsäulenabstand zur Verifizierung der Waferdruckprüfung, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 6C** ein Prozessflussdiagramm darstellt, das ein Verfahren zum Herstellen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-Überprüfungsgeräts (REM-Überprüfungsgeräts) darstellt, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand für die Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung umfasst;

**Fig. 7A** ein vereinfachtes Blockdiagramm einer elektronenoptischen Säule eines Charakterisierungswerkzeugs mit einem Mehrsäulenabstand zur Fotomasken- / Retikelinspektion oder zur Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt;

**Fig. 7B** ein vereinfachtes Blockdiagramm eines Charakterisierungswerkzeugs mit einem Mehrsäulenabstand zur Fotomasken- / Retikelinspektion oder zur Verifizierung der Waferdruckprüfung zeigt, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung;

**Fig. 7C** ein vereinfachtes Blockdiagramm eines Charakterisierungswerkzeugs mit einem Mehrsäulenabstand zur Fotomasken- / Retikelinspektion oder zur Verifizierung der Waferdruckprüfung zeigt, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung;

**Fig. 7D** ein vereinfachtes Blockdiagramm eines Charakterisierungswerkzeugs mit einem Mehrsäulenabstand zur Fotomasken- / Retikelinspektion oder zur Verifizierung der Waferdruckprüfung zeigt, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung; und

**Fig. 7E** ein vereinfachtes Blockdiagramm eines Charakterisierungssystems zeigt, mit einer Steuerung und einem Charakterisierungswerkzeug mit einem Mehrsäulenabstand zur Fotomasken- / Retikelinspektion oder zur Verifizierung der Waferdruckprüfung, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0017]** Es wird nun detailliert auf den offenbarten Gegenstand Bezug genommen, der in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist.

**[0018]** Unter allgemeiner Bezugnahme auf die **Fig. 1A - Fig. 7E** wird ein Mehrsäulenabstand für die Fotomasken- / Retikelinspektion und die Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beschrieben.

**[0019]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind auf einen Mehrsäulenabstand für die Fotomasken- / Retikelinspektion und die Verifizierung der Waferdruckprüfung gerichtet. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind auch auf ein Verfahren zum Bestimmen eines Mehrsäulenabstands für eine Fotomasken- / Retikelinspektion und eine Verifizierung der Waferdruckprüfung gerichtet. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind auch auf ein Charakterisierungswerkzeug und ein Charakterisierungssystem gerichtet, mit einem Mehrsäulenabstand zur Fotomasken- / Retikelinspektion und zur Verifizierung der Waferdruckprüfung.

**[0020]** **Fig. 1A - Fig. 1C** veranschaulichen allgemein ein vereinfachtes Blockdiagramm, das einen Mehrsäulenabstand gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt.

**[0021]** In einer Ausführungsform wird ein Feld einer Fotomasken / eines Retikels oder eines Wafers über ein Array von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** inspiert.

**[0022]** Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 1A** dargestellt, ein Array **100** von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** ein  $m \times 1$ -Muster enthalten. Als ein weiteres Beispiel, wie es in **Fig. 1 B** dargestellt ist, kann ein Array **110** von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** ein  $1 \times n$ -Muster enthalten. Als ein weiteres Beispiel, wie es in **Fig. 1C** dargestellt ist, kann eine Array **120** von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** ein  $m \times n$ -Muster enthalten. Es wird hier angemerkt, dass „elektronenoptische Säule“ und „Elektronenstrahlsäule“ für die Zwecke der vorliegenden Offenbarung synonym betrachtet werden können.

**[0023]** In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** durch einen ausgewählten Abstand voneinander getrennt. Beispielsweise kann der ausgewählte Abstand zwischen benachbarten elektronenoptischen Säulen **102** in einer ersten Richtung und / oder einer zweiten Richtung, die sich von der ersten Richtung unterscheidet, gleich sein. In einem anderen Beispiel kann der ausgewählte Abstand zwischen benachbarten elektronenoptischen Säulen **102** in einer ersten Richtung und / oder einer zweiten Richtung, die sich von der ersten Richtung unterscheidet, im Wesentlichen gleich sein. In einem anderen Beispiel kann sich der ausgewählte Abstand zwischen mindestens

einem Satz benachbarter elektronenoptischer Säulen **102** von dem Abstand zwischen mindestens einem zweiten Satz benachbarter elektronenoptischer Säulen **102** in einer ersten Richtung und / oder einer zweiten Richtung, die sich von der ersten Richtung unterscheidet, unterscheiden. Es wird hier angemerkt, dass „Abstand“ und „Pitch-Abstand“ für die Zwecke der vorliegenden Offenbarung synonym betrachtet werden können.

**[0024]** In einer anderen Ausführungsform trennt das Array von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** das Feld der Fotomaske / des Retikels oder des Wafers in zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104**. In einer anderen Ausführungsform umfassen die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente und einer x-Komponente. Beispielsweise können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** gleich groß sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** im Wesentlichen gleich groß sein. In einem anderen Beispiel kann ein erster Inspektionsbereich **104** eine andere Größe aufweisen als ein zweiter Inspektionsbereich **104**. Im Allgemeinen kann das Array von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** eine beliebige Anzahl von elektronenoptischen Säulen **102** enthalten, die das Feld der Fotomaske / des Retikels oder des Wafers in eine beliebige Anzahl von Inspektionsbereichen **104** aufteilen. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0025]** In einer anderen Ausführungsform entspricht der ausgewählte Abstand in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz an Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104**. Beispielsweise kann der ausgewählte Abstand in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich dem Satz von einer oder mehreren Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** sein. Es wird hier jedoch angemerkt, dass der ausgewählte Abstand in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** entspricht (z. B. unterschiedlich sind). Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0026]** Es wird hier angemerkt, dass die Zeilen und / oder Spalten der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** so beschriftet sein können, dass die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** basierend auf einem bestimmten Zeilen-Spalten-Schnitt abgebildet und / oder angeordnet werden können. Außerdem, obwohl Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung auf die bestimmten Inspektionsbereiche

**104** gerichtet sind, die auf der Grundlage der an die elektronenoptischen Säulen **102** gegebenen Kennzeichnungen gekennzeichnet sind, wird hier angemerkt, dass die bestimmten Inspektionsbereiche **104** über ein beliebiges bekanntes Kennzeichnungsschema gekennzeichnet werden können. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0027]** In einer anderen Ausführungsform inspiert jede der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** einen bestimmten Inspektionsbereich **104** der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104**. Beispielsweise können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** keinerlei Überlappung aufweisen, so dass jede der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** einen bestimmten Bereich einzeln inspiert. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** einen ausgewählten Maß an Überlappung enthalten, so dass mindestens zwei der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** einen Teil des Feldes der Fotomaske / des Retikels erneut scannen können. In dieser Hinsicht können die Inspektionsbereiche **104** während der Nachbearbeitung der Bilder wieder zusammengefügt werden. Es wird hier angemerkt, dass das Ausmaß der Überlappung ausgewählt werden kann, um die Inspektionszeit während der Bilderfassungsphase der Inspektion und / oder einer Bildnachbearbeitungsphase der Inspektion zu minimieren.

**[0028]** Es wird hier angemerkt, dass die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **104** gleichzeitig, im Wesentlichen gleichzeitig oder in einer sequentiellen Reihenfolge inspizieren können. Zusätzlich wird hier angemerkt, dass die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **102** einen bestimmten Inspektionsbereich **104** über ein beliebiges in der Technik bekanntes Muster inspizieren können. Obwohl Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung auf die elektronenoptischen Säulen **102** gerichtet sind, die jeweils oben links in einem bestimmten Inspektionsbereich **104** beginnen, wird hier angemerkt, dass die elektronenoptischen Säulen **102** an einer beliebigen Stelle innerhalb eines bestimmten Inspektionsbereich **104** beginnen können. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0029]** **Fig. 2** veranschaulicht ein vereinfachtes Blockdiagramm, das einen Mehrsäulenabstand für eine Fotomaske- / Retikelinspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt. In einer Ausführungsform umfasst ein gesamtes Feld **200** einer Fotomaske / eines Retikels einen Satz von einer oder mehreren Dimen-

sionen mit einer y-Komponente **202** und einer x-Komponente **204**.

**[0030]** In einer anderen Ausführungsform wird das gesamte Feld **200** als ein einziges Feld durch ein Array aus zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **206** inspiziert. In einer anderen Ausführungsform teilt das Array aus zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **206** das gesamte Feld **200** der Fotomaske / des Retikels in zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208** auf. In einer anderen Ausführungsform umfassen die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208** einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **210** und einer x-Komponente **212**, wobei die y-Komponente **210** und die x-Komponente **212** vom Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **206** abhängen. Beispielsweise können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208** gleich groß sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208** im Wesentlichen gleich groß sein. In einem anderen Beispiel kann ein erster Inspektionsbereich **208** eine andere Größe aufweisen als ein zweiter Inspektionsbereich **208**.

**[0031]** In einer anderen Ausführungsform entspricht der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **206** in einer ersten Richtung und / oder in einer zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208**. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **206** in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich dem Satz von einer oder mehreren Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208** sein. Es wird hier jedoch angemerkt, dass der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **206** in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208** entspricht (z. B. unterschiedlich sind). Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0032]** In einem Fall kann das gesamte Feld **200** der Fotomaske / des Retikels, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **202** von 104,0 mm und einer x-Komponente **204** von 132,0 mm umfassen. Das Array kann, ohne aber darauf beschränkt zu sein, ein 5 x 6-Gitter von dreißig elektronenoptischen Säulen **206** enthalten, die das gesamte Feld **200** der Fotomaske / des Retikels in dreißig Inspektionsbereiche **208** unterteilen. Die dreißig Inspektionsbereiche **208** können, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **210** von 20,8 mm (z. B. 104,0 mm / 5 elektronenoptische Säulen **206**) und

einer x-Komponente **212** von 22,0 mm (z. B. 132,0 mm / 6 elektronenoptische Säulen **206**) umfassen. Es wird hier angemerkt, dass die fünf Zeilen der dreißig elektronenoptischen Säulen **206** als **A-E** und die 6 Spalten der dreißig elektronenoptischen Säulen **206** als 1-6 gekennzeichnet sein können, so dass die dreißig Inspektionsbereiche **208** als **A1-E6** gekennzeichnet sein können.

**[0033]** Obwohl Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulichen, dass der Abstand innerhalb des Arrays von elektronenoptischen Säulen **206** so gewählt ist, dass der von jeder elektronenoptischen Säule **206** inspizierte Inspektionsbereich **208** keine Überlappung aufweist, wird hier angemerkt, dass eine gewisse Überlappung implementiert sein kann, um die Bilder der Inspektionsbereiche **208** zusammenzufügen. Beispielsweise kann jede elektronenoptische Säule **206** mit einem Abstand von 20 mm eine quadratische Fläche von 20,1 mm inspizieren, wobei die überschüssige Quadratfläche von 0,1 mm durch bis zu vier benachbarte Inspektionsbereichen **208** geschnitten und überlappt wird. Es wird jedoch in Betracht gezogen, dass es möglich sein kann, die Bilder der Inspektionsbereiche **208** ohne die Verwendung von überlappenden Abschnitten zusammenzufügen. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0034]** **Fig. 3** veranschaulicht ein vereinfachtes Blockdiagramm, das einen Mehrsäulenabstand für eine Fotomasken- / Retikelinspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt. In einer Ausführungsform wird das gesamte Feld **200** der Fotomaske / des Retikels in zwei oder mehr Feldbereiche aufgeteilt, wobei die zwei oder mehr Feldbereiche nacheinander inspiziert werden. Beispielsweise können die zwei oder mehr Feldbereiche gleich groß sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Feldbereiche im Wesentlichen gleich groß sein. In einem anderen Beispiel kann ein erster Feldbereich eine andere Größe aufweisen als ein zweiter Feldbereich. In einem Fall kann das gesamte Feld **200** in vier Feldbereiche (oder Quadranten) **300, 320, 340, 360** segmentiert sein, ohne aber darauf beschränkt zu sein. Es wird hier angemerkt, dass die folgenden Ausführungsformen, die auf den Feldbereich **300** des gesamten Felds **200** gerichtet sind, auf einen der Feldbereiche **320, 340, 360** des gesamten Felds **200** gerichtet sein können.

**[0035]** In einer anderen Ausführungsform wird der Feldbereich **300** des gesamten Felds **200** durch ein Array aus zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **306** inspiziert. In einer anderen Ausführungsform teilt das Array von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **306** den Feldbereich **300** der Fotomas-

ke / des Retikels in zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308** auf. In einer anderen Ausführungsform umfassen die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308** einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **310** und einer x-Komponente **312**, wobei die y-Komponente **310** und die x-Komponente **312** vom Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **306** abhängen. Beispielsweise können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308** gleich groß sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308** im Wesentlichen gleich groß sein. In einem anderen Beispiel kann ein erster Inspektionsbereich **308** eine andere Größe aufweisen als ein zweiter Inspektionsbereich **308**.

**[0036]** In einer anderen Ausführungsform entspricht der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **306** in einer ersten Richtung und / oder in einer zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308**. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **306** in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich dem Satz von einer oder mehreren Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308** sein. Es wird hier jedoch angemerkt, dass der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **306** in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308** entspricht (z. B. unterschiedlich sind). Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0037]** In einem Fall kann der Feldbereich **300** des gesamten Felds **200**, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **302** von 52,0 mm (z. B. die Hälfte der y-Komponente **202** des gesamten Feldes **200**) und einer x-Komponente **304** von 66,0 mm (z. B. die Hälfte der x-Komponente **204** des gesamten Felds **200**) umfassen. Das Array kann, ohne aber darauf beschränkt zu sein, ein 5 x 6-Gitter von dreißig elektronenoptischen Säulen **306** umfassen, das den Feldbereich **300** des gesamten Felds **200** in dreißig Inspektionsbereiche **308** unterteilt. Die dreißig Inspektionsbereiche **308** können, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **310** von 10,4 mm (z. B. 52,0 mm / 5 elektronenoptische Säulen **306**) und einer x-Komponente **312** von 11,0 mm (z. B. 66,0 mm / 6 elektronenoptische Säulen **306**) umfassen. Es wird hier angemerkt, dass die **5** Zeilen der dreißig elektronenoptischen Säulen **306** als **A-E** und die **6** Spalten der dreißig elektronenoptischen Säulen **306** als **1-6** gekennzeichnet sein können, so dass die

dreißig Inspektionsbereiche **308** von **A1-E6** gekennzeichnet sein können.

**[0038]** Obwohl Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulichen, dass der Abstand innerhalb des Arrays von elektronenoptischen Säulen **306** so ausgewählt ist, dass der von jeder Säule **306** inspizierte Inspektionsbereich **308** keine Überlappung enthält, wird hier angemerkt, dass eine gewisse Überlappung implementiert werden kann, um die Bilder der Inspektionsbereiche **308** zusammenzufügen. Beispielsweise kann eine elektronenoptische Säule **306** mit einem Abstand von 20 mm eine Fläche von 20,1 mm im Quadrat inspizieren, wobei die überschüssige Quadratfläche von 0,1 mm durch bis zu vier benachbarte Inspektionsbereiche **308** geschnitten und überlappt wird. Es wird jedoch in Betracht gezogen, dass es möglich sein kann, die Bilder der Inspektionsbereiche **308** ohne die Verwendung von überlappenden Abschnitten zusammenzufügen. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0039]** In einer anderen Ausführungsform inspiziert das Array elektronenoptischer Säulen **306** nacheinander die anderen Feldbereiche, sobald der Feldbereich **300** durch das Array elektronenoptischer Säulen **306** geprüft wurde. Beispielsweise kann das Array von elektronenoptischen Säulen **306** den Feldbereich **300** inspizieren, dann den Feldbereich **320** inspizieren, dann den Feldbereich **340** inspizieren, dann den Feldbereich **360** inspizieren. Als ein anderes Beispiel kann das Array von elektronenoptischen Säulen **306** die Feldbereiche **300, 320, 340** und **360** in einer alternativen Reihenfolge inspizieren.

**[0040]** **Fig. 4A** und **Fig. 4B** veranschaulichen allgemein ein vereinfachtes Blockdiagramm, das einen Mehrsäulenabstand für die Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellt.

**[0041]** In einer Ausführungsform umfasst der Druckbereich **400** eines Wafers einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **402** und einer x-Komponente **404**. In einer anderen Ausführungsform wird ein Fotomasken- / Retikelfeld in dem Druckbereich **400** basierend auf einem Verkleinerungsverhältnis ein oder mehrere Male gedruckt. Beispielsweise kann das Reduktionsverhältnis, ohne aber darauf beschränkt zu sein, 1: 1, 2: 1, 4: 1 oder dergleichen umfassen. Beispielsweise kann ein Fotomasken- / Retikelfeld in dem Druckbereich **400** mit einem Verkleinerungsverhältnis von 4: 1 sechzehnmal gedruckt werden. In einer anderen Ausführungsform erzeugt das Drucken des Fotomasken- / Retikelfeldes in den Druckbereich **400** zwei oder mehr Feldbereiche **406**. In einer anderen Ausführungsform um-

fassen die zwei oder mehr Feldbereiche **406** einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **408** und einer x-Komponente **410**. Beispielsweise können die zwei oder mehr Feldbereiche **406** gleich groß sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Feldbereiche **406** im Wesentlichen gleich groß sein. In einem anderen Beispiel kann ein erster Feldbereich **406** eine andere Größe aufweisen als ein zweiter Feldbereich **406**. Es wird hier angemerkt, dass die zwei oder mehr Feldbereiche **506** identisch oder im Wesentlichen ähnlich sein können.

**[0042]** In einer anderen Ausführungsform wird der Druckbereich **400** durch ein Array von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **412** inspiert. In einer anderen Ausführungsform teilt das Array von zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **412** den Druckbereich **400** in zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** auf. In einer anderen Ausführungsform umfassen die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **416** und einer x-Komponente **418**, wobei die y-Komponente **416** und die x-Komponente **418** vom Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **412** abhängen. Beispielsweise können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** gleich groß sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** im Wesentlichen gleich groß sein. In einem anderen Beispiel kann ein erster Inspektionsbereich **414** eine andere Größe aufweisen als ein zweiter Inspektionsbereich **414**.

**[0043]** In einer anderen Ausführungsform entspricht der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **412** in einer ersten Richtung und / oder in einer zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414**. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **412** in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich dem Satz von einer oder mehreren Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** sein. Es wird hier jedoch angemerkt, dass der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **412** in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** entspricht (z. B. unterschiedlich sind). Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0044]** In einer anderen Ausführungsform charakterisiert das Array aus zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **412** ausgewählte Inspektionsbereiche der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** in einem ersten Druckbereich **406** und ausgewählte In-

spektionsbereiche der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** in mindestens einem zweiten Feldbereich **406** im Wesentlichen gleichzeitig. In einer anderen Ausführungsform befindet sich jeder Inspektionsbereich **414** der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** innerhalb der Grenzen eines bestimmten Druckbereichs **406** (überschreitet z. B. keine Grenzlinie zwischen benachbarten Druckbereichen **406**). Es wird hier jedoch angemerkt, dass mindestens ein Inspektionsbereich **414** der zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** die Grenze zwischen benachbarten Druckbereichen **406** überschreiten kann. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0045]** **Fig. 4B** zeigt ein synthetisches Gesamtfeld **420**, das mit den zwei oder mehr Inspektionsbereichen **414** besetzt ist, die von den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **412** gescannt werden und über die zwei oder mehr Feldbereiche **406** innerhalb des Druckbereichs **400** des Wafers verteilt sind, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. In einer Ausführungsform umfasst das synthetische Gesamtfeld **420** einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **408** und einer x-Komponente **410**, da die Gesamtfläche der Inspektionsbereiche **414** den Dimensionen eines einzelnen Feldbereichs **406** entspricht. In einer anderen Ausführungsform sind die dreißig inspierten Bereiche **414** in dem synthetischen Gesamtfeld **420** basierend auf ihrer Position innerhalb der Feldbereiche **406** organisiert, wobei jeder Inspektionsbereich **414** einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **408** und einer x-Komponente **410** enthält.

**[0046]** Obwohl Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulichen, dass der Abstand innerhalb des Arrays von elektronenoptischen Säulen **412** so gewählt ist, dass der von jeder elektronenoptischen Säule **412** inspierte Inspektionsbereich **414** keine Überlappung aufweist, wird hier angemerkt, dass eine gewisse Überlappung implementiert sein kann, um die Bilder der Inspektionsbereiche **414** zusammenzufügen. Beispielsweise kann eine elektronenoptische Säule **412** mit einem Abstand von 20 mm eine Fläche von 20,1 mm im Quadrat inspirieren, wobei die überschüssige Fläche von 0,1 mm im Quadrat durch bis zu vier benachbarte Inspektionsflächen **208** geschnitten und überlappt wird. Es wird jedoch in Betracht gezogen, dass es möglich sein kann, die Bilder der Inspektionsbereiche **414** ohne die Verwendung von überlappenden Abschnitten zusammenzufügen. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0047]** In einem Fall kann der Druckbereich **400**, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **402** von 104,0 mm und einer x-Komponente **404** von 132,0 mm umfassen. Eine Fotomasken- / Retikel-Feldbereich mit einer y-Komponente von 104,0 mm und der x-Komponente von 132,0 mm kann mit einem 4: 1-Verkleinerungsverhältnis auf den Druckbereich **400** gedruckt werden, so dass der Fotomasken- / Retikel-Feldbereich als sechzehn Feldbereiche **406** in dem Druckbereich **400** gedruckt wird. Jeder Feldbereich **406** kann eine y-Komponente **408** von 26,0 mm und eine x-Komponente **410** von 32,0 mm enthalten. Das Array kann, ohne aber darauf beschränkt zu sein, ein 5 x 6-Gitter von dreißig elektronenoptischen Säulen **412** umfassen. Die sechzehn Feldbereiche **406** können jeweils in dreißig Inspektionsbereiche **414** aufgeteilt sein, wobei jeder Inspektionsbereich **414**, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Satz von einer oder mehreren Dimensionen mit einer y-Komponente **416** von 5,2 mm (z. B. 26,0 mm/ 5 elektronenoptische Säulen) und eine x-Komponente **418** von 5,3 mm (z. B. 32,0 mm / 6 elektronenoptische Säulen) umfassen kann.

**[0048]** Die dreißig Inspektionsbereiche **414** können über die sechzehn Feldbereiche **406** verteilt sein. Jede der dreißig elektronenoptischen Säulen **412** kann einen anderen Inspektionsbereich **414** der dreißig Inspektionsbereiche **414** inspizieren, ohne Berücksichtigung einer Überlappung, die erforderlich ist, um mehrere Inspektionsbilder zu einem einzigen Bild zusammenzufügen. Es wird hier angemerkt, dass die **5** Zeilen der dreißig elektronenoptischen Säulen **412** als **A-E** bezeichnet werden können und die **6** Säulen der dreißig elektronenoptischen Säulen **412** als **1 - 6** bezeichnet werden können, so dass die dreißig Bereiche **414** mit **A1 - E6** bezeichnet werden können.

**[0049]** Die dreißig Inspektionsbereiche **414** können basierend auf ihrer Position in dem gedruckten Muster in dem synthetischen Gesamtfeld **420** organisiert werden. Beispielsweise ist, aufgrund der Anordnung der dreißig elektronenoptischen Säulen **412** innerhalb der sechzehn Feldbereiche **406**, wie in **Fig. 4A**, der Inspektionsbereich **B4** die obere linke Ecke des synthetischen Gesamtfelds **420** in **Fig. 4B** (im Vergleich ist der Inspektionsbereich **A1** die obere linke Ecke des Inspektionsfeldes, wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt).

**[0050]** **Fig. 5A** veranschaulicht ein Verfahren **500** zum Bestimmen eines Mehrsäulenabstands für eine Fotomasken- / Retikelinspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0051]** In Schritt **502** werden eine oder mehrere Dimensionen eines Fotomasken- / eines Retikelfeldes bestimmt. In einer Ausführungsform umfassen die ei-

ne oder die mehreren Dimensionen eine x-Komponente und eine y-Komponente. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen aus Entwurfsdaten für die Fotomaske / das Retikel erfasst. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Messungen erfasst.

**[0052]** In Schritt **504** wird eine Anzahl elektronenoptischer Säulen ausgewählt. In einer Ausführungsform umfasst die Anzahl der elektronenoptischen Säulen zwei oder mehr elektronenoptische Säulen. In einer anderen Ausführungsform wird ein Muster für zwei oder mehr elektronenoptische Säulen ausgewählt. Beispielsweise kann das Muster, ohne aber darauf beschränkt zu sein, ein 1 x m-Array, ein n x 1-Array oder ein m x n-Array umfassen. In einer anderen Ausführungsform wird das Muster ausgewählt, um die Zeitdauer zu minimieren, die zur Inspektion des Fotomasken- / Retikelfelds erforderlich ist. In einer anderen Ausführungsform wird das Muster ausgewählt, um die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in die eine oder die mehreren Dimensionen des Fotomasken- / Retikelfeldes einzupassen.

**[0053]** In Schritt **506** wird ein Abstand für die Anzahl elektronenoptischer Säulen basierend auf der einen oder den mehreren Dimensionen des Fotomasken- / Retikelfeldes bestimmt. In einer Ausführungsform ist der Abstand zwischen benachbarten elektronenoptischen Säulen in einer ersten Richtung und / oder einer zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich. In einer anderen Ausführungsform ist der Abstand zwischen einem ersten Satz benachbarter elektronenoptischer Säulen nicht gleich dem Abstand zwischen einem zweiten Satz benachbarter elektronenoptischer Säulen. In einer anderen Ausführungsform ist der Abstand in der ersten Richtung gleich, im Wesentlichen gleich oder nicht gleich dem Abstand in der zweiten Richtung. In einer anderen Ausführungsform wird der Abstand über eine oder mehrere Messungen bestimmt. In einer anderen Ausführungsform wird der Abstand über eine oder mehrere Berechnungen bestimmt.

**[0054]** In Schritt **508** werden zwei oder mehr Inspektionsbereiche in dem Fotomasken- / Retikelfeld definiert. In einer Ausführungsform entspricht jeder der zwei oder mehr Inspektionsbereiche einer bestimmten elektronenoptischen Säule der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen. In einer anderen Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbereiche basierend auf dem Abstand in der ersten Richtung und / oder der zweiten Richtung definiert. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche entsprechen. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronen-

optischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich dem Satz von einer oder mehreren Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche sein. Es wird hier jedoch angemerkt, dass der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche entspricht (z. B. unterschiedlich sind). Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0055]** In Schritt 510 werden eine oder mehrere Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche bestimmt. In einer Ausführungsform umfassen die eine oder die mehreren Dimensionen eine x-Komponente und eine y-Komponente. In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Inspektionsbereiche gleich groß und / oder ähnlich geformt. In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Inspektionsbereiche im Wesentlichen gleich groß und / oder im Wesentlichen ähnlich geformt. In einer anderen Ausführungsform ist ein erster Inspektionsbereich nicht gleich groß und / oder nicht gleich geformt wie ein zweiter Inspektionsbereich. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen aus Entwurfsdaten für die Fotomaske / das Retikel bestimmt. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Messungen bestimmt. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Berechnungen bestimmt.

**[0056]** Fig. 5B veranschaulicht ein Verfahren 520 zum Bestimmen eines Mehrsäulenabstands für eine Fotomasken- / Retikelinspektion gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0057]** In Schritt 522 werden eine oder mehrere Dimensionen eines Fotomasken- / eines Retikelfeldes bestimmt. In einer Ausführungsform umfassen die eine oder die mehreren Dimensionen eine x-Komponente und eine y-Komponente. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen aus Entwurfsdaten für die Fotomaske / das Retikel erfasst. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Messungen erfasst.

**[0058]** In Schritt 524 werden zwei oder mehr Feldbereiche in dem Fotomasken- / Retikelfeld definiert. In Schritt 526 werden eine oder mehrere Dimensionen eines Feldbereichs der zwei oder mehreren Feldbereiche in dem Fotomasken- / Retikelfeld bestimmt. In einer Ausführungsform umfassen die eine oder die mehreren Dimensionen jeweils eine x-Kompo-

nente und eine y-Komponente. In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Feldbereiche gleich groß und / oder ähnlich geformt. In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Feldbereiche im Wesentlichen gleich groß und / oder im Wesentlichen ähnlich geformt. Beispielsweise kann das Fotomasken- / Retikelfeld in im Wesentlichen gleiche Feldbereiche (z. B. Quadranten) aufgeteilt werden. In einer anderen Ausführungsform ist ein erster Feldbereich nicht gleich groß und / oder nicht gleich geformt wie ein zweiter Feldbereich. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen aus Entwurfsdaten für die Fotomaske / das Retikel bestimmt. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Messungen bestimmt. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Berechnungen bestimmt.

**[0059]** In Schritt 528 wird eine Anzahl elektronenoptischer Säulen ausgewählt. In einer Ausführungsform umfasst die Anzahl der elektronenoptischen Säulen zwei oder mehr elektronenoptische Säulen. In einer anderen Ausführungsform wird ein Muster für zwei oder mehr elektronenoptische Säulen ausgewählt. Beispielsweise kann das Muster, ohne aber darauf beschränkt zu sein, ein  $1 \times m$ -Array, ein  $n \times 1$ -Array oder ein  $m \times n$ -Array umfassen. In einer anderen Ausführungsform wird das Muster ausgewählt, um die Zeitdauer zu minimieren, die erforderlich ist, um einen Feldbereich des Fotomasken- / Retikelfeldes zu inspizieren. In einer anderen Ausführungsform wird das Muster ausgewählt, um die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in die eine oder die mehreren Dimensionen des Fotomasken- / Retikelfeldes einzupassen.

**[0060]** In Schritt 530 wird ein Abstand basierend auf den Dimensionen des Feldbereichs der zwei oder mehr Feldbereiche des Fotomasken- / Retikelfeldes bestimmt. In einer Ausführungsform ist der Abstand zwischen benachbarten elektronenoptischen Säulen in einer ersten Richtung und / oder einer zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich. In einer anderen Ausführungsform ist der Abstand zwischen einem ersten Satz benachbarter elektronenoptischer Säulen nicht gleich dem Abstand zwischen einem zweiten Satz benachbarter elektronenoptischer Säulen. In einer anderen Ausführungsform ist der Abstand in der ersten Richtung gleich, im Wesentlichen gleich oder nicht gleich dem Abstand in der zweiten Richtung. In einer anderen Ausführungsform wird der Abstand über eine oder mehrere Messungen bestimmt. In einer anderen Ausführungsform wird der Abstand über eine oder mehrere Berechnungen bestimmt.

**[0061]** In Schritt 532 werden zwei oder mehr Inspektionsbereiche in den zwei oder mehr Feldbereichen

des Fotomasken- / Retikelfelds für die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen definiert. In einer Ausführungsform entspricht jeder der zwei oder mehr Inspektionsbereiche einer bestimmten elektronenoptischen Säule der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen. In einer anderen Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbereiche basierend auf dem Abstand in der ersten Richtung und / oder der zweiten Richtung definiert. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche entsprechen. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich dem Satz aus einer oder mehreren Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche sein. Es wird hier jedoch angemerkt, dass der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche entspricht (z. B. unterschiedlich sind). Daraus sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0062]** In Schritt 534 werden eine oder mehrere Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche bestimmt. In einer Ausführungsform umfassen die eine oder die mehreren Dimensionen jeweils eine x-Komponente und eine y-Komponente. In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Inspektionsbereiche gleich groß und / oder ähnlich geformt. In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Inspektionsbereiche im Wesentlichen gleich groß und / oder im Wesentlichen ähnlich geformt. In einer anderen Ausführungsform ist ein erster Inspektionsbereich nicht gleich groß und / oder nicht gleich geformt wie ein zweiter Inspektionsbereich. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen aus Entwurfsdaten für die Fotomaske / das Retikel bestimmt. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Messungen bestimmt. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Berechnungen bestimmt.

**[0063]** Fig. 5C veranschaulicht ein Verfahren 540 zum Bestimmen eines Mehrsäulenabstands für die Verifizierung der Waferdruckprüfung, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0064]** In Schritt 542 werden eine oder mehrere Dimensionen eines mit einem oder mehreren Fotomasken- / Retikelfeldern bedruckten Wafers bestimmt.

In einer Ausführungsform wird ein Wafer empfangen, der mit einem oder mehreren Fotomasken- / Retikelfeldern vorbedruckt ist. In einer anderen Ausführungsform wird ein leerer Wafer empfangen und bedruckt. Beispielsweise kann der leere Wafer einen Druckbereich enthalten. Als ein anderes Beispiel kann ein Druckverkleinerungsverhältnis für ein Fotomasken- / Retikelmuster ausgewählt werden. Beispielsweise kann das Reduktionsverhältnis, ohne aber darauf beschränkt zu sein, 1:1, 2:1, 4:1 oder dergleichen umfassen. In einem anderen Beispiel kann das Fotomasken- / Retikelmuster basierend auf dem Verkleinerungsverhältnis zweimal oder öfter in den Druckbereich des Wafers gedruckt werden. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen aus Entwurfsdaten für den Wafer erfasst. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Messungen erfasst.

**[0065]** In Schritt 544 werden eine oder mehrere Dimensionen des einen oder der mehreren auf den Wafer gedruckten Fotomasken- / Retikelfelder bestimmt. In einer Ausführungsform umfassen die eine oder die mehreren Dimensionen eine x-Komponente und eine y-Komponente. Beispielsweise können das eine oder die mehreren Fotomasken- / Retikelfelder, die auf den Wafer gedruckt sind, gleich groß sein. In einem anderen Beispiel können das eine oder die mehreren Fotomasken- / Retikelfelder, die auf den Wafer gedruckt sind, im Wesentlichen gleich groß sein. Ferner kann ein erstes Fotomasken- / Retikelfeld, das auf den Wafer gedruckt ist, eine andere Größe aufweisen als ein zweites Fotomasken- / Retikelfeld, das auf den Wafer gedruckt ist. In einer anderen Ausführungsform umfassen die eine oder die mehreren Dimensionen eine x-Komponente und eine y-Komponente. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen aus Entwurfsdaten für den Wafer entnommen. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Messungen erfasst.

**[0066]** In Schritt 546 wird eine Anzahl elektronenoptischer Säulen ausgewählt. In einer Ausführungsform umfasst die Anzahl der elektronenoptischen Säulen zwei oder mehr elektronenoptische Säulen. In einer anderen Ausführungsform wird ein Muster für zwei oder mehr elektronenoptische Säulen ausgewählt. Beispielsweise kann das Muster, ohne aber darauf beschränkt zu sein, ein  $1 \times m$ -Array, ein  $n \times 1$ -Array oder ein  $m \times n$ -Array umfassen. In einer anderen Ausführungsform wird das Muster so ausgewählt, dass die zur Inspektion des Wafers erforderliche Zeit minimiert wird. In einer anderen Ausführungsform wird das Muster so ausgewählt, dass es die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in eine oder mehrere Dimensionen des Wafers einfügt.

**[0067]** In Schritt 548 wird ein Abstand basierend auf den Dimensionen der auf den Wafer gedruckten Fotomasken- / Retikelfelder bestimmt. In einer Ausführungsform ist der Abstand zwischen benachbarten elektronenoptischen Säulen in einer ersten Richtung und / oder einer zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich. In einer anderen Ausführungsform ist der Abstand zwischen einem ersten Satz benachbarter elektronenoptischer Säulen nicht gleich dem Abstand zwischen einem zweiten Satz benachbarter elektronenoptischer Säulen. In einer anderen Ausführungsform ist der Abstand in der ersten Richtung gleich, im Wesentlichen gleich oder nicht gleich dem Abstand in der zweiten Richtung. In einer anderen Ausführungsform wird der Abstand über eine oder mehrere Messungen bestimmt. In einer anderen Ausführungsform wird der Abstand über eine oder mehrere Berechnungen bestimmt.

**[0068]** In Schritt 550 werden zwei oder mehr Inspektionsbereiche in den auf den Wafer gedruckten Fotomasken- / Retikelfeldern für die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen definiert. In einer Ausführungsform entspricht jeder der zwei oder mehr Inspektionsbereiche einer bestimmten elektronenoptischen Säule der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen. In einer anderen Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbereiche basierend auf dem Abstand in der ersten Richtung und / oder der zweiten Richtung definiert. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche entsprechen. Beispielsweise kann der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung gleich oder im Wesentlichen gleich dem Satz von einer oder mehreren Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche sein. Es wird hier jedoch angemerkt, dass der Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen in der ersten Richtung und / oder in der zweiten Richtung dem Satz von Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche entspricht (z. B. unterschiedlich sind). Daraus sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0069]** In Schritt 552 werden eine oder mehrere Dimensionen der zwei oder mehr Inspektionsbereiche bestimmt. In einer Ausführungsform umfassen die eine oder die mehreren Dimensionen jeweils eine x-Komponente und eine y-Komponente. In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Inspektionsbereiche gleich groß und / oder ähnlich geformt. In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Inspektionsbereiche im Wesentlichen gleich groß und / oder im Wesentlichen ähnlich ge-

formt. In einer anderen Ausführungsform ist ein erster Inspektionsbereich nicht gleich groß und / oder nicht gleich geformt wie ein zweiter Inspektionsbereich. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder mehreren Dimensionen aus Entwurfsdaten für die Fotomaske / das Retikel bestimmt. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Messungen bestimmt. In einer anderen Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Dimensionen über eine oder mehrere Berechnungen bestimmt.

**[0070]** **Fig. 5D** zeigt ein Verfahren 560 zur Inspektion eines Fotomasken- / Retikelfelds mit einem REM-Überprüfungswerkzeug, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand für die Fotomasken- / Retikelinspektion enthält, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0071]** In Schritt 562 werden zwei oder mehr Inspektionsbilder von zwei oder mehr Inspektionsbereichen eines Fotomasken- / Retikelfeldes erhalten. In einer Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder über ein REM-Überprüfungswerkzeug erhalten, das zwei oder mehr elektronenoptische Säulen enthält. In einer anderen Ausführungsform ist das REM-Überprüfungswerkzeug mit einem ausgewählten Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen konfiguriert, wobei der ausgewählte Abstand über einige oder alle Schritte des Verfahrens 500 bestimmt wird.

**[0072]** In Schritt 564 wird aus den zwei oder mehr Inspektionsbildern des Fotomasken- / Retikelfeldes ein Gesamtbild erzeugt. In einer Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder basierend auf einem oder mehreren überlappenden Bereichen ausgerichtet und kombiniert. In einer anderen Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder nicht basierend auf überlappenden Bereichen ausgerichtet und kombiniert.

**[0073]** **Fig. 5E** veranschaulicht ein Verfahren 570 zur Inspektion eines Fotomasken- / Retikelfelds mit einem REM-Überprüfungswerkzeug, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand für die Fotomasken- / Retikelinspektion umfasst, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0074]** In Schritt 572 wird ein Feldbereich eines Fotomasken- / Retikelfelds ausgewählt. In einer Ausführungsform wird das Fotomasken- / Retikel in zwei oder mehr Feldbereiche unterteilt. In Schritt 574 werden zwei oder mehr Inspektionsbilder von zwei oder mehr Inspektionsbereichen in dem Feldbereich mit einem REM-Überprüfungswerkzeug erhalten, das zwei oder mehr elektronenoptische Säulen enthält. In einer Ausführungsform werden die zwei oder mehr

Inspektionsbilder über ein REM-Überprüfungswerkzeug erhalten, das zwei oder mehr elektronenoptische Säulen enthält. In einer anderen Ausführungsform ist das REM-Überprüfungswerkzeug mit einem ausgewählten Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen konfiguriert, wobei der ausgewählte Abstand über einige oder alle Schritte des Verfahrens **520** bestimmt wird.

**[0075]** In Schritt **576** werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder des Feldbereichs kombiniert. In einer Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder basierend auf einem oder mehreren überlappenden Bereichen ausgerichtet und kombiniert. In einer anderen Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder nicht basierend auf überlappenden Bereichen ausgerichtet.

**[0076]** In Schritt **578** wird mindestens ein zweiter Feldbereich des Fotomasken- / Retikelfelds ausgewählt. In Schritt **580** werden zwei oder mehr Inspektionsbilder von zwei oder mehr Inspektionsbereichen in dem mindestens zweiten Feldbereich mit dem REM-Überprüfungswerkzeug erhalten. In Schritt **582** werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder des mindestens zweiten Feldbereichs kombiniert. In einer Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder basierend auf einem oder mehreren überlappenden Bereichen ausgerichtet und kombiniert. In einer anderen Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder nicht basierend auf überlappenden Bereichen ausgerichtet.

**[0077]** In Schritt **584** wird ein Gesamtbild aus den kombinierten Inspektionsbildern des Feldbereichs und den kombinierten Inspektionsbildern des mindestens zweiten Feldbereichs erzeugt. In einer Ausführungsform werden die kombinierten Inspektionsbilder des Feldbereichs und die kombinierten Inspektionsbilder des mindestens zweiten Feldbereichs nicht basierend auf überlappenden Bereichen ausgerichtet.

**[0078]** **Fig. 5F** veranschaulicht ein Verfahren **590** zum Erzeugen eines synthetischen Feldes aus einem oder mehreren Inspektionsbildern, die über ein REM-Überprüfungswerkzeug erhalten wurden, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand für die Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung enthält.

**[0079]** In Schritt **592** werden zwei oder mehr Inspektionsbilder von zwei oder mehr Inspektionsbereichen in einem oder mehreren Fotomasken- / Retikelfeldern, die auf einen Wafer gedruckt sind, erhalten. In einer Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder über ein REM-Überprüfungswerkzeug erhalten, das zwei oder mehr elektronenoptische Säulen enthält. In einer anderen Ausführungs-

form ist das REM-Überprüfungswerkzeug mit einem ausgewählten Abstand zwischen den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen konfiguriert, wobei der ausgewählte Abstand über einige oder alle Schritte des Verfahrens **540** bestimmt wird.

**[0080]** In Schritt **594** wird ein synthetisches Feld aus den zwei oder mehr Inspektionsbildern der zwei oder mehr Inspektionsbereiche in dem einen oder den mehreren Fotomasken- / Retikelfeldern, die auf den Wafer gedruckt sind, erzeugt. In einer Ausführungsform werden die zwei oder mehr Inspektionsbilder in dem synthetischen Feld basierend auf ihrer Position in dem gedruckten Muster organisiert.

**[0081]** **Fig. 6A** veranschaulicht ein Verfahren **600** zum Herstellen eines Mehrsäulen-REM-Überprüfungswerkzeugs, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand für die Fotomasken- / Retikelinspektion umfasst, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0082]** In Schritt **602** wird ein Abstand für zwei oder mehr elektronenoptische Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeugs zum Charakterisieren von zwei oder mehr Inspektionsbereichen in einem Fotomasken- / Retikelfeld bestimmt. In einer Ausführungsform wird der Abstand über einen oder mehrere Schritte des Verfahrens **500** bestimmt.

**[0083]** In Schritt **604** werden die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen basierend auf dem bestimmten Abstand während der Herstellung des Mehrsäulen-REM-Überprüfungswerkzeugs positioniert.

**[0084]** **Fig. 6B** veranschaulicht ein Verfahren **610** zum Herstellen eines Mehrsäulen-REM-Überprüfungswerkzeugs, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand für die Fotomasken- / Retikelinspektion umfasst, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

**[0085]** In Schritt **612** wird ein Abstand für zwei oder mehr elektronenoptische Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeugs zum Charakterisieren von zwei oder mehr Inspektionsbereichen in einem oder mehreren Feldbereichen eines Fotomasken- / Retikelfelds bestimmt. In einer Ausführungsform wird der Abstand über einen oder mehrere Schritte des Verfahrens **520** bestimmt.

**[0086]** In Schritt **614** werden die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen basierend auf dem bestimmten Abstand während der Herstellung des Mehrsäulen-REM-Überprüfungswerkzeugs positioniert.

**[0087]** Fig. 6C veranschaulicht ein Verfahren 620 zum Erzeugen eines Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeugs, das einen ausgewählten Mehrsäulenabstand zur Verifizierung der Waferdruckprüfung gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung umfasst.

**[0088]** In Schritt 622 wird ein Abstand für zwei oder mehr elektronenoptische Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungs werkzeugs zur Verifizierung der Waferdruckprüfung bestimmt. In einer Ausführungsform wird der Abstand über einen oder mehrere Schritte des Verfahrens 540 bestimmt.

**[0089]** In Schritt 624 werden die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen basierend auf dem bestimmten Abstand während der Herstellung des Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeugs positioniert.

**[0090]** In einer Ausführungsform werden die Inspektion eines Fotomasken- / Retikelfelds und die Verifizierung der Waferdruckprüfung auf separaten REM-Überprüfungs werkzeugen durchgeführt. Beispielsweise kann es nicht bevorzugt sein, eine Fotomaske / ein Retikel zu inspizieren und eine Verifizierung der Waferdruckprüfung innerhalb desselben Vakuumsystems durchzuführen. Es wird hier jedoch angemerkt, dass ein einziges REM-Überprüfungs werkzeug sowohl für die Inspektion eines Fotomasken- / Retikelfelds als auch für eine Verifizierung der Waferdruckprüfung implementiert werden kann. Zum Beispiel kann ein Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeug, das für die Fotomasken- / Retikelinspektion konfiguriert ist, neu konfiguriert werden für die Verifizierung der Waferdruckprüfung, indem eine oder mehrere Komponenten des Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeug angepasst, hinzugefügt oder entfernt werden. Als ein anderes Beispiel kann ein Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeug, das für die Verifizierung der Waferdruckprüfung konfiguriert ist, für die Fotomasken- / Retikelinspektion neu konfiguriert werden, indem eine oder mehrere Komponenten des Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeug angepasst, hinzugefügt oder entfernt werden. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0091]** Es wird hier angemerkt, dass die Verfahren 500, 520, 540, 560, 570, 590, 600, 610, 620 nicht auf die angegebenen Schritte beschränkt sind. Beispielsweise können die Verfahren 500, 520, 540, 560, 570, 590, 600, 610, 620 stattdessen mehr oder weniger Schritte enthalten. Als ein anderes Beispiel können die Verfahren 500, 520, 540, 560, 570, 590, 600, 610, 620 die Schritte in einer anderen als der angegebenen Reihenfolge ausführen. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Um-

fangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0092]** Die Fig. 7A - Fig. 7E veranschaulichen allgemein ein Charakterisierungswerkzeug 700 gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Das Charakterisierungswerkzeug 700 kann ein beliebiges geeignetes bekanntes Charakterisierungswerkzeug enthalten. Im Allgemeinen kann das Charakterisierungswerkzeug 700 ein beliebiges Charakterisierungswerkzeug umfassen, das zum Charakterisieren einer oder mehrerer Fotomasken / Retikel oder Wafer geeignet ist.

**[0093]** In einer Ausführungsform umfasst das Charakterisierungswerkzeug 700 eine oder mehrere Charakterisierungskomponenten, die konfiguriert sind, um eine oder mehrere Fotomasken / Retikel oder Wafer zu charakterisieren, und die in einem ausgewählten und / oder bestimmten Muster basierend auf einem ausgewählten und / oder bestimmten Abstand angeordnet sind. In einer anderen Ausführungsform, wie allgemein in den Fig. 7A - Fig. 7E gezeigt, ist das Charakterisierungswerkzeug 700 ein Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungs werkzeug. Beispielsweise kann das REM-Überprüfungs werkzeug, ohne aber darauf beschränkt zu sein, ein Sekundärelektronen-(SE)-Überprüfungs werkzeug 700, ein Mehrstrahl-REM-Überprüfungs werkzeug 700, ein Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeug 700 oder dergleichen umfassen.

**[0094]** In einer anderen Ausführungsform umfasst das Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeug 700 ein Array aus zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen 702. In einer anderen Ausführungsform enthalten die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen 702 jeweils ein oder mehrere elektronenoptische Elemente 704. In einer anderen Ausführungsform umfassen das eine oder die mehreren elektronenoptischen Elemente 704 eine oder mehrere Aperturen 706. In einer anderen Ausführungsform umfassen das eine oder die mehreren elektronenoptischen Elemente 704 eine oder mehrere Kondensorlinsen 708. In einer anderen Ausführungsform umfassen das eine oder die mehreren elektronenoptischen Elemente 704 einen oder mehrere Strahlalbenker 710 oder Scanspulen 710. In einer anderen Ausführungsform umfassen das eine oder die mehreren elektronenoptischen Elemente 704 eine oder mehrere Objektivlinsen 712. In einer anderen Ausführungsform umfassen das eine oder die mehreren elektronenoptischen Elemente im Allgemeinen eine oder mehrere elektrostatische Linsen und / oder eine oder mehrere elektromagnetische Linsen.

**[0095]** Es wird hier angemerkt, dass die Anordnung der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen 702 innerhalb des Mehrsäulen-REM-Überprüfungs werkzeugs 700 während einer Entwurfs-, Herstellungs-

und / oder Herstellungsphase bestimmt wird. Beispielsweise kann die Anordnung der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** auf der jeweiligen Größe der Fotomaske / des Retikels und / oder des Druckbereichs eines Wafers basieren, anstatt auf Herstellungsbeschränkungen, die durch die Abmessungen von Komponenten des Mehrsäulen-REM-Überprüfungsgeräts **700** festgelegt sind (z. B. Abmessungen der elektronenoptischen Säulen **702**).

**[0096]** In einer anderen Ausführungsform umfassen das eine oder die mehreren elektronenoptischen Elemente **704** einen oder mehrere Rückstreuelektronendetektoren **714**. Es wird hier angemerkt, dass das Mehrsäulen-REM-Überprüfungsgerät **700** einen oder mehrere Sekundärelektronendetektoren umfassen kann, die außerhalb einer elektronenoptischen Säule **702** positioniert sind (z. B. außerhalb von mindestens einer elektronenoptischen Außenring-Säule **702** positioniert, wo die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** in einem Außenring und mindestens einem Innenring angeordnet sind).

**[0097]** In einer Ausführungsform umfasst das Mehrsäulen-REM-Überprüfungsgerät **700** zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716**. In einer anderen Ausführungsform enthalten die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** jeweils einen Emitter **718**. Beispielsweise können die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716**, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine Schottky-Emittervorrichtung, einen Kohlenstoffnanoröhren- (CNT-) Emitter, einen nanostrukturierten Kohlenstoffschichtemitter, einen Muller-Emitter oder dergleichen umfassen.

**[0098]** In einer anderen Ausführungsform enthalten die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** jeweils ein oder mehrere elektronenoptische Elemente der Quelle. Beispielsweise können das eine oder die mehreren elektronenoptischen Elemente der Quelle mindestens einen Teil eines von dem Emitter **718** erzeugten Elektronenstrahls auf eine elektronenoptische Säule **702** richten.

**[0099]** In einer anderen Ausführungsform sind die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** mit einem Satz von Positionierern gekoppelt, die konfiguriert sind, um die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** in einer oder mehreren Richtungen zu betätigen. Beispielsweise kann der Satz von Positionierern die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** in eine oder mehrere einer x-Richtung, einer y-Richtung und / oder einer z-Richtung verschieben. Es wird hier angemerkt, dass der Satz von Positionierern konfiguriert sein kann, um die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** entweder einzeln, mindestens einige der zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** zusammen als partielle Gruppierung zu einer Einheit, oder alle der zwei oder mehr Elektronen-

strahlquellen **716** zusammen als vollständige Gruppierung zu einer Einheit zu betätigen.

**[0100]** In einer anderen Ausführungsform erzeugen die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** zwei oder mehr Elektronenstrahlen **720**. Beispielsweise können die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** einen Elektronenstrahl **720** erzeugen, der für eine bestimmte elektronenoptische Säule **702** spezifisch ist. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** einen Elektronenstrahl **720** erzeugen, der über ein oder mehrere elektronenoptische Elemente, die zwischen den zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** und zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** angeordnet sind, aufgeteilt und / oder auf die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** gerichtet wird.

**[0101]** In einer anderen Ausführungsform lenken die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** die zwei oder mehr Elektronenstrahlen **720** auf eine Probe **722**, die auf einem Probentisch **724** befestigt ist. In einer anderen Ausführungsform kann die Probe **722** ein oder mehrere Elektronen **726** in Reaktion auf die zwei oder mehr Elektronenstrahlen **720** zurückstreuen, emittieren, abstrahlen und / oder ablenken. In einer anderen Ausführungsform können der eine oder die mehreren Rückstreuelektronendetektoren **714** das eine oder die mehreren Elektronen **726** erfassen, die von der Oberfläche der Probe **722** zurückgestreut, abgestrahlt und / oder abgelenkt wurden.

**[0102]** Die Probe **722** kann irgendeine Probe enthalten, die zur Inspektion und / oder Überprüfung geeignet ist. In einer Ausführungsform umfasst die Probe **722** eine Fotomaske, ein Retikel, einen Halbleiterwafer oder dergleichen. Wie in der vorliegenden Offenbarung verwendet, bezieht sich der Begriff „Wafer“ auf ein Substrat, das aus einem Halbleiter- und / oder einem Nichthalbleitermaterial gebildet ist. Beispielsweise kann im Fall eines Halbleitermaterials der Wafer, ohne aber darauf beschränkt zu sein, aus einkristallinem Silizium, Galliumarsenid und / oder Indiumphosphid gebildet sein. Somit können der Begriff „Wafer“ und der Begriff „Probe“ in der vorliegenden Offenbarung austauschbar verwendet werden. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0103]** In einer anderen Ausführungsform, in der die Probe **722** ein Wafer ist, wird der Wafer **722** unter Verwendung eines oder mehrerer Sätze von Wafer-Designdaten hergestellt. In einer anderen Ausführungsform umfassen die Sätze von Wafer-Designdaten einen oder mehrere Sätze von Schichten. Beispielsweise können solche Schichten, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Fotolack, ein dielektrisch

sches Material, ein leitendes Material und ein halbleitendes Material enthalten. Viele verschiedene Arten solcher Schichten sind bekannt, und der Begriff Wafer, wie er hier verwendet wird, soll einen Wafer umfassen, auf dem alle Arten solcher Schichten gebildet werden können. In einem anderen Beispiel können die auf dem Wafer gebildeten Schichten einmal oder mehrmals innerhalb des Wafers wiederholt werden. Die Bildung und Verarbeitung solcher Materialschichten kann letztendlich zu fertigen Bauelementen führen. Auf einem Wafer können viele verschiedene Arten von Bauelementen gebildet werden, und der Begriff Wafer, wie er hier verwendet wird, soll einen Wafer umfassen, auf dem irgendein in der Technik bekannter Typ von Bauelement hergestellt wird.

**[0104]** Während die hierin beschriebenen Herstellungs-, Mess- und Ausrichtungstechniken im Allgemeinen der Probe **722** entsprechen, die ein Halbleiterwafer ist, versteht es sich, dass die Techniken auch auf andere Arten von dünnen polierten Platten anwendbar sind. Beispielsweise können die eine oder die mehreren dünnen polierten Platten ein oder mehrere Magnetplattensubstrate, einen oder mehrere Endmaß-Blöcke oder dergleichen enthalten, ohne aber darauf beschränkt zu sein. Somit können der Begriff „Wafer“ und der Begriff „dünne polierte Platte“ in der vorliegenden Offenbarung austauschbar verwendet werden. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0105]** Der Probentisch **724** kann jede geeignete mechanische und / oder Roboteranordnung enthalten, die auf dem Gebiet der Elektronenstrahlmikroskopie bekannt ist. In einer Ausführungsform ist der Probentisch **724** ein betätigbarer Tisch. Beispielsweise kann der Probentisch **724**, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine oder mehrere Translationsstufen umfassen, die zum selektiven Verschieben der Probe **722** entlang einer oder mehrerer linearer Richtungen (z. B. x-Richtung, y-Richtung und / oder z-Richtung) geeignet sind. Als ein anderes Beispiel kann der Probentisch **724**, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine oder mehrere Drehstufen umfassen, die zum selektiven Drehen der Probe **722** entlang einer Drehrichtung geeignet sind. In einem anderen Beispiel kann der Probentisch **724**, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine Drehstufe und eine Translationsstufe umfassen, die zum selektiven Verschieben der Probe **722** entlang einer linearen Richtung und / oder zum Drehen der Probe **722** entlang einer Drehrichtung geeignet sind. Als ein anderes Beispiel kann der Probentisch **724** konfiguriert sein, um die Probe **722** zum Positionieren, Fokussieren und / oder Scannen gemäß einem ausgewählten Inspektions- oder Metrologiealgorithmus, von denen einige auf dem Fachgebiet bekannt sind, zu verschieben oder zu drehen.

**[0106]** Es wird hier angemerkt, dass das Mehrsäulen-REM-Überprüfungsgerät **700** so konfiguriert sein kann, dass es sowohl eine Fotomaske / ein Retikel inspiziert als auch eine Verifizierung der Waferdruckprüfung durchführt. Beispielsweise können eine oder mehrere Komponenten des Mehrsäulen-REM-Überprüfungsgeräts **700** eingestellt, hinzugefügt oder entfernt werden, wenn von der Inspektion einer Fotomaske / eines Retikels auf die Durchführung einer Verifizierung der Waferdruckprüfung gewechselt wird. Beispielsweise kann das Array aus zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** unangepasst bleiben, wenn von der Inspektion einer Fotomaske / eines Retikels zur Durchführung einer Verifizierung der Waferdruckprüfung gewechselt wird. Alternativ können, dies sei hier angemerkt, separate Mehrsäulen-REM-Überprüfungsgeräte **700** zur Inspektion einer Fotomaske / eines Retikels gegenüber der Durchführung einer Verifizierung der Waferdruckprüfung verwendet werden. Beispielsweise kann es nicht bevorzugt sein, eine Fotomaske / ein Retikel zu inspizieren und eine Verifizierung der Waferdruckprüfung in demselben Vakuumsystem durchzuführen. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0107]** In einer Ausführungsform, wie sie in **Fig. 7B** gezeigt ist, sind die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** so beabstandet, dass die gesamte Oberfläche der Probe **722** inspiziert wird (z. B. können die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208** eines Gesamtfelds **200** inspizieren, wie in **Fig. 2** dargestellt). Beispielsweise können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **208** entweder mit oder ohne Bildüberlappung, um Bilder zu einem einzigen kombinierten Bild zusammenzufügen, beabstandet sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** so beabstandet sein, dass keine elektronenoptischen Säulen **702** außerhalb der Grenzen der Oberfläche der Probe **722** positioniert sind.

**[0108]** In einer anderen Ausführungsform, wie in **Fig. 7C** gezeigt, sind die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** so beabstandet, dass ein Feldbereich der Oberfläche der Probe **722** inspiziert wird (z. B. können die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308** innerhalb eines Feldbereichs **300** (oder Quadranten) der Oberfläche der Probe **722** inspizieren, wie in **Fig. 3** dargestellt). Beispielsweise können die zwei oder mehr Inspektionsbereiche **308** entweder mit oder ohne Bildüberlappung, um Bilder zu einem einzigen kombinierten Bild zusammenzufügen, beabstandet sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** so beabstandet sein, dass keine elektronenoptischen

Säulen **702** außerhalb der Grenzen des Feldbereichs **300** positioniert sind. In einer anderen Ausführungsform wird der Rest der Oberfläche der Probe **722** (z. B. die Feldbereiche (oder Quadranten) **320, 340, 360**, wie in **Fig. 3** dargestellt) nach der Inspektion des Feldbereichs **300** inspiziert. Beispielsweise können die Feldbereiche **300, 320, 340, 360** entweder mit oder ohne Bildüberlappung, um Bilder zu einem einzigen kombinierten Bild zusammenzufügen, beabstandet sein.

**[0109]** In einer anderen Ausführungsform, wie in **Fig. 7D** gezeigt, sind die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** so beabstandet, dass sie verwendet werden können, um zwei oder mehr Inspektionsbereiche **414** zu inspizieren, die zwischen zwei oder mehr Feldbereichen **406** auf der Oberfläche der Probe **722** aufgeteilt sind (z. B. wie in **Fig. 4A** dargestellt). Beispielsweise kann ein Muster zweimal oder öfter innerhalb der zwei oder mehr Feldbereiche **406** auf der Oberfläche der Probe **722** gedruckt werden. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr Feldbereiche **406** entweder mit oder ohne Bildüberlappung, um Bilder zu einem einzigen kombinierten Bild zusammenzufügen, beabstandet sein. In einem anderen Beispiel können die zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** so beabstandet sein, dass keine elektronenoptischen Säulen **702** außerhalb der Grenzen der Oberfläche der Probe **722** positioniert sind.

**[0110]** **Fig. 7E** zeigt ein Charakterisierungssystem **730** mit dem Charakterisierungswerkzeug **700** und einer Steuerung **732** gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. In einer Ausführungsform ist die Steuerung **732** mit einer oder mehreren Komponenten des Charakterisierungswerkzeugs **700** gekoppelt. Beispielsweise kann die Steuerung **732** mit den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** und / oder Komponenten der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** (z. B. den Detektoren **714**), den zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **716** und / oder Komponenten der zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **706** und / oder des Probentisches **724** gekoppelt sein. In dieser Hinsicht kann die Steuerung **732** eine beliebige der Komponenten des Charakterisierungswerkzeugs **700** anwisen, eine oder mehrere der verschiedenen Funktionen auszuführen, die in der gesamten vorliegenden Offenbarung beschrieben sind.

**[0111]** In einer anderen Ausführungsform umfasst die Steuerung **732** einen oder mehrere Prozessoren **734** und einen Speicher **736**. In einer anderen Ausführungsform speichert der Speicher **736** einen Satz von Programmanweisungen **738**. In einer anderen Ausführungsform ist der Satz von Programmanweisungen **738** so konfiguriert, dass er den einen oder die mehreren Prozessoren **734** veranlasst, einen oder mehrere der in der gesamten vorliegenden

Offenbarung beschriebenen Prozessschritte auszuführen (z. B. die Probe **722** zu inspizieren oder der gleichen).

**[0112]** Die Steuerung **732** kann konfiguriert sein, um Daten oder Informationen von anderen Systemen oder Werkzeugen des Charakterisierungswerkzeugs **700** zu empfangen und / oder zu erfassen (z. B. einen oder mehrere Sätze von Informationen von den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** und / oder Komponenten der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** (z.B. Detektoren **714**), den zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **706** und / oder Komponenten der zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **706** und / oder dem Probentisch **724**), durch ein Übertragungsmedium, das drahtgebundene und / oder drahtlose Abschnitte umfassen kann. Zusätzlich kann die Steuerung **732** konfiguriert sein, um Daten oder Informationen (z. B. die Ausgabe einer oder mehrerer Prozeduren der hierin offenbarten erfinderischen Konzepte) an ein oder mehrere Systeme oder Werkzeuge des Charakterisierungswerkzeugs **700** zu übertragen (z. B. einen oder mehrere Sätze von Informationen von den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** und / oder Komponenten der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** (z. B. Detektoren **714**), der zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **706** und / oder Komponenten der zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **706**, und / oder dem Probentisch **724**), durch ein Übertragungsmedium, das drahtgebundene und / oder drahtlose Abschnitte enthalten kann. In dieser Hinsicht kann das Übertragungsmedium als eine Datenverbindung zwischen der Steuerung **732** und den anderen Untersystemen des Charakterisierungswerkzeugs **700** dienen. Zusätzlich kann die Steuerung **732** konfiguriert sein, um Daten über ein Übertragungsmedium (z. B. eine Netzwerkverbindung) an externe Systeme zu senden.

**[0113]** Der eine oder die mehreren Prozessoren **734** können ein oder mehrere beliebige im Stand der Technik bekannte Verarbeitungselemente enthalten. In diesem Sinne können der eine oder die mehreren Prozessoren **734** eine beliebige Mikroprozessorvorrichtung enthalten, die zum Ausführen von Algorithmen und / oder Programmanweisungen konfiguriert ist. Beispielsweise können der eine oder die mehreren Prozessoren **734** aus einem Desktop-Computer, einem Mainframe-Computersystem, einer Workstation, einem Bildcomputer, einem Parallelprozessor, einem Handheld-Computer (z. B. Tablet, Smartphone oder Phablet) oder einem anderen Computersystem (z. B. einem vernetzten Computer) bestehen. Im Allgemeinen kann der Begriff „Prozessor“ breit definiert werden, um jede Vorrichtung mit einem oder mehreren Verarbeitungselementen zu umfassen, die den Satz von Programmbefehlen **738** von einem nichtflüchtigen Speichermedium (z. B. dem Speicher **736**) ausführen. Darüber hinaus können verschiede-

ne Untersysteme des Charakterisierungswerkzeugs **700** (z. B. ein oder mehrere Sätze von Informationen aus den zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** und / oder Komponenten der zwei oder mehr elektronenoptischen Säulen **702** (z. B. Detektoren **714**), den zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **706** und / oder Komponenten der zwei oder mehr Elektronenstrahlquellen **706** und / oder dem Probenfach **724**) einen Prozessor oder Logikelemente enthalten, die zum Ausführen mindestens eines Teils der Schritte geeignet sind, die in der gesamten vorliegenden Offenbarung beschrieben wurden (z. B. Inspizieren der Probe **722** oder dergleichen). Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0114]** Der Speicher **736** kann ein beliebiges in der Technik bekanntes Speichermedium enthalten, das zum Speichern des Satzes von Programmanweisungen **738** geeignet ist, die von dem zugeordneten einen oder den mehreren Prozessoren **734** ausgeführt werden können. Beispielsweise kann der Speicher **736** ein nichtflüchtiges Speichermedium enthalten. Beispielsweise kann der Speicher **736**, ohne aber darauf beschränkt zu sein, einen Nur-Lese-Speicher (ROM), einen Direktzugriffsspeicher (RAM), eine magnetische oder optische Speichervorrichtung (z. B. eine Platte), ein Magnetband oder ein Solid-State-Drive und dergleichen umfassen. Der Speicher **736** kann konfiguriert sein, um Anzeigeeinformationen für eine Anzeigevorrichtung einer Benutzerschnittstelle bereitzustellen. Zusätzlich kann der Speicher **736** konfiguriert sein, um Benutzereingabeinformationen von einer Benutzereingabevorrichtung der Benutzerschnittstelle zu speichern. Der Speicher **736** kann in einem der Steuerung **732** gemeinsamen Gehäuse untergebracht sein, zusammen mit dem einen oder den mehreren Prozessoren **734**. Der Speicher **736** kann, alternativ oder zusätzlich, in Bezug auf den räumlichen Ort der Prozessoren **734** und / oder der Steuerung **732** entfernt angeordnet sein. Beispielsweise können der eine oder die mehreren Prozessoren **734** und / oder die Steuerung **732** auf einen entfernten Speicher **736** (z. B. Server) zugreifen, auf den über ein Netzwerk (z. B. Internet, Intranet und dergleichen) zugegriffen werden kann.

**[0115]** In einer Ausführungsform umfasst das Charakterisierungswerkzeug **700** eine Benutzerschnittstelle. In einer anderen Ausführungsform ist die Benutzerschnittstelle mit der Steuerung **732** gekoppelt (z. B. physikalisch gekoppelt, kommunikativ gekoppelt oder sowohl physikalisch als auch kommunikativ gekoppelt). In einer anderen Ausführungsform enthält die Benutzerschnittstelle eine Anzeige. In einer anderen Ausführungsform umfasst die Benutzerschnittstelle eine Benutzereingabevorrichtung. In einer anderen Ausführungsform ist die Anzeigevorrichtung mit der Benutzereingabevorrichtung gekoppelt.

Beispielsweise kann die Anzeigevorrichtung durch ein Übertragungsmedium, das drahtgebundene und / oder drahtlose Abschnitte enthalten kann, mit der Benutzereingabevorrichtung gekoppelt sein.

**[0116]** Die Anzeigevorrichtung kann irgendeine in der Technik bekannte Anzeigevorrichtung enthalten. Beispielsweise kann die Anzeigevorrichtung, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine Flüssigkristallanzeige (LCD) umfassen. In einem anderen Beispiel kann die Anzeigevorrichtung, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine Anzeige auf Basis einer organischen Leuchtdiode (OLED) umfassen. In einem anderen Beispiel kann die Anzeigevorrichtung, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine CRT-Anzeige umfassen. Fachleute sollten erkennen, dass eine Vielzahl von Anzeigevorrichtungen zur Implementierung in der vorliegenden Erfindung geeignet sein kann und die besondere Auswahl der Anzeigevorrichtung von einer Vielzahl von Faktoren abhängen kann, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Formfaktor, Kosten und dergleichen. Im Allgemeinen ist jede Anzeigevorrichtung, die in eine Benutzereingabevorrichtung integriert werden kann (z. B. Touchscreen, an der Frontblende montierte Schnittstelle, Tastatur, Maus, Trackpad und dergleichen), zur Implementierung in der vorliegenden Erfindung geeignet.

**[0117]** Das Benutzereingabegerät kann ein beliebiges in der Technik bekanntes Benutzereingabegerät umfassen. Zum Beispiel kann die Benutzereingabevorrichtung, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine Tastatur, ein Tastenfeld, einen Touchscreen, einen Hebel, einen Knopf, ein Scrollrad, einen Trackball, einen Schalter, eine Wälscheibe, einen Gleitbalken, einen Scroll-Balken, einen Schieber, ein Griff, ein Touchpad, ein Paddel, ein Lenkrad, ein Joystick, ein Eingabegerät für die Frontblende oder dergleichen umfassen. Im Fall einer Touchscreen-Schnittstelle sollte der Fachmann erkennen, dass eine große Anzahl von Touchscreen-Schnittstellen zur Implementierung in der vorliegenden Erfindung geeignet sein kann. Zum Beispiel kann die Anzeigevorrichtung mit einer Touchscreen-Schnittstelle integriert sein, wie zum Beispiel einem kapazitiven Touchscreen, einem resistiven Touchscreen, einem auf Oberflächenakustik basierenden Touchscreen, einem auf Infrarot basierenden Touchscreen oder dergleichen, ohne aber darauf beschränkt zu sein. Im Allgemeinen ist jede Touchscreen-Schnittstelle, die in den Anzeigebereich einer Anzeigevorrichtung integriert werden kann, zur Implementierung in der vorliegenden Erfindung geeignet. In einer anderen Ausführungsform kann das Benutzereingabegerät eine an der Frontblende montierte Schnittstelle umfassen, ohne aber darauf beschränkt zu sein.

**[0118]** Während Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulichen, dass die Steuerung **732** mit dem Charakterisierungswerkzeug **700**

gekoppelt oder als eine Komponente in das Charakterisierungswerkzeug **700** integriert sein kann, ist die Steuerung **732** keine integrale oder erforderliche Komponente des Charakterisierungssystems **730** oder des Charakterisierungswerkzeugs **700**. Während Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulichen, dass eine Benutzerschnittstelle mit der Steuerung **732** gekoppelt oder als eine Komponente in die Steuerung **732** integriert sein kann, ist die Benutzerschnittstelle keine integrale oder erforderliche Komponente der Steuerung **732**, des Charakterisierungssystems **730** oder des Charakterisierungswerkzeugs **700**. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als Veranschaulichung.

**[0119]** In einer Ausführungsform, obwohl nicht gezeigt, ist das Charakterisierungswerkzeug **700** ein optisches Inspektionswerkzeug, das zwei oder mehr Beleuchtungspfade umfasst, die ein Gesamtfeld der Probe **722** in zwei oder mehr Inspektionsbereiche trennen. Beispielsweise kann das optische Inspektionswerkzeug ein optisches Inspektionswerkzeug enthalten, das ein oder mehrere hochauflösende Bilder erzeugen kann, die den elektrischen Entwurf einer Probe **722** darstellen. Als ein anderes Beispiel kann das optische Inspektionswerkzeug ein Breitbandinspektionswerkzeug umfassen, das ein Inspektionswerkzeug auf der Basis von lasergestütztem Plasma (LSP) umfasst, aber nicht darauf beschränkt ist. In einem anderen Beispiel kann das optische Inspektionswerkzeug ein Schmalbandinspektionswerkzeug umfassen, das ein Laserscaninspektionswerkzeug umfasst, aber nicht darauf beschränkt ist. In einem anderen Beispiel kann das optische Inspektionswerkzeug ein Hellfeldinspektionswerkzeug oder ein Dunkelfeldinspektionswerkzeug umfassen, ohne aber darauf beschränkt zu sein. Es wird hier angemerkt, dass das Charakterisierungswerkzeug **700** ein beliebiges optisches Werkzeug umfassen kann, das zum Erfassen und Analysieren der von der Probe **722** reflektierten, gestreuten, gebeugten und / oder abgestrahlten Beleuchtung konfiguriert ist.

**[0120]** In einer Ausführungsform umfasst das optische Inspektionswerkzeug eine oder mehrere Beleuchtungsquellen. Die eine oder die mehreren Beleuchtungsquellen können jede bekannte Beleuchtungsquelle enthalten, die zum Erzeugen von Strahlung konfiguriert ist. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle, ohne aber darauf beschränkt zu sein, eine Breitbandbeleuchtungsquelle (z. B. eine Xenonlampe) oder eine Schmalbandbeleuchtungsquelle (z. B. einen Laser) umfassen. In einem anderen Beispiel kann die Beleuchtungsquelle konfiguriert sein, um eine DUV-, UV-, VUV- und / oder EUV-Beleuchtung zu erzeugen. Beispielsweise kann die EUV-Beleuchtungsquelle eine Entladungsplasma-Beleuchtungsquelle (DPP-Beleuch-

tungsquelle) oder eine Laser-Plasma-Beleuchtungsquelle (LPP-Beleuchtungsquelle) umfassen, die konfiguriert ist, um eine Beleuchtung im EUV-Bereich zu erzeugen. In einem anderen Beispiel kann die Beleuchtungsquelle so konfiguriert sein, dass sie Röntgenstrahlung erzeugt. In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle mit einem Satz von Positionierern gekoppelt sein, die konfiguriert sind, um die Beleuchtungsquelle in einer oder mehreren Richtungen zu betätigen.

**[0121]** In einer anderen Ausführungsform erzeugen die eine oder mehreren Beleuchtungsquellen eine Beleuchtung (z. B. einen Beleuchtungsstrahl) und lenken sie auf die Oberfläche der Probe **722**. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle konfiguriert sein, um die Beleuchtung über einen oder mehrere Sätze von optischen Elementen auf die Oberfläche der Probe **722** zu richten, die auf dem Probentisch angeordnet ist. Es wird hier angemerkt, dass der eine oder die mehreren Sätze von optischen Elementen jedes bekannte optische Element umfassen können, das zum Fokussieren, Unterdrücken, Extrahieren und / oder Lenken der Beleuchtung geeignet ist. Zusätzlich wird hier angemerkt, dass der eine oder die mehreren Sätze von optischen Elementen für die Zwecke der vorliegenden Offenbarung als ein Satz von Fokussierungsoptiken angesehen werden können.

**[0122]** In einer anderen Ausführungsform reflektiert, streut, beugt die Probe Beleuchtung (z. B. einen Beleuchtungsstrahl) oder strahlt die Probe Beleuchtung ab, in Reaktion auf die Beleuchtung von der Beleuchtungsquelle. In einer anderen Ausführungsform wird die Beleuchtung von der Probe auf einen oder mehrere optische Detektoren gerichtet. Der eine oder die mehreren optischen Detektoren können jeden im Stand der Technik bekannten optischen Detektor enthalten. Beispielsweise können der eine oder die mehreren Detektoren, ohne aber darauf beschränkt zu sein, Fotovervielfacherröhren (PMTs), ladungskoppelte Vorrichtungen (CCDs), ZeitverzögerungsinTEGRationskameras (TDIs) oder dergleichen umfassen.

**[0123]** In einer anderen Ausführungsform wird die Beleuchtung von der Probe über einen oder mehrere Sätze optischer Elemente auf den einen oder die mehreren optischen Detektoren gerichtet. Es wird hier angemerkt, dass der eine oder die mehreren Sätze von optischen Elementen jedes auf dem Fachgebiet bekannte optische Element umfassen können, das zum Fokussieren, Unterdrücken, Extrahieren und / oder Lenken der Beleuchtung geeignet ist. Zusätzlich wird hier angemerkt, dass der eine oder die mehreren Sätze von optischen Elementen für die Zwecke der vorliegenden Offenbarung als ein Satz von Sammelloptiken angesehen werden können. Ferner wird hier angemerkt, dass der Satz von Fokus-

sieroptiken und der Satz von Sammelloptiken mindestens einige optische Elemente aus einem oder mehreren Sätzen von optischen Elementen gemeinsam haben können.

**[0124]** In einer anderen Ausführungsform sind eine oder mehrere Komponenten des optischen Inspektionswerkzeugs (z. B. die eine oder mehreren Beleuchtungsquellen, der Tisch, der eine oder die mehreren Detektoren oder dergleichen) mit der Steuerung 732 gekoppelt.

**[0125]** Vorteile der vorliegenden Offenbarung beziehen sich auf einen Mehrsäulenabstand für die Fotomasken- / Retikelinspektion und die Verifizierung der Waferdruckprüfung. Vorteile der vorliegenden Offenbarung sind auch auf ein Verfahren zum Bestimmen eines Mehrsäulenabstands für eine Fotomasken- / Retikelinspektion und eine Verifizierung der Waferdruckprüfung gerichtet. Die Vorteile der vorliegenden Offenbarung beziehen sich auch auf ein Charakterisierungswerkzeug und ein Charakterisierungssystem, die mit einem Mehrsäulenabstand für die Fotomasken- / Retikelinspektion und die Verifizierung der Waferdruckprüfung konfiguriert sind.

**[0126]** Fachleute werden erkennen, dass der Stand der Technik bis zu einem Punkt fortgeschritten ist, an dem es kaum noch einen Unterschied zwischen Hardware-, Software- und / oder Firmware-Implementierungen von Aspekten von Systemen gibt; die Verwendung von Hardware, Software und / oder Firmware ist im Allgemeinen (jedoch nicht immer, da in bestimmten Zusammenhängen die Wahl zwischen Hardware und Software bedeutsam werden kann) eine Designwahl, die einen Kompromiss zwischen Kosten und Effizienz darstellt. Fachleute werden erkennen, dass es verschiedene Hilfsmittel gibt, mit denen hier beschriebene Prozesse und / oder Systeme und / oder andere Technologien ausgeführt werden können (z. B. Hardware, Software und / oder Firmware), und dass das bevorzugte Hilfsmittel mit dem Kontext, in dem die Prozesse und / oder Systeme und / oder andere Technologien eingesetzt werden, variiert wird. Wenn beispielsweise ein Implementierer feststellt, dass Geschwindigkeit und Genauigkeit von größter Bedeutung sind, kann er sich hauptsächlich für ein Hardware- und / oder Firmware-Hilfsmittel entscheiden; alternativ kann der Implementierer, wenn Flexibilität an erster Stelle steht, eine Implementierung hauptsächlich in Software wählen; oder wiederum alternativ kann sich der Implementierer für eine Kombination aus Hardware, Software und / oder Firmware entscheiden. Daher gibt es mehrere mögliche Hilfsmittel, mit denen die hierin beschriebenen Prozesse und / oder Vorrichtungen und / oder anderen Technologien durchgeführt werden können, von denen keines dem anderen inhärent überlegen ist, da jedes zu verwendende Hilfsmittel eine vom Kontext, in welchem das Fahrzeug eingesetzt wird, und von

spezifischen Anliegen (z. B. Geschwindigkeit, Flexibilität oder Vorhersagbarkeit) des Implementierers abhängige Wahl ist, die alle unterschiedlich sein können. Fachleute werden erkennen, dass optische Aspekte von Implementierungen typischerweise optisch orientierte Hardware, Software und / oder Firmware verwenden.

**[0127]** In einigen hier beschriebenen Implementierungen können Logik- und ähnliche Implementierungen Software oder andere Steuerstrukturen enthalten. Elektronische Schaltungen können zum Beispiel einen oder mehrere Pfade für elektrischen Strom aufweisen, die so konstruiert und angeordnet sind, dass sie verschiedene hier beschriebene Funktionen implementieren. In einigen Implementierungen können ein oder mehrere Medien so konfiguriert sein, dass sie eine geräteerbare Implementierung tragen, wenn solche Medien geräteerbare Anweisungen halten oder senden, die wie hierin beschrieben ausführbar sind. In einigen Varianten können Implementierungen beispielsweise eine Aktualisierung oder Modifikation bestehender Software oder Firmware oder von Gate-Arrays oder programmierbarer Hardware umfassen, beispielsweise durch Ausführen eines Empfangs oder einer Übertragung einer oder mehrerer Anweisungen in Bezug auf eine oder mehrere hierin beschriebene Vorgänge. Alternativ oder zusätzlich kann eine Implementierung in einigen Varianten Spezialhardware, Software, Firmware-Komponenten und / oder Allzweckkomponenten enthalten, die Spezialzweckkomponenten ausführen oder auf andere Weise aufrufen. Spezifikationen oder andere Implementierungen können durch eine oder mehrere Instanzen von greifbaren Übertragungsmedien wie hierin beschrieben übertragen werden, optional durch Paketübertragung oder auf andere Weise durch Durchlaufen von verteilten Medien zu verschiedenen Zeiten.

**[0128]** Alternativ oder zusätzlich können Implementierungen das Ausführen einer Befehlssequenz für spezielle Zwecke oder das Aufrufen von Schaltungen zum Aktivieren, Auslösen, Koordinieren, Anfordern oder anderweitigen Verursachen eines oder mehrerer Vorkommnisse von praktisch allen hierin beschriebenen Funktionsoperationen umfassen. In einigen Varianten können operative oder andere logische Beschreibungen hierin als Quellcode ausgedrückt und als ausführbare Befehlssequenz kompiliert oder auf andere Weise aufgerufen werden. In einigen Kontexten können Implementierungen beispielsweise ganz oder teilweise durch Quellcode wie C++ oder andere Codesequenzen bereitgestellt werden. In anderen Implementierungen kann eine Quellcode- oder andere Codeimplementierung unter Verwendung im Handel erhältlicher und / oder auf dem Fachgebiet bekannter Techniken kompiliert / implementiert / übersetzt / konvertiert werden in eine Deskriptorsprache auf hoher Ebene (z.B.

anfängliches Implementieren beschriebener Technologien in den Programmiersprachen C, C++, Python, Ruby on Rails, Java, PHP, .NET oder Node.js und anschließendes Konvertieren der Programmiersprachenimplementierung in eine Implementierung in einer logisch synthetisierbaren Sprache, eine Implementierung in einer Hardwarebeschreibungssprache, eine Hardware-Entwurfssimulationsimplementierung und / oder andere ähnliche Ausdrucksformen. Beispielsweise kann ein Teil oder der gesamte logische Ausdruck (z. B. die Implementierung in einer Computerprogrammiersprache) als Hardwarebeschreibung vom Verilog-Typ (z. B. über die Hardwarebeschreibungssprache (HDL) und / oder die Hardwarebeschreibungssprache für sehr schnelle integrierte Schaltkreise (VHDL)) manifestiert werden oder als ein anderes Schaltungsmodell, das dann verwendet werden kann, um eine physikalische Implementierung mit Hardware (z. B. eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung) zu erstellen. Der Fachmann wird im Lichte dieser Lehren erkennen, wie geeignete Übertragungs- oder Rechenelemente, Materialvorräte, Aktuatoren oder andere Strukturen erhalten, konfiguriert und optimiert werden können.

**[0129]** Die vorstehende detaillierte Beschreibung hat verschiedene Ausführungsformen der Vorrichtungen und / oder Prozesse unter Verwendung von Blockdiagrammen, Flussdiagrammen und / oder Beispielen dargelegt. Sofern solche Blockdiagramme, Flussdiagramme und / oder Beispiele eine oder mehrere Funktionen und / oder Operationen enthalten, versteht es sich für den Fachmann, dass jede Funktion und / oder Operation in solchen Blockdiagrammen, Flussdiagrammen oder Beispielen einzeln und / oder gemeinsam durch eine breite Palette von Hardware, Software, Firmware oder praktisch jede Kombination davon implementiert werden kann. In einer Ausführungsform können mehrere Teile des hierin beschriebenen Gegenstands über anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs), feldprogrammierbare Gate-Arrays (FPGAs), digitale Signalprozessoren (DSPs) oder andere integrierte Formate implementiert werden. Fachleute werden jedoch erkennen, dass einige Aspekte der hierin offenbarten Ausführungsformen ganz oder teilweise gleichwertig implementiert werden können in integrierten Schaltungen, als ein oder mehrere Computerprogramme, die auf einem oder mehreren Computern laufen (z. B. als ein oder mehrere Programme, die auf einem oder mehreren Computersystemen ausgeführt werden), als ein oder mehrere Programme, die auf einem oder mehreren Prozessoren ausgeführt werden (z. B. als ein oder mehrere Programme, die auf einem oder mehreren Mikroprozessoren ausgeführt werden), als Firmware oder als praktisch jede Kombination davon und das das Entwerfen der Schaltung und / oder das Schreiben des Codes für die Software und / oder Firmware angesichts dieser Offenbarung dem Fachmann möglich sein würde. Darüber hinaus

wird der Fachmann erkennen, dass die Mechanismen des hierin beschriebenen Gegenstands als ein Programmprodukt in einer Vielzahl von Formen vertrieben werden können und dass eine veranschaulichende Ausführungsform des hierin beschriebenen Gegenstands unabhängig von der besonderen Art des signaltragenden Mediums, mit dem die Verteilung tatsächlich durchgeführt wird, gilt. Beispiele eines signaltragenden Mediums umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, das Folgende: ein beschreibbares Medium, wie eine Diskette, ein Festplattenlaufwerk, eine Compact Disc (CD), eine Digital Video Disk (DVD), ein Digitalband, einen Computerspeicher usw.; und ein Übertragungsmedium wie ein digitales und / oder ein analoges Kommunikationsmedium (z. B. ein Glasfaserkabel, einen Wellenleiter, eine drahtgebundene Kommunikationsverbindung, eine drahtlose Kommunikationsverbindung (z. B. Sender, Empfänger, Übertragungslogik, Empfangslogik usw.), usw.).

**[0130]** Allgemein wird der Fachmann erkennen, dass die verschiedenen hierin beschriebenen Ausführungsformen einzeln und / oder gemeinsam durch verschiedene Arten von elektromechanischen Systemen mit einem breiten Bereich von elektrischen Komponenten wie Hardware, Software, Firmware implementiert werden können und / oder praktisch jede Kombination davon; und eine breite Palette von Komponenten, die mechanische Kraft oder Bewegung verleihen können, wie starre Körper, Feder- oder Torsionskörper, Hydraulik, elektromagnetisch betätigte Vorrichtungen und / oder praktisch jede Kombination davon. Folglich umfasst „elektromechanisches System“, wie es hier verwendet wird, ohne aber darauf beschränkt zu sein, elektrische Schaltungen, die mit einem Wandler (z. B. einem Aktuator, einem Motor, einem piezoelektrischen Kristall, einem mikroelektromechanischen System (MEMS) usw.) gekoppelt sind, elektrische Schaltungen mit mindestens einer diskreten elektrischen Schaltung, elektrische Schaltungen mit mindestens einer integrierten Schaltung, elektrische Schaltungen mit mindestens einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung, elektrische Schaltungen, die eine Allzweck-Rechenvorrichtung bilden, die durch ein Computerprogramm konfiguriert ist (z. B. einen Universalrechner, der durch ein Computerprogramm konfiguriert ist, das hierin beschriebene Prozesse und / oder Vorrichtungen zumindest teilweise ausführt, oder einen Mikroprozessor, der durch ein Computerprogramm konfiguriert ist, das hierin beschriebene Prozesse und / oder Vorrichtungen zumindest teilweise ausführt, elektrische Schaltungen, die eine Speichervorrichtung bilden (z. B. Speicherformen (z. B. Direktzugriff, Flash, Nur-Lesen usw.)), elektrische Schaltungen, die eine Kommunikationsvorrichtung bilden (z. B. ein Modem, eine Kommunikationsvermittlung, eine optisch-elektrische Vorrichtung usw.) und / oder ein beliebiges nicht elektrisches Analogon hierzu, z.

B. optische oder andere Analoga. Fachleute werden auch erkennen, dass Beispiele für elektromechanische Systeme, ohne darauf beschränkt zu sein, eine Vielzahl von Unterhaltungselektroniksystemen, medizinischen Geräten sowie andere Systeme wie motorisierte Transportsysteme, Fabrikautomationssysteme, Sicherheitssysteme und / oder Kommunikations-/ Computersysteme umfassen. Fachleute werden erkennen, dass das hier verwendete elektromechanische System nicht notwendigerweise auf ein System beschränkt ist, das sowohl eine elektrische als auch eine mechanische Betätigung aufweist, sofern der Kontext nichts anderes vorschreibt.

**[0131]** Allgemein wird der Fachmann erkennen, dass die verschiedenen hierin beschriebenen Aspekte, die einzeln und / oder gemeinsam durch einen weiten Bereich von Hardware, Software, Firmware und / oder einer Kombination davon implementiert werden können, als aus verschiedenen Arten von „elektrischen Schaltungen“ bestehend angesehen werden können. Folglich umfasst, wie hierin verwendet, „elektrische Schaltung“ eine elektrische Schaltung mit mindestens einer diskreten elektrischen Schaltung, eine elektrische Schaltung mit mindestens einer integrierten Schaltung, eine elektrische Schaltung mit mindestens einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung, eine elektrische Schaltung, die eine durch ein Computerprogramm konfigurierte Universalrechenvorrichtung bildet (z. B. einen Universalcomputer, der von einem Computerprogramm konfiguriert wird, das hier beschriebene Prozesse und / oder Geräte zumindest teilweise ausführt, oder eines Mikroprozessors, der von einem Computerprogramm konfiguriert wird, das hier beschriebene Prozesse und / oder Geräte zumindest teilweise ausführt), elektrische Schaltungen, die eine Speichervorrichtung bilden (z. B. Speicherformen (z. B. Direktzugriff, Flash, Nur-Lesen usw.)), und / oder elektrische Schaltungen, die eine Kommunikationsvorrichtung bilden (z. B. ein Modem, eine Kommunikationsvermittlung, eine optisch-elektrische Vorrichtung usw.). Fachleute werden erkennen, dass der hierin beschriebene Gegenstand auf analoge oder digitale Weise oder durch eine Kombination davon implementiert werden kann.

**[0132]** Fachleute werden erkennen, dass mindestens ein Teil der hier beschriebenen Vorrichtungen und / oder Prozesse in ein Datenverarbeitungssystem integriert werden kann. Fachleute werden erkennen, dass ein Datenverarbeitungssystem im Allgemeinen eines oder mehrere der folgenden Elemente enthält: ein Systemeinheitsgehäuse, eine Videoanzeigevorrichtung, einen Speicher wie einen flüchtigen oder nichtflüchtigen Speicher, Prozessoren wie Mikroprozessoren oder digitalen Signalprozessoren, Computerentitäten wie Betriebssysteme, Treiber, grafische Benutzerschnittstellen und Anwendungsprogramme, ein oder mehrere Interaktionsgeräte (z. B. ein Touchpad, ein Touchscreen, ei-

ne Antenne usw.) und / oder Steuersysteme, einschließlich Rückkopplungsschleifen und Steuermotoren (z.B. Rückkopplung zum Erfassen von Position und / oder Geschwindigkeit; Steuermotoren zum Bewegen und / oder Einstellen von Komponenten und / oder Mengen). Ein Datenverarbeitungssystem kann unter Verwendung geeigneter im Handel erhältlicher Komponenten implementiert werden, wie sie typischerweise in Datenverarbeitungs- / Kommunikations- und / oder Netzwerkverarbeitungs- / Kommunikationssystemen zu finden sind.

**[0133]** Ein Fachmann wird erkennen, dass die hierin beschriebenen Komponenten (z. B. Operationen), Vorrichtungen, Objekte und die mit ihnen einhergehende Diskussion aus Gründen der konzeptionellen Klarheit als Beispiele verwendet werden und dass verschiedene Konfigurationsmodifikationen in Betracht gezogen werden. Infolgedessen sollen, wie hierin verwendet, die spezifischen dargelegten Beispiele und die begleitende Diskussion repräsentativ für ihre allgemeineren Klassen sein. Im Allgemeinen soll die Verwendung eines bestimmten Exemplars für seine Klasse repräsentativ sein, und die Nichteinbeziehung bestimmter Komponenten (z. B. Operationen), Vorrichtungen und Objekte sollte nicht als einschränkend angesehen werden.

**[0134]** Obwohl ein Benutzer hier als einzelne Figur beschrieben wird, wird der Fachmann erkennen, dass der Benutzer einen menschlichen Benutzer, einen Roboterbenutzer (z. B. eine Computerentität) und / oder im Wesentlichen eine beliebige Kombination davon darstellen kann (z.B. kann der Benutzer von einem oder mehreren Roboteragenten unterstützt werden), sofern der Kontext nichts anderes vorschreibt. Fachleute werden erkennen, dass im Allgemeinen das Gleiche von „Sender“ und / oder anderen auf Entitäten ausgerichteten Begriffen gesagt werden kann, wie solche Begriffe hier verwendet werden, sofern der Kontext nichts anderes vorschreibt.

**[0135]** In Bezug auf die Verwendung von im Wesentlichen beliebigen Plural- und / oder Singularbegriffen hierin kann der Fachmann je nach Kontext und / oder Anwendung vom Plural zum Singular und / oder vom Singular zum Plural übersetzen. Die verschiedenen Singular / Plural-Permutationen werden hier aus Gründen der Klarheit nicht ausdrücklich angegeben.

**[0136]** Der hierin beschriebene Gegenstand veranschaulicht manchmal verschiedene Komponenten, die in verschiedenen anderen Komponenten enthalten sind oder mit diesen verbunden sind. Es versteht sich, dass solche abgebildeten Architekturen lediglich beispielhaft sind und dass in der Tat viele andere Architekturen implementiert werden können, die die gleiche Funktionalität erzielen. In einem konzeptionellen Sinn ist jede Anordnung von Komponenten zum Erreichen der gleichen Funktionalität effek-

tiv „assoziiert“, so dass die gewünschte Funktionalität erreicht wird. Daher können zwei beliebige Komponenten, die hier kombiniert werden, um eine bestimmte Funktionalität zu erreichen, als „miteinander assoziiert“ angesehen werden, so dass die gewünschte Funktionalität unabhängig von Architekturen oder intermedialen Komponenten erreicht wird. Ebenso können zwei beliebige Komponenten, die so zugeordnet sind, auch als „verbunden“ oder „gekoppelt“ angesehen werden, um die gewünschte Funktionalität zu erzielen, und zwei beliebige Komponenten, die so zugeordnet werden können, können auch als „miteinander koppelbar“ angesehen werden, um die gewünschte Funktionalität zu erreichen. Spezifische Beispiele für koppelbar umfassen, ohne aber darauf beschränkt zu sein, physikalisch zusammenfügbare und / oder physikalisch interagierende Komponenten und / oder drahtlos interaktionsfähige und / oder drahtlos interagierende Komponenten und / oder logisch interaktionsfähige und / oder logisch interagierende Komponenten.

**[0137]** In einigen Fällen können eine oder mehrere Komponenten hierin als „konfiguriert zum“, „konfigurierbar zum“, „betreibbar / betrieben zum“, „angepasst / anpassbar“, „in der Lage“, „anpassbar / angepasst“ usw. bezeichnet werden. Fachleute werden erkennen, dass solche Ausdrücke (z. B. „konfiguriert für“) im Allgemeinen Komponenten im aktiven Zustand und / oder Komponenten im inaktiven Zustand und / oder Komponenten im Bereitschaftszustand umfassen können, sofern der Kontext nichts anderes erfordert.

**[0138]** Während bestimmte Aspekte des hier beschriebenen Gegenstands gezeigt und beschrieben wurden, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass auf der Grundlage der hierin enthaltenen Lehren Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne vom hier beschriebenen Gegenstand und dessen breiteren Aspekten abzuweichen, und daher sollen die angehängten Ansprüche in ihrem Umfang alle solche Änderungen und Modifikationen umfassen, die im wahren Geist und Umfang des hierin beschriebenen Gegenstands liegen. Fachleute werden verstehen, dass die hier und insbesondere in den beigefügten Ansprüchen (z. B. den Textabschnitten der beigefügten Ansprüche) verwendeten Begriffe im Allgemeinen als „offene“ Begriffe gedacht sind (z. B. sollte der Begriff „einschließlich“ interpretiert werden als „einschließlich, aber nicht beschränkt auf“, der Begriff „haben“ sollte interpretiert werden als „mindestens haben“, der Begriff „umfassen“ sollte interpretiert werden als „umfassen, aber nicht beschränkt auf“, etc.). Fachleute werden ferner verstehen, dass, wenn eine bestimmte Anzahl einer eingeführten Anspruchsangabe beabsichtigt ist, eine solche Absicht ausdrücklich in dem Anspruch angegeben wird, und in Abwesenheit einer solchen Vorgabe keine solche Absicht vorliegt. Zum besseren Ver-

ständnis können die folgenden beigefügten Ansprüche beispielsweise die Verwendung der einleitenden Phrasen „mindestens eins“ und „eins oder mehrere“ enthalten, um Anspruchsangaben einzuführen. Die Verwendung solcher Ausdrücke sollte jedoch nicht so ausgelegt werden, dass die Einführung einer Anspruchsangabe durch die unbestimmten Artikel „ein“ oder „ein“ einen bestimmten Anspruch, der eine solche eingeführte Anspruchsangabe enthält, auf Ansprüche beschränkt, die nur eine solche Angabe enthalten, selbst wenn der gleiche Anspruch die einleitenden Ausdrücke „ein oder mehrere“ oder „mindestens ein“ und unbestimmte Artikel wie „ein“ oder „ein“ (z. B. „ein“ und / oder „ein“ sollten typischerweise so interpretiert werden, dass sie „mindestens ein“ oder „ein oder mehrere“ bedeuten) umfasst; Gleichermaßen gilt für die Verwendung bestimmter Artikel zur Einführung von Anspruchsangaben. Selbst wenn eine bestimmte Anzahl einer eingeführten Anspruchsangabe ausdrücklich angegeben wird, wird der Fachmann darüber hinaus erkennen, dass eine solche Angabe typischerweise so interpretiert werden sollte, dass sie mindestens die angegebene Anzahl bedeutet (z. B. bedeutet die bloße Angabe von „zwei Angaben“ ohne andere Modifikatoren normalerweise mindestens zwei Angaben oder zwei oder mehr Angaben).

**[0139]** In den Fällen, in denen eine Konvention analog zu „mindestens einer von A, B und C usw.“ verwendet wird, ist eine solche Konstruktion im Allgemeinen in dem Sinne gedacht, in dem ein Fachmann die Konvention verstehen würde (z. B. würde „ein System mit mindestens einem von A, B und C“ Systeme einschließen, jedoch nicht auf solche beschränkt sein, die A alleine, B alleine, C alleine, A und B zusammen, A und C zusammen, B und C zusammen und / oder A, B und C zusammen usw. haben). In den Fällen, in denen eine Konvention analog zu „mindestens einer von A, B oder C usw.“ verwendet wird, ist eine solche Konstruktion im Allgemeinen in dem Sinne gedacht, in dem ein Fachmann die Konvention verstehen würde (z. B. würde „ein System mit mindestens einem von A, B oder C“ Systeme einschließen, jedoch nicht auf solche beschränkt sein, die A alleine, B alleine, C alleine, A und B zusammen, A und C zusammen, B und C zusammen und / oder A, B und C zusammen usw. haben). Fachleute werden ferner verstehen, dass typischerweise ein disjunktives Wort und / oder ein Satz, der zwei oder mehr alternative Ausdrücke darstellt, ob in der Beschreibung, den Ansprüchen oder den Zeichnungen, so verstanden werden sollte, dass die Möglichkeiten des Einschlusses eines der Ausdrücke, eines beliebigen der Ausdrücke oder beider Ausdrücke in Betracht gezogen werden, sofern der Kontext nichts anderes vorschreibt. Beispielsweise werden unter dem Ausdruck „A oder B“ typischerweise die Möglichkeiten von „A“ oder „B“ oder „A und B“ verstanden.

**[0140]** In Bezug auf die beigefügten Ansprüche wird der Fachmann erkennen, dass die darin aufgeführten Operationen im Allgemeinen in beliebiger Reihenfolge ausgeführt werden können. Obwohl verschiedene Abläufe in einer oder mehreren Abfolgen dargestellt sind, versteht es sich, dass die verschiedenen Vorgänge in anderen als den dargestellten Reihenfolgen oder gleichzeitig ausgeführt werden können. Beispiele für solche alternativen Reihenfolgen können überlappende, verschachtelte, unterbrochene, umgeordnete, inkrementelle, vorbereitende, ergänzende, gleichzeitige, umgekehrte oder andere abweichende Reihenfolgen umfassen, sofern der Kontext nichts anderes vorschreibt. Darüber hinaus sollen Begriffe wie „in Antwort auf“, „in Beziehung mit“ oder andere Vergangenheitsadjektive solche Varianten im Allgemeinen nicht ausschließen, sofern der Kontext nichts anderes vorschreibt.

**[0141]** Obwohl bestimmte Ausführungsformen dieser Erfindung dargestellt wurden, ist es offensichtlich, dass verschiedene Modifikationen und Ausführungsformen der Erfindung von Fachleuten vorgenommen werden können, ohne vom Umfang und Geist der vorstehenden Offenbarung abzuweichen. Es wird angenommen, dass die vorliegende Offenbarung und viele ihrer begleitenden Vorteile durch die vorstehende Beschreibung verstanden werden, und es wird offensichtlich sein, dass verschiedene Änderungen an der Form, Konstruktion und Anordnung der Komponenten vorgenommen werden können, ohne vom offebarten Gegenstand abzuweichen oder ohne auf alle seine materiellen Vorteile zu verzichten. Die beschriebene Form ist lediglich erläuternd und es ist die Absicht der folgenden Ansprüche, solche Änderungen zu umfassen und einzuschließen. Dementsprechend sollte der Umfang der Erfindung nur durch die beigefügten Ansprüche begrenzt sein.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 62/454807 [0001]

**Patentansprüche**

1. Mehrsäulenanordnung für ein Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System), umfassend: eine Vielzahl von elektronenoptischen Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist, wobei jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente enthält, wobei die Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um einen oder mehrere Feldbereiche auf einer Oberfläche einer auf einem Tisch befestigten Probe zu charakterisieren, wobei die Anzahl von elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche entspricht, wobei der eine oder die mehreren Abstände der mehreren elektronenoptischen Säulen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche entsprechen.

2. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Abstände einen ersten Abstand in einer ersten Richtung und mindestens einen zweiten Abstand in mindestens einer zweiten Richtung umfassen.

3. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 2, wobei der erste Abstand in der ersten Richtung und der mindestens zweite Abstand in der mindestens zweiten Richtung unterschiedlich sind.

4. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 2, wobei der erste Abstand in der ersten Richtung und der mindestens zweite Abstand in der mindestens zweiten Richtung gleich sind.

5. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei benachbarte Inspektionsbereiche der ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen nicht überlappen.

6. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei sich mindestens ein Satz benachbarter Inspektionsbereiche der ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen mindestens teilweise überlappt.

7. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei die ganzzahlige Anzahl von Inspektionsbereichen im Wesentlichen gleich groß sind.

8. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei ein erster Inspektionsbereich der ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen sich in der Größe von einem zweiten Inspektionsbereich der ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen unterscheidet.

9. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Feldbereiche auf der Oberfläche der Probe einen einzelnen Feldbereich auf der Oberfläche der Probe umfassen, wobei der einzelne Feldbereich in die ganzzahlige Anzahl von Inspektionsbereichen unterteilt ist.

10. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Feldbereiche auf der Oberfläche der Probe einen ersten Feldbereich und mindestens einen zweiten Feldbereich umfassen, wobei der erste Feldbereich und der mindestens zweite Feldbereich jeweils die ganzzahlige Anzahl von Inspektionsbereichen umfassen.

11. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 10, wobei die Vielzahl der elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um den ersten Feldbereich und den mindestens zweiten Feldbereich nacheinander zu charakterisieren.

12. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 11, wobei die Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um die ganzzahlige Anzahl von Inspektionsbereichen in dem mindestens zweiten Feldbereich nach dem Charakterisieren der ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in dem ersten Feldbereich zu charakterisieren.

13. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 10, wobei sich der erste Feldbereich und der mindestens zweite Feldbereich nicht überlappen.

14. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 10, wobei sich der erste Feldbereich und der mindestens zweite Feldbereich mindestens teilweise überlappen.

15. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 10, wobei der erste Feldbereich und der mindestens zweite Feldbereich im Wesentlichen gleich groß sind.

16. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 10, wobei der erste Feldbereich eine andere Größe aufweist als der mindestens zweite Feldbereich.

17. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl der elektronenoptischen Säulen eine Vielzahl von Elektronenstrahlen empfängt, die von einer Vielzahl von Elektronenstrahlquellen erzeugt wird.

18. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 17, wobei jede elektronenoptische Säule der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einen Elektronenstrahl der Vielzahl der Elektronenstrahlen empfängt.

19. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 17, wobei die Vielzahl von elektronenoptischen Säulen die Vielzahl von Elektronenstrahlen auf die Oberfläche der Probe lenkt.

20. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 19, wobei die Probe Elektronen in Reaktion auf mindestens einen Elektronenstrahl der Vielzahl von Elektronenstrahlen emittiert oder streut.

21. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 20, wobei mindestens eine elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen mindestens einen Teil der emittierten oder gestreuten Elektronen detektiert.

22. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 1, wobei die Probe Folgendes umfasst: eine Fotomaske oder / und ein Retikel.

23. Mehrsäulenanordnung für ein Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System), umfassend: eine Vielzahl von elektronenoptischen Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist, wobei jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente enthält, wobei zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes auf eine Oberfläche einer Probe gedruckt sind, die auf einem Tisch befestigt ist, wobei eine erste elektronenoptische Säule der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren, wobei mindestens eine zusätzliche elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um mindestens einen zusätzlichen Inspektionsbereich innerhalb mindestens einer zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren, wobei der mindestens zusätzliche Inspektionsbereich ein anderer Teil des bestimmten Feldes ist als der erste Inspektionsbereich.

24. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 23, wobei ein synthetisches Feld erzeugt wird, indem der erste Inspektionsbereich in der ersten Instanz des bestimmten Feldes, der durch die erste elektronenoptische Säule charakterisiert wird, und der mindestens zusätzliche Inspektionsbereich in der mindestens zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes, der durch die mindestens zusätzliche elektronenoptische Säule charakterisiert wird, aggregiert werden.

25. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 23, wobei das bestimmte Feld Folgendes umfasst: ein Fotomaskenfeld und / oder ein Retikelfeld.

26. Mehrsäulenanordnung nach Anspruch 23, wobei die Probe einen Wafer umfasst.

27. Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System) mit mehreren Säulen, umfassend: eine Elektronenstrahlquellenanordnung mit mehreren Elektronenstrahlquellen,

die zum Erzeugen mehrerer Elektronenstrahlen konfiguriert sind; einen Tisch, der konfiguriert ist, um eine Probe zu sichern; und eine Mehrsäulenanordnung, umfassend: eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist, wobei jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente enthält, wobei die Vielzahl der elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um einen oder mehrere Feldbereiche auf einer Oberfläche der auf dem Tisch befestigten Probe zu charakterisieren, wobei die Anzahl von elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche entspricht, wobei der eine oder die mehreren Abstände der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche entsprechen, wobei jede elektronenoptische Säule der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einen Elektronenstrahl der Vielzahl von Elektronenstrahlen empfängt, wobei die Vielzahl von elektronenoptischen Säulen die Vielzahl von Elektronenstrahlen auf die Oberfläche der Probe lenkt, wobei die Probe Elektronen in Reaktion auf mindestens einen Elektronenstrahl der Vielzahl von Elektronenstrahlen emittiert oder streut, wobei mindestens eine elektronenoptische Säule der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen mindestens einen Teil der emittierten oder gestreuten Elektronen detektiert.

28. Rasterelektronenmikroskopiesystem (REM-System) mit mehreren Säulen, umfassend: eine Elektronenstrahlquellenanordnung mit einer Vielzahl von Elektronenstrahlquellen, die zum Erzeugen einer Vielzahl von Elektronenstrahlen konfiguriert sind; einen Tisch, der konfiguriert ist, um eine Probe zu sichern; und eine mehrsäulige Anordnung, umfassend: eine Vielzahl von elektronenoptische Säulen, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist, wobei jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente enthält, wobei zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes auf eine Oberfläche der Probe gedruckt werden, die auf dem Tisch befestigt ist, wobei eine erste elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren, wobei mindestens eine zusätzliche elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen

Säulen konfiguriert ist, um mindestens einen zusätzlichen Inspektionsbereich innerhalb mindestens einer zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren, wobei der mindestens zusätzliche Inspektionsbereich ein anderer Abschnitt des bestimmten Feldes ist als der erste Inspektionsbereich, wobei jede elektronenoptische Säule der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen einen Elektronenstrahl der Vielzahl von Elektronenstrahlen empfängt, wobei die Vielzahl von elektronenoptischen Säulen die Vielzahl von Elektronenstrahlen auf die Oberfläche der Probe lenkt, wobei die Probe als Reaktion auf mindestens einen Elektronenstrahl der Vielzahl von Elektronenstrahlen Elektronen emittiert oder streut, wobei mindestens eine elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen mindestens einen Teil der emittierten oder gestreuten Elektronen detektiert.

29. Verfahren, umfassend:

Charakterisieren eines oder mehrerer Feldbereiche auf einer Oberfläche einer Probe über eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-Überprüfungswerkzeugs (REM-Überprüfungswerkzeugs), die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist, wobei jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente enthält, wobei die Anzahl der elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche entspricht, wobei der eine oder die mehreren Abstände der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche entsprechen.

30. Verfahren, umfassend:

Charakterisieren von zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes, das auf eine Oberfläche einer Probe gedruckt ist, über eine Vielzahl von elektronenoptischen Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-(REM)-Überprüfungswerkzeugs, die in einem Array angeordnet sind, das durch einen oder mehrere Abstände definiert ist, wobei jede elektronenoptische Säule ein oder mehrere elektronenoptische Elemente enthält, wobei eine erste elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren, wobei mindestens eine zusätzliche elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um mindestens einen zusätzlichen Inspektionsbereich innerhalb mindestens einer zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren,

zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren, wobei der mindestens zusätzliche Inspektionsbereich ein anderer Abschnitt des bestimmten Feldes ist als der erste Inspektionsbereich.

31. Verfahren, umfassend:

Bestimmen einer oder mehrerer Dimensionen eines oder mehrerer Feldbereiche auf einer Oberfläche der Probe; Bestimmen eines oder mehrerer Abstände für eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-Überprüfungswerkzeugs (REM-Überprüfungswerkzeugs) basierend auf der einen oder den mehreren Dimensionen des einen oder der mehreren Feldbereiche; und Definieren einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in dem einen oder den mehreren Feldbereichen, wobei die Anzahl von elektronenoptischen Säulen in der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen einer ganzzahligen Anzahl von Inspektionsbereichen in einem Feldbereich des einen oder der mehreren Feldbereiche entspricht, wobei der eine oder die mehreren Abstände der Vielzahl der elektronenoptischen Säulen einer oder mehreren Dimensionen der Inspektionsbereiche entsprechen.

32. Verfahren, umfassend:

Bestimmen einer oder mehrerer Dimensionen von zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes, das auf eine Oberfläche der Probe gedruckt ist; Bestimmen eines oder mehrerer Abstände für eine Vielzahl elektronenoptischer Säulen eines Mehrsäulen-Rasterelektronenmikroskopie-Überprüfungswerkzeugs (REM-Überprüfungswerkzeugs) basierend auf der einen oder den mehreren Dimensionen des einen oder der mehreren Felder, die auf die Oberfläche der Probe gedruckt sind; und Definieren einer Vielzahl von Inspektionsbereichen in den zwei oder mehr Instanzen eines bestimmten Feldes, das auf die Oberfläche der Probe gedruckt ist, wobei eine erste elektronenoptische Säule der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um einen ersten Inspektionsbereich innerhalb einer ersten Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren, wobei mindestens eine zusätzliche elektronenoptische Säule aus der Vielzahl von elektronenoptischen Säulen konfiguriert ist, um mindestens einen zusätzlichen Inspektionsbereich innerhalb mindestens einer zusätzlichen Instanz des bestimmten Feldes zu charakterisieren, wobei der mindestens zusätzliche Inspektionsbereich ein anderer Teil des bestimmten Feldes ist als der erste Inspektionsbereich.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

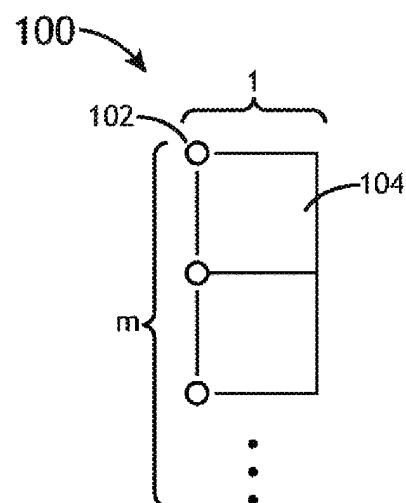


Fig. 1A

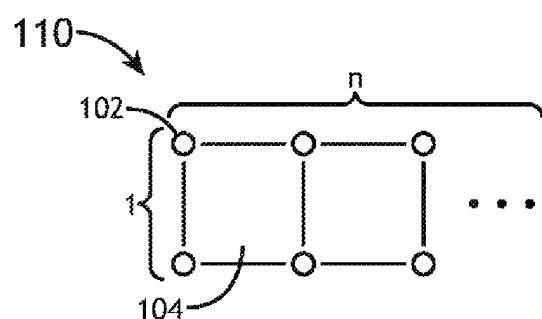


Fig. 1B

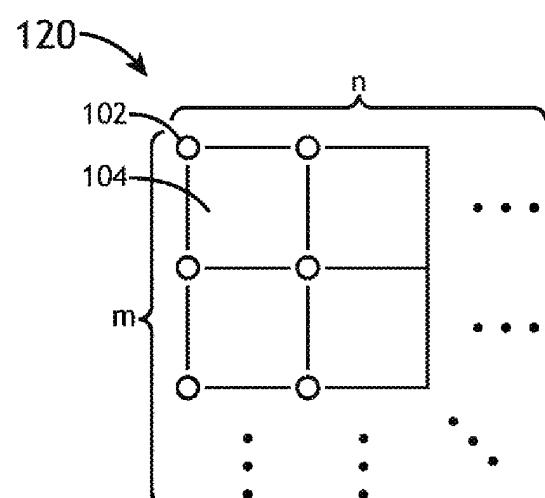


Fig. 1C

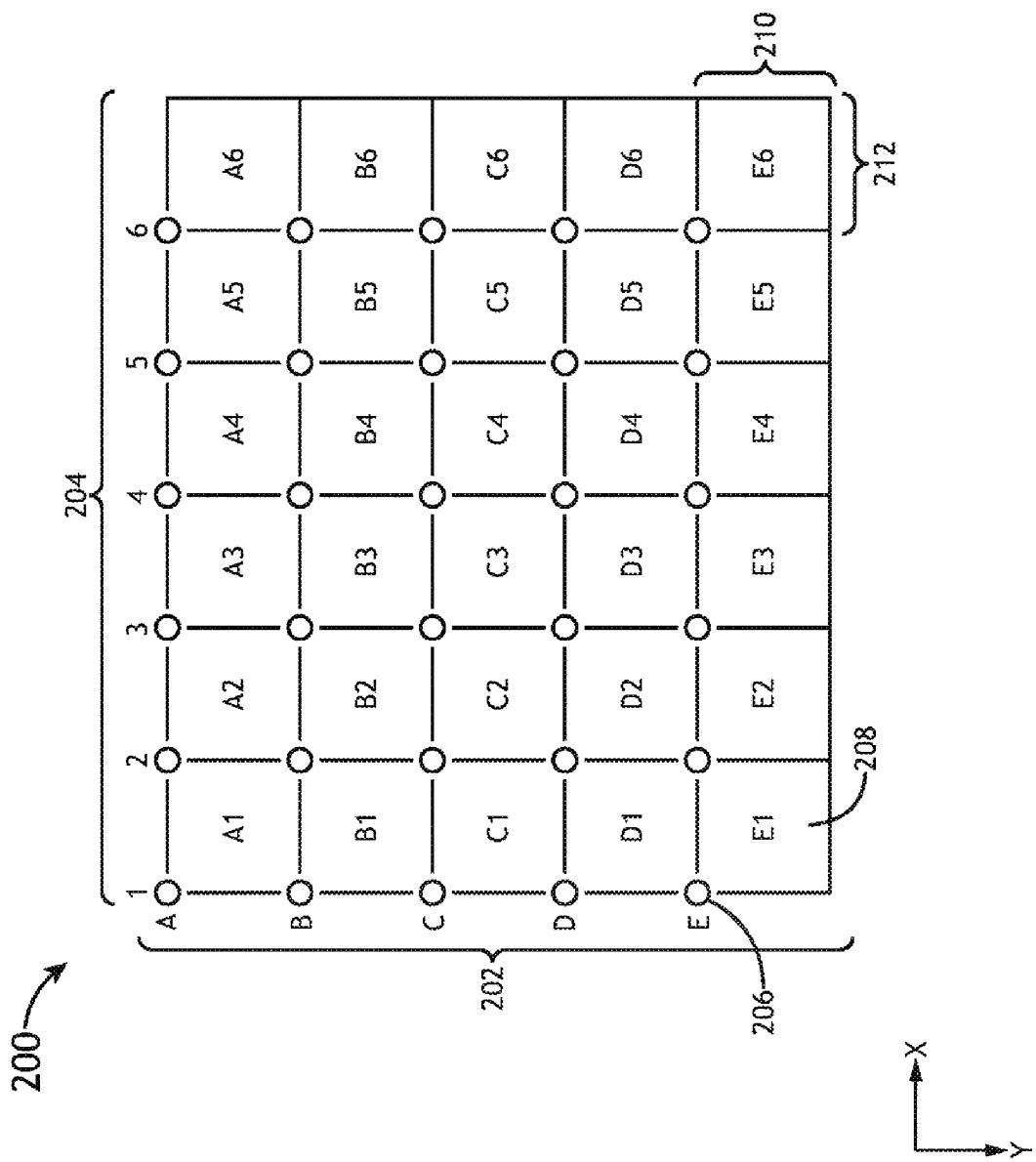


Fig. 2

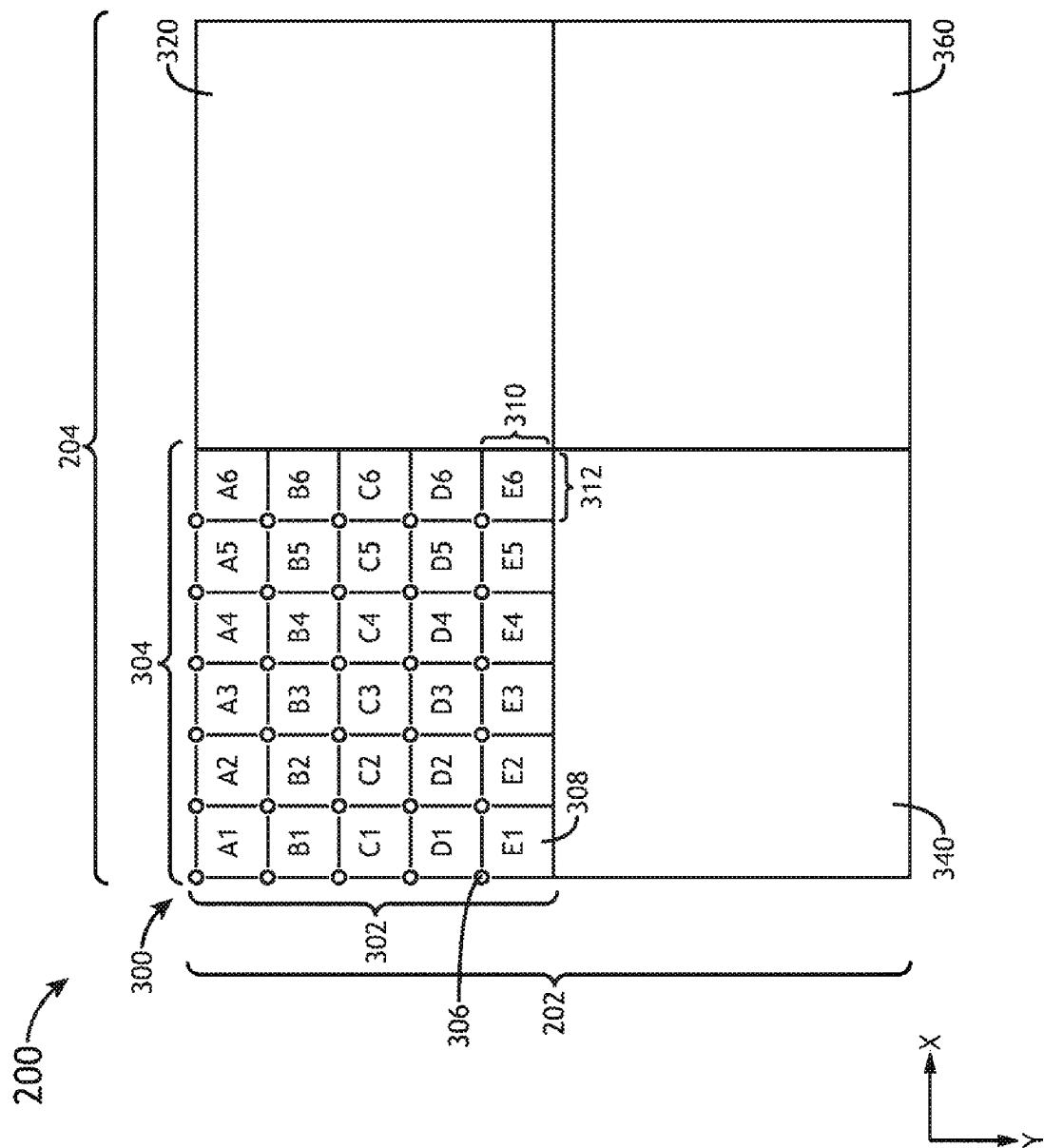
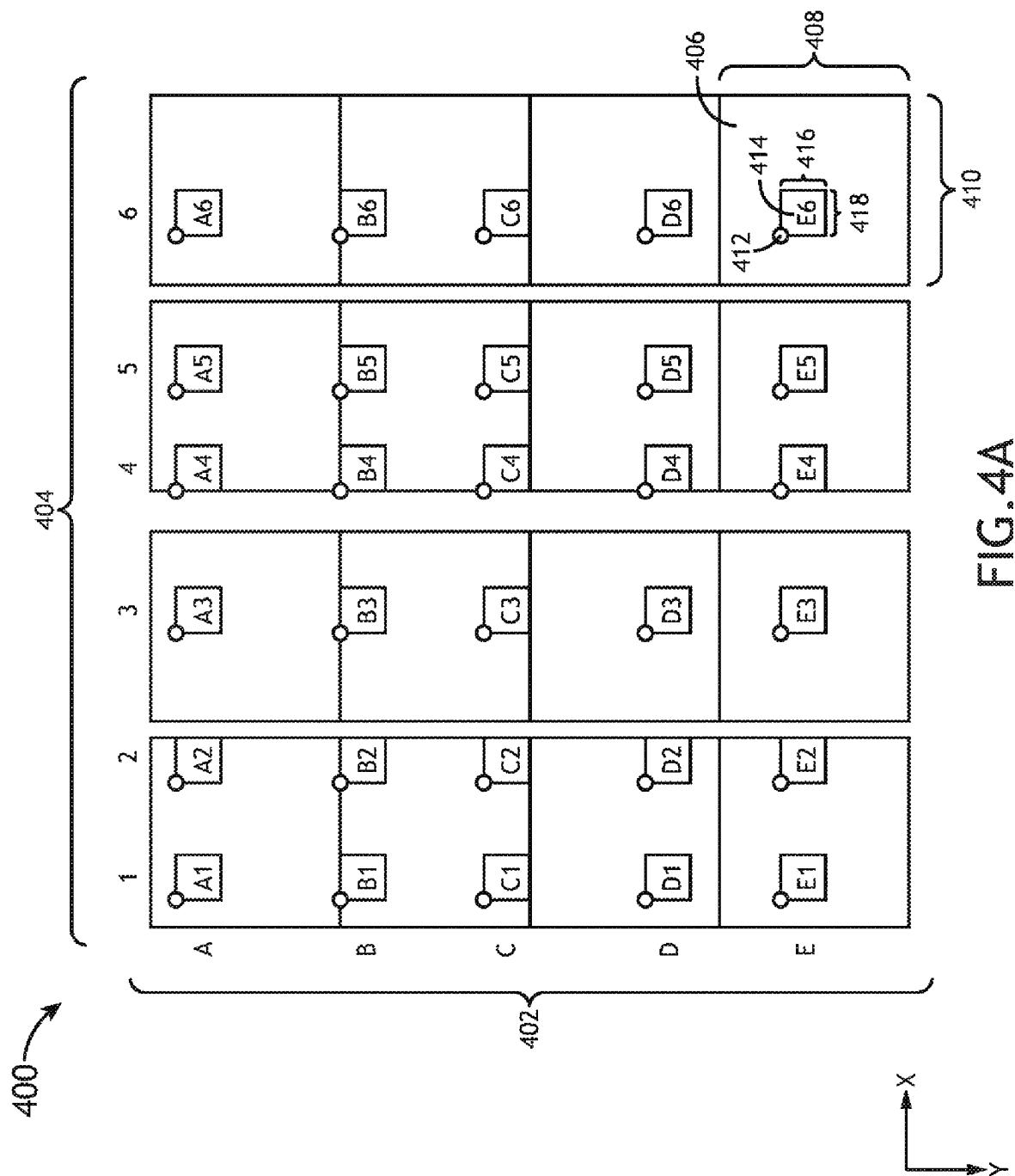


Fig. 3



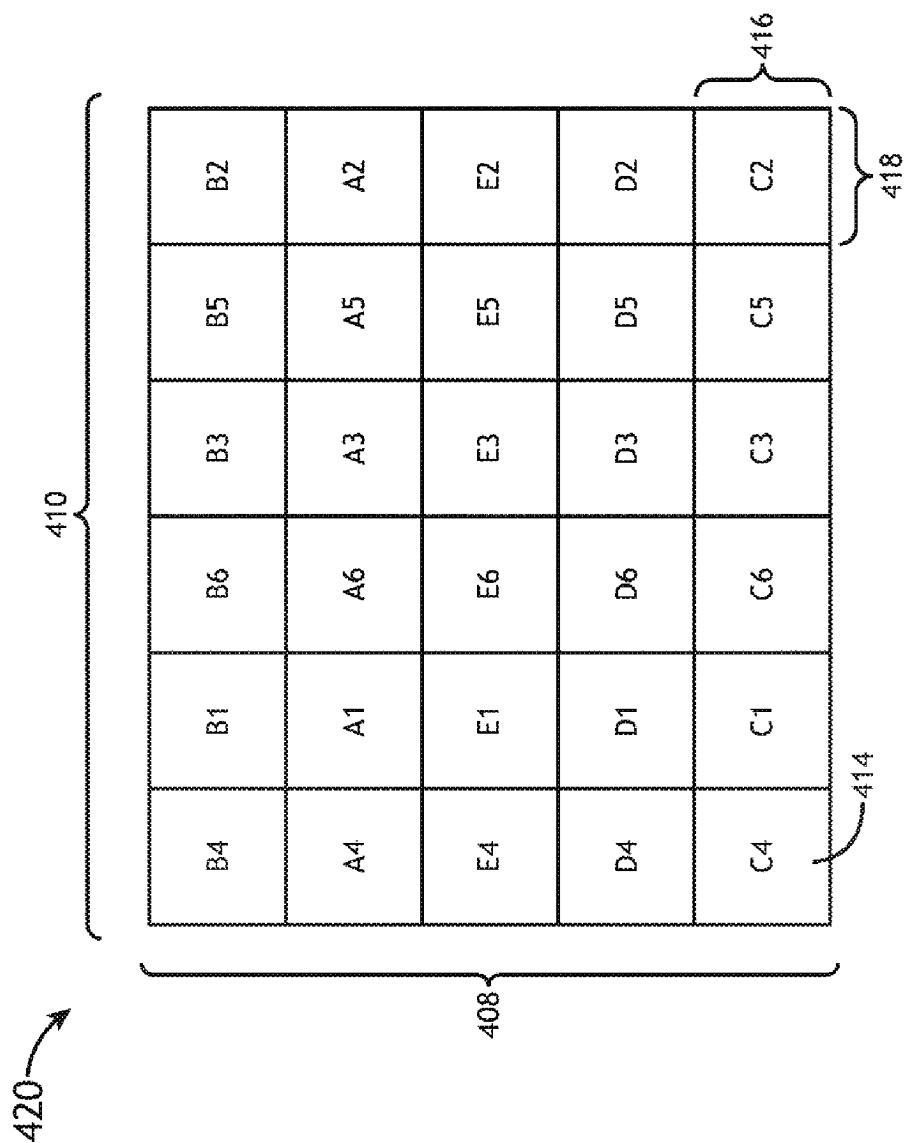


FIG.4B

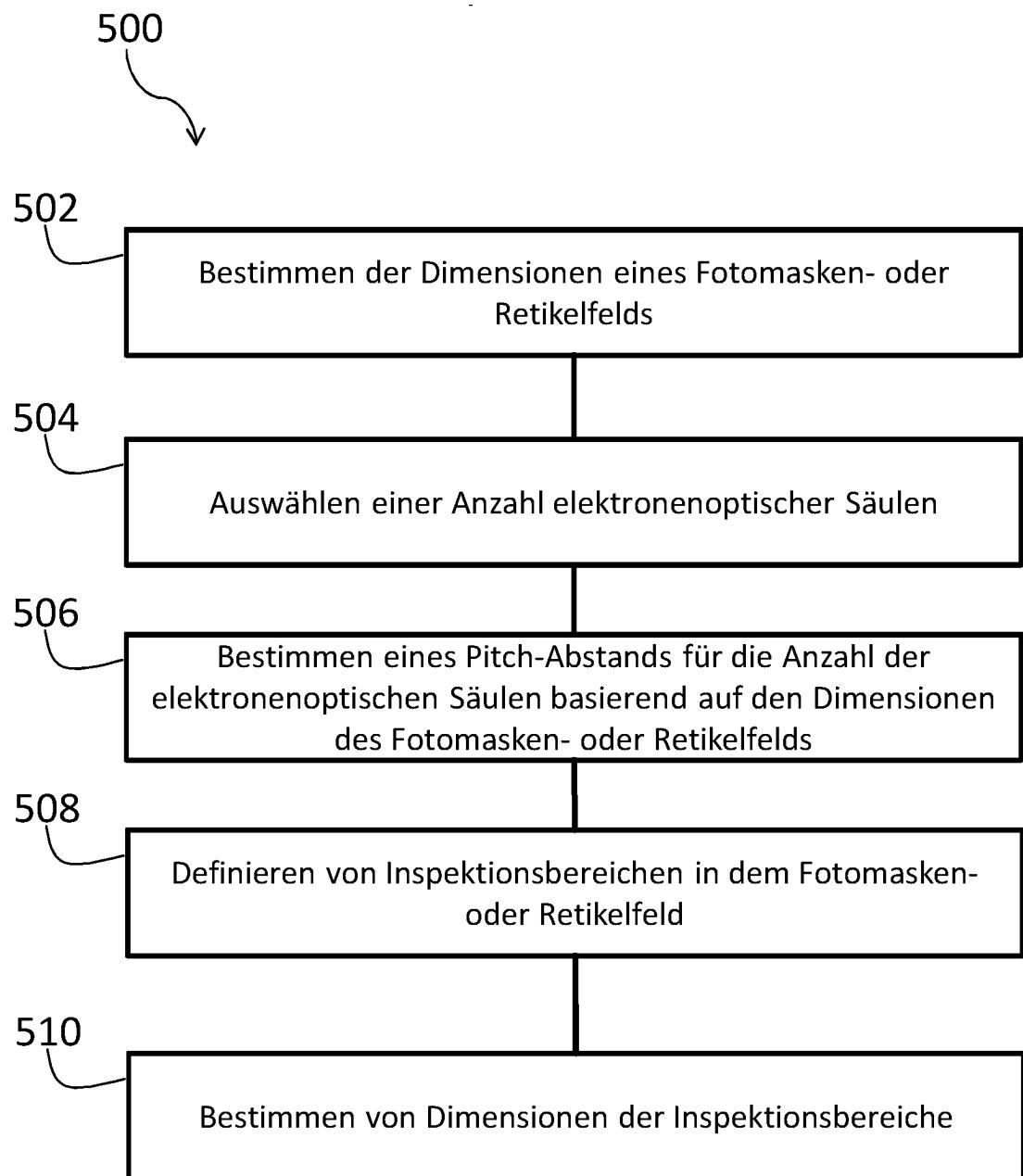


FIG. 5A

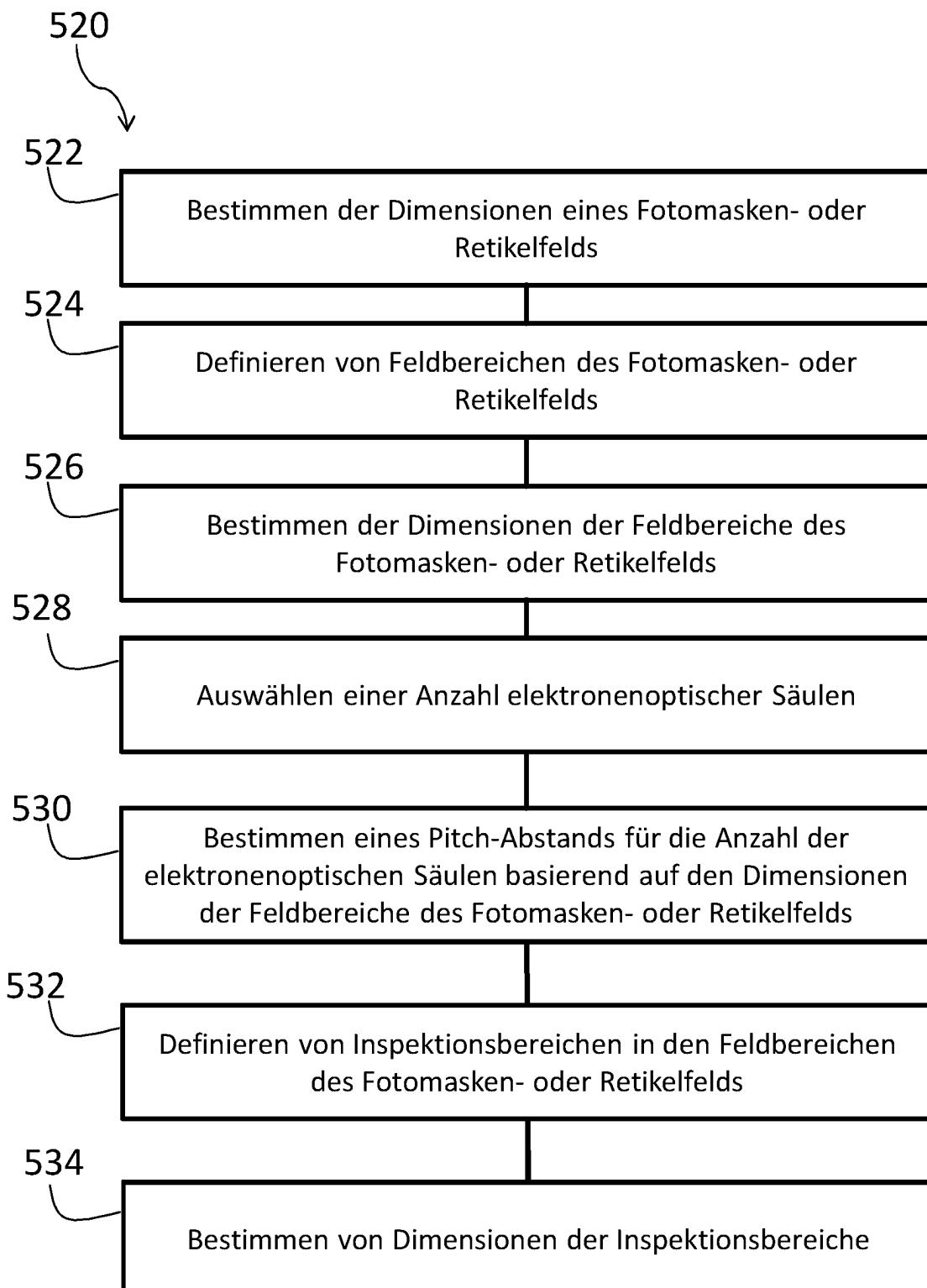
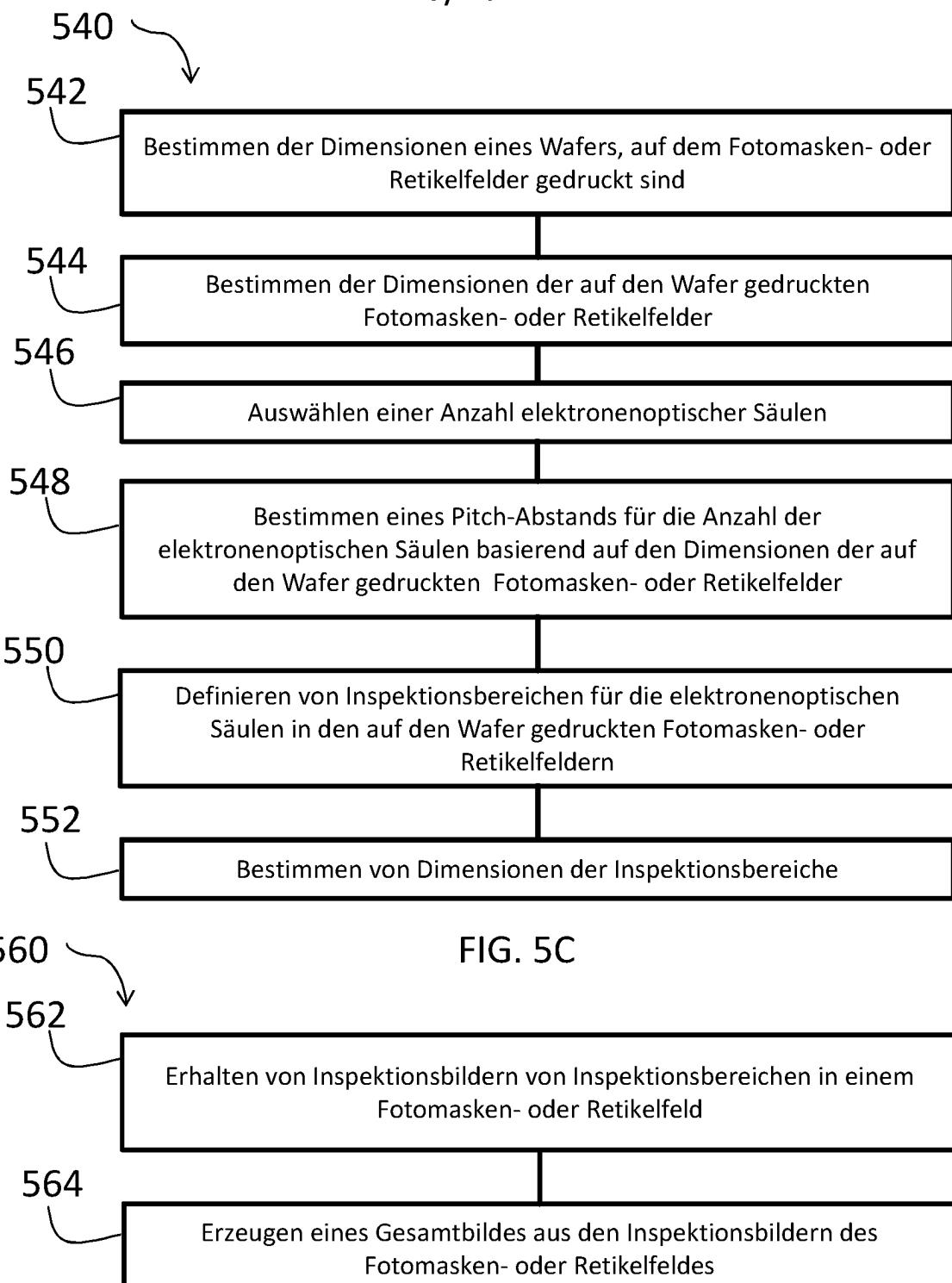
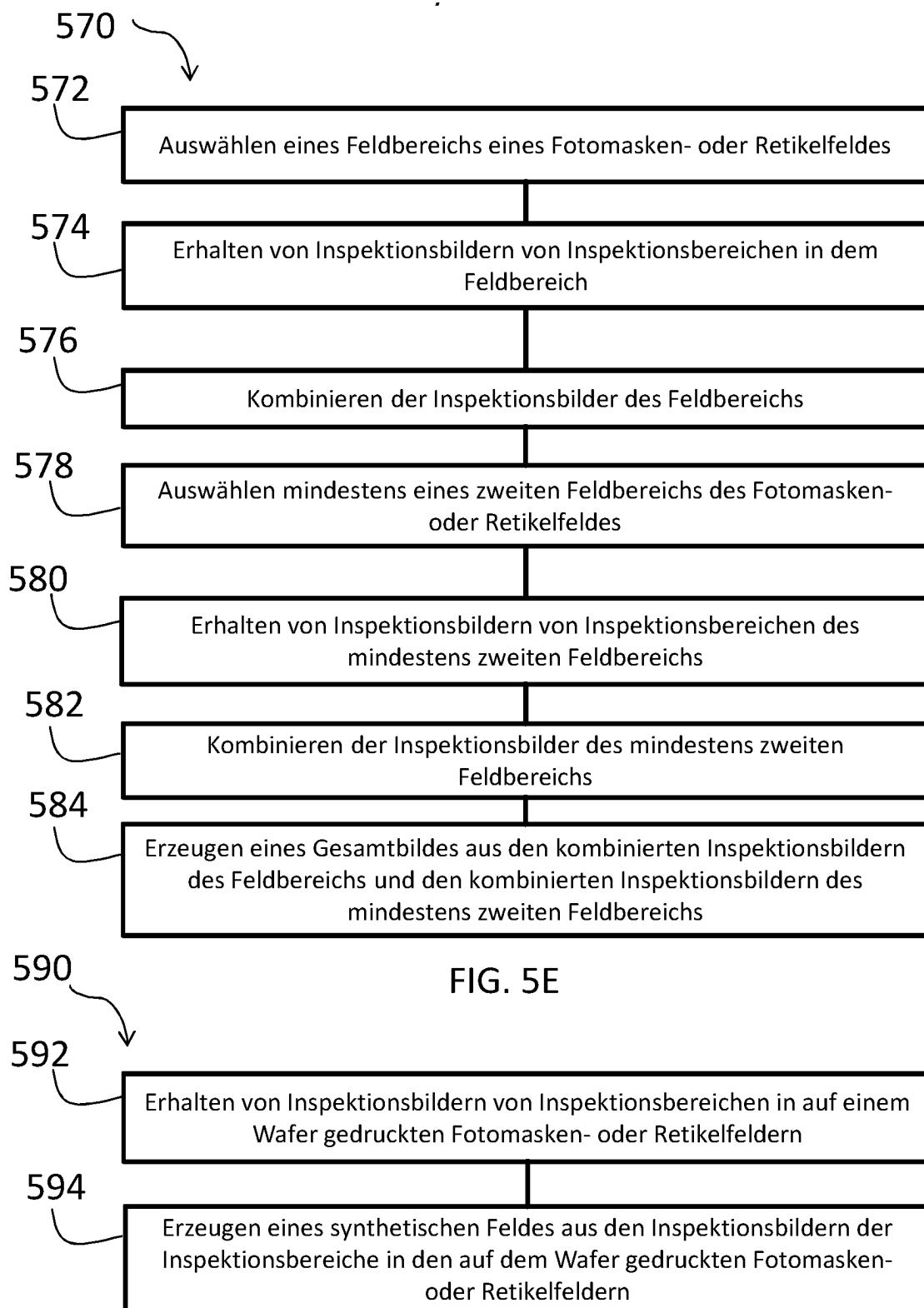


FIG. 5B





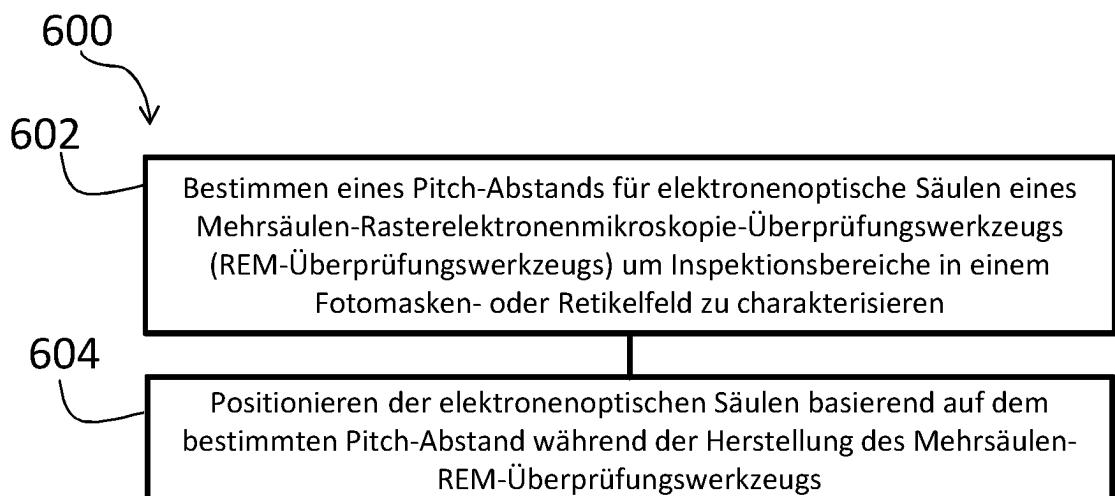


FIG. 6A

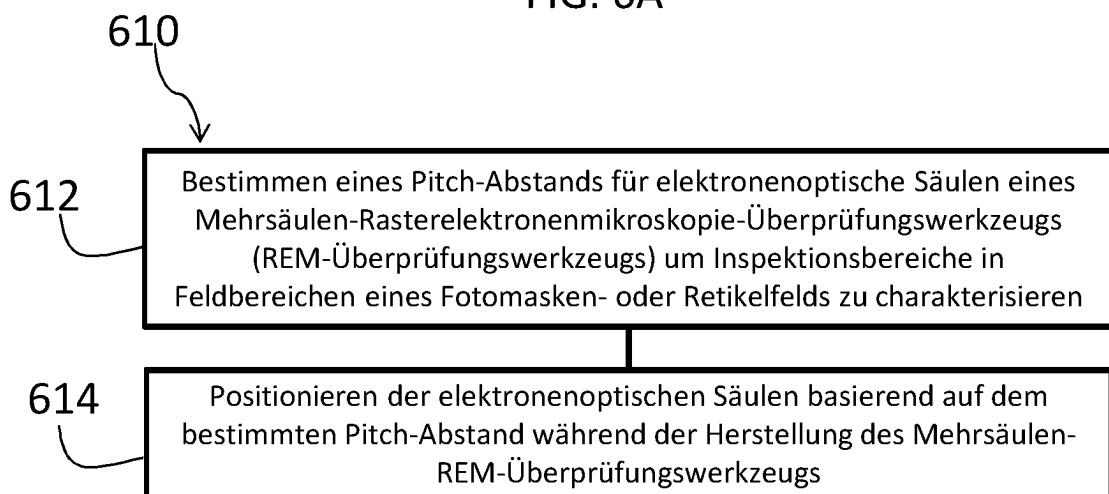


FIG. 6B

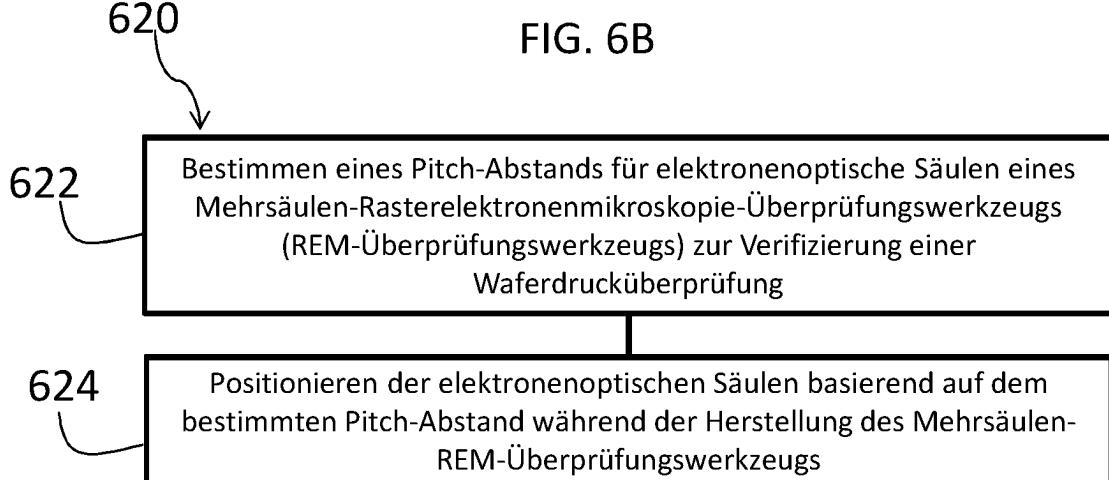


FIG. 6C

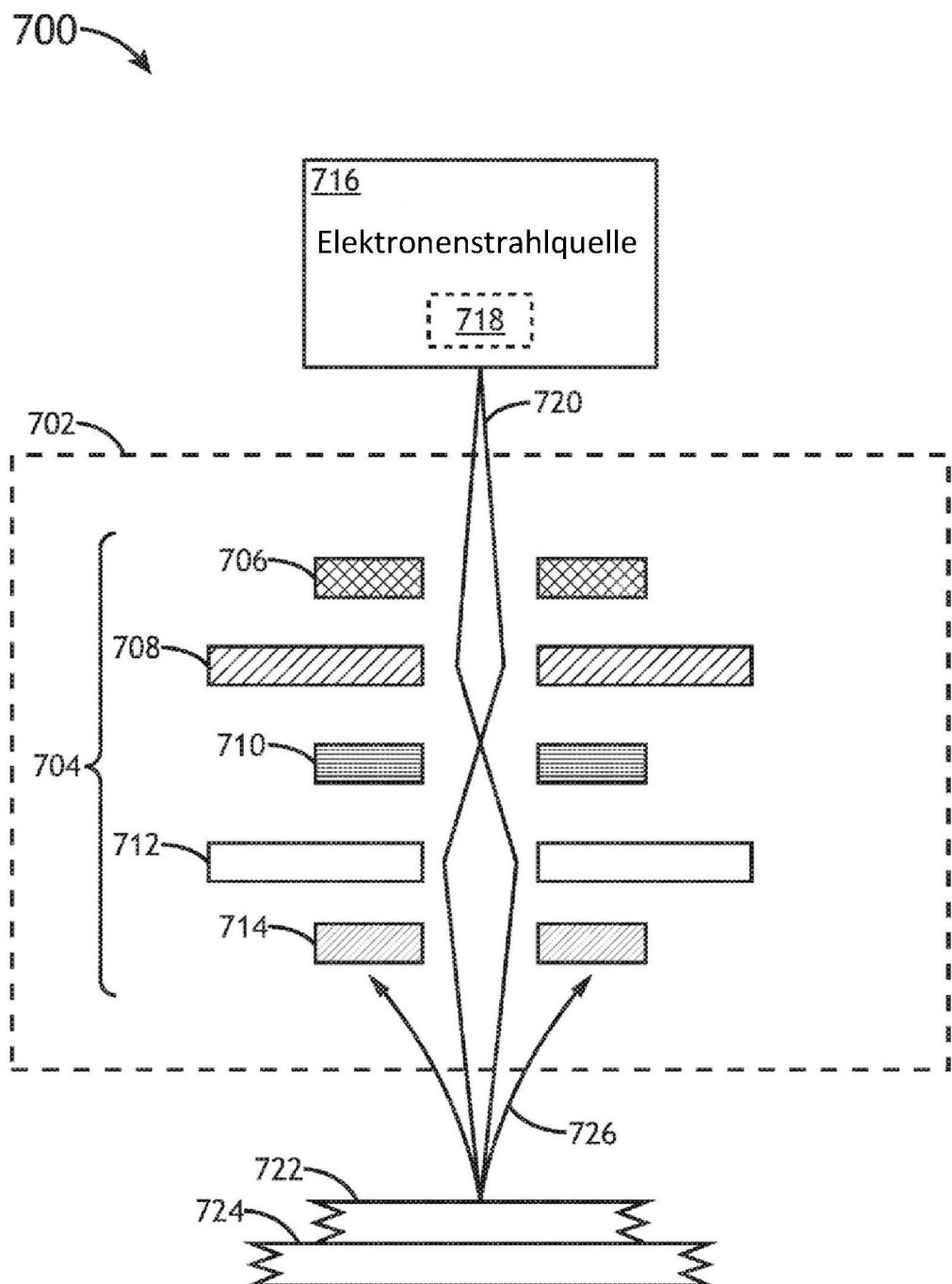


FIG. 7A

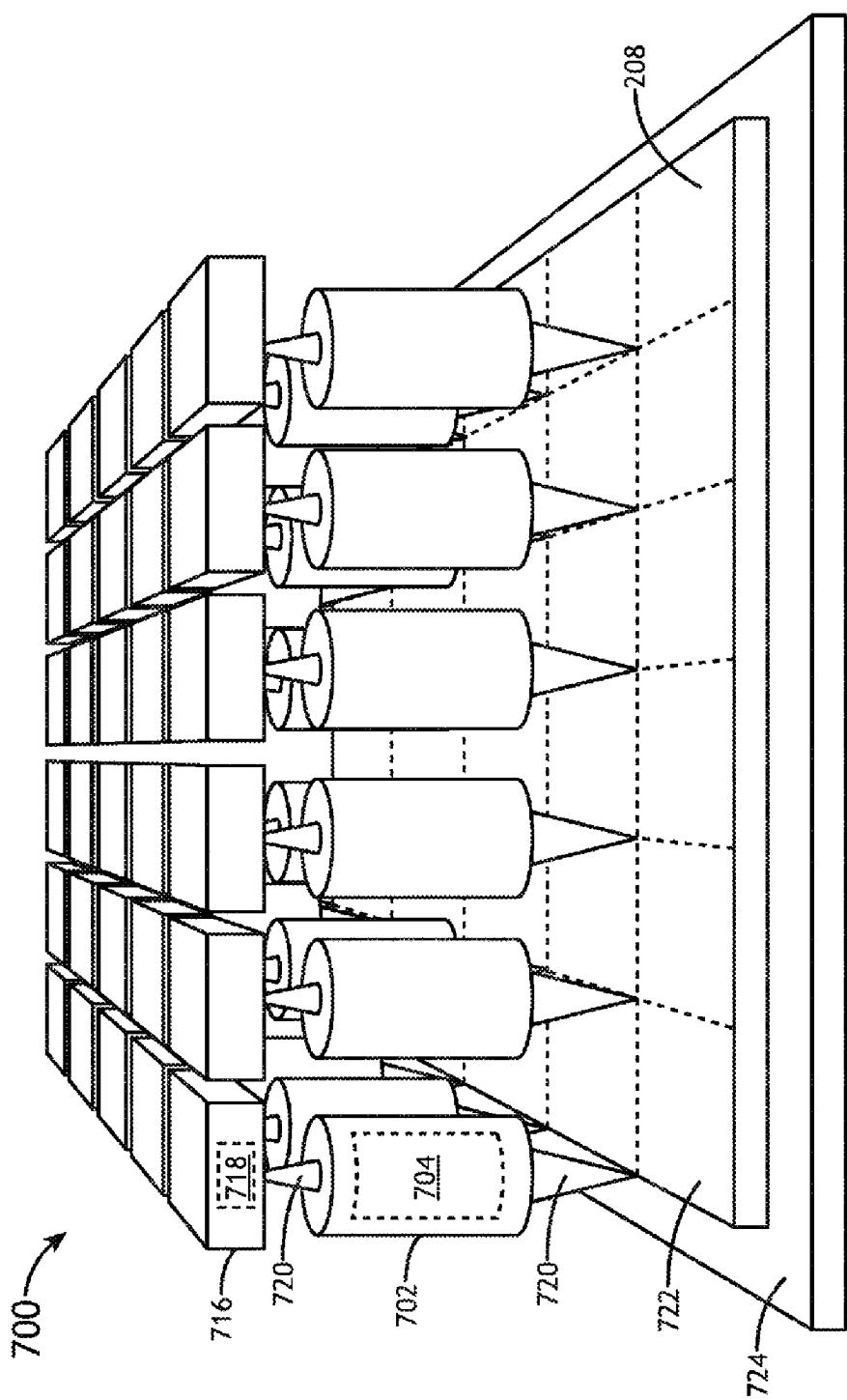


FIG. 7B

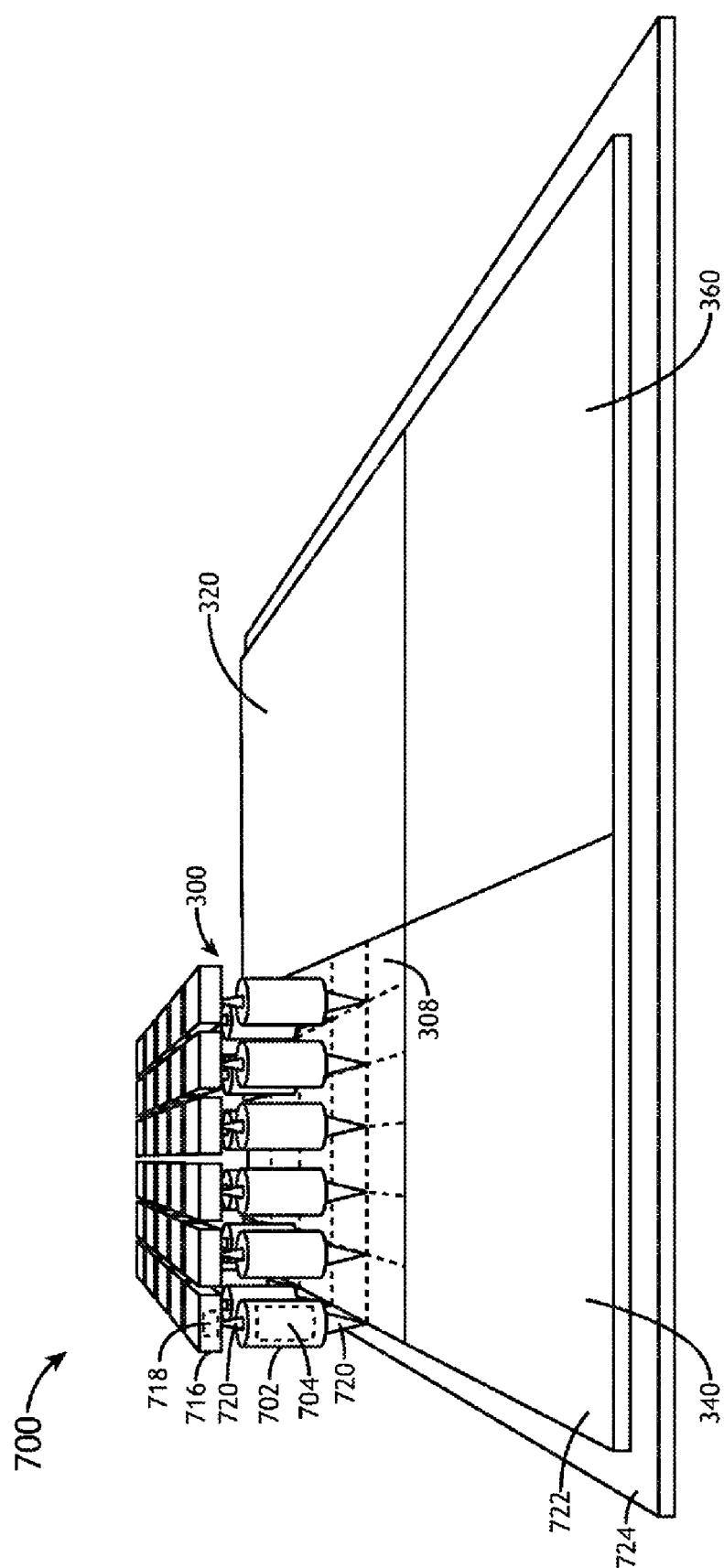


FIG. 7C

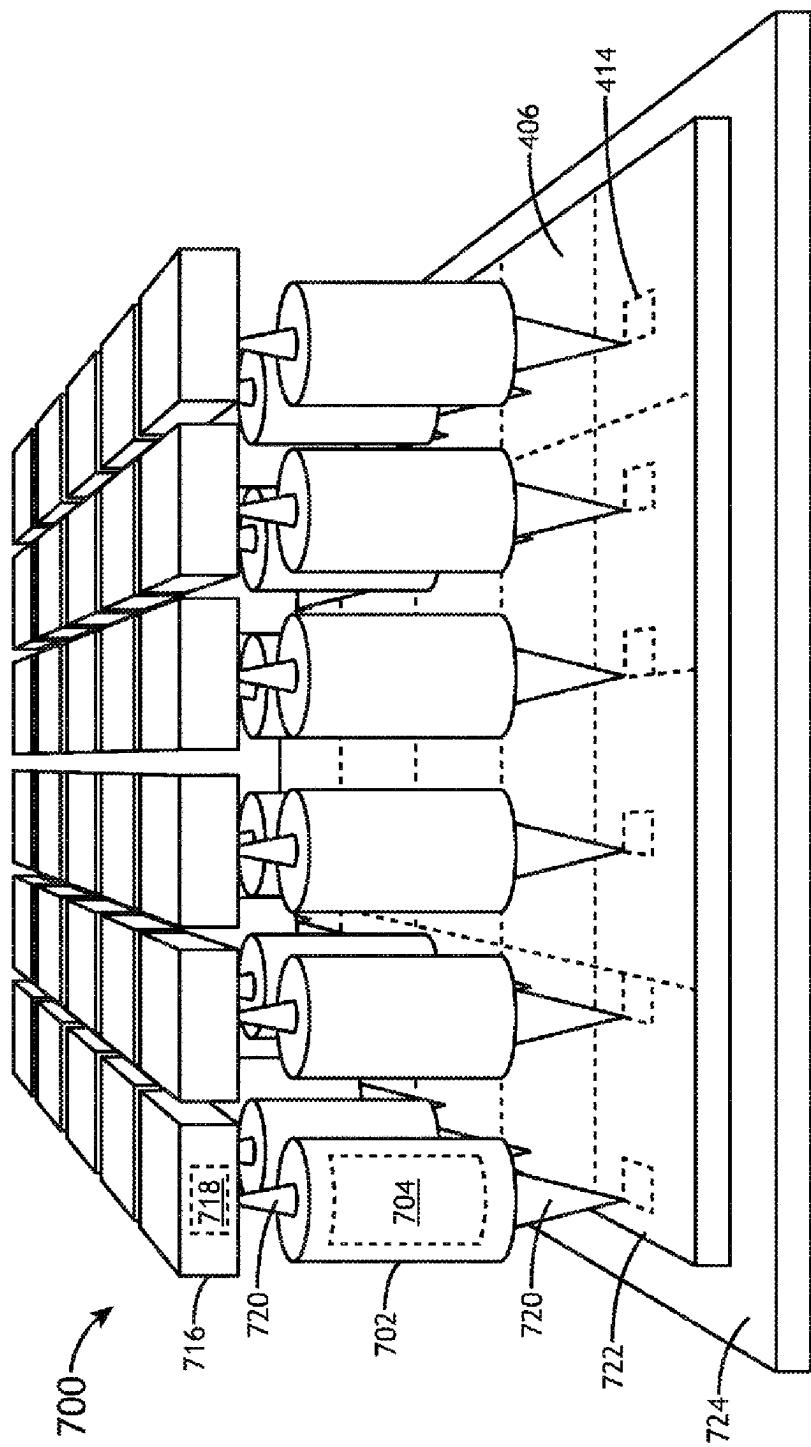


FIG. 7D

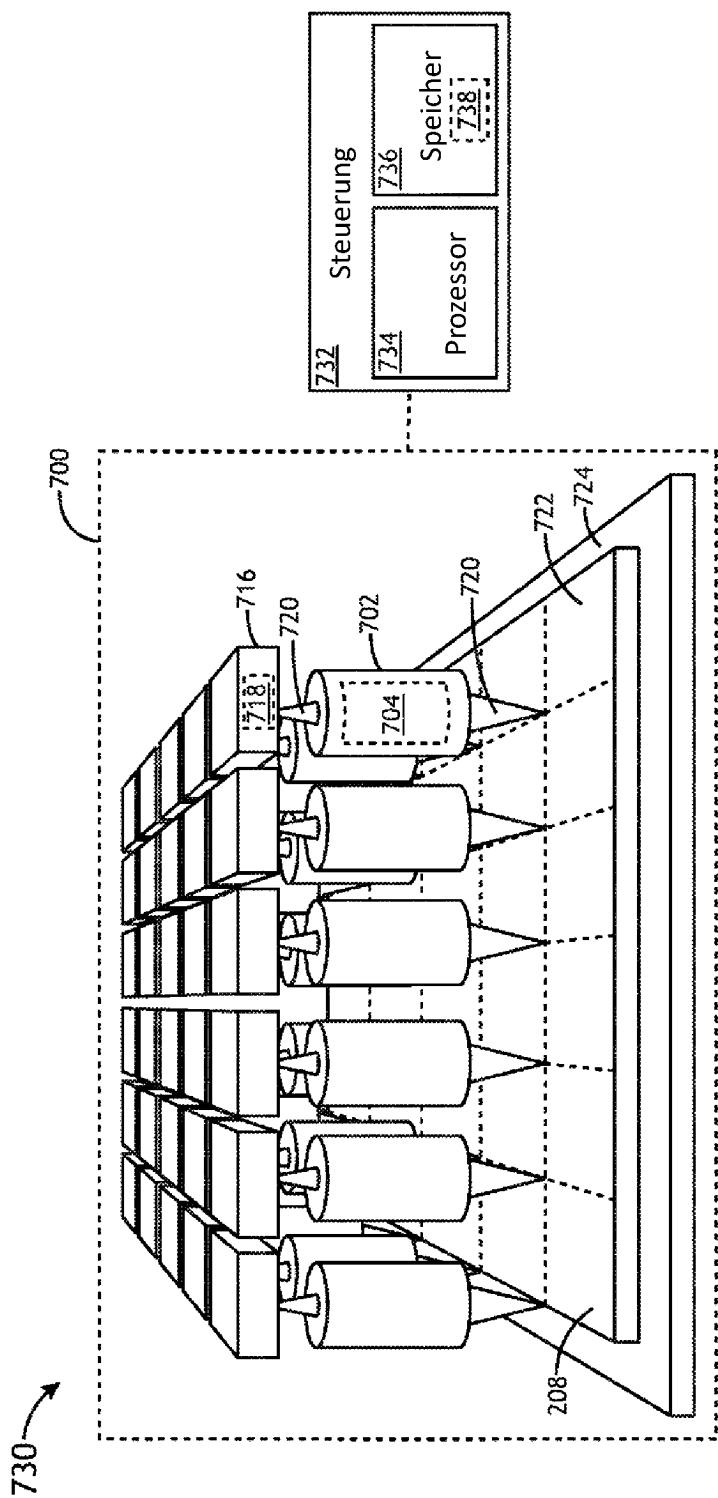


FIG. 7E