



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 002 184.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2016/031843**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/183194**
(86) PCT-Anmeldetag: **11.05.2016**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **17.11.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **25.01.2018**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.06.2024**

(51) Int Cl.: **G01N 23/00 (2006.01)**
G01N 23/227 (2018.01)
G01N 21/95 (2006.01)
G01N 23/05 (2006.01)
H04N 25/60 (2023.01)

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

(30) Unionspriorität:

62/161,454	14.05.2015	US
14/946,563	19.11.2015	US

(73) Patentinhaber:

KLA-Tencor Corporation, Milpitas, Calif., US

(74) Vertreter:

**Reichert, Werner F., Dipl.-Phys. Univ. Dr.rer.nat.,
93049 Regensburg, DE**

(72) Erfinder:

**Jiang, Ximan, Millbrae, Calif., US; Romanovsky,
Anatoly, Palo Alto, Calif., US; Wolters, Christian,
San Jose, Calif., US; Stephen, Biellak, Sunnyvale,
CA, US**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

US	2 921 190	A
US	2 535 066	A
JP	2009- 222 623	A

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zum Reduzieren von strahlungsinduzierten Falschzählungen in einem Inspektionssystem**

(57) Hauptanspruch: Inspektionssystem (100) mit einer Reduzierung von strahlungsinduzierten Falschzählungen, umfassend:

eine Beleuchtungsquelle (101), die zum Beleuchten einer Probe (106) konfiguriert ist;

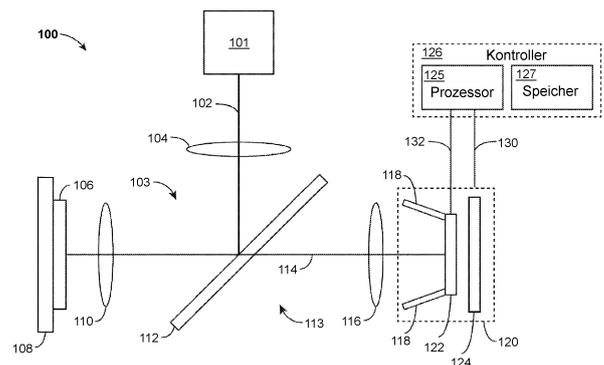
eine Detektoranordnung (120), umfassend:
einen Beleuchtungssensor (122), der konfiguriert ist, um eine Beleuchtung von der Probe (106) zu detektieren, wobei die Probe (106) auf einer ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) positioniert ist, und
einen oder mehrere Strahlungssensoren (124), die zum Detektieren von Teilchenstrahlung konfiguriert sind, wobei der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) auf einer zweiten Seite des Beleuchtungssensors (122) gegenüber der ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) positioniert sind; und
eine oder mehrere Steuerungen (126), die kommunikativ mit dem Beleuchtungssensor (122) und dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren (124) gekoppelt sind, wobei die eine oder mehreren Steuerungen (126) konfiguriert sind zum:

Identifizieren einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, die auf einem Beleuchtungssignal basieren, das der Beleuchtungssensor (122) empfängt,
Identifizieren einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen

basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) empfangen,

Vergleichen der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu identifizieren, wobei die Reihe von Koinzidenzereignissen gleichzeitigen Vorkommen von Strahlungsdetektionsereignissen und Beleuchtungsdetektionsereignissen entspricht, und

Ausschließen der Reihe der Koinzidenzereignisse aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, ...



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft allgemein das Gebiet der Reduzierung von Rauschen in Inspektionssystemen und insbesondere die Reduzierung von Rauschen in Verbindung mit Partikelstrahlung in Wafer-Inspektionssystemen.

HINTERGRUND DER OFFENBARUNG

[0002] Falsche Positive, oder Falschzählungen, sind in jeder Inspektionssituation unerwünscht. Falschzählungen in einem Inspektionssystem können aus mehreren Quellen stammen. Dies kann elektronisches Rauschen umfassen, das mit Detektoren in dem System verbunden ist, sowie externes Rauschen, das mit Photonen oder Strahlungspartikeln aus anderen Quellen als der zu untersuchenden Probe verbunden ist. Im Zusammenhang mit Inspektionssystemen tritt eine Falschzählung auf, wenn ein Signal, das nicht einer Probe zugeordnet ist, von einem oder mehreren Detektoren detektiert und fälschlicherweise den Eigenschaften der Probe zugeordnet wird. Strahlungsquellen, die die falsche Zählrate eines Inspektionssystems beeinflussen können, können die Verschlechterung von Trace-Levels radioaktiver Isotope in der Nähe des Inspektionssystems sowie hochenergetische kosmische Strahlungsnebenprodukte, die in der Atmosphäre erzeugt werden, umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt. Diese Strahlungsquellen können Strahlungspartikel und/oder Photonen erzeugen, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, Alphateilchen, Betateilchen, Neutronen, Myonen und Gammastrahlen. Beispielsweise werden Myonen hauptsächlich als Nebenprodukt der Wechselwirkung von kosmischer Strahlung mit der Atmosphäre erzeugt. Strahlungspartikel können auch durch unelastische Streuung von Materialien in unmittelbarer Nähe des Inspektionssystems erzeugt werden.

[0003] Die JP 2009-222623 A offenbart eine optische Inspektionsvorrichtung, bei der ein optischer Pfad von einer Strahlabschirmung zum Blockieren kosmischer Strahlung umgeben ist.

[0004] Die US 2 535 066 A offenbart eine Vorrichtung zum Aufspüren von Lagerstätten über die Gammastrahlung darin enthaltener radioaktiver Elemente. Es werden zwei Detektoren verwendet, zwischen denen eine Strahlabschirmung angeordnet ist. Ein Detektor befindet sich dabei auf der der Erdoberfläche zugewandten Seite der Abschirmung, der andere auf der gegenüberliegenden Seite. Eine Antikoinzidenzschaltung wird verwendet, um Detektorsignale, die von kosmischer Strahlung herrühren, zu unterdrücken.

[0005] Die US 2 921 190 A beschreibt eine Koinzidenz- und Antikoinzidenz-Schaltung und entsprechenden Detektor.

[0006] Fortschritte bei der Anwendung von Multipixel-Detektoren in Inspektionssystemen haben zu einer erhöhten Verstärkung der Konversion und einer Elektronik mit einer mit niedrigerem Rauschen behafteten Ausgabe geführt. Diese Fortschritte führten jedoch auch zu einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber der Detektion von Teilchenstrahlung, wie Myonen, Gammateilchen und Alphateilchen, um nur einige zu nennen. Daher ist es wünschenswert, ein Verfahren und ein System bereitzustellen, das die oben in früheren Ansätzen identifizierten Defekte vermeidet.

ZUSAMMENFASSUNG DER OFFENBARUNG

[0007] Ein Inspektionssystem mit einer Reduzierung von strahlungsinduzierten Falschzählungen wird gemäß einer oder mehrerer anschaulicher Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Inspektionssystem eine Beleuchtungsquelle, die zum Beleuchten einer Probe konfiguriert ist. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Inspektionssystem eine Detektoranordnung. In einer veranschaulichenden Ausführungsform umfasst die Detektoranordnung einen Beleuchtungssensor, der konfiguriert ist, um eine Beleuchtung von der Probe zu detektieren. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst die Detektoranordnung einen oder mehrere Strahlungssensoren, die konfiguriert sind, um Teilchenstrahlung zu detektieren. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Inspektionssystem einen oder mehrere Steuerungen, die mit dem Beleuchtungssensor und dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren kommunikativ gekoppelt sind. In einer veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um eine Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen zu identifizieren, die auf einem Beleuchtungssignal basieren, das der Beleuchtungssensor empfängt. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um eine Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zu identifizieren, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren empfangen. In einer weiteren veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um die Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen zu vergleichen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu identifizieren. Auf diese Weise entspricht die Reihe von Koinzidenzereignissen gleichzeitigen Vorkommen von Strahlungsdetektionsereignissen

und Beleuchtungsdetektionsereignissen. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um die Reihe von Koinzidenzereignissen von der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen auszuschließen, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Merkmalen zu erzeugen.

[0008] Ein Inspektionssystem mit einer Reduzierung von strahlungsinduzierten Falschzählungen wird gemäß einer oder mehreren veranschaulichenden Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Inspektionssystem eine Beleuchtungsquelle, die zum Beleuchten einer Probe konfiguriert ist. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Inspektionssystem eine Detektoranordnung. In einer veranschaulichenden Ausführungsform umfasst die Detektoranordnung einen Beleuchtungssensor, der konfiguriert ist, um eine Beleuchtung von der Probe zu detektieren. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst die Detektoranordnung einen oder mehrere Strahlungssensoren, die konfiguriert sind, um Teilchenstrahlung zu detektieren. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Inspektionssystem eine oder mehrere Steuerungen, die mit dem Beleuchtungssensor und dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren kommunikativ gekoppelt sind. In einer veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um eine Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zu identifizieren, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren empfangen. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um eine Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen zu erzeugen, die der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zugeordnet sind. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um eine Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen zu identifizieren, die auf dem Beleuchtungssignal basieren, das der Beleuchtungssensor empfangen hat. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um eine Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen zu erzeugen, die der Reihe von Abbildungsereignissen zugeordnet sind. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um die Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen zu vergleichen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen. Auf diese Weise umfasst die Reihe von Koinzidenzereignissen Beleuchtungsdetektionsereignisse und Strahlungsdetektionsereignisse mit übereinstimmenden Zeitstempeln. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Ausschließens der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Defektstellen zu erzeugen.

ereignisse und Strahlungsdetektionsereignisse mit übereinstimmenden Zeitstempeln. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um die Reihe von Koinzidenzereignissen von der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen auszuschließen, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Merkmalen zu erzeugen.

[0009] Ein Verfahren zum Reduzieren von strahlungsinduzierten Falschzählungen eines Detektors in einem Inspektionssystem ist gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung offenbart. In einer veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Beleuchtens mindestens eines Teils einer Probe mit einem Beleuchtungsstrahl. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Identifizierens einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die ein oder mehrere Strahlungssensoren empfangen. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Erzeugens einer Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, die der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zugeordnet sind. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Identifizierens einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, die auf dem Beleuchtungssignal basieren, das der Beleuchtungssensor empfängt. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Erzeugens einer Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen, die der Reihe von Abbildungsereignissen zugeordnet sind. In einer weiteren veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Vergleichens der Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen. Auf diese Weise umfasst die Reihe von Koinzidenzereignissen Beleuchtungsdetektionsereignisse und Strahlungsdetektionsereignisse mit übereinstimmenden Zeitstempeln. In einer anderen veranschaulichenden Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Ausschließens der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Defektstellen zu erzeugen.

[0010] Die Erfindung ist durch die angehängten Ansprüche definiert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Die zahlreichen Vorteile der Offenbarung können von Fachleuten unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren besser verstanden werden.

Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm, das ein Inspektionssystem mit einer Reduzierung von strahlungsinduzierten Falschzählungen gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 2A ist ein schematisches Diagramm, das Strahlenbündel veranschaulicht, die auf einen Beleuchtungssensor und einen Strahlungssensor einfallen, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 2B ist ein schematisches Diagramm, das die Positionierung von Strahlungsabschirmungen zum Blockieren von Strahlung aus Raumwinkeln veranschaulicht, die nicht einer Abbildungsbeleuchtung von einer Probe zugeordnet ist, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 3A ist ein schematisches Diagramm, das die Positionierung eines einzelnen Strahlungssensors in der Nähe eines vertikalen Beleuchtungssensors gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 3B ist ein schematisches Diagramm, das die Positionierung von zwei Strahlungssensoren in der Nähe eines vertikalen Beleuchtungssensors veranschaulicht, um alle Strahlengänge, die durch den Beleuchtungssensor verlaufen, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zu erfassen.

Fig. 3C ist ein schematisches Diagramm, das die Positionierung eines einzelnen gekrümmten Strahlungssensors in der Nähe eines vertikalen Beleuchtungssensors veranschaulicht, um alle Strahlengänge, die durch den Beleuchtungssensor verlaufen, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zu erfassen.

Fig. 3D ist ein schematisches Diagramm, das die Positionierung eines einzelnen Strahlungssensors in der Nähe eines horizontalen Beleuchtungssensors gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 4 ist ein einfaches Flussdiagramm, das die Kopplung zwischen einem Beleuchtungssensor, einem Strahlungssensor, einer Schaltungsanordnung für die Inspektion einer Probe, einer Schaltungsanordnung für die Timing-Analyse und einer Schaltungsanordnung für die Nachverarbeitung gemäß einer oder mehreren Aus-

führungsformen der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren zum Reduzieren von strahlungsinduzierten Falschzählungen eines Detektors in einem Inspektionssystem gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Es wird nun im Detail auf den offenbarten Gegenstand Bezug genommen, der in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. Die vorliegende Offenbarung wurde insbesondere in Bezug auf bestimmte Ausführungsformen und deren spezifische Merkmale gezeigt und beschrieben. Die hierin dargelegten Ausführungsformen dienen eher zur Veranschaulichung als zur Einschränkung. Es sollte dem Fachmann ohne Weiteres klar sein, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen in der Form und im Detail vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der Offenbarung abzuweichen.

[0013] Bezugnehmend allgemein auf **Fig. 1** bis **5** werden ein System und ein Verfahren zum Reduzieren von Falschzählungen in einem Inspektionssystem gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der Offenbarung beschrieben. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung betreffen ein Inspektionssystem mit Fähigkeiten zur Reduzierung von Falschzählungen, die Falschzählungen reduzieren, die durch Hochenergiepartikel (beispielsweise Myonen) erzeugt werden. Zusätzliche Ausführungsformen betreffen Wafer-Inspektionssysteme mit Fähigkeiten zur Reduzierung von Falschzählungen, welche Wafer-Inspektionssysteme die Falschzählungen reduzieren, die durch zusätzliche Strahlungsquellen (beispielsweise Alphateilchen, Betateilchen, Neutronen, Myonen und Gammastrahlen) erzeugt werden. Im Sinne der vorliegenden Offenbarung sind die Begriffe „Strahlenbündel“ und „Strahl“ definiert als Strahlungsenergie in Form von Strahlungspartikeln und/oder Photonen, die sich entlang eines definierten Weges (Strahlengangs) ausbreiten. Ferner wird für die Zwecke der vorliegenden Offenbarung der Begriff „Teilchenstrahlung“ so definiert, dass er Strahlung umfasst, die anderen Quellen als der Probe zugeordnet ist, und umfasst, jedoch nicht darauf beschränkt, Alpha-, Betateilchen, Neutronen, Myonen oder Gammastrahlen.

[0014] Es wird hierin erkannt, dass im Zusammenhang mit Inspektionssystemen Falschzählungen durch die Detektion von Hintergrundstrahlung erzeugt werden können, die nicht der zu untersuchenden Probe zugeordnet ist. Es wird ferner erkannt, dass viele Detektoren auf Halbleiterbasis, die für die Detektion von elektromagnetischer Beleuchtung wie

beispielsweise ultravioletten (UV) oder sichtbaren Wellenlängen konfiguriert sind, auch für Hintergrundstrahlung empfindlich sind und dass der Grad der Empfindlichkeit mit mehreren Faktoren zusammenhängt, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, dem Strahlungsfluss, das Detektordesign und den Betriebsbedingungen des Detektors. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel ist die Empfindlichkeit einer ladungsgekoppelten Vorrichtung (Charge Coupled Device, CCD) gegenüber Strahlungsquellen zum Teil eine Funktion der Umwandlungsverstärkung der Ladung-zu-Spannung der Vorrichtung, die die Spannung beschreibt, die durch die Erzeugung eines Elektrons als Reaktion auf ein detektiertes Ereignis induziert wird. Auf diese Weise erhöht das Erhöhen der Umwandlungsverstärkung eines CCD die Empfindlichkeit der Vorrichtung bezüglich jeden Beleuchtungsdetektionseignisses, das sowohl das gewünschte Signal als auch Hintergrundrauschsignale (beispielsweise Strahlungsdetektionseignisse) umfassen kann.

[0015] Bei manchen Anwendungen ist es wünschenswert, Detektoren mit hohen Empfindlichkeitsniveaus zu betreiben, um die Auflösung und Empfindlichkeit des Wafer-Inspektionssystems für das Beleuchtungssignal zu maximieren. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel können Detektoren in Inspektionssystemen für unstrukturierte Wafer mit hohen Empfindlichkeitsgraden betrieben werden, um feine Unterschiede zwischen Beleuchtungssignalen, die Defektbereichen und Nicht-Defektbereichen zugeordnet sind, zu detektieren. Wenn jedoch die Detektoren mit hoher Empfindlichkeit betrieben werden, erhöht dies entsprechend den Einfluss von Rauschen von Strahlungsquellen, die nicht der Probe zugeordnet sind, was zu Falschzählungen führt.

[0016] Fig. 1 veranschaulicht ein Inspektionssystem 100 mit Fähigkeiten zur Reduzierung von strahlungsinduzierten Falschzählungen gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. In einer Ausführungsform umfasst das System 100 eine Beleuchtungsquelle 101, die konfiguriert ist, um einen Beleuchtungsstrahl 102 zu erzeugen. Die Beleuchtungsquelle 101 ist konfiguriert, um einen Beleuchtungsstrahl 102 zu erzeugen, der eine ausgewählte Wellenlänge oder einen Wellenlängenbereich umfasst, wie beispielsweise, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, ultraviolettes (UV) Licht, extremes ultraviolettes (EUV) Licht, tiefes ultraviolettes (DUV) Licht, vakuum-ultraviolettes (VUV) Licht, sichtbares Licht oder Licht mit infraroten (IR) Wellenlängen. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 101 jede Quelle umfassen, die in der Lage ist, eine Beleuchtung im Bereich von ungefähr 100 nm bis 450 nm zu emittieren. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle eine Schmalbandquelle (beispielsweise eine Laserquelle) oder eine Breitbandquelle (beispielsweise eine Quelle für lasergestütz-

tes Plasma (Laser Sustained Plasma, LSP), eine Entladungslampe oder dergleichen) umfassen, ist jedoch nicht darauf beschränkt. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel kann die Beleuchtungsquelle ein UV-Laser (beispielsweise ein Excimerlaser oder dergleichen) mit einer Ausgangswellenlänge von 266 nm sein.

[0017] In einer Ausführungsform umfasst das System 100 einen Beleuchtungsweg 103 zum Lenken mindestens eines Teils des Beleuchtungsstrahls 102 zu einer Probe 106. Der Beleuchtungsweg 103 kann eine beliebige Anzahl und Art von optischen Elementen umfassen, die zum Liefern des Beleuchtungsstrahls 102 vom Ausgang der Beleuchtungsquelle 101 zur Oberfläche der Probe 106 geeignet sind. Beispielsweise kann der Beleuchtungsweg 103 umfassen, ist jedoch nicht darauf beschränkt: eine oder mehrere Linsen 104, einen oder mehrere Strahlenteiler 112, einen oder mehrere kollimierende Elemente (nicht gezeigt), einen oder mehrere Filter (nicht gezeigt), ein oder mehrere Polarisations-elemente (nicht gezeigt) oder ein oder mehrere Fokussierungselemente 110 zum Lenken, Fokussieren und anderweitigen Verarbeiten der von der Beleuchtungsquelle 101 emittierten Beleuchtung.

[0018] In einer anderen Ausführungsform umfasst das System 100 eine Tischanordnung 108, die zum Sichern und Positionieren einer Probe 106 geeignet ist. Die Tischanordnung 108 kann eine beliebige aus dem Stand der Technik bekannte Architektur für einen Probenstisch umfassen. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel kann die Tischanordnung 108 einen linearen Tisch umfassen. Gemäß einem anderen Beispiel kann die Tischanordnung 108 einen Drehtisch umfassen. Die Probe 106 kann einen Wafer umfassen, wie beispielsweise einen nicht-strukturierten Halbleiterwafer, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0019] In einer Ausführungsform umfasst das System 100 einen Bildgebungsweg 113, der konfiguriert ist, um eine Beleuchtung von der Probe 106 zu einer Detektoranordnung 120 zu leiten. In einer Ausführungsform umfasst der Bildgebungsweg 113 eine Objektivlinse 110. In einer anderen Ausführungsform umfasst der Bildgebungsweg 113 ein Mehrlinsen-Abbildungssystem. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel kann ein Abbildungssystem mit mehreren Linsen eine Objektivlinse 110 umfassen, die konfiguriert ist, um eine Abbildungsbeleuchtung 114 von der Probe zu sammeln, und eine oder mehrere Linsen 116, die konfiguriert sind, um ein Bild der Probe auf einer Detektoranordnung 120 zu erzeugen. Auf diese Weise kann eine Objektivlinse 110 gleichzeitig einen Beleuchtungsstrahl 102 auf die Probe fokussieren und die Abbildungsbeleuchtung 114 von der Probe sammeln. In einer Ausführungsform ist ein Strahlteiler 112 positioniert, um mindes-

tens einen Teil des Beleuchtungsweges 103 und des Bildgebungsweges 113 zu überlappen. Hierin wird angemerkt, dass der Strahlteiler 112 nicht als Einschränkung gelten soll und in allen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung nicht vorhanden sein muss. In einer anderen Ausführungsform sind der Beleuchtungsweg 103 und der Bildgebungsweg 113 nicht kollinear und umfassen unabhängige optische Elemente.

[0020] In einer Ausführungsform umfasst die Detektoranordnung 120 einen oder mehrere Detektoren, die kommunikativ mit einer oder mehreren Steuerungen 126 gekoppelt sind. In einer Ausführungsform umfasst eine Detektoranordnung 120 einen Beleuchtungssensor 122, der zum Detektieren einer von einer Probe 106 gestreuten oder reflektierten Beleuchtung 114 geeignet ist. In einer anderen Ausführungsform umfasst die Detektoranordnung ferner einen oder mehrere Strahlungssensoren 124, die zum Detektieren von Strahlung (beispielsweise Myonen, Alphateilchen, Betateilchen und/oder Gammastrahlen) aus anderen Quellen als der Probe 106 geeignet sind. Auf diese Weise können auf dem Beleuchtungssensor 122 detektierte Ereignisse zu Strahlungsdetektionen gleichzeitig von einem oder mehreren Strahlungssensoren 124 detektiert und als Rauschen verworfen werden.

[0021] Fig. 2A und 2B zeigen eine Detektoranordnung 120 mit einem Beleuchtungssensor 122 und einem nahen Strahlungssensor 124 gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. In einer Ausführungsform sind eine oder mehrere Strahlungsabschirmungen 118 um einen Beleuchtungssensor 122 herum angeordnet und so konfiguriert, dass sie Strahlung (beispielsweise Strahlenbündel 202 und 204) absorbieren oder umleiten, so dass die Strahlung den Sensor 122 nicht erreicht. Die eine oder mehreren Strahlungsabschirmungen können aus einem beliebigen, aus dem Stand der Technik bekannten Material gebildet werden, das dazu geeignet ist, zu verhindern, dass Hintergrundstrahlung einen Beleuchtungssensor 122 erreicht. In einer Ausführungsform sind die Strahlungsabschirmungen 118 aus einem oder mehreren schweren Elementen gebildet. Zum Beispiel können die Strahlungsabschirmungen 118 aus mindestens einem von Blei, Wolfram, Antimon, Zinn oder Wismut gebildet sein, sind jedoch nicht darauf beschränkt. Es wird hierin angemerkt, dass die Dicke der einen oder mehreren Strahlungsabschirmungen entsprechend den Materialeigenschaften eingestellt werden kann, um zu verhindern, dass Strahlung einen Beleuchtungssensor 122 erreicht. Die eine oder mehreren Strahlungsabschirmungen 118 können ferner als strukturelle oder funktionelle Komponenten in einer Detektoranordnung 120 konfiguriert sein. Beispielsweise können die eine oder mehreren Strahlungsabschirmungen 118 konfiguriert

sein, um einen Beleuchtungssensor 122 zu stabilisieren oder zu positionieren. In einer anderen Ausführungsform sind die eine oder mehreren Strahlungsabschirmungen 118 in einer Montageverpackung (beispielsweise einer Keramikmontageverpackung) integriert, die einen Beleuchtungssensor 122 an zusätzliche Komponenten des Systems 100 anbringt. In einer anderen Ausführungsform sind die Strahlungsabschirmungen 118 ferner konfiguriert, um als ein Kühlkörper für den Beleuchtungssensor 122 zu arbeiten.

[0022] In einer Ausführungsform sind eine oder mehrere Strahlungsabschirmungen 118 positioniert, um Strahlung aus allen Raumwinkeln zu blockieren, die nicht der Abbildungsbeleuchtung 114 zugeordnet sind. Bezugnehmend auf Fig. 2B erzeugen in einer Ausführungsform eine oder mehrere Abbildungslinsen 128 ein Bild der Probe 106 auf dem Beleuchtungssensor 122. Abbildungsstrahlen 114a, 114b und 114c stellen eine Abbildungsbeleuchtung aus dem gesamten Sichtfeld des Abbildungssystems dar; speziell die Strahlen 114a und 114c stellen Strahlen dar, die den Raumwinkel der Abbildungsbeleuchtung 114 zugeordneten Beleuchtungssensors 122 abdecken. In einer Ausführungsform sind eine oder mehrere Strahlungsabschirmungen 118 in einer rotationssymmetrischen Konfiguration um den Beleuchtungssensor 122 angeordnet. Beispielsweise wird ein Strahlenbündel 202 ist durch diese Konfiguration blockiert. In einer anderen Ausführungsform sind eine oder mehrere Strahlungsabschirmungen hinter dem Beleuchtungssensor 122 angeordnet, um Strahlenbündel (beispielsweise Strahlenbündel 204) zu blockieren, die von einem Ende des Beleuchtungssensors 122 gegenüber der Probe 106 einfallen.

[0023] Es wird hierin angemerkt, dass einige Strahlungsquellen trotz des Vorhandenseins von Strahlungsabschirmungen 118 mit dem Beleuchtungssensor 122 interagieren können. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel können Strahlenbündel mit Strahlgängen innerhalb des Raumwinkels, der der Abbildungsbeleuchtung 114 zugeordnet ist, mit dem Beleuchtungssensor 122 wechselwirken. Gemäß einem zweiten nicht einschränkenden Beispiel können sich Hochenergie-Strahlungsquellen, die Myonen oder Gammastrahlen umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt sind, durch eine oder mehrere Strahlungsabschirmungen 118 ausbreiten und mit dem Beleuchtungssensor 122 interagieren. In einer Ausführungsform sind ein oder mehrere Strahlungssensoren 124 in der Nähe des Beleuchtungssensors 122 angeordnet, um Strahlenbündel zu detektieren, die mit dem Beleuchtungssensor 122 (beispielsweise Strahlenbündel 206) interagieren.

[0024] Es wird hierin angemerkt, dass ein Strahlungssensor 124 einen oder mehrere beliebige, aus

dem Stand der Technik bekannte Sensortypen, die zum Detektieren von Teilchenstrahlung konfiguriert sind, und einen Szintillations-Sensor, ein Halbleiterbauelement oder einen Dosimeter umfassen kann, jedoch nicht darauf beschränkt. Es ist weiterhin anzumerken, dass ein Beleuchtungssensor 122 einen oder mehrere beliebige, aus dem Stand der Technik bekannte Sensortypen umfassen kann, die konfiguriert sind, um eine Beleuchtung zu detektieren. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel kann ein Beleuchtungssensor 122 mehrere Pixelsensoren umfassen, die CCD-Vorrichtungen, komplementäre Metalloxid-Halbleiter- (CMOS-) Vorrichtungen und dergleichen umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt sind. Gemäß einem zweiten nicht einschränkenden Beispiel kann ein Beleuchtungssensor 122 Einzelpixelsensoren umfassen, die Photo-Vervielfacher-Röhren- (Photo-Multiplier-Tubes, PMT) -Sensoren, Photodioden oder Avalanche-Photodioden- (APD) -Sensoren umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt sind.

[0025] In einer Ausführungsform ist ein Strahlungssensor 124 als ein Szintillations-Sensor konfiguriert, der ein szintillierendes Material 124a umfasst, das mit einer Photo-Multiplier-Röhre (PMT) 124b gekoppelt ist. Auf diese Weise detektiert die PMT 124b ein oder mehrere Photonen, die von dem szintillierenden Material 124a als Antwort auf die Detektion von einem oder mehreren Strahlungsdetektionsereignissen emittiert werden. In einer anderen Ausführungsform ist das szintillierende Material 124a als ein Wellenleiter ausgebildet, so dass mindestens ein Teil der von dem szintillierenden Material 124a emittierten Photonen durch Totalreflexion zu dem PMT 124b geführt wird.

[0026] Es wird hierin in Betracht gezogen, dass das relative Timing zwischen einem Beleuchtungsdetektionsereignis eines Beleuchtungssensors 122 und einem Strahlungsdetektionsereignis eines nahen Strahlungssensors 124 dazu verwendet werden kann, um das Vorhandensein einer strahlungsinduzierten Falschzählung zu bestimmen. In einer Ausführungsform sind ein oder mehrere Strahlungssensoren 124 in der Nähe eines Beleuchtungssensors 122 angeordnet und zudem so positioniert, dass Beleuchtung von der Probe 106 blockiert wird. Ein Strahlenbündel 206, der sowohl mit einem Beleuchtungssensor 122 als auch mit einem nahen Strahlungssensor 124 zusammenwirkt, kann ein Ereignis an beiden Sensoren auslösen; da die Beleuchtung von der Probe nicht den Strahlungssensor erreicht, kann ein solches Ereignis als eine Falschzählung identifiziert werden. In ähnlicher Weise können Detektionsereignisse auf dem Beleuchtungssensor 122, die nicht einem entsprechenden Strahlungsdetektionsereignis auf dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren 124 zugeordnet sind, als gültig identifiziert werden. Darüber hinaus kann ein Strah-

lenbündel 208, der mit dem Strahlungssensor 124, jedoch nicht mit dem Beleuchtungssensor 122 interagiert, ignoriert werden. Ein Strahlenbündel 208 kann jedoch auf einen Strahlungssensor 124 zur gleichen Zeit einfallen wie eine Beleuchtung von der Probe, die auf einen Beleuchtungssensor 122 trifft und einem Beleuchtungsereignis zugeordnet ist. Auf diese Weise wird ein gültiges Signal als ungültig interpretiert; ein solches Ereignis kann als falsches Koinzidenzereignis bezeichnet werden. Es wird hierin angemerkt, dass die Rate falscher Koinzidenzereignisse abhängig von der Größe des einen oder der mehreren Strahlungssensoren 124 oder den Positionen des einen oder der mehreren Strahlungssensoren 124 relativ zu einem Beleuchtungssensor 122 sein kann, jedoch nicht darauf beschränkt.

[0027] In einer Ausführungsform sind ein oder mehrere Strahlungssensoren 124 relativ zu einem Beleuchtungssensor 122 positioniert, um alle Raumwinkel abzudecken, unter denen Strahlenbündel auf den Beleuchtungssensor 122 einfallen. Auf diese Weise können Falschzählungen reduziert werden, die einem Strahlenbündel zugeordnet sind, der auf einen Beleuchtungssensor 122 einfällt und von diesem detektiert wird. Es wird hierin angemerkt, dass die relative Größe und Position von einem oder mehreren Strahlungssensoren 124 in der Nähe eines Beleuchtungssensors 122 den Grad bestimmen, zu dem durch einen Beleuchtungssensor 122 hindurchgehende Strahlenbündel mittels eines oder mehrerer Strahlungssensoren 124 detektiert werden können. Wenn der Raumwinkel größer oder gleich 2π ist, der eine Halbkugel für alle Punkte auf dem Beleuchtungssensor 122 definiert, können Strahlenbündel von jedem beliebigen Winkel, unter dem sie auf den Beleuchtungssensor 122 einfallen, durch den einen oder die mehreren Strahlungssensoren 124 detektiert werden.

[0028] Der Raumwinkel des einen oder der mehreren Strahlungssensoren 124, gemessen von einem Punkt auf dem Beleuchtungssensor 122, kann vergrößert werden, indem die Größe des aktiven Bereichs von einem oder mehreren Strahlungssensoren 124 relativ zum aktiven Bereich des Beleuchtungssensors 122 vergrößert wird. Zusätzliche Verfahren zum Vergrößern des Raumwinkels des einen oder der mehreren Strahlungssensoren 124, gemessen von einem Punkt auf dem Beleuchtungssensor, umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, ein Erhöhen der Anzahl von Sensoren und ein Verringern des Abstands zwischen einem Beleuchtungssensor 122 und dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren 124.

[0029] Es ist ferner anzumerken, dass der Strahlungsfluss von hochenergetischer Strahlung, die mit Nebenprodukten kosmischer Strahlung (beispielsweise Myonen) assoziiert ist, nicht uniform ist und

nahe dem Scheitelpunkt maximal ist. Das Auftreten hochenergetischer Strahlung, die mit Nebenprodukten kosmischer Strahlung assoziiert ist, kann somit minimiert werden, indem die Querschnittsfläche eines Beleuchtungssensors 122 in der Ebene senkrecht zum Scheitelpunkt minimiert wird. Es ist weiterhin anzumerken, dass ein Minimieren der Pixelabmessungen des Beleuchtungssensors 122 das Auftreten einer solchen hochenergetischen Strahlung und somit der falschen Zählrate weiter reduzieren kann. Das Sensorpixelvolumen beeinflusst jedoch auch die Leistungsmerkmale der Vorrichtung, wie beispielsweise die Auflösung, die mittlere Übertragungsfunktion, das Potential der Ladungsspeicherung pro Pixel (full-well potential), den dynamischen Bereich, die Geschwindigkeit und die Kosten; daher kann die Minimierung des Pixelvolumens zur Verringerung der falschen Zählrate gegen diese Faktoren ausgeglichen werden.

[0030] Fig. 3A bis 3D sind vereinfachte schematische Diagramme, die vier nicht einschränkende Ausführungsformen der Anordnung von einem oder mehreren Strahlungssensoren 124 relativ zu einem Beleuchtungssensor 122 zeigen. **Fig. 3A** zeigt die Anordnung eines einzelnen Strahlungssensors 124 mit einem aktiven Bereich, der größer als der aktive Bereich des Beleuchtungssensors 122 ist, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Der Beleuchtungssensor 122 ist vertikal angeordnet, um den Einfall von hochenergetischer Strahlung vom Scheitelpunkt zu minimieren. **Fig. 3B** veranschaulicht die Anordnung von mehreren Strahlungssensoren 124 um den Beleuchtungssensor 122 gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. **Fig. 3C** veranschaulicht einen gekrümmten Strahlungssensor 124, der in der Nähe des Beleuchtungssensors 122 angeordnet ist, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Es wird hierin angemerkt, dass die Fähigkeit eines oder mehrerer Strahlungssensoren 124, Strahlenbündel zu erfassen, die durch den Beleuchtungssensor 122 hindurchgehen, von mehreren Faktoren abhängt, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, die Größe des Strahlungssensors 124 und den Abstand zwischen dem Strahlungssensor 124 und dem Beleuchtungssensor 122. Beispielsweise wird ein Strahlenbündel, das durch den Strahlengang 302 beschrieben wird, der den Beleuchtungssensor 122 durchläuft, mittels eines oder mehrerer Strahlungssensoren 124 der in den **Fig. 3B** und **3C**, jedoch nicht in **Fig. 3A** dargestellten Ausführungsformen erfasst. Es ist anzumerken, dass ein oder mehrere Strahlungssensoren 124 in einem beliebigen Winkel relativ zu dem Scheitelpunkt angeordnet sein können. **Fig. 3D** ist ein vereinfachtes schematisches Diagramm, das einen horizontal ausgerichteten Beleuchtungssensor 122 und einen in der Nähe horizontal ausgerichteten Strahlungssen-

sor 124 gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zeigt.

[0031] In einer Ausführungsform umfasst das System 100 eine Steuerung 126, die kommunikativ mit einem Beleuchtungssensor 122 und einem nahen Strahlungssensor 124 gekoppelt ist. In einer Ausführungsform umfasst die Steuerung 126 einen oder mehrere Prozessoren 125. In einer anderen Ausführungsform sind der eine oder die mehreren Prozessoren 125 dazu konfiguriert, eine Reihe von Programmanweisungen auszuführen, die in einem Speichermedium 127 oder einem Speicher gehalten werden.

[0032] Der eine oder die mehreren Prozessoren 125 einer Steuerung 126 können ein beliebiges, aus dem Stand der Technik bekanntes Verarbeitungselement umfassen. In diesem Sinne können der eine oder die mehreren Prozessoren 125 eine beliebige mikroprozessorartige Vorrichtung umfassen, die zum Ausführen von Algorithmen und/oder Anweisungen konfiguriert ist. In einer Ausführungsform können der eine oder die mehreren Prozessoren 125 einen Desktop-Computer, ein Mainframe-Computersystem, eine Workstation, einen Bildcomputer, einen Parallelprozessor oder ein beliebiges anderes Computersystem (beispielsweise einen vernetzten Computer) umfassen, das zum Ausführen eines Programms konfiguriert ist, das zum Betreiben des Systems 100 konfiguriert ist, wie in der gesamten vorliegenden Offenbarung beschrieben. Es wird ferner erkannt, dass der Begriff „Prozessor“ allgemein und breit definiert sein kann, um eine beliebige Vorrichtung mit einem oder mehreren Verarbeitungselementen zu umfassen, die Programmanweisungen von einem nichtflüchtigen Speichermedium 127 ausführen. Daher sollte die obige Beschreibung nicht als eine Beschränkung der vorliegenden Offenbarung interpretiert werden, sondern lediglich als eine Veranschaulichung.

[0033] Das Speichermedium 127 kann ein beliebiges Speichermedium umfassen, das aus dem Stand der Technik bekannt ist und zum Speichern von Programmanweisungen geeignet ist, die durch den zugeordneten einen oder die zugeordneten mehreren Prozessoren 125 ausgeführt werden können. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel kann das Speichermedium 127 ein nichtflüchtiges Speichermedium umfassen. Gemäß zusätzlichen, nicht einschränkenden Beispielen kann das Speichermedium 127 einen Nur-Lese-Speicher (ROM), einen Direktzugriffsspeicher (RAM), eine magnetische oder optische Speichervorrichtung (beispielsweise eine Platte), ein Magnetband, ein Solid-State-Laufwerk und dergleichen umfassen. Es ist ferner anzumerken, dass der Speicher 127 in einem gemeinsamen Steuerungsgehäuse mit dem einen oder den mehreren Prozessoren 125 untergebracht

sein kann. In einer alternativen Ausführungsform kann der Speicher 127 entfernt in Bezug auf den physikalischen Ort des einen oder der mehreren Prozessoren 125 der Steuerung 126 angeordnet sein. Beispielsweise können der eine oder die mehreren Prozessoren 125 der Steuerung 126 auf einen entfernten Speicher (Remote Memory) (beispielsweise Server) zugreifen, auf den über ein Netzwerk (beispielsweise Internet, Intranet und dergleichen) zugegriffen werden kann.

[0034] In einer Ausführungsform ist eine Beleuchtungsquelle 101 konfiguriert, um mindestens einen Teil einer Probe 106 mit einem Beleuchtungsstrahl 102 zu beleuchten. In einer anderen Ausführungsform sind ein Beleuchtungssensor 122 und ein oder mehrere Strahlungssensoren 124 kommunikativ mit einer oder mehreren Steuerungen 126 gekoppelt, so dass die eine oder mehreren Steuerungen 126 konfiguriert sind, um ein Beleuchtungssignal von dem Beleuchtungssensor 122 und ein Strahlungssignal von dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren 124 zu empfangen. In einer anderen Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen 126 konfiguriert, um eine Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen zu identifizieren, die auf dem Beleuchtungssignal basieren. In einer anderen Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen konfiguriert, um eine Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zu identifizieren, die auf dem einen oder den mehreren Strahlungssignalen basieren. In einer anderen Ausführungsform sind die eine oder mehreren Steuerungen 126 konfiguriert, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen, die auf einem Vergleich der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen basieren, derart zu erzeugen, dass die Reihe von Koinzidenzereignissen gleichzeitige Beleuchtungsdetektionsereignisse und Strahlungsdetektionsereignisse umfasst. In einer anderen Ausführungsform sind eine oder mehrere Steuerungen 126 konfiguriert, um die Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen auszuschließen, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Merkmalen zu erzeugen. Es wird hierin angemerkt, dass die Reihe von auf der Probe identifizierten Merkmalen Defektstellen an der Probe umfassen kann, jedoch nicht darauf beschränkt ist. In einer anderen Ausführungsform ist der Speicher 127 konfiguriert, um die Ausgabe von einem oder mehreren der verschiedenen hierin beschriebenen Schritte zu speichern.

[0035] Die Bestimmung der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen und/oder der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen kann unter Verwendung eines beliebigen, aus dem Stand der Technik bekannten Verfahrens durchgeführt werden, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, einer Schwellwerttechnik. Gemäß einem nicht einschränk-

enden Beispiel kann die Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen basierend auf einer Schwellwerttechnik gebildet werden, bei der ein Strahlungsdetektionsereignis bei der Detektion von Strahlung oberhalb eines bestimmten vorbestimmten Werts auftritt. Es wird hierin angemerkt, dass der Schwellwert des Strahlungssensors angepasst werden kann, um das Verhältnis von falschen Koinzidenzereignissen zu den Zurückweisungen von Falschzählungen zu optimieren, von denen jedes vom Probenotyp, von der Probenqualität oder der lokalen Strahlungsumgebung, jedoch nicht darauf beschränkt, abhängen kann.

[0036] Es wird hierin erkannt, dass die in der gesamten vorliegenden Offenbarung beschriebenen Schritte durch eine einzige Steuerung 126 oder alternativ durch mehrere Steuerungen 126 ausgeführt werden können. Es wird hierin weiterhin angemerkt, dass die eine oder mehreren Steuerungen 126 in einem gemeinsamen Gehäuse oder in mehreren Gehäusen untergebracht sein können. Auf diese Weise kann jede Steuerung oder Kombination von Steuerungen separat als ein Modul verpackt werden, das zur Integration in ein vollständiges Inspektionssystem 100 geeignet ist. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel kann eine erste Steuerung konfiguriert sein, um den Schritt des Identifizierens einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen auszuführen, die auf einem Beleuchtungssignal basieren, das der Beleuchtungssensor empfängt. Ein oder mehrere zusätzliche Steuerungen können dann konfiguriert sein, um die folgenden Schritte auszuführen: Identifizieren einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren empfangen; Vergleichen der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen; und Ausschließen der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Merkmalen zu erzeugen.

[0037] Gemäß einem zweiten nicht einschränkenden Beispiel kann eine erste Steuerung konfiguriert sein, um den Schritt des Identifizierens einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen durchzuführen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren empfangen. Eine oder mehrere zusätzliche Steuerungen können konfiguriert sein, um die folgenden Schritte durchzuführen: Identifizieren einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen; Vergleichen der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen; und Aus-

schließen der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Merkmalen zu erzeugen. In einer Ausführungsform ist eine erste Steuerung konfiguriert, um den Schritt des Identifizierens einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen durchzuführen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren empfangen. Eine zweite Steuerung, die ein oder mehrere an einem Beleuchtungssensor 122 angebrachte feldprogrammierbare Gate-Arrays (Field Programmable Gate Arrays, FPGAs) umfasst, ist konfiguriert, um die folgenden Schritte auszuführen: Identifizieren einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen; Vergleichen der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen; und Ausschließen der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Merkmalen zu erzeugen. Es wird hierin angemerkt, dass eine oder mehrere Steuerungen, die ein oder mehrere FPGAs umfassen, in einer Elektronik integriert sein können, die einem Beleuchtungssensor 122 zugeordnet ist, um eine Vorverarbeitung eines Beleuchtungssignals durchzuführen. Auf diese Weise kann eine Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen eine Eingabe in einen Vorverarbeitungsalgorithmus sein, so dass die Ausgabe des Vorverarbeitungsalgorithmus eine Reihe von auf der Probe identifizierten Merkmalen ist, einschließlich Korrekturen für strahlungsinduzierte Falschzählungen.

[0038] Es wird hierin angemerkt, dass Zeitstempel Beleuchtungsdetektionsereignissen zugeordnet sein können, die von einem Beleuchtungssensor 122 und/oder mit Strahlungsdetektionsereignissen gemessen werden, die von einem oder mehreren Strahlungssensoren 124 gemessen werden zu dem Zweck, dass durch Hintergrundstrahlung erzeugte falsche Zählwerte in einem Beleuchtungssensor 122 identifiziert werden. In einer Ausführungsform ist eine Beleuchtungsquelle 101 konfiguriert, um mindestens einen Teil einer Probe 106 mit einem Beleuchtungsstrahl 102 zu beleuchten. In einer anderen Ausführungsform ist eine Steuerung 126 kommunikativ mit einer Detektoranordnung 120 gekoppelt, die einen Beleuchtungssensor 122 und einen oder mehrere Strahlungssensoren 124 umfasst. In einer anderen Ausführungsform ist eine Steuerung 126 konfiguriert, um eine Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen von einem oder mehreren Strahlungssensoren 124 basieren, zu identifizieren, und ist ferner konfiguriert, um eine Reihe von Strahlungszeitstempeln zu erzeugen, die der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zugeordnet ist. In einer anderen Ausführungsform

ist eine Steuerung 126 konfiguriert, um eine Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen zu identifizieren, die auf dem von dem Beleuchtungssensor 122 empfangenen Beleuchtungssignal basieren, und ist ferner konfiguriert, um eine Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen zu erzeugen, welche Zeitstempel der Reihe von Abbildungsereignissen zugeordnet sind. In einer anderen Ausführungsform ist eine Steuerung 126 konfiguriert, um die Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen zu vergleichen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen, die auf den Detektions- und Strahlungszeitstempeln basieren. In einer anderen Ausführungsform ist eine Steuerung 126 konfiguriert, um die Reihe von Koinzidenzzeitstempeln auszuschließen, um eine Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe 106 zu erzeugen, die identifizierten Defektstellen auf der Probe 106 zugeordnet sind.

[0039] Es wird hierin angemerkt, dass ein Beleuchtungsdetektionsereignis durch einen Beleuchtungssensor 122 als eine Falschzählung betrachtet werden kann, wenn ein in der Nähe angeordneter Strahlungssensor 124 ein gleichzeitiges Strahlungsdetektionsereignis erfasst. Es wird jedoch eine Zeitdifferenz ungleich Null zwischen einem Beleuchtungsdetektionsereignis durch einen Beleuchtungssensor 122 und einem Strahlungsdetektionsereignis durch einen Strahlungssensor vorliegen, welche Zeitdifferenz mit der Ausbreitungszeit des Strahlenbündels zwischen den zwei Sensoren zusammenhängt. Zusätzlich können Faktoren, wie die Taktgeschwindigkeit einer Steuerung 126, die Auslesegeschwindigkeit des Beleuchtungssensors 122 oder die Auslesegeschwindigkeit eines Strahlungssensors 124, jedoch nicht darauf beschränkt, die Fähigkeit einschränken, die genaue Zeitdifferenz zwischen Detektionsereignissen zu detektieren. Ein Beleuchtungsdetektionsereignis durch einen Beleuchtungssensor 122 und ein Strahlungsdetektionsereignis durch einen Strahlungssensor 124 können, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, als gleichzeitig vorkommend betrachtet werden, wenn die Zeitdifferenz zwischen den zwei Ereignissen vom System 100 nicht unterscheidbar ist. Es wird hierin angemerkt, dass die Anforderungen für die gleichzeitige Detektion nicht als einschränkend betrachtet werden sollen. Beispielsweise kann die Zeitauflösung, die der Detektion von gleichzeitigen Ereignissen zugeordnet ist, angepasst werden, um die Empfindlichkeit des Systems 100 anzupassen. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel kann eine Zeitauflösung von mehreren zehn Mikrosekunden, die der Detektion von gleichzeitigen Ereignissen zugeordnet ist, ausreichen, um eine akzeptable Reduktionsrate für Falschzählungen bereitzustellen.

[0040] Es wird hierin angemerkt, dass die Reduzierung strahlungsinduzierter Falschzählungen durch ein System 100 nicht in Echtzeit erfolgen muss. **Fig. 4** veranschaulicht eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, bei der eine Timing-basierte strahlungsinduzierte Reduzierung von Falschzählungen als eine Nachbearbeitung in einem Inspektionssystem angewendet wird. In einer Ausführungsform ist ein Beleuchtungssensor 122 konfiguriert, um eine Beleuchtung von einer Probe 106 zu detektieren, und ist ferner konfiguriert, um ein Beleuchtungssignal an eine Probeninspektionssteuerung 402 zu senden, die konfiguriert ist, um eine Probe 106 zu inspizieren. Die Probeninspektionssteuerung 402 kann konfiguriert sein, um jede beliebige aus dem Stand der Technik bekannte Probeninspektion auszuführen, einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt, Bildgebung oder Defektdetektion. In einer anderen Ausführungsform ist eine Steuerung 404 für eine Analyse des Timings kommunikativ mit dem Beleuchtungssensor 122 und einem oder mehreren Strahlungssensoren 124 gekoppelt. In einer anderen Ausführungsform ist die Timing-Analyse-Steuerung 404 konfiguriert, um ein oder mehrere Strahlungssignale von dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren 124 zu empfangen. In einer anderen Ausführungsform ist die Timing-Analyse-Steuerung 404 ferner konfiguriert, um Strahlungsdetektionsereignisse zu identifizieren, die der Detektion von Strahlung zugeordnet sind, die nicht der Probe 106 zugeordnet ist, und um Informationen über das Timing, die den Strahlungsdetektionsereignissen zugeordnet sind, an eine Schaltungsanordnung 406 zur Nachverarbeitung zu senden. Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Timing-Analyse-Steuerung ferner konfiguriert, um ein Synchronisationssignal von dem Beleuchtungssensor 122 zu empfangen, um Strahlungsdetektionsereignisse mit der Eingabe von dem Beleuchtungssensor zu korrelieren. Das Synchronisationssignal kann die Zeiten für den Start und den das Ende der Beleuchtungserfassung umfassen, ist jedoch nicht darauf beschränkt. In einer Ausführungsform korreliert eine Nachverarbeitungssteuerung 406 Informationen zum Timing, die Strahlungsdetektionsereignissen zugeordnet sind, mit Ausgaben der Probeninspektionssteuerung 402, um Falschzählungen zu beseitigen, die strahlungsinduzierten Ereignissen zugeordnet sind, die von dem Beleuchtungssensor 122 detektiert werden. Bei einer anderen Ausführungsform liefert die Timing-Analyse-Steuerung 404 eine Liste von Strahlungsdetektionsereignissen an die Schaltungsanordnung zur Nachverarbeitung 406 zum Binning. Es wird hierin angemerkt, dass die von den Steuerungen 402, 404 und 406 ausgeführten Schritte alternativ durch eine einzelne Steuerung 126 oder durch eine beliebige Kombination von Steuerungen ausgeführt werden können. Es ist weiterhin anzumerken, dass jede Steuerung oder Kombination von Steuerungen in einem gemeinsamen

Gehäuse oder in mehreren Gehäusen untergebracht sein kann. Auf diese Weise kann das Subsystem mit einer Reduzierung von zeitbasierten strahlungsinduzierten Falschzählungen modularisiert und verpackt und in eine bestehende Inspektionssystemplattform integriert werden. Daher sollte die obige Beschreibung eher als veranschaulichend als einschränkend interpretiert werden.

[0041] Es wird hierin angemerkt, dass die Verwendung von separaten Steuerungen, die mit der Probeninspektionssteuerung 402, der Timing-Analyse-Steuerung 404 und der Nachverarbeitungssteuerung 406 verbunden sind, die Modularisierung des Systems mit Reduzierung von zeitbasierten strahlungsinduzierten Falschzählungen ermöglicht, was die Integration mit der Hardware und/oder Software erleichtern kann, die mit bestehenden Wafer-Inspektionssystemen verbunden sind. Auf diese Weise kann jedes auf dem Fachgebiet bekannte Inspektionssystem durch das Hinzufügen eines Systems mit Reduzierung strahlungsinduzierter Falschzählungen verbessert werden. Es wird hierin weiter angemerkt, dass eine zusätzliche Verringerung von strahlungsinduzierten Falschzählungen in einem Inspektionssystem erreicht werden kann durch den Einbau einer oder mehrerer Strahlungsabschirmungen 118 durch vertikales Ausrichten des Beleuchtungssensors 122 und durch Reduzieren des Pixelvolumens des Beleuchtungssensors 122, wie zuvor beschrieben.

[0042] Es wird hierin angemerkt, dass Falschzählungen selbst bei Detektoranordnungen (beispielsweise 120) mit einem System mit Reduzierung strahlungsinduzierter Falschzählungen auftreten können. In einer Ausführungsform werden zwei oder mehr Detektoranordnungen 120, die kommunikativ mit einer Steuerung 126 gekoppelt sind, verwendet, um strahlungsinduzierte Falschzählungen in einem Inspektionssystem weiter zu reduzieren. In einer Ausführungsform umfasst jede Detektoranordnung einen Beleuchtungssensor 122. In einer anderen Ausführungsform umfasst jede Detektoranordnung einen oder mehrere Strahlungssensoren 124 in der Nähe eines Beleuchtungssensors 122. Eine Falschzählung, die einer Detektoranordnung zugeordnet ist, tritt höchst unwahrscheinlich in einer zweiten Detektoranordnung auf. Durch die Verwendung mehrerer Detektoranordnungen kann die Gesamtanzahl der Falschzählungen in einem System 100 weiter reduziert werden. In einer Ausführungsform sind mehrere Detektoranordnungen ausgerichtet, um eine Beleuchtung zu erfassen, die unter mehreren Raumwinkeln gestreut und/oder reflektiert wird. Es wird hierin angemerkt, dass eine Metrik oder ein Filter entwickelt werden kann, um bekannte Defekttypen zu erfassen, während die Anzahl falscher Koinzidenzereignisse basierend auf erwarteten Beleuchtungsmustern unter den mehreren Raum-

winkeln, die von der einen oder den mehreren Detektoranordnungen 120 detektiert werden, zurückgewiesen wird.

[0043] Fig. 5 veranschaulicht ein Flussdiagramm, das ein Verfahren zum Reduzieren strahlungsinduzierter Falschzählungen eines Detektors in einem Inspektionssystem gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht. In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt 502 des Beleuchtens mindestens eines Teils einer Probe mit einem Beleuchtungsstrahl. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt 504 des Identifizierens einer Reihe von Abbildungsereignissen die auf dem Beleuchtungssignal basieren, das der Beleuchtungssensor empfängt. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt 506 des Erzeugens einer Reihe von Zeitstempeln zu den Abbildungsereignissen, welche Zeitstempel der Reihe von Abbildungsereignissen zugeordnet sind. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt 508 des Identifizierens einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren empfangen. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt 510 des Erzeugens einer Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, welche Zeitstempel der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zugeordnet sind. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt 512 des Vergleichens der Reihe von Zeitstempeln zu den Abbildungsereignissen mit der Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen. Auf diese Weise umfasst die Reihe von Koinzidenzereignissen Beleuchtungsdetektionsereignisse und Strahlungsdetektionsereignisse mit übereinstimmenden Zeitstempeln. In einer anderen Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt 514 des Ausschließens der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe der Abbildungsereignisse, um eine Reihe von auf der Probe identifizierten Defektstellen zu erzeugen.

[0044] Es ist anzumerken, dass die Menge von Elementen des Systems 100, wie oben beschrieben und in den Fig. 1 bis 5 dargestellt, lediglich zur Veranschaulichung vorgesehen sind und nicht als einschränkend ausgelegt werden sollten. Es wird erwartet, dass eine Anzahl von äquivalenten oder zusätzlichen Konfigurationen im Rahmen der vorliegenden Offenbarung verwendet werden kann. Gemäß einem nicht einschränkenden Beispiel kann das System 100 zusätzliche Elemente umfassen, welche Elemente Strahlblöcke oder Strahlungsabschirmungen 118 umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt, um zu verhindern, dass unerwünschte Signale, die falsche Positive erzeugen können, ent-

weder den Beleuchtungssensor 122 oder den einen oder die mehreren Strahlungssensoren 124 erreichen. Beispielsweise können eine oder mehrere Strahlungsabschirmungen 118 mit ausreichenden thermischen und/oder elektrischen Eigenschaften direkt an eine Sensoreinheit (beispielsweise eine keramische Sensoreinheit) gebunden werden, um den Platzbedarf und/oder die Kosten zu minimieren.

[0045] Alle hierin beschriebenen Verfahren können ein Speichern von Ergebnissen von einem oder mehreren Schritten der Verfahrensausführungsformen in einem Speichermedium umfassen. Die Ergebnisse können irgendeines der hierin beschriebenen Ergebnisse umfassen und können auf eine beliebige, aus dem Stand der Technik bekannte Weise gespeichert werden. Das Speichermedium kann ein beliebiges, hierin beschriebenes Speichermedium oder ein anderes beliebiges, geeignetes Speichermedium umfassen, das aus dem Stand der Technik bekannt ist. Nachdem die Ergebnisse gespeichert wurden, kann auf die Ergebnisse im Speichermedium zugegriffen werden und von jedem der hierin beschriebenen Verfahren oder Systemausführungsformen verwendet, zur Anzeige an einen Benutzer formatiert, von einem anderen Softwaremodul, -verfahren oder -system verwendet werden usw. Zudem können die Ergebnisse „dauerhaft“, „semi-permanent“, vorübergehend oder für einen bestimmten Zeitraum gespeichert werden. Das Speichermedium kann beispielsweise ein Direktzugriffsspeicher (RAM) sein, und die Ergebnisse müssen nicht notwendigerweise auf unbestimmte Zeit im Speichermedium bestehen bleiben.

[0046] Es wird angenommen, dass die vorliegende Offenbarung und viele ihrer begleitenden Vorteile durch die vorangegangene Beschreibung verstanden werden, und es wird offensichtlich sein, dass verschiedene Änderungen in der Form, Konstruktion und Anordnung der Komponenten vorgenommen werden können, ohne von dem offenbarten Gegenstand abzuweichen oder ohne auf alle materiellen Vorteile zu verzichten. Die beschriebene Form ist lediglich erläuternd und es ist die Absicht der folgenden Ansprüche, solche Änderungen zu umfassen und einzuschließen. Es versteht sich ferner, dass die Offenbarung durch die beigefügten Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Inspektionssystem (100) mit einer Reduzierung von strahlungsinduzierten Falschzählungen, umfassend:
 - eine Beleuchtungsquelle (101), die zum Beleuchten einer Probe (106) konfiguriert ist;
 - eine Detektoranordnung (120), umfassend:
 - einen Beleuchtungssensor (122), der konfiguriert ist, um eine Beleuchtung von der Probe (106) zu detek-

tieren, wobei die Probe (106) auf einer ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) positioniert ist, und einen oder mehrere Strahlungssensoren (124), die zum Detektieren von Teilchenstrahlung konfiguriert sind, wobei der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) auf einer zweiten Seite des Beleuchtungssensors (122) gegenüber der ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) positioniert sind; und eine oder mehrere Steuerungen (126), die kommunikativ mit dem Beleuchtungssensor (122) und dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren (124) gekoppelt sind, wobei die eine oder mehreren Steuerungen (126) konfiguriert sind zum:

Identifizieren einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, die auf einem Beleuchtungssignal basieren, das der Beleuchtungssensor (122) empfängt,

Identifizieren einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) empfangen,

Vergleichen der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu identifizieren, wobei die Reihe von Koinzidenzereignissen gleichzeitigen Vorkommen von Strahlungsdetektionsereignissen und Beleuchtungsdetektionsereignissen entspricht, und

Ausschließen der Reihe der Koinzidenzereignisse aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von auf der Probe (106) identifizierten Merkmalen zu erzeugen, das Inspektionssystem (100) ferner eine oder mehrere zusätzliche Detektoranordnungen umfassend, die kommunikativ mit der einen oder den mehreren Steuerungen (126) verbunden sind, wobei die eine oder mehreren Steuerungen (126) ferner konfiguriert sind zum:

Erzeugen einer oder mehrerer zusätzlicher Reihen von auf der Probe (106) identifizierten Merkmalen, die auf einem oder mehreren Signalen basieren, die die eine oder die mehreren zusätzlichen Detektoranordnungen empfangen, und Vergleichen der Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) mit der einen oder den mehreren zusätzlichen Reihen von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106), um eine modifizierte Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) zu erzeugen, wobei die modifizierte Reihe von auf der Probe (106) identifizierten Merkmalen Merkmalen entspricht, die durch mindestens zwei Detektoranordnungen identifiziert wurden.

2. System (100) nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren Steuerungen (126) umfassen: eine erste Steuerung, die konfiguriert ist, um eine Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen zu identifizieren, die auf einem Beleuchtungssignal basieren, das der Beleuchtungssensor (124) empfängt; und eine oder mehrere zusätzliche Steuerungen, die

konfiguriert sind zum:

Identifizieren einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) empfangen;

Vergleichen der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu identifizieren, wobei die Reihe von Koinzidenzereignissen gleichzeitigen Vorkommen von Strahlungsdetektionsereignissen und Beleuchtungsdetektionsereignissen entspricht; und

Ausschließen der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) zu erzeugen.

3. System (100) nach Anspruch 1, wobei die Detektoranordnung (120) eine oder mehrere Strahlungsabschirmungen (118) umfasst, die um eine oder mehrere Oberflächen des Beleuchtungssensors (122) positioniert sind, um zu verhindern, dass Strahlung den Beleuchtungssensor (122) erreicht, wobei die eine oder die mehreren Strahlungsabschirmungen (118) auf der ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) offen sind, um es Beleuchtung von der Probe (106) zu ermöglichen, zum Beleuchtungssensor (122) zu gelangen.

4. System (100) nach Anspruch 3, wobei die eine oder die mehreren Strahlungsabschirmungen (118) aus mindestens einem von Wolfram oder Blei gebildet sind.

5. System (100) nach Anspruch 3, wobei zumindest ein Teil der einen oder mehreren Strahlungsabschirmungen (118) ferner als ein Kühlkörper konfiguriert ist.

6. System (100) nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Beleuchtungssensoren (122) umfassen:

mindestens einen von einem oder mehreren Einzelpixelensensoren oder einem oder mehreren Multipixelensensoren.

7. System (100) nach Anspruch 6, wobei der eine oder die mehreren Einzelpixelensensoren umfassen:

mindestens eine von einer oder mehreren Photomultiplier-Röhren (PMTs), einer oder mehreren Photodioden oder einer oder mehreren Avalanche-Photodioden- (APD-) Vorrichtungen.

8. System (100) nach Anspruch 6, wobei der eine oder die mehreren Multipixelensensoren umfassen:

mindestens eine von einer oder mehreren ladunggekoppelten Vorrichtungen (CCDs) oder einer oder

mehreren komplementären Metalloxid-Halbleiter-Vorrichtungen (CMOS-Vorrichtungen).

9. System (100) nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren ersten Strahlungssensoren (124) eines ersten Detektors (120) konfiguriert sind, um einen größeren aktiven Bereich als ein aktiver Bereich des Beleuchtungssensors (122) des ersten Detektors (120) aufzuweisen.

10. System (100) nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Beleuchtungssensoren (122) vertikal positioniert sind.

11. System (100) nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) konfiguriert sind, um mindestens eines von Myonen, Alphateilchen, Betateilchen oder Gammastrahlung zu detektieren.

12. System (100) nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) einen oder mehrere Szintillations-Sensoren umfassen.

13. System (100) nach Anspruch 1, wobei die Reihe identifizierter Merkmale auf der Probe (106) eine oder mehrere Defektstellen umfasst.

14. Ein Inspektionssystem (100) mit einer Reduzierung von strahlungsinduzierten Falschzählungen, umfassend:

Eine Beleuchtungsquelle (101), die konfiguriert ist, um eine Probe (106) zu beleuchten;
eine Detektoranordnung (120), umfassend:
einen Beleuchtungssensor (122), der konfiguriert ist, um eine Beleuchtung von der Probe (106) zu detektieren, wobei die Probe (106) auf einer ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) positioniert ist; und
einen oder mehrere Strahlungssensoren (124), die zum Detektieren von Teilchenstrahlung konfiguriert sind, wobei der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) auf einer zweiten Seite des Beleuchtungssensors (122) gegenüber der ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) positioniert sind; und
eine oder mehrere Steuerungen (126), die kommunikativ mit dem Beleuchtungssensor (122) und dem einen oder den mehreren Strahlungssensoren (124) gekoppelt sind, wobei die eine oder mehreren Steuerungen (126) konfiguriert sind zum:
Identifizieren einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) empfangen,
Erzeugen einer Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, welche Zeitstempel der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zugeordnet sind,
Identifizieren einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, die auf dem von dem Beleuch-

tungssensor (122) empfangenen Beleuchtungssignal basieren,
Erzeugen einer Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen, welche Zeitstempel der Reihe von Abbildungsereignissen zugeordnet sind,
Vergleichen der Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen, wobei die Reihe von Koinzidenzereignissen Beleuchtungsdetektionsereignisse und Strahlungsdetektionsereignisse mit übereinstimmenden Zeitstempeln umfasst, und
Ausschließen der Reihe der Koinzidenzereignisse aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) zu erzeugen, das Inspektionssystem (100) ferner eine oder mehrere zusätzliche Detektoranordnungen umfassend, die mit der einen oder den mehreren Steuerungen (126) kommunikativ gekoppelt sind, wobei die eine oder mehreren Steuerungen (126) ferner konfiguriert sind zum:
Erzeugen einer oder mehrerer zusätzlicher Reihen von auf der Probe (106) identifizierten Merkmalen, die auf einem oder mehreren Signalen basieren, die die eine oder die mehreren zusätzlichen Detektoranordnungen empfangen, und
Vergleichen der Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) mit der einen oder den mehreren zusätzlichen Reihen von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106), um eine modifizierte Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) zu erzeugen, wobei die modifizierte Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) Merkmalen entspricht, die durch mindestens zwei Detektoranordnungen identifiziert werden.

15. System (100) nach Anspruch 14, wobei die eine oder mehreren Steuerungen (126) eine erste Steuerung und eine oder mehrere zusätzliche Steuerungen umfassen, wobei die erste Steuerung konfiguriert ist zum:
Identifizieren einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) empfangen, und
Erzeugen einer Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, die der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen zugeordnet sind, und wobei die eine oder mehreren zusätzlichen Steuerungen konfiguriert sind zum:
Identifizieren einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, die auf dem von dem Beleuchtungssensor (122) empfangenen Beleuchtungssignal basieren,
Erzeugen einer Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen, die der Reihe von Abbildungsereignissen zugeordnet sind,
Vergleichen der Reihe von Zeitstempeln zu den

Beleuchtungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen, wobei die Reihe von Koinzidenzereignissen Beleuchtungsdetektionsereignisse und Strahlungsdetektionsereignisse mit übereinstimmenden Zeitstempeln umfasst, und Ausschließen der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) zu erzeugen.

16. System (100) nach Anspruch 14, wobei die eine oder mehreren Steuerungen (126) ferner konfiguriert sind, um ein oder mehrere Synchronisationssignale von dem Beleuchtungssensor (122) zu empfangen, und wobei die Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen mit dem einen oder den mehreren Synchronisationssignalen synchronisiert wird.

17. System (100) nach Anspruch 14, wobei die Detektoranordnung (120) eine oder mehrere Strahlungsabschirmungen (118) umfasst, die positioniert sind, um zu verhindern, dass Strahlung den Beleuchtungssensor (122) erreicht.

18. System (100) nach Anspruch 17, wobei die eine oder die mehreren Strahlungsabschirmungen (118) mindestens eines von Wolfram oder Blei umfassen.

19. System (100) nach Anspruch 17, wobei mindestens ein Teil der einen oder mehreren Strahlungsabschirmungen (118) ferner als ein Kühlkörper konfiguriert ist.

20. System (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren Beleuchtungssensoren (122) mindestens einen von einem oder mehreren Einzelpixelsensoren oder einem oder mehreren Multipixelsensoren umfassen.

21. System (100) nach Anspruch 20, wobei der eine oder die mehreren Einzelpixelsensoren mindestens eine Photo-Multiplier-Röhre (PMTs) oder Photodiode umfassen.

22. System (100) nach Anspruch 20, wobei der eine oder die mehreren Multipixelsensoren mindestens eine ladungsgekoppelte Vorrichtung (CCDs) oder komplementäre Metalloxidhalbleiter (CMOS)-Vorrichtung umfassen.

23. System (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren ersten Strahlungssensoren (124) eines ersten Detektors (120) konfiguriert sind, um einen größeren aktiven Bereich als ein aktiver Bereich des Beleuchtungssensors (122) des ersten Detektors (120) aufzuweisen.

24. System (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren Beleuchtungssensoren (122) vertikal positioniert sind.

25. System (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) konfiguriert sind, um mindestens eines von Myonen, Alphateilchen, Betateilchen oder Gammastrahlung zu detektieren.

26. System (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren Strahlungssensoren (124) einen oder mehrere Szintillations-Sensoren umfassen.

27. System (100) nach Anspruch 14, wobei die Reihe von identifizierten Merkmalen auf der Probe (106) eine oder mehrere Defektstellen umfasst.

28. Verfahren zum Reduzieren von strahlungsinduzierten Falschzählungen eines Detektors (120) in einem Inspektionssystem (100), umfassend Beleuchten mindestens eines Teils einer Probe (106) mit einem Beleuchtungsstrahl; Identifizieren, mit einem Beleuchtungssensor (122), einer Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, die auf dem von einem Beleuchtungssensor empfangenen Beleuchtungssignal basieren, wobei die Probe (106) auf einer ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) positioniert ist; Erzeugen einer Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen, die der Reihe von Abbildungsereignissen zugeordnet sind; Identifizieren einer Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen, die auf einem oder mehreren Strahlungssignalen basieren, die ein oder mehrere Strahlungssensoren (124) empfangen; Erzeugen, mit einem oder mehreren Strahlungssensoren (124), die auf einer zweiten Seite des Beleuchtungssensors (122) gegenüber der ersten Seite des Beleuchtungssensors (122) positioniert sind, einer Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, die mit der Reihe von Strahlungsdetektionsereignissen verbunden sind; Vergleichen der Reihe von Zeitstempeln zu den Beleuchtungsdetektionsereignissen mit der Reihe von Zeitstempeln zu den Strahlungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von Koinzidenzereignissen zu erzeugen, wobei die Reihe von Koinzidenzereignissen Beleuchtungsdetektionsereignisse und Strahlungsdetektionsereignisse mit übereinstimmenden Zeitstempeln umfasst; und Ausschließen der Reihe von Koinzidenzereignissen aus der Reihe von Beleuchtungsdetektionsereignissen, um eine Reihe von identifizierten Fehlerstellen auf der Probe (106) zu erzeugen, Erzeugen einer oder mehrerer zusätzlicher Reihen von auf der Probe (106) identifizierten Fehlerstellen, die auf einem oder mehreren Signalen basieren, die von einer oder mehreren zusätzlichen Detektor-

anordnungen empfangen werden, und
Vergleichen der Reihe von identifizierten Fehlerstellen auf der Probe (106) mit der einen oder den mehreren zusätzlichen Reihen von identifizierten Fehlerstellen auf der Probe (106), um eine modifizierte Reihe von identifizierten Fehlerstellen auf der Probe (106) zu erzeugen, wobei die modifizierte Reihe von identifizierten Fehlerstellen auf der Probe (106) Fehlerstellen entspricht, die durch mindestens zwei Detektoranordnungen identifiziert werden.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

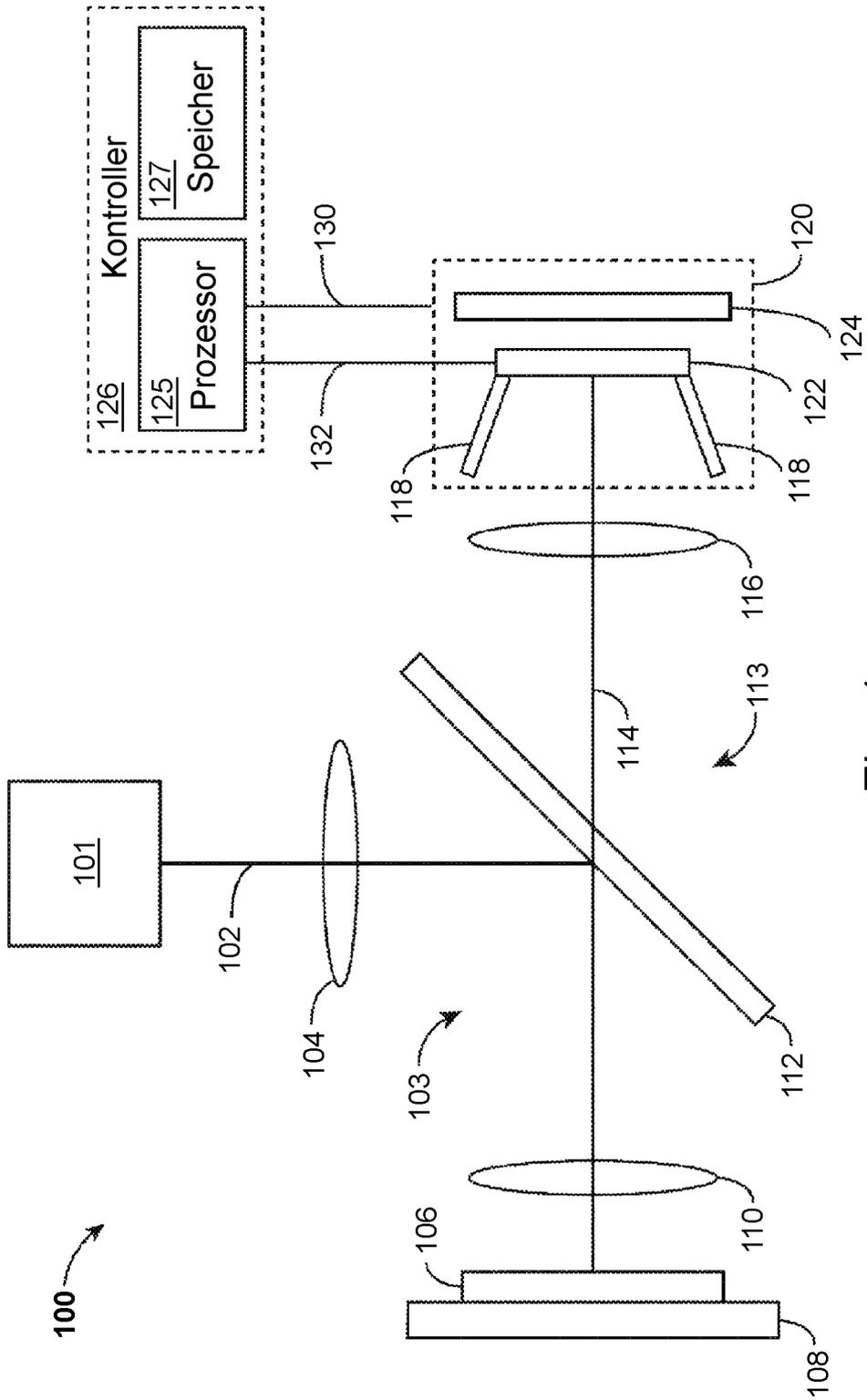


Fig. 1

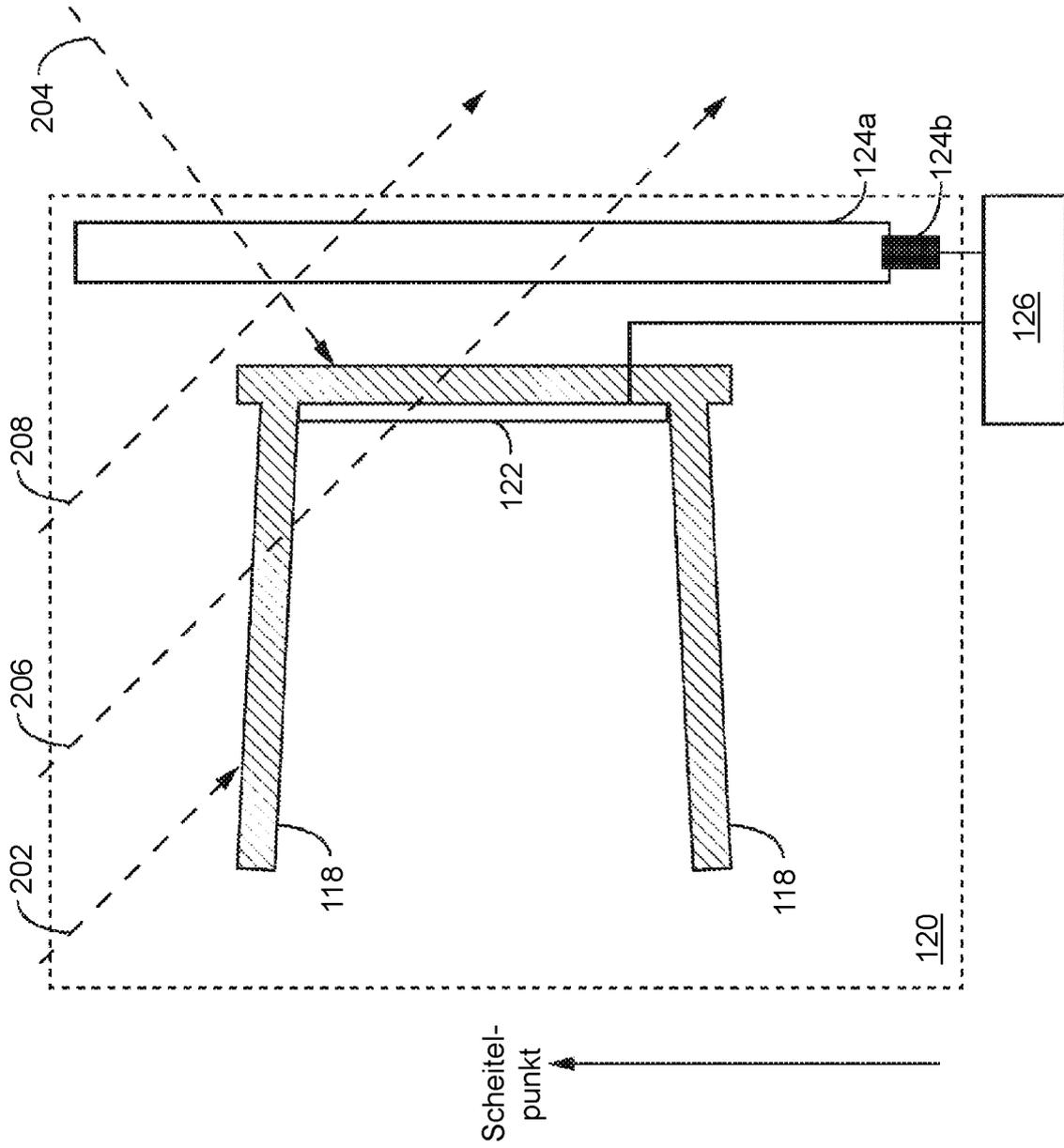


Fig. 2A

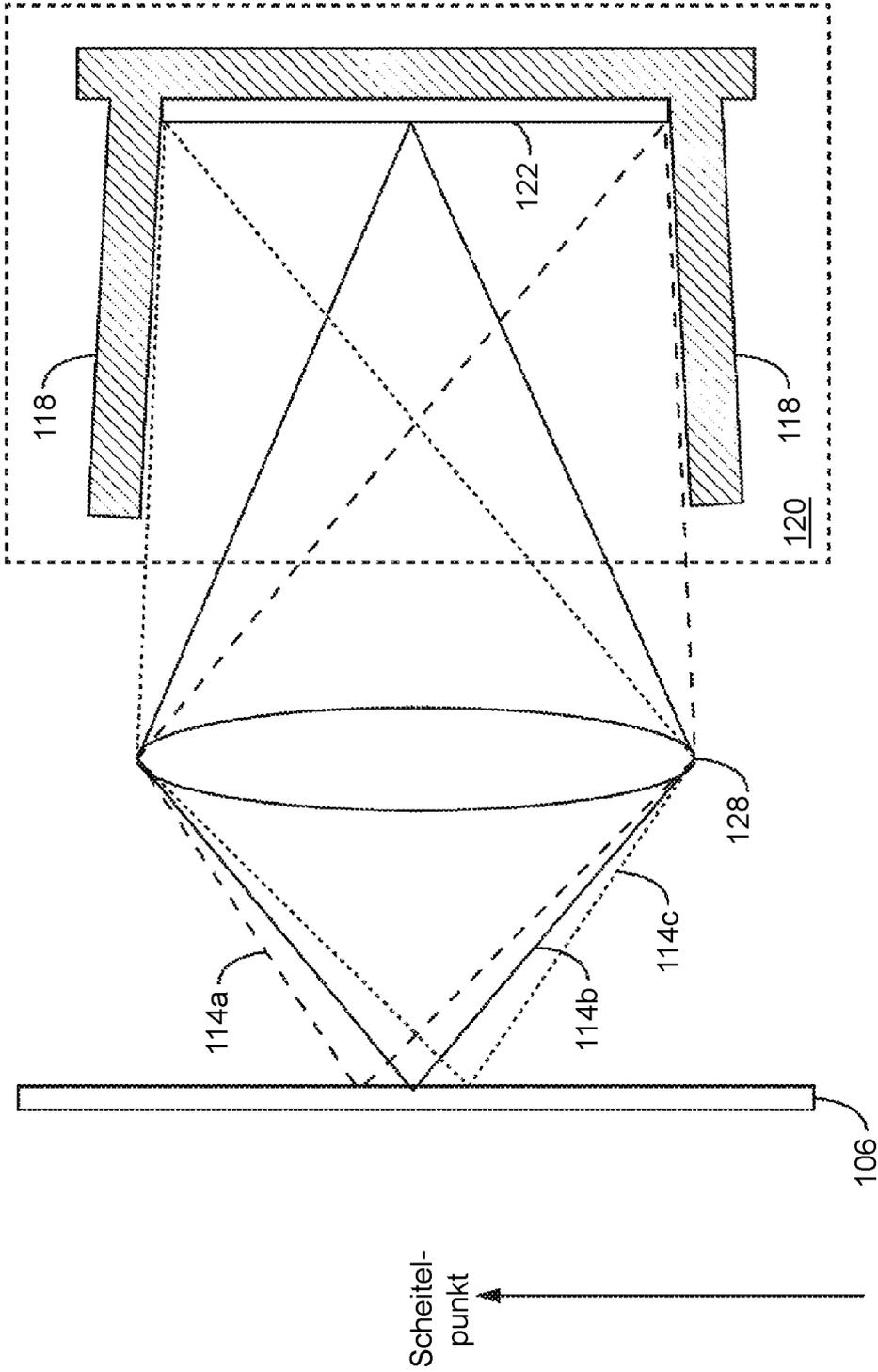


Fig. 2B

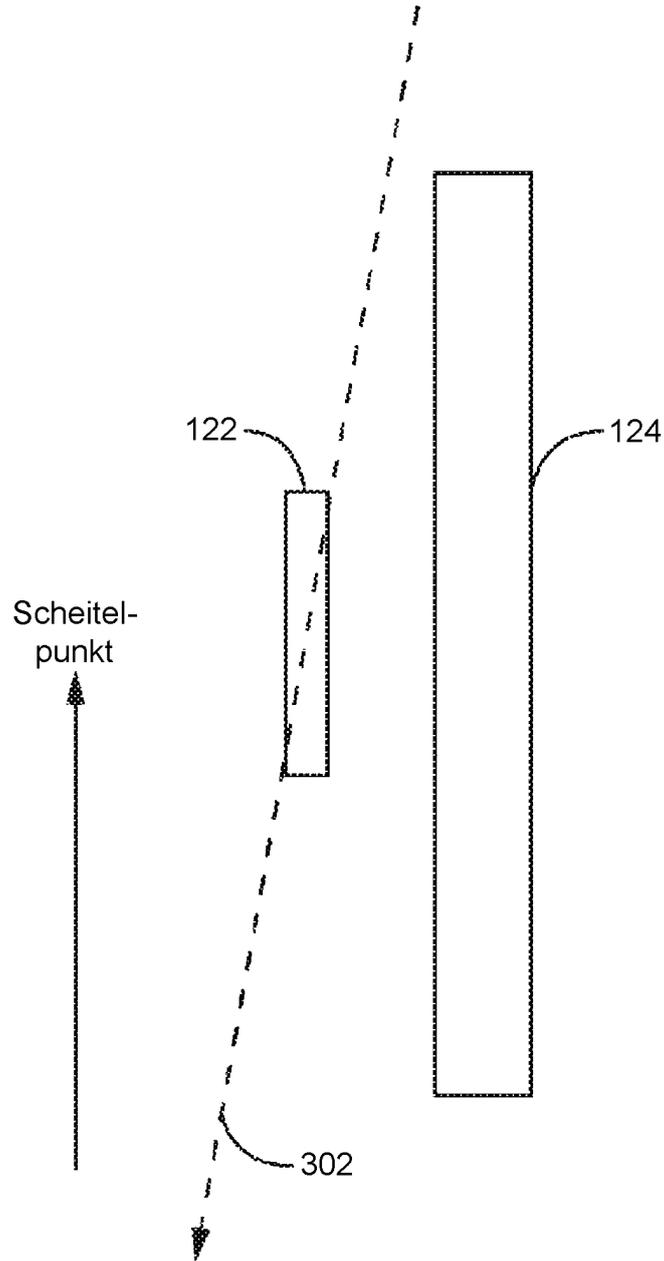


Fig. 3A

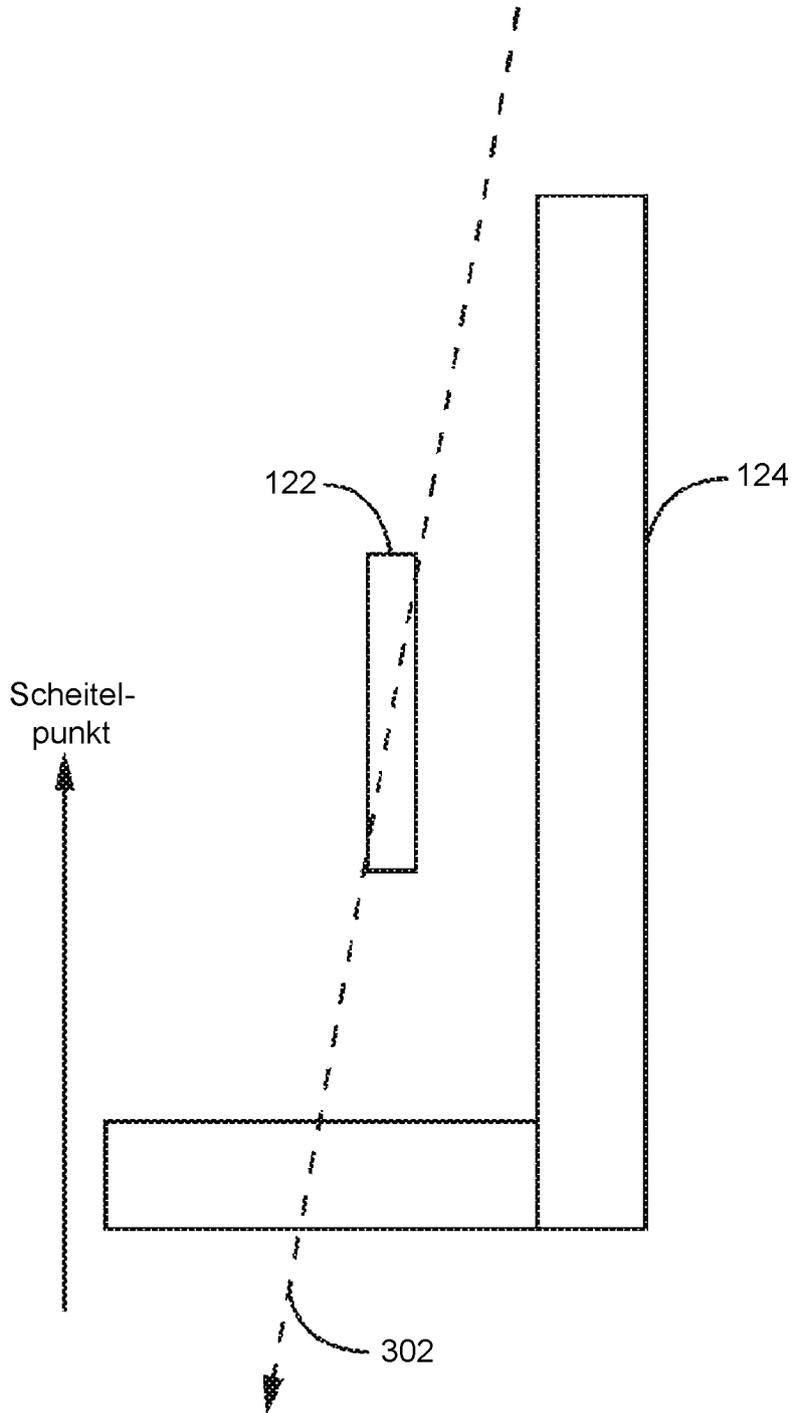


Fig. 3B

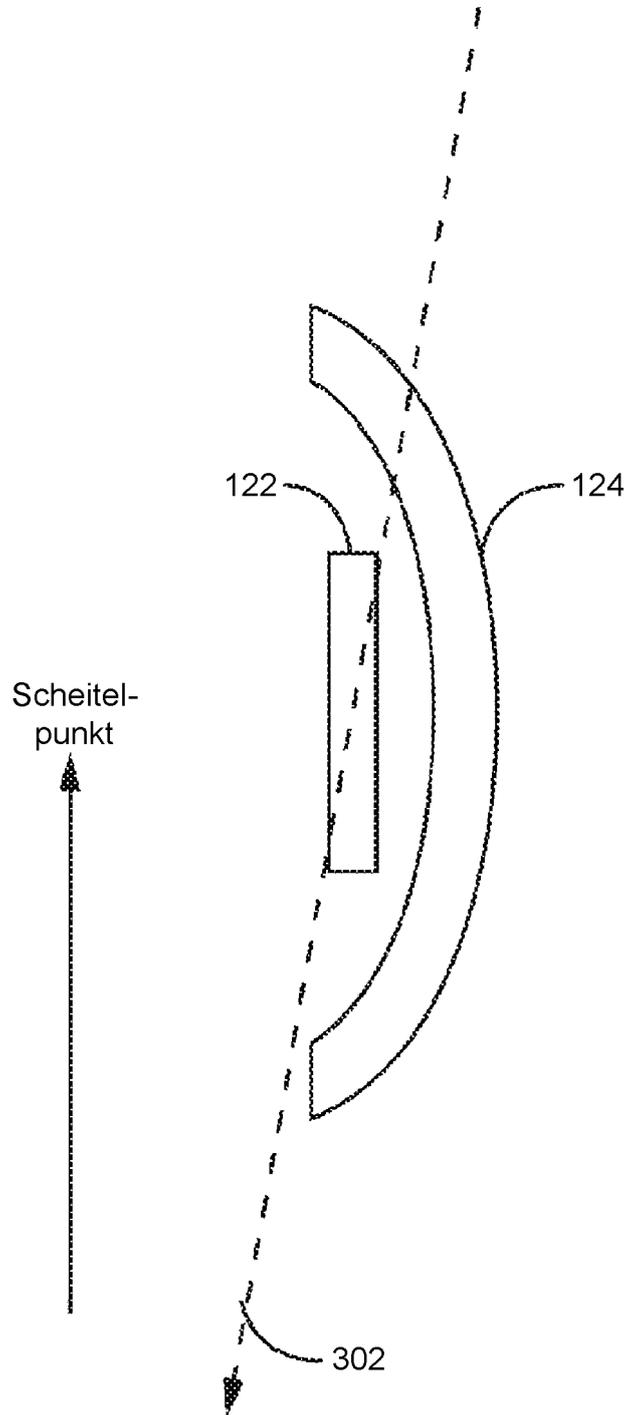


Fig. 3C

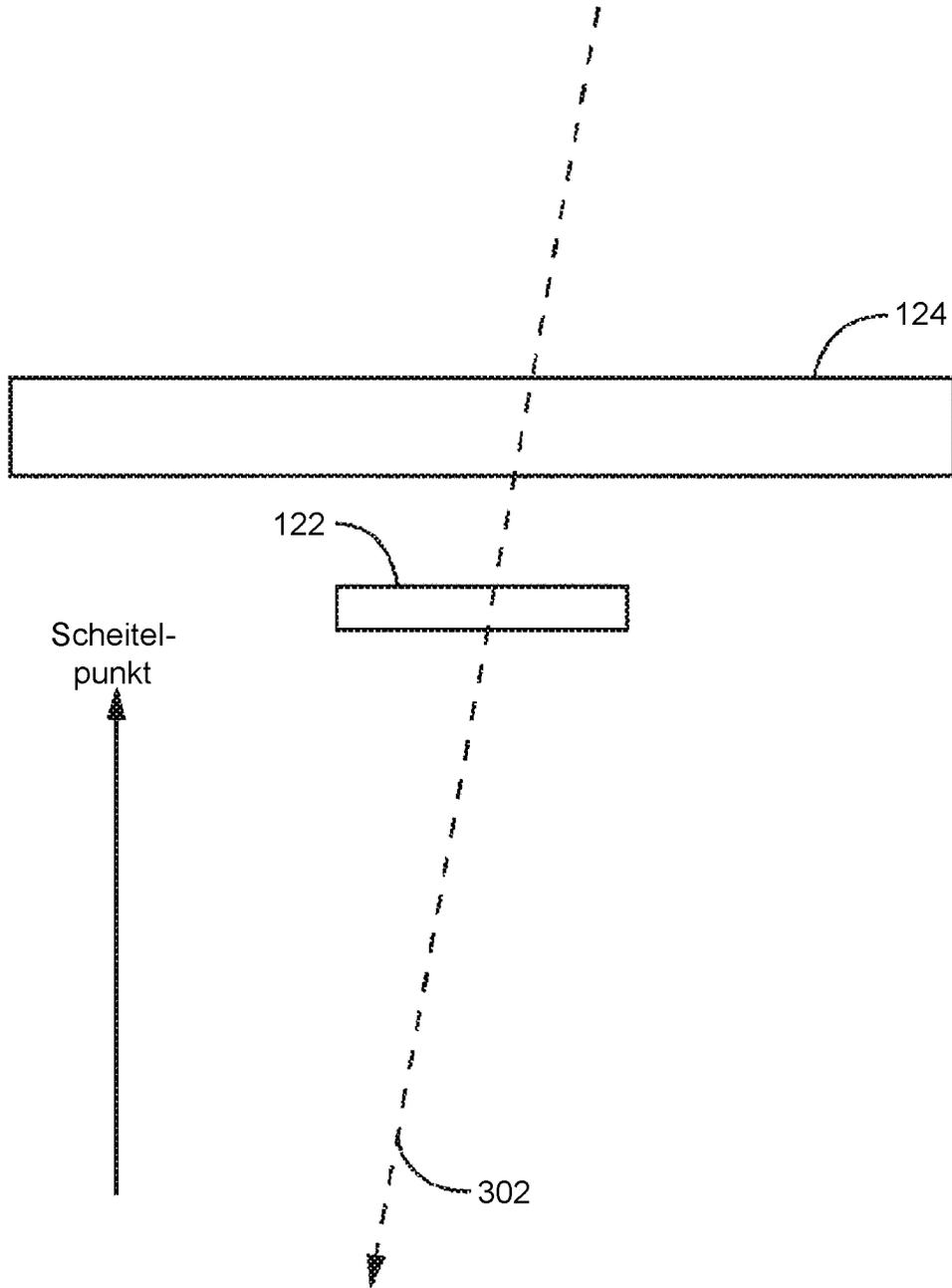


Fig. 3D

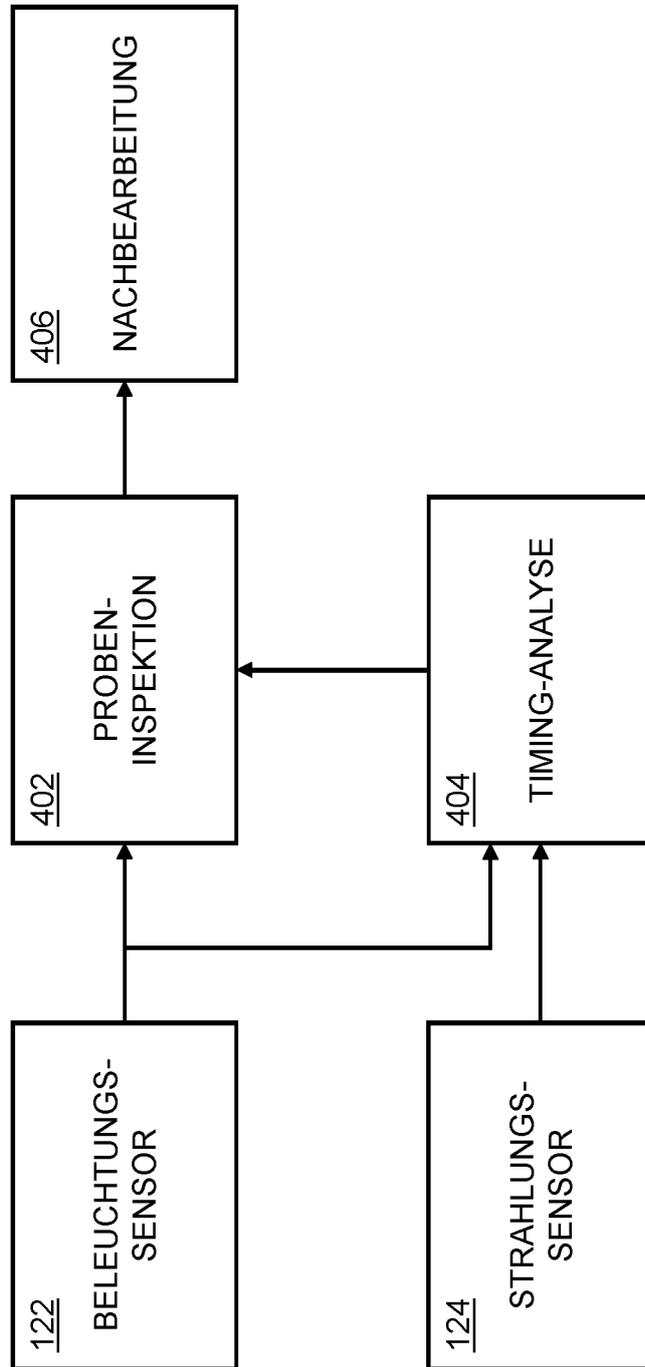


Fig. 4

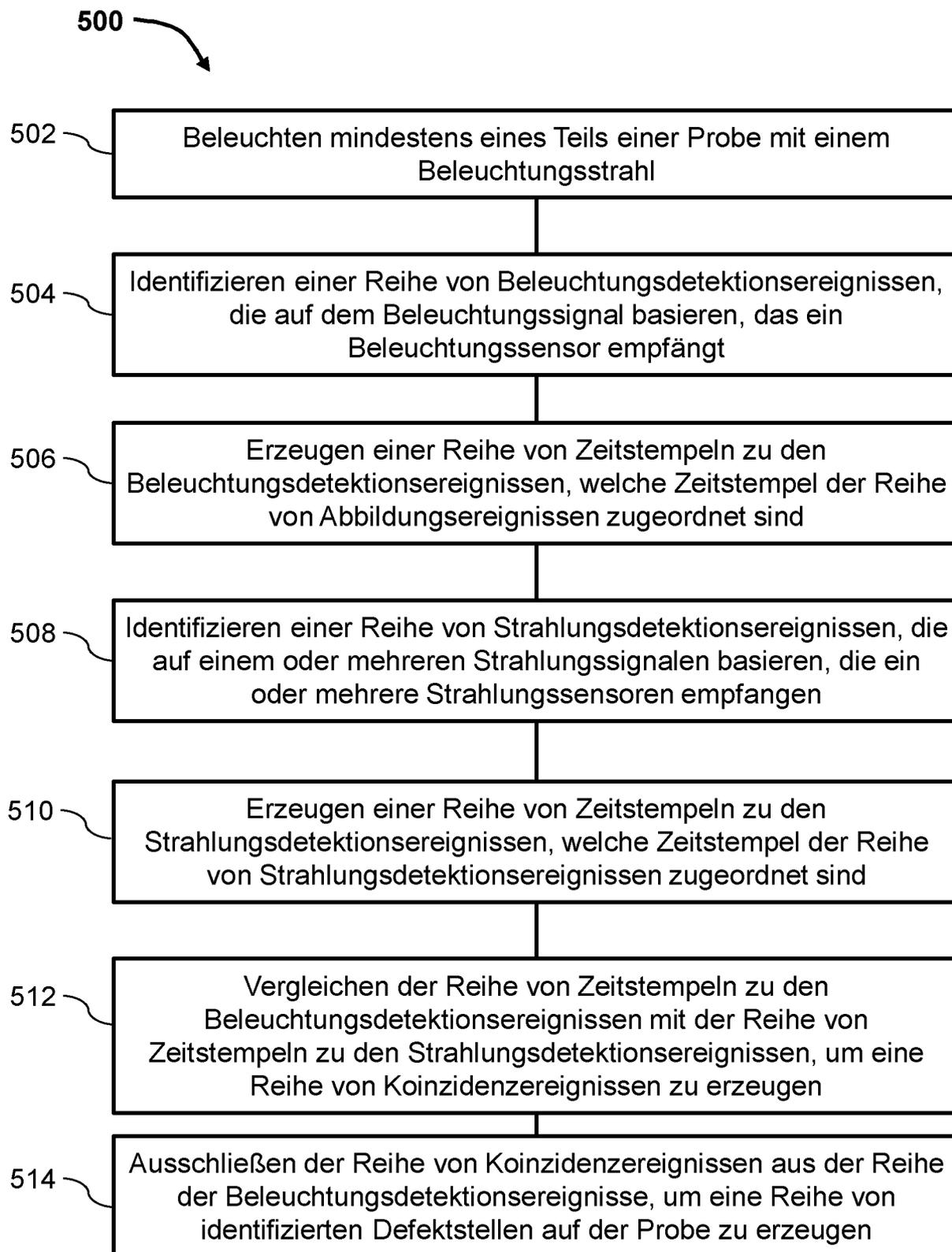


Fig. 5

ERSATZBLATT