



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 103 30 005 B4 2006.12.21**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 30 005.8**  
 (22) Anmeldetag: **03.07.2003**  
 (43) Offenlegungstag: **27.01.2005**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **21.12.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01N 21/95 (2006.01)**  
**G02B 27/00 (2006.01)**  
**H01L 21/66 (2006.01)**

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Leica Microsystems Semiconductor GmbH, 35578 Wetzlar, DE**

(74) Vertreter:  
**Reichert, W., Dr., Pat.-Anw., 93047 Regensburg**

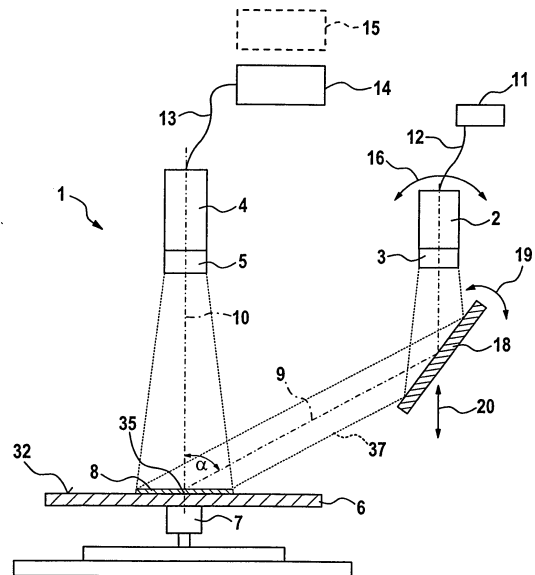
(72) Erfinder:  
**Kreh, Albert, 35606 Solms, DE; Backhauss, Henning, 35578 Wetzlar, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 199 03 486 C2**  
**DE 195 34 347 A1**  
**DE 100 48 432 A1**  
**DE 100 28 201 A1**  
**US 47 72 126 A**  
**US 62 92 260 B1**  
**WO 99/02 977 A1**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Inspektion eines Wafers**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Inspektion eines Wafers (6), mit:

- zumindest einer Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2'),
- zumindest einer Umlenkeinrichtung (18, 21, 22) von denen zumindest eine als Umlenkspiegel (18) ausgebildet ist, der den Beleuchtungs-Lichtstrahl (37) der Beleuchtungseinrichtung (2, 2') derart auf die Oberfläche (32) des zu inspizierenden Wafers (6) lenkt, dass er schräg einfällt,
- einer Bilderfassungseinrichtung (4), zum Erfassen eines Bildes der Oberfläche (32) in einer Dunkelfeldanordnung,
- einer Trennplatte (25), die die Inspektionseinrichtung (1) räumlich derart trennt, dass die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2') und/oder die Bilderfassungseinrichtung (4) oberhalb und zumindest eine Umlenkeinrichtung (18, 21, 22) und der Wafer (6) unterhalb der Trennplatte (25) angeordnet sind,
- zumindest einer Öffnung (26) in der Trennplatte (25) durch die der Beleuchtungs-Lichtstrahl (37) und/oder der Abbildungslichtstrahl verlaufen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Inspektion eines Wafers und betrifft insbesondere eine Vorrichtung zur Detektion von Makro-Defekten auf der Oberfläche von Wafern.

**Stand der Technik**

**[0002]** In der Halbleiterfertigung werden Wafer während des Fertigungsprozesses in einer Vielzahl von Prozessschritten sequenziell bearbeitet. Mit zunehmender Integrationsdichte steigen die Anforderungen an die Qualität von auf dem Wafer ausgebildeten Strukturen. Zu diesem Zweck ist es von Vorteil, wenn man die Qualität auch einzelner Prozessschritte, beispielsweise von Lithographieschritten, während des Herstellungsprozesses und noch vor einem nachgeordneten Prozessschritt zuverlässig beurteilen kann. Denn wird bereits nach Ausführung eines Prozessschrittes und vor einem vollständigen Abschluss eines Fertigungsprozesses bestimmt, dass ein Wafer oder auf dem Wafer ausgebildete Strukturen fehlerhaft sind, so kann der Wafer unmittelbar ausgesondert werden, ohne dass noch nachgeordnete Prozessschritte ausgeführt werden müssen. Oder der für fehlerhaft befundene Wafer kann gesondert nachbehandelt werden, bis eine zufrieden stellende Qualität erzielt ist. Auf diese Weise können die Effizienz und Ausbeute in der Halbleiterfertigung erhöht werden.

**[0003]** Zur Inspektion der Oberfläche von Wafern eignen sich insbesondere optische Vorrichtungen. Es sind optische Vorrichtungen bekannt, die durch Bilderkennung verschiedenste Strukturen auf der Oberfläche eines Wafers erkennen können. Hierbei wird der Wafer üblicherweise im Hellfeld beleuchtet und mit einer Kamera (Matrix- oder Zeilenkamera) abgetastet.

**[0004]** Eine solche Inspektionsvorrichtung der KLA-Tencor Corporation wird in dem Artikel "Lithography Defects: Reducing and Managing Yield Killers through Photo Cell Monitoring" von Ingrid Peterson, Gay Thompson, Tony DiBiase und Scott Ashkenaz, Spring 2000, Yield Management Solutions, beschrieben. Die dort beschriebene Wafer-Inspektionsvorrichtung arbeitet mit einer Auflicht-Beleuchtungseinrichtung, welche mit einer Hellfeld-/Dunkelfeldbeleuchtung Mikrodefekte mit geringem Kontrast untersucht.

**[0005]** US 4,772,126 A offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion von Teilchen auf der Oberfläche eines Wafers. Der Wafer ist drehbar auf einer Wafer-Aufnahmeeinrichtung gehalten. Zwei Laserstrahlen fallen in der Projektion auf die Oberfläche des Wafers orthogonal zueinander unter einem streifenden Einfallswinkel auf die Oberfläche des Wafers ein. Streulicht, das von Defekten und Partikeln auf

der Oberfläche des Wafers in dem beleuchteten Bereich herrührt, wird in einer Dunkelfeldanordnung in eine senkrecht zu der Oberfläche des Wafers ausgegerichtete Bilderfassungseinrichtung abgebildet und nachgeordnet ausgewertet. Die Laserstrahlen werden mit Hilfe von Linsen, die an dem Umfangsrand des Wafers angeordnet sind, auf die Oberfläche des Wafers abgebildet. Dabei muss ein gewisser Mindestabstand zwischen Linse und Umfangsrand des Wafers eingehalten werden, was die Möglichkeiten bei der Abbildung erheblich einschränkt.

**[0006]** US 6,292,260 B1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur optischen Inspektion von Oberflächenstrukturen auf einem Wafer. Zwei Laserstrahlen fallen gegenläufig und unter einem streifenden Einfallswinkel auf die Oberfläche eines Wafers ein, wobei eine Projektion der Beleuchtungs-Lichtstrahlen auf die Oberfläche des Wafers mit auf der Oberfläche des Wafers verlaufenden linienförmigen Strukturen jeweils einen Winkel von 45° einschließt. Die Laserlichtquellen sind unmittelbar an dem Umfangsrand des Wafers angeordnet, was die Grundfläche der Inspektionsvorrichtung vergrößert und im Hinblick auf die Durchführung von Schmutz verursachenden Wartungsarbeiten an den Laserlichtquellen nachteilig ist.

**[0007]** WO 99/02977 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Inspektion der Oberfläche eines Wafers, wobei ein oder zwei Laserstrahlen in der Projektion auf die Oberfläche des Wafers unter 45° zu den Strukturen auf dem Wafer einfällt bzw. einfallen. Direkt von der Oberfläche des Wafers reflektiertes Licht und Beugungsordnungen, die von einer Beugung des einfallenden Lichts an den Strukturen auf der Oberfläche des Wafers herrühren, werden in einer Hellfeldanordnung mit Hilfe einer Bilderfassungseinrichtung spektral aufgelöst detektiert und ausgewertet.

**[0008]** Bei den vorgenannten Inspektionsvorrichtungen sind die Variationsmöglichkeiten bei der Abbildung der Beleuchtungs-Lichtstrahlen auf die Oberfläche des Wafers eingeschränkt. Nachteilig ist ferner, dass die Justierung von Lichtquellen und abbildenden optischen Elementen, die in der Nähe des Umfangsrandes des Wafers angeordnet sind, schwierig ist und zu Beschädigungen der Waferoberfläche führen kann.

**[0009]** DE 100 28 201 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum optischen Prüfen von Oberflächen bewegter Gegenstände. Die optische Prüfung von Wafern ist nicht offenbart. Ein Beleuchtungs-Lichtstrahl einer Lichtquelle wird von einem Spiegel, der als Umlenkeinrichtung wirkt, am Rande des zu prüfenden Objekts auf die Objektfläche gerichtet. Streulicht wird in einer Dunkelfeld-Anordnung über einen Spiegel auf eine CCD-Kamera ab-

gebildet. Sowohl die Lichtquelle als auch die CCD-Kamera ist senkrecht oberhalb des zu prüfenden Gegenstands angeordnet. Bei Wartungs- und Reparaturarbeiten an der Lichtquelle und/oder der CCD-Kamera können Gegenstände auf den zu prüfenden Gegenstand herunterfallen.

**[0010]** DE 195 34 347 A1 offenbart eine Behälterprüfmaschine zum Prüfen von Glas- oder Kunststoffbehältern, insbesondere von Flaschen. Im Abbildungs-Lichtstrahl von den zu prüfenden Behältern zu der CCD-Kamera ist eine Periskop-Anordnung von einander zugeordneten Spiegeln vorgesehen, die Abbildungs-Lichtstrahlen waagrecht auf einen jeweiligen hinteren Umlenkspiegel zurückwirft.

**[0011]** DE 100 48 432 A1 offenbart ein Waferoberflächen-Inspektionsverfahren, bei dem ein Laserstrahl mit Hilfe eines akustooptischen Modulators auf einen zu inspizierenden Wafer umgelenkt wird.

**[0012]** DE 199 03 486 C2 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Untersuchung von strukturierten Oberflächen von Objekten in einer Hell- und Dunkelfeldanordnung. Das Beleuchtungslicht wird dabei über einen unter  $45^\circ$  angeordneten Strahlteilerspiegel auf das zu prüfende Objekt gerichtet, von wo aus das Licht auf eine Kamera reflektiert wird.

#### Aufgabenstellung

**[0013]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Inspektion eines Wafers zu schaffen, die einfacher und kostengünstiger zu warten und zu betreiben ist. Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung soll auch eine Vorrichtung zur Inspektion eines Wafers bereitgestellt werden, bei der der zu prüfende Wafer wirkungsvoll geschützt ist.

**[0014]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Inspektion eines Wafers mit den Merkmalen nach Anspruch 1. Vorteilhaft weitere Ausführungsformen sind der Gegenstand der rückbezogenen Unteransprüche.

**[0015]** Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die Wafer-Inspektionsvorrichtung eine Auflicht-Beleuchtungseinrichtung, die einen Beleuchtungs-Lichtstrahl abstrahlt, der schräg auf eine Oberfläche eines zu inspizierenden Wafers einfällt, sowie eine Bilderfassungseinrichtung zum Erfassen eines Bildes der Oberfläche in einer Dunkelfeldanordnung. Ferner ist zumindest eine Umlenkeinrichtung vorgesehen, um einen zugeordneten Beleuchtungs-Lichtstrahl auf die Oberfläche des zu inspizierenden Wafers umzulenken. Die Vorrichtung zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass eine Trennplatte zur räumlichen Unterteilung der Wafer-Inspektionsvorrichtung vor-

gesehen ist, wobei zumindest eine Umlenkeinrichtung unterhalb der Trennplatte angeordnet ist, um den Beleuchtungs-Lichtstrahl auf die Oberfläche des Wafers umzulenken.

**[0016]** Mit der Umlenkung des zumindest einen Beleuchtungs-Lichtstrahls in eine andere Richtung steht bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein zusätzlicher Freiheitsgrad zur Verfügung, der die Variationsmöglichkeiten bei der Auslegung von Wafer-Inspektionsvorrichtungen vorteilhaft vergrößert und der eine einfachere Justierung ermöglicht. Auf Grund der Umlenkung des zumindest einen Beleuchtungs-Lichtstrahls in eine andere Richtung müssen vergleichsweise voluminöse Abbildungsoptiken, beispielsweise Linsen oder Objektive, die zur Abbildung und Strahlformung der Beleuchtungs-Lichtstrahlen auf die Oberfläche des Wafers verwendet werden, nicht unbedingt in der unmittelbaren Nähe des Umfangsrandes des Wafers angeordnet werden, sondern können diese vielmehr unter einem größeren Abstand zum Wafer und an einem geeigneten anderen Ort in der Wafer-Inspektionsvorrichtung angeordnet werden. Auch die Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen selbst können noch variabler in der Wafer-Inspektionsvorrichtung angeordnet werden, beispielsweise im Wesentlichen senkrecht oberhalb des Wafers, so dass die Grundfläche der Wafer-Inspektionsvorrichtung noch weiter verringert werden kann. Ferner können die Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen auch noch variabler orientiert werden, beispielsweise senkrecht zur Oberfläche des Wafers ausgerichtet werden. Zur Justierung der Wafer-Inspektionsvorrichtung kann es genügen, lediglich die Umlenkeinrichtung und nicht auch andere Elemente, wie beispielsweise abbildende Optiken oder die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung, zu justieren.

**[0017]** Der von der mindestens einen Auflicht-Beleuchtungseinrichtung abgestrahlte Beleuchtungs-Lichtstrahl fällt schräg auf die Oberfläche des zu inspizierenden Wafers ein und wird somit unter einem nicht verschwindenden Ausfallwinkel relativ zu einer Normalen auf die Oberfläche des Wafers reflektiert. Die Bilderfassungseinrichtung ist in einer Dunkelfeld-Anordnung angeordnet, so dass das von der Oberfläche des Wafers reflektierte Beleuchtungslicht vorzugsweise vollständig aus der Bilderfassungseinrichtung ausgeblendet ist und diese vielmehr nur Streulicht oder gebeugtes Licht, das von einem beleuchteten Bereich auf der Oberfläche des Wafers herrührt, erfasst. Das erfasste Bild wird vorzugsweise digital ausgelesen und weiterverarbeitet. Die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung kann die gesamte Oberfläche des Wafers oder vorgebbare Unterabschnitte auf der Oberfläche des Wafers, beispielsweise Dies oder mehrere Dies umfassende Unterabschnitte, beleuchten. Vorzugsweise entspricht das Bildfeld der Bilderfassungseinrichtung dem beleuchteten Oberflächenbereich.

**[0018]** Bevorzugt bildet die Umlenkeinrichtung den zugeordneten Beleuchtungs-Lichtstrahl unmittelbar, das heißt ohne Verwendung nachgeordneter Abbildungsoptiken, auf die Oberfläche des Wafers ab. Beispielsweise kann die Umlenkeinrichtung ein Spiegel sein, der einen divergenten Beleuchtungs-Lichtstrahl direkt auf die Oberfläche des Wafers reflektiert. Oder die Umlenkeinrichtung kann ein konvex oder konkav gewölbter Hohlspiegel sein, der neben der Umlenkung des Beleuchtungs-Lichtstrahls auch für eine geeignete Aufweitung oder Fokussierung desselben sorgt. Oder die Umlenkeinrichtung kann ein diffraktives optisches Element sein, beispielsweise ein Beugungsgitter, das den Beleuchtungs-Lichtstrahl geeignet formt und abbildet. Oder die Umlenkeinrichtung kann ein refraktives optisches Element sein, beispielsweise ein Prisma oder eine Prismenanordnung, das den Beleuchtungs-Lichtstrahl geeignet formt und abbildet. Weil die Grundfläche von Spiegeln, Hohlspiegeln, diffraktiven Optiken, refraktiven Optiken oder vergleichbaren Umlenkeinrichtungen vergleichsweise klein ist, können die Umlenkeinrichtungen unmittelbar am Umfangsrand des Wafers oder oberhalb von diesem auch unter einem geringen Abstand zur Oberfläche des Wafers angeordnet werden, was die Variationsmöglichkeiten bei der Abbildung der Beleuchtungs-Lichtstrahlen vorteilhaft erhöht.

**[0019]** Gemäß einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die Umlenkeinrichtung jeweils einen Spiegel, der den Beleuchtungs-Lichtstrahl auf die Oberfläche des Wafers reflektiert. Der Spiegel ist bevorzugt ein planer Spiegel. In dieser Anordnung kann die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung, in einer Draufsicht auf die Wafer-Inspektionsvorrichtung betrachtet, oberhalb oder neben dem Wafer angeordnet sein. Grundsätzlich kann die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung beliebig orientiert sein. Ganz besonders bevorzugt ist die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung jedoch im Wesentlichen senkrecht oder parallel zu der Oberfläche des Wafers ausgerichtet.

**[0020]** Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die zumindest eine Umlenkeinrichtung jeweils eine Periskop-Anordnung von Spiegeln, die den Strahlengang des zugeordneten Beleuchtungs-Lichtstrahls faltet. Die Spiegel der Periskop-Anordnung sind bevorzugt parallel zueinander, aber höhenversetzt, ganz besonders bevorzugt senkrecht übereinander angeordnet, so dass der Beleuchtungs-Lichtstrahl von einem ersten, höheren Höhenniveau auf ein zweites, tiefer liegendes Höhenniveau umgelenkt wird.

**[0021]** Bevorzugt ist der oder sind die Spiegel der Umlenkeinrichtung verschwenkbar und/oder verfahrbar gehalten, so dass der Einfallswinkel, unter dem der Beleuchtungs-Lichtstrahl auf die Oberfläche des Wafers einfällt, variiert werden kann. Bevorzugt ist

die Umlenkeinrichtung so ausgelegt, dass zum Verändern des Einfallswinkels weder der Wafer noch die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung verfahren werden muss.

**[0022]** Durch den vorgenannten Höhenversatz des Beleuchtungs-Lichtstrahls bei der Abbildung auf die Oberfläche des Wafers können die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung, Abbildungsoptiken und weitere optische Elemente, beispielsweise Filter, Strahlteiler, Spiegel etc., so angeordnet werden, dass eine Luftstromführung von Reinraumluft durch die Wafer-Inspektionsvorrichtung weniger behindert wird. Bekanntermaßen werden Wafer-Inspektionsvorrichtungen in Reinräumen eingesetzt, wo es gilt, eine permanente Luftzirkulation aufrecht zu erhalten, so dass sich keine störenden Partikel auf der Oberfläche eines Wafers ablagern können. Somit ist darauf zu achten, dass die Luftstromführung der Reinraumluft möglichst wenig behindert wird. Die Luftstromführung der Reinraumluft durch die Wafer-Inspektionsvorrichtung wird insbesondere durch die vergleichsweise großen Aufsicht-Beleuchtungseinrichtungen, beispielsweise Laserlichtquellen, Blitzlichtlampen, Faseroptiken etc., sowie durch voluminöse Abbildungsoptiken selbst behindert. Gemäß der vorliegenden Erfindung können solche, die Zirkulation der Reinraumluft behindernden Elemente an solchen Positionen innerhalb oder auch außerhalb der Wafer-Inspektionsvorrichtung angeordnet werden, wo diese am wenigsten stören.

**[0023]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Wafer-Inspektionsvorrichtung mit Hilfe einer im Wesentlichen horizontal orientierten Trennplatte räumlich unterteilt. Die Trennplatte weist zumindest eine Öffnung auf, so dass der einfallende Beleuchtungs-Lichtstrahl und/oder Licht von der Oberfläche des Wafers die Trennplatte in vertikaler Richtung durchqueren kann. Bevorzugt ist die Wafer-Inspektionsvorrichtung so ausgelegt, dass der Wafer unterhalb der Trennplatte anordenbar ist und dass oberhalb der Trennplatte die zumindest eine Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung und/oder die Bilderfassungseinrichtung sowie die wichtigsten optischen Elemente zur Abbildung des zugeordneten Beleuchtungs-Lichtstrahls auf die Oberfläche des Wafers angeordnet sind. Vorteilhaft ist, dass die Trennplatte den unterhalb der Trennplatte befindlichen Wafer schützt. Somit ist der Wafer im Falle von Wartungs- und Montagearbeiten oberhalb der Trennplatte geschützt. Die räumliche Unterteilung verringert die Kosten der Wafer-Inspektionsvorrichtung und vereinfacht den Aufwand bei Wartung, Betrieb und Instandhaltung der Wafer-Inspektionsvorrichtung.

**[0024]** Bevorzugt ist der Wafer unterhalb der Trennplatte verfahrbar gehalten. Zu diesem Zweck kann ein Verfahrtschiff mit einer zugehörigen Wafer-Aufnahmeeinrichtung unterhalb der Trennplatte vorgesehen

sein. Die Trennplatte schützt die oberhalb von dieser angeordneten Elemente, beispielsweise die Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen, die Bilderfassungseinrichtung und abbildende optische Elemente, vor einer mechanischen Beschädigung durch den Verfahrtschritt. Umgekehrt können Wartungs- und Montagearbeiten an oberhalb der Trennplatte angeordneten Elementen vorgenommen werden, ohne dass eine Verletzungsgefahr aufgrund eines raschen Verfahrens des Verfahrtschrittes oder des Wafers besteht.

**[0025]** Die Öffnungen in der Trennplatte können durch ein transparentes Element, beispielsweise eine transparente Scheibe, luftdicht verschlossen sein. Das in der zumindest einen Öffnung vorgesehene transparente Element kann auch als Homogenisierungsmittel zur Homogenisierung des Beleuchtungs-Lichtstrahls verwendet werden, beispielsweise in Form einer Streuscheibe vorliegen, oder kann einer weiteren Abbildung und Formung des Beleuchtungs-Lichtstrahls dienen, beispielsweise in Form einer Linse. Zur Homogenisierung des Beleuchtungs-Lichtstrahls kann auch die Oberfläche eines als Umlenkrichtung dienenden Spiegels aufgeraut oder entsprechend mechanisch bearbeitet sein.

**[0026]** Bevorzugt ist die von der Bilderfassungseinrichtung festgelegte Abbildungsachse senkrecht zur Oberfläche des zu inspizierenden Wafers orientiert, so dass die Dunkelfeld-Anordnung durch einen schrägen Einfall des Beleuchtungslichts auf die Oberfläche realisiert wird. Grundsätzlich kann die Abbildungsachse jedoch auch geneigt zur Oberfläche des Wafers sein, solange nicht der Beleuchtungswinkel gleich dem Abbildungswinkel ist, da sich sonst die Dunkelfeld-Anordnung nicht mehr realisieren lassen würde. Bevorzugt ist die Bilderfassungseinrichtung ortsfest relativ zu der Oberfläche des Wafers.

**[0027]** Bevorzugt spannen die von der Auflicht-Beleuchtungseinrichtung festgelegte Beleuchtungsachse und die von der Bilderfassungseinrichtung festgelegte Abbildungsachse eine Ebene auf, die senkrecht zu der Oberfläche des Wafers orientiert ist. In dieser Anordnung lassen sich die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung und die Bilderfassungseinrichtung in vorteilhaft einfacher Weise ausrichten. Grundsätzlich kann die vorgenannte Ebene die Oberfläche des Wafers auch unter einem anderen Winkel schneiden, bis hin zu einem Relativwinkel von nur wenigen Grad.

**[0028]** Um die Vorrichtung noch flexibler auszugestalten, kann der Einfallswinkel  $\alpha$  des Beleuchtungs-Lichtstrahls auch verändert werden, wobei bevorzugt ein von dem einfallenden Beleuchtungs-Lichtstrahl beleuchteter Bereich auf der Oberfläche des Wafers beim Verändern des Einfallswinkels ortsfest bleibt, so dass die Orientierung der Bilderfassungseinrichtung vorteilhafterweise nicht verändert werden muss. Durch Verändern des Einfallswinkels  $\alpha$  können somit Defekte auf der Oberfläche des Wafers unter verschiedenen Beleuchtungs-Bedingungen festgestellt und beurteilt werden.

winkels  $\alpha$  können somit Defekte auf der Oberfläche des Wafers unter verschiedenen Beleuchtungs-Bedingungen festgestellt und beurteilt werden.

**[0029]** Zum Ändern des Einfallswinkels  $\alpha$  kann die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung einen  $\alpha$ -Winkelverstellmechanismus aufweisen, beispielsweise eine bogenförmige Justierschiene, entlang der die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung verschoben werden kann, wobei der Radius der Justierschiene auf den Abstand zwischen der Auflicht-Beleuchtungseinrichtung und dem Auftreffpunkt der Beleuchtungsachse auf der Oberfläche des Wafers so abgestimmt ist, dass der beleuchtete Bereich auf der Oberfläche des Wafers beim Verändern des Einfallswinkels ortsfest bleibt.

**[0030]** Der Einfallswinkel kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung über einen großen Bereich variiert werden, etwa im Bereich zwischen etwa  $3^\circ$  bis etwa  $90^\circ$ , bevorzugter im Bereich von etwa  $20^\circ$  bis etwa  $90^\circ$ . Besonders bevorzugt werden gemäß der vorliegenden Erfindung Einfallswinkel im Bereich von etwa  $40^\circ$  Grad bis etwa  $86^\circ$ . Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass grundsätzlich auch ein streifender Einfall des Beleuchtungslichts auf die Oberfläche des Wafers in Betracht kommt.

**[0031]** Bei der zumindest einen Auflicht-Beleuchtungseinrichtung kann es sich um eine monochromatische Lichtquelle handeln, beispielsweise um eine LED oder LED-Zeilenanordnung, in welchem Falle auch eine schwarz/weiß-Bilderfassungseinrichtung verwendet werden kann. Bevorzugt ist die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung jedoch eine polychromatische Lichtquelle, beispielsweise eine Blitzlichtquelle oder eine Blitzlichtquellen-Zeilenanordnung, in welchem Falle das von der Bilderfassungseinrichtung erfasste Streulicht spektral aufgelöst detektiert und analysiert wird. Auch aus der spektralen Streulichtverteilung lässt sich weitere Information bezüglich der Ursache für Defekte gewinnen.

**[0032]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Wafer-Inspektionsvorrichtung außerdem eine Wafer-Aufnahmeeinrichtung, an die der zu inspizierende Wafer ausgerichtet übergebbar ist. Zur Ausrichtung des Wafers kann der Wafer-Inspektionsvorrichtung ein Prealigner zugeordnet sein, welcher die Lage eines Notches oder Flats auf dem Außenumfang des Wafers bestimmt, den Wafer anhand des Notches oder Flats ausrichtet und dann unter Beibehaltung der vorgegebenen Orientierung an die Wafer-Aufnahmeeinrichtung übergibt. In Kenntnis des Layouts der auf dem Wafer auszubildenden Strukturen kann dann die Orientierung der von dem jeweiligen Beleuchtungs-Lichtstrahl festgelegten Beleuchtungsachse so abgestimmt werden, dass deren Projektion auf die Oberfläche des Wafers unter einer vorgebbaren Orientierung zu den Strukturen auf der

Oberfläche des Wafers ausgerichtet ist. Solche Strukturen können auf der Oberfläche des zu inspizierenden Wafers im Wesentlichen linienförmig verlaufen.

**[0033]** Zur Inspektion von Makro-Defekten wird vorzugsweise eine Bilderfassungseinrichtung verwendet, die ein Objektiv und eine Zeilen- oder Matrixkamera umfasst. Zur automatischen Inspektion der Oberfläche des Wafers ist die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Datenausleseeinrichtung, beispielsweise Computer oder Framegrabber, verbunden, welche die Bilddaten der Zeilen- oder Matrixkamera sequenziell ausliest. Aus den ausgelesenen Bilddaten können dann Kenngrößen oder Defekte des Wafers bestimmt werden. Insbesondere kann die Auswertung von Defekten auf der Oberfläche des Wafers auch orts aufgelöst ausgeführt werden, zu welchem Zweck die Daten aus der Datenausleseeinrichtung beispielsweise an Markierungen auf der Oberfläche des Wafers oder an dem Rand des Wafers ausgerichtet werden.

#### Ausführungsbeispiel

**[0034]** Nachfolgend wird die Erfindung in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben werden, woraus sich weitere Merkmale, Vorteile und zu lösende Aufgaben ergeben. In den Figuren zeigen:

**[0035]** [Fig. 1](#) einen Querschnitt durch eine Wafer-Inspektionsvorrichtung zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung;

**[0036]** [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf die Vorrichtung gemäß der [Fig. 1](#);

**[0037]** [Fig. 3](#) einen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform einer Wafer-Inspektionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0038]** [Fig. 4](#) einen Querschnitt einer ersten Ausführungsform einer Wafer-Inspektionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung; und

**[0039]** [Fig. 5](#) eine schematische perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Wafer-Inspektionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0040]** In den Figuren bezeichnen identische Bezugszeichen identische oder gleichwirkende Elemente oder Baugruppen.

**[0041]** Die [Fig. 1](#) zeigt in einem schematischen Querschnitt eine Wafer-Inspektionsvorrichtung **1**, der zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung beitragen soll. Diese umfasst eine Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung **2**, die eine Beleuchtungsach-

se **9** festlegt, welche die Oberfläche **32** des Wafers **6** in dem Auftreffpunkt **35** schneidet, eine als Bilderfassungseinrichtung dienende Kamera **4** sowie eine Wafer-Aufnahmeeinrichtung **7**, die den Wafer **6** ortsfest oder auch drehbar hält. Auf der Wafer-Aufnahmeeinrichtung **7** wird der Wafer **6** mittels Vakuum angesaugt. Die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung **2** weist ein abbildendes optisches Element **3** auf, das den Beleuchtungs-Lichtstrahl **37** formt, so dass der geneigt auf die Oberfläche **32** des zu inspizierenden Wafers **6** einfallende Beleuchtungs-Lichtstrahl **37** einen entsprechenden Bereich **8** ausleuchtet, der die gesamte Oberfläche des Wafers **6** oder einen Unterbereich davon, beispielsweise einzelne Dies, überdeckt.

**[0042]** Die Kamera **4** steht senkrecht auf der Oberfläche **32** des Wafers **6** und legt eine Abbildungsachse **10** fest, welche die Oberfläche **32** des Wafers **6** in dem Auftreffpunkt **35** schneidet. An dem vorderen Ende der Kamera **4** ist ein Objektiv **5** angeordnet, so dass der beleuchtete Bereich **8** in die Kamera **4** abgebildet wird. Die Abbildungsachse **10** und die Beleuchtungsachse **9** spannen eine Ebene auf, die orthogonal zu der Oberfläche **32** des Wafers **6** ist. Grundsätzlich kann diese Ebene die Oberfläche **32** des Wafers **6** auch unter einem anderen Winkel schneiden.

**[0043]** In der [Fig. 1](#) sind die Kamera **4** und die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung **2** in einer Dunkel-feld-Anordnung angeordnet, so dass direkt von der Oberfläche **32** des Wafers **6** reflektiertes Beleuchtungslicht nicht in die Kamera **4** abgebildet wird, sondern nur Streulicht, das von Defekten auf der Oberfläche **32** des Wafers **6** in dem beleuchteten Bereich **8** herrührt. Wie in der [Fig. 1](#) dargestellt, ist die Beleuchtungsachse **9** zu der Oberfläche **32** des Wafers **6** geneigt. Die Beleuchtungsachse **9** schließt mit der Abbildungsachse **10**, die bei dem dargestellten Beispiel einer Normalen auf die Oberfläche **32** des Wafers **6** entspricht, den Einfallswinkel  $\alpha$  ein. Der Einfallswinkel  $\alpha$  wird geeignet gewählt, was auch von den auf dem Wafer **6** auszubildenden Strukturen abhängig sein kann. Wenngleich der Einfallswinkel  $\alpha$  grundsätzlich über einen weiten Bereich variiert werden kann, etwa von  $3^\circ$  bis etwa  $90^\circ$ , bevorzugter von etwa  $20^\circ$  bis etwa  $90^\circ$ , wird bevorzugt, wenn der Beleuchtungs-Lichtstrahl auf die Oberfläche **32** des Wafers **6** unter einem Einfallswinkel  $\alpha$  im Bereich von etwa  $40^\circ$  Grad bis etwa  $86^\circ$  einfällt.

**[0044]** Wie in der [Fig. 1](#) gezeigt, wird der Beleuchtungs-Lichtstrahl **37** mit Hilfe des als Umlenkeinrichtung dienenden Umlenkspiegels **18** in eine andere Raumrichtung umgelenkt. Der von der Oberfläche des Umlenkspiegels **18** reflektierte Beleuchtungs-Lichtstrahl **37** wird unmittelbar auf die Oberfläche **32** des Wafers **6** abgebildet. Wie durch die Doppelpfeile **19** und **20** angedeutet, kann der Umlenk-

spiegel **18** verschwenkt und in der Höhe verfahren werden. Gemeinsam mit der durch den Doppelpfeil **16** angedeuteten Verschwenkmöglichkeit der Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** kann somit der Einfallswinkel  $\alpha$  über einen weiten Bereich verändert werden.

**[0045]** Wie sich aus der [Fig. 1](#) ergibt, kann der Umlenkspiegel **18** auch in unmittelbarer Nähe zu dem Umfangsrand des Wafers **6** angeordnet werden, so dass sich auch ein streifender Einfall des Beleuchtungs-Lichtstrahls **37** in einfacher Weise realisieren lässt. Etwaige Abbildungsoptiken, die zur Abbildung und Strahlformung des Beleuchtungs-Lichtstrahls dienen, etwa eine Linse oder ein Objektiv, können gemäß der vorliegenden Erfindung stromaufwärts von dem Umlenkspiegel **18** angeordnet werden.

**[0046]** Gemäß der [Fig. 1](#) ist die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** senkrecht zu der Oberfläche **32** des Wafers **6** ausgerichtet und befindet sich die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** in einer Draufsicht auf die Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** neben der Oberfläche **32** des Wafers **6**. Durch die Umlenkung können die Position und Orientierung der Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** sehr variabel gehalten werden. Beispielsweise kann die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** auch im Wesentlichen parallel zu der Oberfläche des Wafers ausgerichtet sein und in Draufsicht auf den Wafer **6** neben dem Wafer **6** angeordnet sein und kann der Beleuchtungs-Lichtstrahl **37**, der von dem Umlenkspiegel **18** reflektiert wird, im Wesentlichen radial einwärts gerichtet auf die Oberfläche **32** des Wafers **6** einfallen.

**[0047]** Durch geeignetes koordiniertes Verschwenken der Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** und des Umlenkspiegels **18** sowie durch vertikales und/oder horizontales Verschieben des Umlenkspiegels **18** lässt sich gewährleisten, dass beim Ändern des Einfallswinkels  $\alpha$  die Lage des beleuchteten Bereichs **8** auf der Oberfläche **32** des Wafers **6** im Wesentlichen ortsfest bleibt.

**[0048]** Während in der [Fig. 1](#) dargestellt ist, dass der Umlenkspiegel **18** ein Planspiegel ist, kann dieser auch durch einen konvexen oder konkaven Hohlspiegel, durch diffraktive optische Elemente, beispielsweise Beugungsgitter, oder durch refraktive optische Elemente, beispielsweise Prismen oder Prismenanordnungen, ersetzt werden.

**[0049]** Eine Lichtquelle kann in der Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** unmittelbar vorgesehen sein. Wie in der [Fig. 1](#) dargestellt, kann die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** auch eine externe Lichtquelle **11** umfassen, deren Licht über ein Lichtleiterbündel **12** in den Strahlengang eingekoppelt wird. Die Lichtquelle **11** kann eine monochromatische oder polychromatische Lichtquelle sein. Als mono-

chromatische Lichtquellen eignen sich insbesondere LEDs oder LED-Zeilenanordnungen. Als polychromatische Lichtquellen eignen sich insbesondere Blitzlichtlampen, Weißlicht-LEDs, Halogenlampen, Leuchtstoffröhren und dergleichen. Die Lichtquelle **11** kann kontinuierlich betrieben werden. Bevorzugt wird die Lichtquelle **11** jedoch getaktet betrieben, beispielsweise als Blitzlicht, das synchron zu der Bildfassung ausgelöst wird, d. h. immer dann, wenn ein neuer Wafer **6** orientiert an die Wafer-Aufnahmeeinrichtung **7** übergeben wird.

**[0050]** Ganz besonders bevorzugt werden als Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** Linien-Faserbeleuchtungen, deren linienförmig abgestrahltes Licht mit einer Zylinderlinse geformt wird, um den Bereich **8** homogen zu beleuchten.

**[0051]** Die Kamera **4** ist über eine Datenleitung **13** mit einer Datenausleseeinrichtung **14** verbunden, welche die erfassten Bilddaten auswertet oder zwischenspeichert, etwa für eine spätere Bildauswertung. Die Datenausleseeinrichtung **14** ist bevorzugt ein Computer mit einem Framegrabber, der die Zeilen einer CCD-Kamera **4** periodisch oder getaktet, beispielsweise synchron zur Auslösung des Blitzlichts, ausliest. Die ausgelesenen Bilddaten können auch auf dem Monitor **15** dargestellt oder dort mittels geeigneter Software ausgewertet dargestellt werden.

**[0052]** Die [Fig. 2](#) zeigt in einer schematischen Draufsicht die Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** gemäß der [Fig. 1](#). Wie in der [Fig. 2](#) dargestellt ist, umfasst die Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** zwei Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen **2, 2'**, die, in Draufsicht auf den Wafer **6** betrachtet, unter einem rechten Winkel zueinander ausgerichtet sind. Das Licht der Lichtquelle **11, 11'** wird über jeweilige Lichtleiterbündel **12, 12'** in die jeweilige Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2, 2'** eingekoppelt. Wie in der [Fig. 2](#) dargestellt, ist der Wafer **6** unter einer vorgebbaren Orientierung in der Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** gehalten.

**[0053]** Auf der Oberfläche des Wafers **2** können linienförmig verlaufende Strukturen (nicht dargestellt) ausgebildet sein, die die Oberfläche des Wafers **6** in rechteckförmige Unterbereiche **17** unterteilen können, beispielsweise in einzelne Dies. An dem Umfangsrand des Wafers **6** ist ein Notch **34** oder ein Flat vorgesehen, das zur Orientierung des Wafers **6** dient. Sämtliche Prozessschritte zur Ausbildung von Strukturen auf dem Wafer **6** werden unter einer vorgegebenen Orientierung des Wafers **6** ausgeführt. Weil das Layout der auszubildenden Strukturen bekannt ist, kann aus der Lage des Notches **34** oder des Flats auf dem Umfangsrand des Wafers **6** in eindeutiger Weise auf den Verlauf der linienförmigen Strukturen geschlossen werden. Der Wafer **6** kann seinerseits mit Hilfe eines Prealigners fest vorgebar orientiert

werden. Der Prealigner (nicht dargestellt) kann Bestandteil der Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** sein oder kann stromaufwärts der Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** positioniert sein, in welchem Falle der Wafer **6** mit einer vorgegebenen Orientierung an die Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** übergeben wird.

**[0054]** Wie durch die gestrichelten Linien in der [Fig. 2](#) angedeutet, bestehen mehrere Möglichkeiten, zwei Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen **2** so um den Wafer **6** herum anzuordnen, dass die Projektionen der jeweiligen Beleuchtungsachsen auf die Oberfläche des Wafers **6** im Wesentlichen orthogonal zueinander sind. Diese Positionen sind in der [Fig. 2](#) mit den Ziffern **1** bis **4** bezeichnet Positionen. Die an den mit den Ziffern **1** bis **4** bezeichneten Positionen angeordneten Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen **2**, **2'** können selektiv zugeschaltet werden. Gemäß der vorliegenden Erfindung können die zwei Beleuchtungs-Lichtstrahlen in der Projektion auf die Oberfläche des Wafers **6** zueinander orthogonal oder gegenläufig einfallen, wenn nur zwei Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** verwendet werden. Es ist darauf zu achten, dass der von einer jeweiligen Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** beleuchtete Bereich **8** mit dem von einer anderen Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2'** beleuchteten Bereich **8** ausreichend überlappt, vorzugsweise im Wesentlichen vollständig.

**[0055]** Ganz besonders bevorzugt wird eine Geometrie mit zwei Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen **2**, **2'** verwendet, die so auf die Oberfläche des Wafers **6** einstrahlen, dass die Projektionen der Beleuchtungsachsen **9**, **9'** auf die Oberfläche **32** des Wafers **6** zueinander orthogonal verlaufen und sich in einem Auftreffpunkt schneiden, wo auch die Abbildungsachse **10** der Kamera **4** die Oberfläche des Wafers **6** schneidet.

**[0056]** Die [Fig. 3](#) zeigt einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform einer Wafer-Inspektionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Gemäß der [Fig. 3](#) ist der Umlenkspiegel **18** ersetzt durch eine Periskop-Anordnung von Umlenkspiegeln **21**, **22**, die den Strahlengang des Beleuchtungs-Lichtstrahls **37** falten und in der Höhe versetzen. Die beiden Umlenkspiegel **21**, **22** sind im Wesentlichen parallel, aber höhenversetzt zueinander angeordnet. Wie durch die Doppelpfeile **20** angedeutet, können die beiden Umlenkspiegel **21**, **22** gesondert oder koordiniert gemeinsam in der Höhe und/oder senkrecht dazu verfahren werden. Wie durch die Doppelpfeile **23**, **24** angedeutet, können die beiden Umlenkspiegel **21**, **22** gesondert oder koordiniert miteinander verschwenkt werden. Wie durch den Doppelpfeil **16** angedeutet, kann auch die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung verschwenkt werden. Somit lässt sich der Einfallswinkel  $\alpha$ , unter dem der Beleuchtungs-Lichtstrahl auf die Oberfläche **32** des Wafers **6** einfällt, verändern, wobei die Lage des beleuchteten Bereichs **8** auf der

Oberfläche **32** des Wafers **6** beim Verändern des Einfallswinkels  $\alpha$  im Wesentlichen unverändert bleibt. Durch die Periskop-Anordnung kann auch die Aufweitung des Beleuchtungs-Lichtstrahls in einfacher Weise geändert werden.

**[0057]** Bevorzugt wird eine Periskop-Anordnung, bei der der untere Umlenkspiegel **21** ortsfest gehalten ist und nur der obere Umlenkspiegel **22** verschwenkt und/oder senkrecht verfahren werden kann. In dieser Konfiguration kann die Justierung des Beleuchtungs-Lichtstrahls **37** nur mit Hilfe des oberen Umlenkspiegels **22** vorgenommen werden.

**[0058]** Selbstverständlich eignen sich zur Umlenkung des Beleuchtungs-Lichtstrahls **37** in der Periskop-Anordnung auch andere optische Elemente, beispielsweise Hohlspiegel, diffraktive Elemente, beispielsweise Beugungsgitter, oder auch Prismen oder Prismenanordnungen.

**[0059]** Gemäß der [Fig. 3](#) bewirkt eine Trennplatte **25** eine räumliche Unterteilung der Wafer-Inspektionsvorrichtung **1**. In dem dargestellten Beispiel ist der Wafer **6** und der untere Umlenkspiegel **21** der Periskop-Anordnung von Umlenkspiegeln **21**, **22** unterhalb der Trennplatte **25** angeordnet ist und ist die zumindest eine Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2**, die Bilderfassungseinrichtung **4**, der obere Umlenkspiegel **22** der Periskop-Anordnung von Umlenkspiegeln **21**, **22** sowie weitere, nicht dargestellte optische Elemente oberhalb der Trennplatte **25** angeordnet. Die Trennplatte **25** sorgt für einen gewissen mechanischen Schutz von unterhalb der Trennplatte **25** befindlichen Elementen, beispielsweise des Wafers **6** oder des unteren Spiegels **21**. Weil die meisten Elemente oberhalb der Trennplatte **25** angeordnet sind, insbesondere die Bilderfassungseinrichtung **4**, die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung **2** und der obere Spiegel **22**, können Wartungs- und Montagearbeiten an diesen Elementen ohne die Gefahr von Beschädigungen des Wafers **6** oder des unteren Spiegels **21** und ohne Verletzungsgefahr aufgrund eines unterhalb der Trennplatte **25** angeordneten Verfahrtschrittes (nicht dargestellt) ausgeführt werden.

**[0060]** Die Trennplatte **25** weist mehrere Öffnungen **26** auf, durch die hindurch der in die Bilderfassungseinrichtung **4** abgebildete Abbildungslichtstrahl sowie der Beleuchtungs-Lichtstrahl **37** verläuft. Die rechte Öffnung **26** ist von einem transparenten Element **27** verschlossen, vorzugsweise luftdicht. Die linke Öffnung **26** ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel offen, kann jedoch ebenfalls von einem transparenten Element verschlossen sein.

**[0061]** Selbstverständlich kann die Trennplatte **25** bei der Periskop-Anordnung von Umlenkspiegeln **21**, **22** gemäß der [Fig. 3](#) auch weggelassen werden.



**[0062]** Die [Fig. 4](#) zeigt in einem schematischen Querschnitt eine weitere Ausführungsform einer Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Anordnung ist im Wesentlichen identisch zu der gemäß der [Fig. 1](#), mit Ausnahme der Trennplatte **25**, welche die Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** räumlich in zwei zueinander höhenversetzte Ebenen unterteilt. Wie dargestellt, befindet sich in der linken und rechten Öffnung **26** der Trennplatte **25** jeweils eine transparente Scheibe **27**. Diese transparente Scheibe kann ein zur Homogenisierung des jeweiligen Lichtstrahls dienendes Homogenisierungsmittel umfassen, beispielsweise eine Streuscheibe oder ein Mikrolinsenarray.

**[0063]** Die [Fig. 5](#) zeigt in einer perspektivischen Anordnung eine weitere Ausführungsform einer Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung. Sämtliche Elemente sind auf einer Montageplatte **31** angebracht. In dem unteren Teil sind die Aufsicht-Beleuchtungseinrichtungen **2, 2'** parallel zu der Oberfläche des nicht dargestellten Wafers ausgerichtet. Die jeweiligen Beleuchtungs-Lichtstrahlen **37** werden über die zugehörigen Periskop-Anordnungen von Umlenkspiegeln **22, 21** bzw. **22', 21'** unter geneigtem Einfallswinkel auf die Oberfläche des Wafers abgebildet. Die Kamera **4** dient zur Erfassung von Streulicht, das von dem beleuchteten Bereich auf der Oberfläche des Wafers herrührt. Die Kamera **4** ist senkrecht zu der Oberfläche des Wafers ausgerichtet. Das in dem beleuchteten Bereich auf der Oberfläche des Wafers gestreute Licht wird über den teildurchlässigen Spiegel **28** und den Umlenkspiegel **29** in die Kamera **4** abgebildet. Oberhalb des teildurchlässigen Spiegels **28** befindet sich eine Flächenbeleuchtung **30**, die für andere Inspektionsverfahren verwendet werden kann.

**[0064]** In dem oberen Teil befinden sich zwei weitere Aufsicht-Beleuchtungseinrichtungen **2'', 2'''**, deren Beleuchtungs-Lichtstrahlen mittels zugeordneter Umlenkspiegel **18, 18'** in der im Zusammenhang mit der [Fig. 1](#) beschriebenen Weise auf die Oberfläche des nicht dargestellten Wafers abgebildet werden. In der Projektion auf die Oberfläche des Wafers verlaufen sowohl die Beleuchtungs-Lichtstrahlen, die von den Aufsicht-Beleuchtungseinrichtungen **2, 2'** abgestrahlt werden, als auch die Beleuchtungs-Lichtstrahlen, die von den Aufsicht-Beleuchtungseinrichtungen **2''** und **2'''** abgestrahlt werden, senkrecht zueinander.

**[0065]** Wenngleich in den vorstehend beschriebenen Figuren nicht dargestellt, umfasst die erfindungsgemäße Wafer-Inspektionsvorrichtung **1** einen verfahrenstisch, beispielsweise einen XY-Verfahrtisch, so dass durch geeignetes Verfahren des Wafers **6** die gesamte Oberfläche **32** des Wafers **6** abgetastet werden kann.

## Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Wafer-Inspektionsvorrichtung
<b>2</b>	Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung
<b>2', 2'', 2'''</b>	Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung
<b>3</b>	Abbildendes optisches Element
<b>4</b>	Kamera
<b>5</b>	Objektiv
<b>6</b>	Wafer
<b>7</b>	Wafer-Aufnahmeeinrichtung
<b>8</b>	Beleuchteter Bereich
<b>9</b>	Beleuchtungsachse
<b>9'</b>	Beleuchtungsachse
<b>10</b>	Abbildungsachse
<b>11</b>	Lichtquelle
<b>11'</b>	Lichtquelle
<b>12</b>	Lichtleiterbündel
<b>12', 12'', 12'''</b>	Lichtleiterbündel
<b>13</b>	Datenleitung
<b>14</b>	Datenausleseeinrichtung
<b>15</b>	Monitor
<b>16</b>	Verschwenkrichtung der Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung
<b>17</b>	Die
<b>18</b>	Umlenkspiegel
<b>18'</b>	Umlenkspiegel
<b>19</b>	Verschwenkrichtung von Umlenkspiegel
<b>20</b>	Verschiebungsrichtung von Umlenkspiegel
<b>21</b>	Erster Periskopspiegel
<b>22</b>	Zweiter Periskopspiegel
<b>23</b>	Verschwenkrichtung des ersten Periskopspiegels
<b>24</b>	Verschwenkrichtung des zweiten Periskopspiegels
<b>25</b>	Platte
<b>26</b>	Öffnung
<b>27</b>	Optisches Element
<b>28</b>	Teildurchlässiger Spiegel
<b>29</b>	Umlenkspiegel
<b>30</b>	Flächenbeleuchtung
<b>31</b>	Montageplatte
<b>32</b>	Oberfläche des Wafers <b>6</b>
<b>34</b>	Notch
<b>35</b>	Auftreffpunkt
<b>37</b>	Beleuchtungs-Lichtstrahl
<b><math>\alpha</math></b>	Einfallswinkel

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Inspektion eines Wafers (**6**), mit:
  - zumindest einer Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung (**2, 2'**),
  - zumindest einer Umlenkeinrichtung (**18, 21, 22**) von denen zumindest eine als Umlenkspiegel (**18**) ausgebildet ist, der den Beleuchtungs-Lichtstrahl (**37**) der Beleuchtungseinrichtung (**2, 2'**) derart auf die Oberfläche (**32**) des zu inspizierenden Wafers (**6**) lenkt,

dass er schräg einfällt,

– einer Bilderfassungseinrichtung (4), zum Erfassen eines Bildes der Oberfläche (32) in einer Dunkelfeldanordnung,

– einer Trennplatte (25), die die Inspektionsvorrichtung (1) räumlich derart trennt, dass die Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2') und/oder die Bilderfassungseinrichtung (4) oberhalb und zumindest eine Umlenkeinrichtung (18, 21, 22) und der Wafer (6) unterhalb der Trennplatte (25) angeordnet sind,

– zumindest einer Öffnung (26) in der Trennplatte (25) durch die der Beleuchtungs-Lichtstrahl (37) und/oder der Abbildungslichtstrahl verlaufen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die zugeordnete Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2') senkrecht oder parallel zu der Oberfläche (32) des Wafers (6) ausgerichtet ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Umlenkeinrichtung als Spiegel (18; 21, 22) ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die zumindest eine Umlenkeinrichtung jeweils eine Periskop-Anordnung von Spiegeln (21, 22) umfasst, wobei die zugeordnete Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2') parallel zu der Oberfläche (32) des Wafers (6) ausgerichtet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, wobei der oder die Spiegel (18; 21, 22) verschwenkbar und/oder verfahrbar gehalten sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine von der Bilderfassungseinrichtung (4) festgelegte Abbildungsachse (10) senkrecht zur Oberfläche (32) des Wafers (6) orientiert ist.

7. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der eine von einer Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2') festgelegte Beleuchtungsachse (9) und die Abbildungsachse (10) eine Ebene aufspannen, die senkrecht zu der Oberfläche (32) des Wafers orientiert ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Einfallswinkel ( $\alpha$ ) des Beleuchtungs-Lichtstrahls (37) veränderbar ist, wobei ein beleuchteter Bereich (8) auf der Oberfläche (32) des Wafers (6) ortsfest bleibt, wenn der Einfallswinkel ( $\alpha$ ) geändert wird.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Einfallswinkel ( $\alpha$ ) im Bereich von annähernd 3° bis annähernd 90° liegt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei der Einfallswinkel ( $\alpha$ ) im Bereich von annähernd 20° bis annähernd 90° liegt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei der Einfallswinkel ( $\alpha$ ) im Bereich von annähernd 40° bis annähernd 86° liegt.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend zwei Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen (2, 2'), deren Beleuchtungsachsen (9, 9') parallel zueinander ausgerichtet sind, wobei Bereiche (8) auf der Oberfläche (32) des Wafers (6), die jeweils von den Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen (2, 2') beleuchtet werden, miteinander überlappen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, umfassend zwei Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen (2, 2'), deren Beleuchtungsachsen (9, 9') senkrecht zueinander ausgerichtet sind, wobei Bereiche (8) auf der Oberfläche (32) des Wafers (6), die jeweils von den Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen (2, 2') beleuchtet werden, miteinander überlappen.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, umfassend vier Auflicht-Beleuchtungseinrichtungen (2, 2'), deren Beleuchtungsachsen (9, 9') orthogonal zueinander sind und sich in einem Bereich (8) auf der Oberfläche des Wafers schneiden, der in die Bilderfassungseinrichtung (4) abgebildet wird.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die zumindest eine Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2') eine Lichtquelle (11, 11') mit monochromatischem Licht umfasst.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der die zumindest eine Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2') eine Lichtquelle (11, 11') mit polychromatischem Licht umfasst.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der die Lichtquelle (11, 11') eine Blitzlichtquelle mit polychromatischem Licht oder Blitzlichtquellen-Zeilenanordnung ist.

18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (2, 2') jeweils ein Lichtleiterbündel (12) und ein zugeordnetes abbildendes optisches Element (3) umfasst.

19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend ein in die Öffnungen (26) der Trennplatte (25) einsetzbares transparentes optisches Element (27) zum Homogenisieren des Beleuchtungs-Lichtstrahls (37).

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

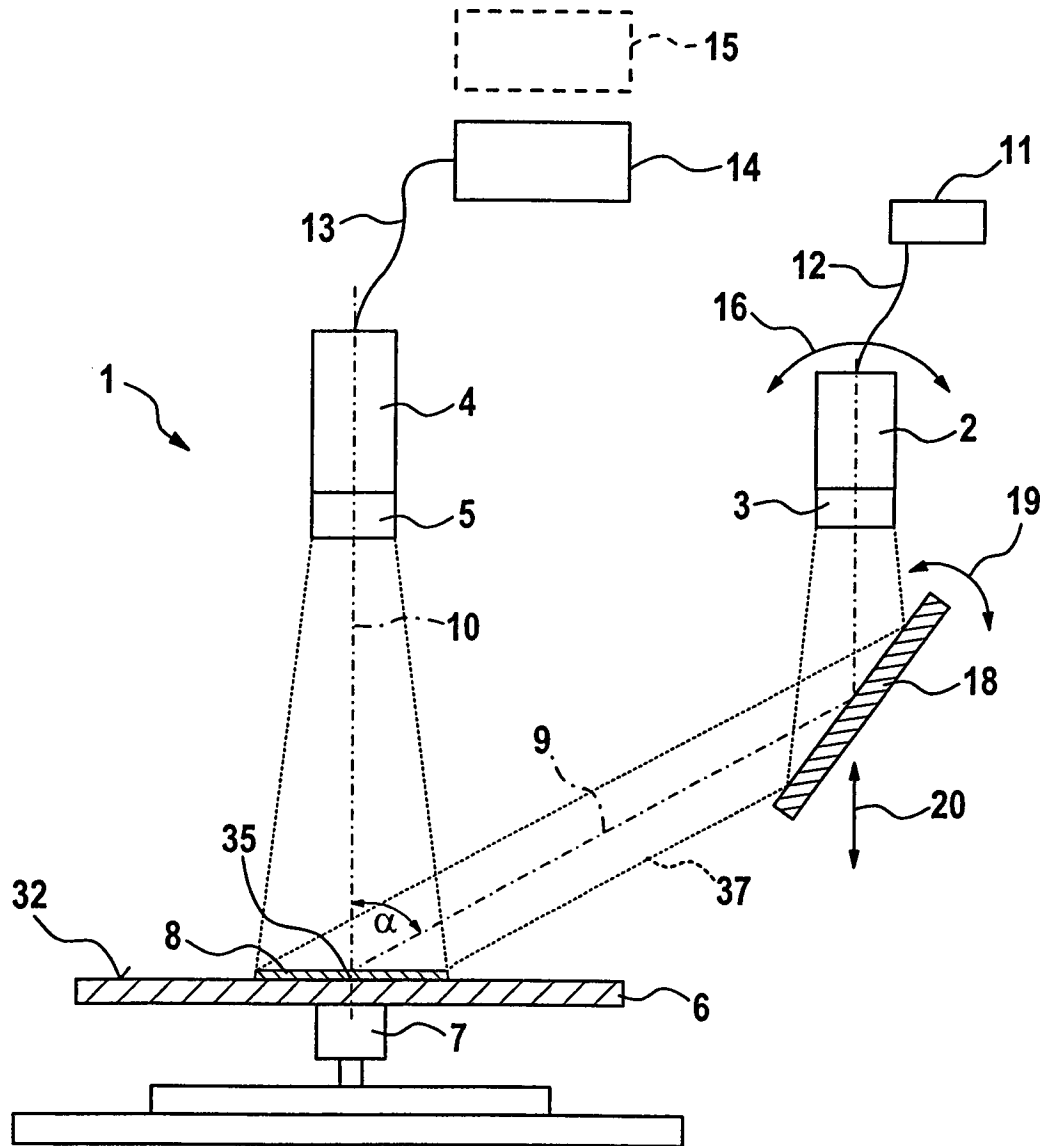
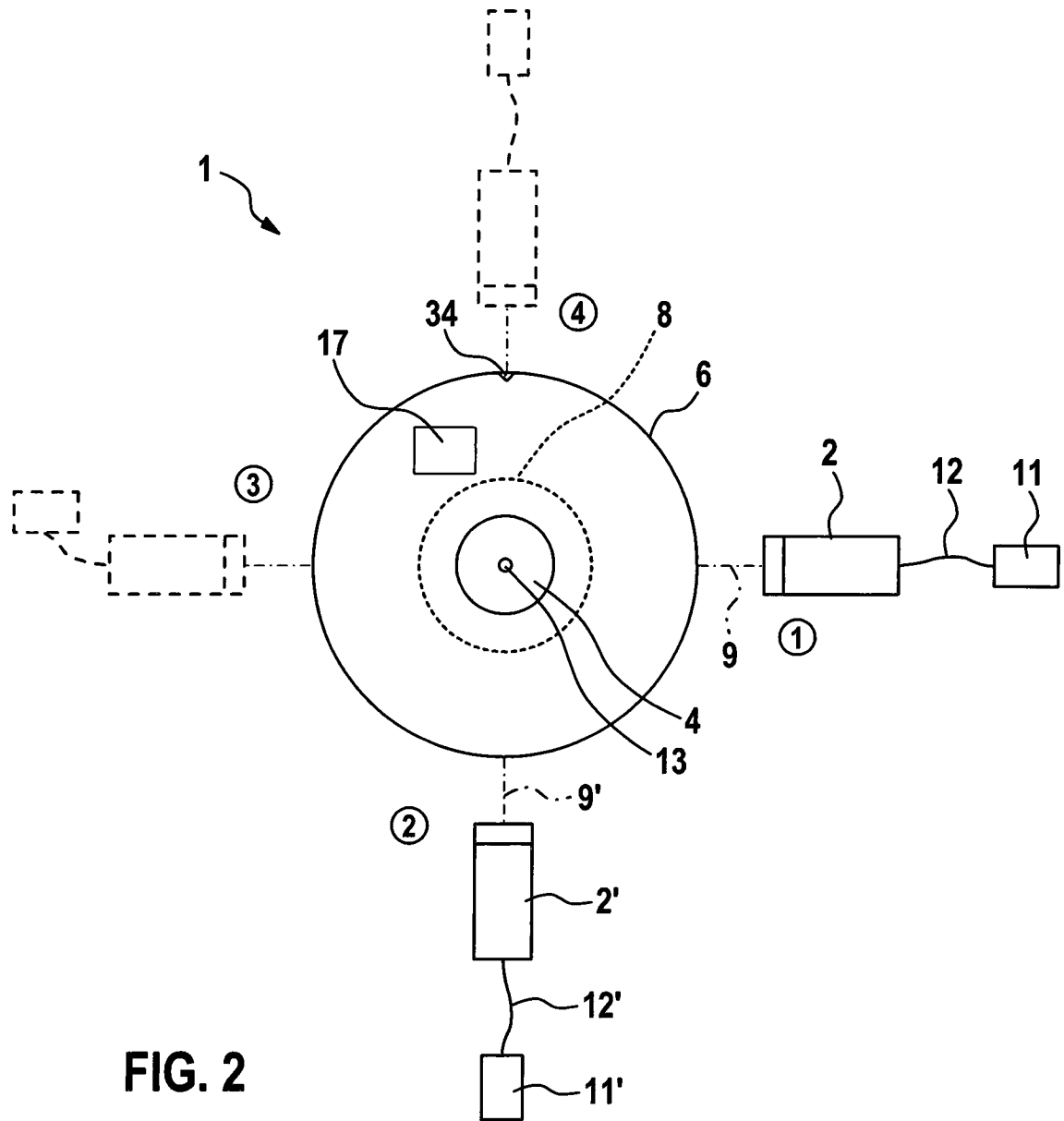


FIG. 1



**FIG. 2**

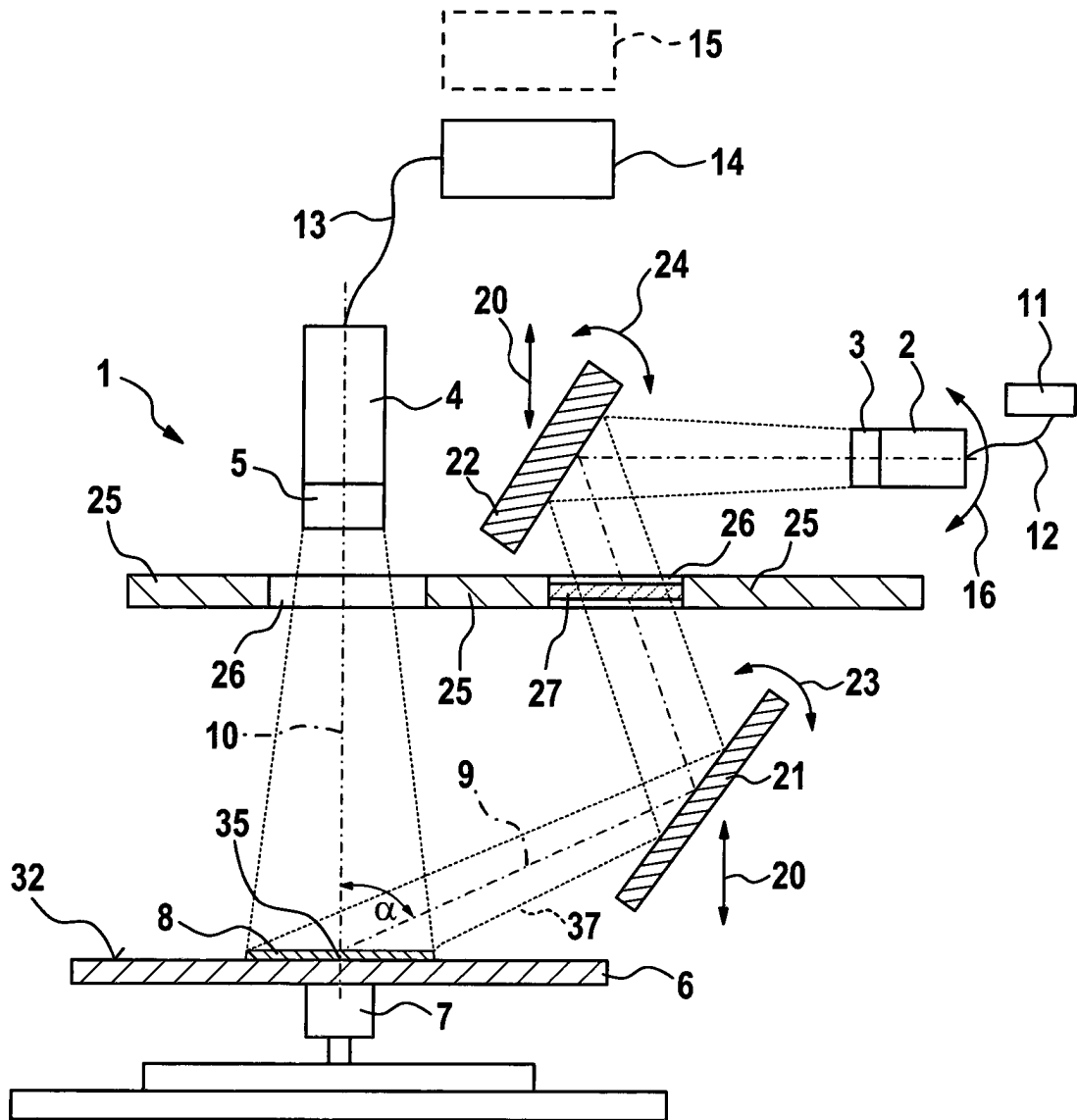


FIG. 3

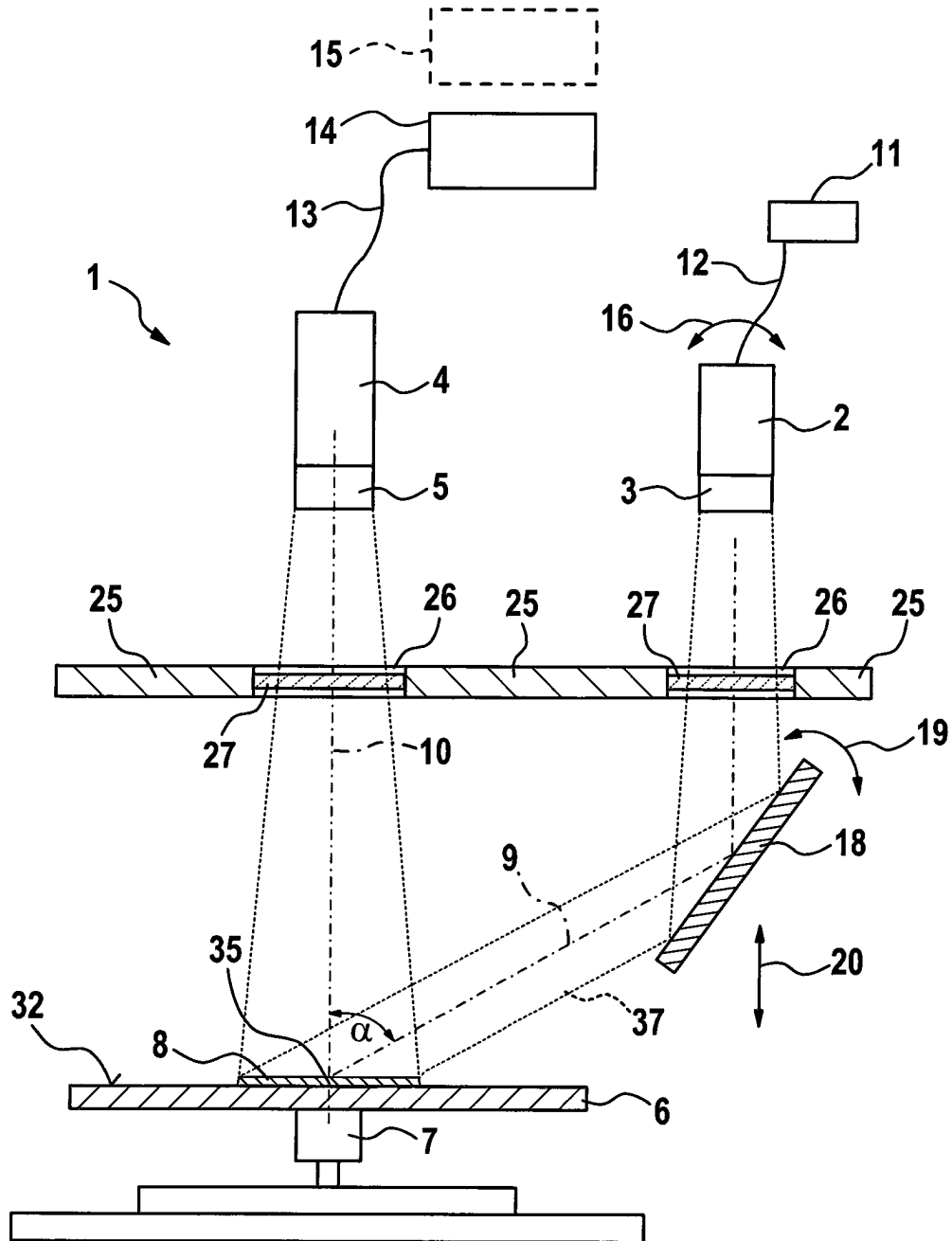


FIG. 4

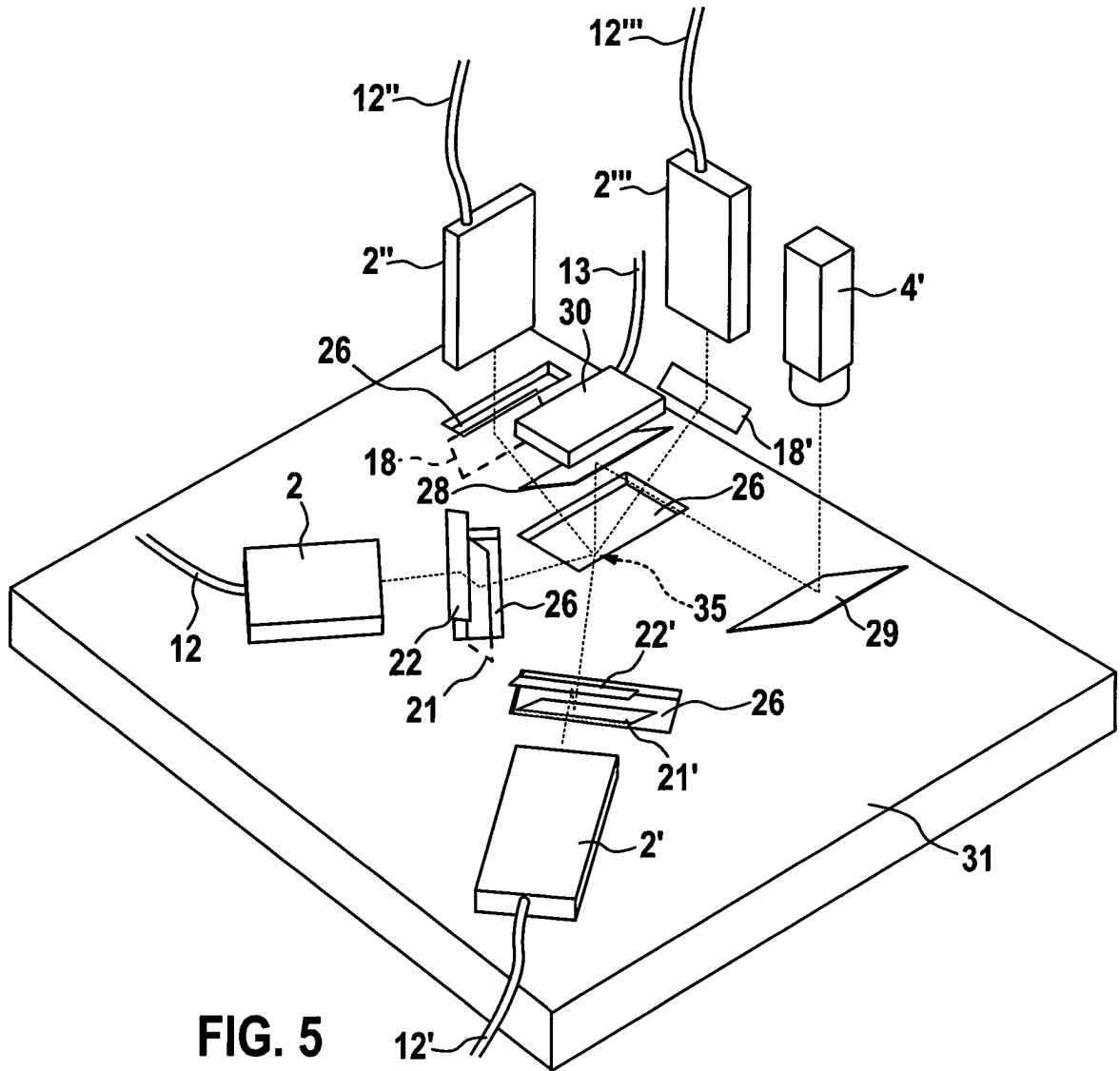


FIG. 5