

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 799/2011  
(22) Anmeldetag: 31.05.2011  
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2012

(51) Int. Cl. : **G01B 11/24** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 10161226 A1  
DE 19757067 A1

(73) Patentinhaber:  
JERMAN THOMAS  
8010 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:  
JERMANN THOMAS  
GRAZ (AT)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR OPTISCHEN MESSUNG ZUMINDEST EINER DIMENSION EINES OBJEKTES MITTELS PUNKTFÖRMIGER, DIVERGENTER LICHTQUELLEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur optischen Messung zumindest einer Dimension eines Objektes (2), insbesondere eines flachen Objektes (2) wie eines Wafers, umfassend zumindest eine im Wesentlichen punktförmige, divergente Lichtquelle (3), zumindest einen der Lichtquelle (3) gegenüberliegenden Detektor (4) sowie zumindest eine Manipulationseinheit (7) zum Halten und/oder Bewegen des Objektes (2). Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Vorrichtung (1) mit mehr als einer dem Detektor (4) gegenüberliegenden divergenten Lichtquelle (3) ausgebildet ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur optischen Messung zumindest einer Dimension eines Objektes (2), insbesondere eines flachen Objektes (2) wie eines Wafers, wobei das Objekt (2) mit punktförmig divergentem Licht beleuchtet und dessen Projektion von zumindest einem sich im Strahlungsbereich befindenden Detektor (4) erfasst wird, wobei zumindest zwei Lichtquellen (3) mit zumindest zwei Projektionen auf dem zumindest einen Detektor (4) erfasst werden und aus dadurch erhaltenen Daten eine Tiefeninformation des Objektes (2) bestimmt wird. Dadurch ermöglichen eine Vorrichtung (1) und ein erfindungsgemäßes Verfahren eine einfache, robuste Konstruktion, eine nur geringe Schmutzanfälligkeit sowie eine zusätzliche Bestimmung einer Tiefeninformation mit nur minimalem Konstruktionsaufwand

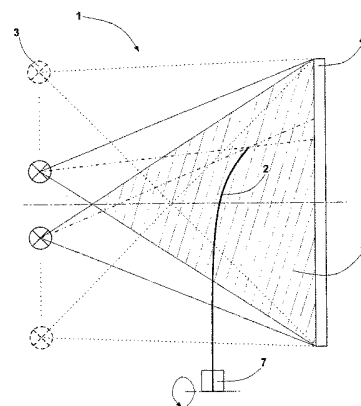


Fig. 1

## Beschreibung

### VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR OPTISCHEN MESSUNG ZUMINDEST EINER DIMENSION EINES OBJEKTES MITTELS PUNKTFÖRMIGER, DIVERGENTER LICHTQUELLEN

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Messung zumindest einer Dimension eines Objektes, insbesondere eines flachen Objektes wie eines Wafers, umfassend zumindest eine im Wesentlichen punktförmige, divergente Lichtquelle, zumindest einen der Lichtquelle gegenüberliegenden Detektor sowie zumindest eine Manipulationseinheit zum Halten und/oder Bewegen des Objektes.

**[0002]** Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur optischen Messung zumindest einer Dimension eines Objektes, insbesondere eines flachen Objektes wie eines Wafers, wobei das Objekt mit punktförmig divergentem Licht beleuchtet und dessen Projektion von zumindest einem sich im Strahlungsbereich befindenden Detektor erfasst wird.

**[0003]** Aus dem Stand der Technik sind diverse Verfahren bzw. Vorrichtungen zur optischen Messung einer Dimension eines Objektes bekannt. Dabei haben sich Verfahren bzw. Vorrichtungen basierend auf punktförmigen, divergenten Lichtquellen insofern als besonders günstig erwiesen, da bei diesen auf eine aufwendige Optik zur Parallelisierung des zu einer Projektion dienenden Lichtes verzichtet wird und dadurch sowohl die Schmutzempfindlichkeit verringert wird als auch optikbedingte Abbildungsfehler entfallen.

**[0004]** Ein Beispiel für eine derartige Einrichtung ist in der DE 101 61 226 A1 beschrieben. Diese Vorrichtung verfügt zwar über alle oben genannten Vorteile, beschränkt sich aber auf die Messung von nur einer Dimension und bedingt zusätzlich einen konstanten Abstand zwischen der Lichtquelle und dem Messobjekt oder eine Bestimmung dessen durch eine weitere von der Einrichtung unabhängige Messung oder eine zusätzliche mathematische Beziehung.

**[0005]** In der DE 197 57 067 A1 wird ein Verfahren zur Messung des Durchmessers eines Stranges, insbesondere eines Kabels kleineren Durchmessers, ohne Zwischenschaltung einer abbildenden Optik mit dem Licht mindestens einer monochromatischen, in der Messebene punktförmigen Lichtquelle beschrieben. Da bei diesem Verfahren der Abstand zwischen Lichtquelle und zu vermessenden Kabelstrang schwankt, ist eine zusätzliche Beziehung notwendig, welche durch eine Auswertung der Beugungssäume an den Schattengrenzen der Projektion berücksichtigt wird. Nachteilig hierbei ist, dass die Beugungssäume durch Schmutzpartikel verfälscht werden können und damit der durch den Verzicht auf ein Linsensystem erzielte Vorteil einer geringeren Schmutzanfälligkeit zumindest teilweise zunichtegemacht wird.

**[0006]** Hingegen ist in der WO 2010/118449 A2 ein flächiger, für die Anwendung an Lichtvorhängen bestimmter Detektor beschrieben, welcher in Abhängigkeit von absorbiertem Licht elektrische Signale generiert und mit einer Anzahl von Abgreifpunkten für die erzeugten Signale versehen ist, wobei die Größe der Signale an den einzelnen Abgreifpunkten von deren Entfernung zu den Teilflächen abhängig ist. Es wird in diesem Dokument zwar eine automatische Bestimmung der Position und der Abmessungen eines Objektes beschrieben, jedoch ist es nicht ohne Weiteres möglich, die Koordinaten der Oberfläche bzw. der Ränder des Objektes teilweise oder als Ganzes zu vermessen, und bedingt darüber hinaus, dass die durch Lichtquellen verursachten Schattenwürfe immer zur Gänze erfasst werden sowie einen komplexeren Aufbau bzw. Auswertung als in der DE 101 61 226 A1 beschrieben.

**[0007]** Derartige Verfahren bzw. Vorrichtungen sind zwar für den jeweiligen Einsatzzweck gut geeignet, aber nicht oder nur schlecht dazu in der Lage, eine zusätzliche Tiefeninformation, also einen Abstand zwischen einer Lichtquelle und einem Objektrand bzw. einem Objektrand und einem Detektor, zu bestimmen. Als nicht einschränkendes illustratives Beispiel hierfür sei die Vermessung von Wafern genannt. Im Laufe einer Waferprozessierung kommt es, insbesondere bei Wafern mit einer Dicke von 300  $\mu\text{m}$  und darunter, zu Materialspannungen, welche eine nicht unerhebliche Durchbiegung des Wafers bewirken. Da jedoch bei bestimmten Halbleiter-

prozessierungsschritten, beispielsweise bei einem Lithografieschritt, eine möglichst exakte Ausrichtung des Wafers notwendig ist, um ein optimales Prozessergebnis zu erzielen, ist es erforderlich, auch die Durchbiegung des Wafers zu erfassen. Dies ist bei bzw. mit oben beschriebenen Vorrichtungen bzw. Verfahren nicht möglich oder nur durch zwei oder mehrere voneinander unabhängige eindimensionale Messeinrichtungen möglich, welche allerdings zu einer unnötigen Steigerung der Komplexität des Verfahrens bzw. einer unnötigen Vervielfachung der Vorrichtung und/oder deren Komponenten sowie zu einem gesteigerten Platzbedarf führen.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, welche eine einfache und robuste Konstruktion erlaubt, möglichst unempfindlich gegenüber Schmutz ist und zusätzlich die Bestimmung einer Tiefeninformation gewährleistet.

**[0009]** Ein weiteres Ziel ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches ein einfaches und robustes Verfahren für eine erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt, möglichst unempfindlich gegenüber Schmutz ist und zusätzlich die Bestimmung einer Tiefeninformation gewährleistet.

**[0010]** Die erste Aufgabe wird gelöst, wenn eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit mehr als einer dem Detektor gegenüberliegenden divergenten Lichtquelle ausgebildet ist.

**[0011]** Ein mit der Erfindung erzielter Vorteil ist insbesondere darin zu sehen, dass durch die Ausbildung mit mehr als einer punktförmigen, divergenten Lichtquelle die Bestimmung einer Tiefeninformation möglich ist, ohne dabei auf eine einfache, robuste Konstruktion oder eine geringe Schmutzanfälligkeit verzichten zu müssen. Darüber hinaus benötigt die Vorrichtung, durch ihre einfache Konstruktion sowie eine vorteilhafte geringe Anzahl an Komponenten, sehr wenig Raum und erlaubt einen simplen Einbau in bzw. Erweiterung von bestehenden Anlagen.

**[0012]** Es hat sich bewährt, wenn zumindest eine Lichtquelle eine fächerförmige Abstrahlungscharakteristik aufweist, um eine optimale Ausleuchtung einer Messebene und/oder des zumindest einen Detektors zu ermöglichen.

**[0013]** Es ist von Vorteil, wenn die Lichtquellen in einer Ebene angeordnet sind. Dies erlaubt eine kompakte Bauform und eine einfache mathematische Modellierung der Vorrichtung.

**[0014]** Mit Vorteil sind zumindest zwei Lichtquellen entlang einer Geraden angeordnet, um eine noch kompaktere Bauform und eine noch einfachere mathematische Modellierung der Vorrichtung zu ermöglichen.

**[0015]** Bevorzugt ist bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung der zumindest eine Detektor als optoelektronischer Detektor ausgebildet. Daraus ergibt sich der Vorteil einer digitalen Erfassung und Auswertung der Messdaten.

**[0016]** Von Vorteil ist es auch, wenn zumindest eine Steuereinheit und zumindest eine Auswertereinheit vorgesehen sind und die zumindest eine Manipulationseinheit mit der Steuereinheit in Wirkverbindung steht. Dies ist besonders günstig, da sowohl das Objekt für eine Messung optimal positioniert werden als auch die Oberfläche des Objektes in Teilen oder als Ganzes vermessen werden kann und aus den erhaltenen Messdaten die Koordinaten und/oder Dimensionen des Objektes durch die Auswertereinrichtung bestimmt werden können.

**[0017]** In der Regel ist die zumindest eine Manipulationseinheit parallel oder senkrecht zu einer Messebene drehbar und/oder verschiebbar gelagert, um eine optimale Positionierung des Objektes und/oder sowohl Einzelmessungen als auch Messserien mit definierten geometrischen Beziehungen zu gewährleisten.

**[0018]** Bevorzugt ist es, wenn die zumindest eine Manipulationseinheit zwischen dem zumindest einen Detektor und den Lichtquellen positioniert ist, um eine Vergrößerung der Projektion und/oder eine Minimierung eines Projektionsfehlers einzustellen.

**[0019]** Besonders bevorzugt verläuft zumindest eine Messebene parallel zum Strahlengang zumindest einer Lichtquelle, um eine Maximierung eines Messbereiches zu erreichen.

**[0020]** Mit Vorteil weist die Vorrichtung zumindest eine Positionierungseinheit zur Ausrichtung des Objektes auf. Dies erlaubt eine exakte Positionierung des Objektes für einen nachfolgenden Verarbeitungsschritt.

**[0021]** Zweckmäßigerweise wird eine erfindungsgemäße Vorrichtung für eine Vermessung von im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten Objekten verwendet, da derartige Objekte einen nur sehr geringen Messfehler in der Tiefe verursachen.

**[0022]** Bevorzugt wird eine erfindungsgemäße Vorrichtung verwendet, wenn das Objekt als ein Wafer ausgebildet ist, vorzugsweise mit einer Dicke von weniger als 300  $\mu\text{m}$ , insbesondere weniger als 150  $\mu\text{m}$ . Die Verwendung hierfür ist vorteilhaft, da derartige Waferdicken bei der Halbleiterprozessierung häufig vorkommen und eine Durchbiegung aufgrund von Spannungen bei diesen Dicken besonders ausgeprägt ist.

**[0023]** Üblicherweise wird eine erfindungsgemäße Vorrichtung, zur Vermessung und/oder Positionierung und/oder Ausrichtung von Wafern in Transportboxen und/oder vor einem Halbleiterprozessierungsschritt, verwendet, um den Wafer möglichst exakt nach einer oder mehreren definierten Kristallorientierungen auszurichten und damit in weiterer Folge bessere Produkteigenschaften und einen geringeren Ausschuss zu erzielen.

**[0024]** Das weitere Ziel wird erreicht, wenn bei einem Verfahren der eingangs genannten Art zumindest zwei Lichtquellen mit zumindest zwei Projektionen auf dem zumindest einen Detektor erfasst werden und aus dadurch erhaltenen Daten eine Tiefeninformation des Objektes bestimmt wird. Der daraus resultierende Vorteil liegt in der zwei- bzw. dreidimensionalen Vermessung der Ränder bzw. Oberflächen von Objekten und der darin enthaltenen Tiefeninformation. Darüber hinaus gewährleistet ein derartiges Verfahren eine einfache und robuste Konstruktion sowie eine nur geringe Schmutzempfindlichkeit.

**[0025]** Von Vorteil ist es auch, wenn zumindest eine Messebene zwischen den Lichtquellen und dem zumindest einen Detektor aufgespannt wird, um einen Messbereich zu maximieren.

**[0026]** Mit Vorteil werden Koordinaten von einem oder mehreren Rändern eines Objektes in zumindest einer Messebene bestimmt, um die Oberfläche des Objektes in Teilen oder als Ganzes zu erfassen.

**[0027]** Bevorzugt werden erhaltene Messdaten für eine Vermessung, Positionierung und/oder Ausrichtung von Objekten eingesetzt. Dies ermöglicht eine Verbesserung der Produktqualität, eine Verringerung des Ausschusses und damit letztlich auch eine Schonung der Umwelt.

**[0028]** Von Vorteil ist es auch, wenn erhaltene Messdaten für eine Vermessung einer Position, Höhe, Breite oder eines Durchmessers von sowohl transparenten als auch nicht transparenten Objekten verwendet werden, um damit ein noch breiteres Anwendungsgebiet zu erschließen.

**[0029]** Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich anhand des nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiels. In den Zeichnungen, aufweiche dabei Bezug genommen wird, zeigen:

**[0030]** Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer zu einer Messebene senkrechten Manipulationseinheit;

**[0031]** Fig. 2 ein Schema eines Informationsflusses bei Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

**[0032]** Fig. 3 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer zu einer Messebene parallelen Manipulationseinheit;

**[0033]** Fig. 4 ein beispielhaftes Detektorsignal hervorgerufen durch Belichtung eines nicht transparenten Objektes von einer punktförmigen, divergenten Lichtquelle einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

**[0034]** Fig. 5 ein beispielhaftes Detektorsignal hervorgerufen durch Belichtung eines transparenten Objektes von einer punktförmigen, divergenten Lichtquelle einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0035]** Ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 und eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 1 bis 5 dargestellt. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 umfasst mehr als eine punktförmige, divergente Lichtquelle 3, zumindest einen diesen gegenüberliegenden Detektor 4, zumindest eine zwischen den Lichtquellen 3 und dem zumindest einen Detektor 4 positionierte Manipulationseinheit 7, eine Steuereinheit 5, welche ein Zusammenspiel zwischen den Lichtquellen 3, dem Detektor 4 und der Manipulationseinheit 7 koordiniert, und eine Auswerteeinheit 6, welche von der Steuereinheit 5 erhaltenen Messdaten aufbereitet und in eine für eine optionale Positionierungseinheit 9 verwendbare Form bringt und/oder die berechneten Koordinaten der Ränder bzw. Oberfläche des Objektes 2 für eine externe Verwendung zur Verfügung stellt und/oder diese in einem für eine weitere Verwendung geeigneten Format speichert.

**[0036]** Die punktförmigen, divergenten Lichtquellen 3 und das zu vermessende Objekt 2 verursachen auf dem zumindest einen Detektor 4 mehrere Schattenwürfe. Prinzipiell sind beliebige punktförmige, divergente Lichtquellen 3 für den Einsatz in der Vorrichtung 1 denkbar. Für den Fall einer besonders kompakten Ausführung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 erweisen sich Leuchtdioden und/oder Laser wie Festkörperlaser, insbesondere Laserdioden mit integrierter Optik, als besonders vorteilhaft, wobei für diese sowohl unterschiedliche als auch idente Wellenlängen Anwendung finden können. Je nach Anwendungsfall kann es vorgesehen sein, dass die Lichtquellen 3 einzeln, in Paaren oder Gruppen, aber auch als Gesamtheit angesteuert werden, um die durch das Objekt 2 verursachten Projektionen zu messen oder die verschiedenen Intensitätsverläufe der Lichtquellen 3 auf dem zumindest einen Detektor 4 für eine Kalibrierung der Vorrichtung 1 zu erfassen. Zusätzlich sind die Lichtquellen 3 entlang einer oder mehrerer Geraden angeordnet und/oder in einer Ebene positioniert, um die Koordinaten von einem oder mehreren Rändern des Objektes 2 mithilfe einfacher geometrischer Beziehungen berechnen zu können, z. B. mittels eines oder mehrerer Ähnlichkeitssätze, insbesondere Winkel- und/oder Strahlensätze. Außerdem kann es von Vorteil sein, wenn unter den zur Verfügung stehenden Lichtquellen 3 gezielt einzelne Lichtquellen 3 zu Paaren oder Gruppen kombiniert werden, um durch die Geometrie des Objektes 2 verursachte Abbildungsfehler zu minimieren, eine Empfindlichkeit der Vorrichtung 1 bzw. des Verfahrens zu justieren sowie Vorrichtungsparemeter wie wirksame Höhe und/oder Basis der Vorrichtung 1 zu bestimmen. Um den inhärent zweidimensionalen Schnitt des zu vermessenden Objektes 2 mit einer Messebene 8 zu einer teilweisen oder gänzlichen Vermessung der Oberfläche des Objektes 2 zu ergänzen, kann es vorgesehen sein, dass fächerförmige oder strahlenförmige Abstrahlcharakteristiken von zumindest zwei Lichtquellen 3 eine divergent ausgeleuchtete Messebene 8 erzeugen und das ausgesendete Licht, durch rotierende oder drehbar gelagerte reflektierende Oberflächen wie Spiegel, über das Objekt 2 und einem oder mehreren dahinter liegenden Detektoren 4 geschwenkt wird. Es können aber auch mehrere Messebenen 8, zur simultanen Vermessung von mehreren Schnitten durch einen oder mehrere Detektoren 4, kombiniert werden.

**[0037]** Der Detektor 4 ist als zumindest eine optoelektronische Einrichtung ausgebildet und wandelt den durch einen oder mehrere Projektionen verursachten Intensitätsverlauf in elektronisch auswertbare Signale um. Der Detektor 4 kann ein- oder mehrteilig sowie zellenförmig als auch flächig ausgebildet sein. Eine Konvertierung des optischen Signals in ein elektrisches Signal kann durch Fototransistoren, Fotodioden, Fotoresistoren oder insbesondere CCD- oder CMOS-Sensoren sowie ähnlich geeignete Bauelemente bzw. deren Kombination erfolgen. Durch eine Kombination mehrerer zellenförmiger Detektoren 4 und/oder einem oder mehreren flächigen Detektoren 4 können mehrere Schnitte gleichzeitig oder sequenziell bestimmt werden sowie die Oberfläche des zu vermessenden Objektes 2 teilweise oder als Ganzes erfasst werden. Außerdem kann, durch eine günstige Positionierung des Objektes 2 in einer Messebene 8, eine vergrößernde Projektion erreicht werden (wenn das Objekt 2 den Lichtquellen 3 näher als dem zumindest einen Detektor 4 angeordnet ist), welche es erlaubt, mit einer größeren Auflösung zu messen als der zumindest eine Detektor 4 aufweist.

**[0038]** Die Manipulationseinheit 7 ist zwischen den Lichtquellen 3 und dem zumindest einen Detektor 4 positioniert und entlang einer oder mehrerer Achsen verschieb- und/oder drehbar

gelagert, wobei eine Rotation oder Translation parallel oder senkrecht zu einer Messebene 8 erfolgt (Fig. 1 und 3). Durch die Translation und/oder Rotation der Manipulationseinheit 7 ist es möglich, die Ränder bzw. Oberfläche des Objektes 2 teilweise oder als Ganzes abzutasten. Bei Verwendung der Vorrichtung 1 für die Vermessung von Wafern ist die Manipulationseinheit 7 günstigerweise als eine Halterung ausgebildet und kann über eine Vakuumeinrichtung zum Ansaugen und/oder Halten eines Wafers verfügen. Darüber hinaus ist es besonders von Vorteil, wenn ein Auflagedurchmesser der Halterung kleiner als ein Waferdurchmesser ausgebildet ist. Alternativ ist es aber auch möglich, dass die Manipulationseinheit 7 als ein Förderband oder eine ähnlich geartete Einheit ausgebildet ist, um ein oder mehrere Objekte 2 im Vorbeifahren zu vermessen, beispielsweise während eines Transportes von einem Prozessschritt zu einem nachfolgenden.

**[0039]** Prinzipiell kann jedes Objekt 2 in einer Vorrichtung 1 bzw. mithilfe eines erfindungsgemäßen Verfahrens vermessen werden, welches in der Lage ist, eine Ausbreitung einer ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung von mehr als einer Lichtquelle 3, insbesondere von sichtbarem und/oder unsichtbarem Licht wie ultravioletter und/oder infraroter Strahlung derart zu beeinflussen, dass diese Beeinflussung bei zumindest einem zu den Lichtquellen 3 kompatiblen Detektor 4 messbar in Erscheinung tritt, beispielsweise in Form eines oder mehrerer Schattenwürfe.

**[0040]** Ein beispielhaftes Detektorsignal 10, welches mithilfe der Auswerteeinheit 6 verarbeitet und durch eine divergente Lichtquelle 3 verursacht wird, ist in Fig. 4 illustriert und typisch für eine Verwendung einer Wellenlänge für die ein zu vermessendes Objekt 2 nicht transparent ist.

**[0041]** Ein weiteres Beispiel für ein mittels der Auswerteeinheit 6 verarbeiteten Detektorsignals 11 ist in Fig. 5 dargestellt, wobei ein zu vermessendes Objekt 2, für die verwendete divergente Lichtquelle 3, zumindest teilweise transparent ist.

**[0042]** Besonders von Vorteil ist es, wenn das zu vermessende Objekt 2 überwiegend flach ausgebildet ist, da ein etwaiger Projektionsfehler bedingt durch eine Abmessung, im Sinne einer Höhe oder Dicke, des Objektes 2 nahezu entfällt und die Annahme eines punktförmigen Randes, zur mathematischen Modellierung der Projektion, sich bestmöglich mit den realen Messgegebenheiten deckt. Als Beispiel hierfür ist die Vermessung der Durchbiegung von Wafern genannt (Fig. 1).

**[0043]** Die Steuereinheit 5 (Fig. 2) koordiniert eine Ansteuerung der Lichtquellen 3, ein Steuern und Auslesen von einem oder mehreren Detektoren 4, eine oder mehrere Ausrichtungen bzw. Bewegungen der Manipulationseinheit 7 sowie ein Auslesen bzw. eine Kontrolle eventuell weiterer vorhandener Sensoren und/oder Aktoren. Darüber hinaus stellt die Steuereinheit 5 erhaltene Messdaten für eine weitere Auswertung bereit und kann als ein PC, ein Mikrocontroller, ein Embedded System, eine speicherprogrammierbare Steuerung oder eine ähnlich geeignete Einheit ausgebildet sein.

**[0044]** Die Auswerteeinheit 6 (Fig. 2) berechnet aus den durch die Steuereinheit 5 bereitgestellten Messdaten die Koordinaten der Ränder bzw. Oberfläche des Objektes 2. Außerdem kann die Auswerteeinheit 6 aus den von der Steuereinheit 5 erhaltenen Messdaten eine Kalibrierung der für die Vermessung notwendigen Parameter, z. B. wirksame Höhe und/oder Basis, berechnen. Aus den berechneten Koordinaten werden die benötigten Eigenschaften des Objektes 2 wie Durchmesser, Lage, Durchbiegung, Fläche, Volumen etc. von der Auswerteeinheit 6 bestimmt und für eine weitere Verwendung aufbereitet. Dies kann durch eine Konvertierung der Daten in ein entsprechendes Protokoll oder Dateiformat erfolgen sowie durch eine Speicherung und/oder Übermittlung an eine weitere externe Einheit, z. B. eine Positionierungseinheit 9, geschehen. Für eine Konstruktion einer vollkapselbaren und/oder sehr kompakten Vorrichtung 1 kann es von Vorteil sein, wenn die Auswerteeinheit 6 und die Steuereinheit 5 in einer Einheit zusammengefasst werden.

**[0045]** Die von der Auswerteeinheit 6 zur Verfügung gestellten Daten können beispielsweise von einer Positionierungseinheit 9 genutzt werden, um für einen nachfolgenden Halbleiterpro-

zessierungsschritt einen Wafer exakt auszurichten. Dies ist insofern günstig, als durch die Ausrichtung nach einer oder mehreren Kristallachsen des Halbleiters Bauteile mit verbesserten Eigenschaften, ein geringerer Ausschuss und daraus resultierend eine geringere Aufwendung von Ressourcen ermöglicht werden.

**[0046]** Das oben beschriebene Messprinzip ist nicht nur für die Vermessung von Wafern geeignet sondern auch für eine Vermessung von Objekten 2 mit ähnlichen Oberflächeneigenschaften. Außerdem beschränkt sich das Verfahren nicht auf die Vermessung eines Randes eines Objektes 2, sondern kann auch mehrere Ränder eines Objektes 2 und/oder mehrere Objekte 2 gleichzeitig bzw. abwechselnd vermessen. Des Weiteren sind die Vorrichtung 1 und ein erfindungsgemäßes Verfahren dazu geeignet, den Durchmesser von einem oder mehreren Objekten 2 und/oder eine Breiten- und/oder Höhenmessung von einem oder mehreren Objekten 2 vorzunehmen. Außerdem kann ein erfindungsgemäßes Verfahren auch ohne eine Manipulationseinheit 7 dazu genutzt werden, ein oder mehrere Objekte 2 zu vermessen, z. B. beim Fliegen und/oder Fallen durch eine oder mehrere Messebenen 8.

**[0047]** Die durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 bzw. ein erfindungsgemäßes Verfahren erhaltenen Daten können auf einer oder mehreren Anzeigen visualisiert und/oder einer statistischen Auswertung zugeführt werden, um den Einfluss der Halbleiterprozessierung und/oder der Positionierung des Wafers während des Herstellungsverfahrens auf das Endprodukt zu untersuchen und mittels der daraus gewonnenen Erkenntnisse eine entsprechende Prozessoptimierung bzw. ein Qualitätsmanagement vorzunehmen. Zusammenfassend ermöglichen eine Vorrichtung 1 und ein erfindungsgemäßes Verfahren eine einfache, robuste Konstruktion, eine nur geringe Schmutzanfälligkeit sowie eine zusätzliche Bestimmung einer Tiefeninformation mit nur minimalem Konstruktionsaufwand.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur optischen Messung zumindest einer Dimension eines Objektes (2), insbesondere eines flachen Objektes (2) wie eines Wafers, umfassend zumindest eine im Wesentlichen punktförmige, divergente Lichtquelle (3), zumindest einen der Lichtquelle (3) gegenüberliegenden Detektor (4) sowie zumindest eine Manipulationseinheit (7) zum Halten und/oder Bewegen des Objektes (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (1) mit mehr als einer dem Detektor (4) gegenüberliegenden divergenten Lichtquelle (3) ausgebildet ist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Lichtquelle (3) eine fächerförmige Abstrahlungscharakteristik aufweist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquellen (3) in einer Ebene angeordnet sind.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Lichtquellen (3) entlang einer Geraden angeordnet sind.
5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Detektor (4) als optoelektronischer Detektor (4) ausgebildet ist.
6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Steuereinheit (5) und zumindest eine Auswerteeinheit (6) vorgesehen sind und die zumindest eine Manipulationseinheit (7) mit der Steuereinheit (5) in Wirkverbindung steht.
7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Manipulationseinheit (7) parallel oder senkrecht zu einer Messebene (8) drehbar und/oder verschiebbar gelagert ist.

8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Manipulationseinheit (7) zwischen dem zumindest einen Detektor (4) und den Lichtquellen (3) positioniert ist.
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Messebene (8) parallel zum Strahlengang zumindest einer Lichtquelle (3) verläuft.
10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (1) zumindest eine Positionierungseinheit (9) zur Ausrichtung des Objektes (2) aufweist.
11. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Vermessung von im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten Objekten (2).
12. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, wobei das Objekt (2) ein Wafer ist, vorzugsweise mit einer Dicke von weniger als 300 µm, insbesondere weniger als 150 µm.
13. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Vermessung und/oder Positionierung und/oder Ausrichtung von Wafern in Transportboxen und/oder vor einem Halbleiterprozessierungsschritt.
14. Verfahren zur optischen Messung zumindest einer Dimension eines Objektes (2), insbesondere eines flachen Objektes (2) wie eines Wafers, wobei das Objekt (2) mit punktförmig divergentem Licht beleuchtet und dessen Projektion von zumindest einem sich im Strahlungsbereich befindenden Detektor (4) erfasst wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Lichtquellen (3) mit zumindest zwei Projektionen auf dem zumindest einen Detektor (4) erfasst werden und aus dadurch erhaltenen Daten eine Tiefeninformation des Objektes (2) bestimmt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Messebene (8) zwischen den Lichtquellen (3) und dem zumindest einen Detektor (4) aufgespannt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass Koordinaten von einem oder mehreren Rändern eines Objektes (2) in zumindest einer Messebene (8) bestimmt werden.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass erhaltene Messdaten für eine Vermessung, Positionierung und/oder Ausrichtung von Objekten (2) eingesetzt werden.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass erhaltene Messdaten für eine Vermessung einer Position, Höhe, Breite oder eines Durchmessers von sowohl transparenten als auch nicht transparenten Objekten (2) verwendet werden.

**Hierzu 4 Blatt Zeichnungen**

1/4

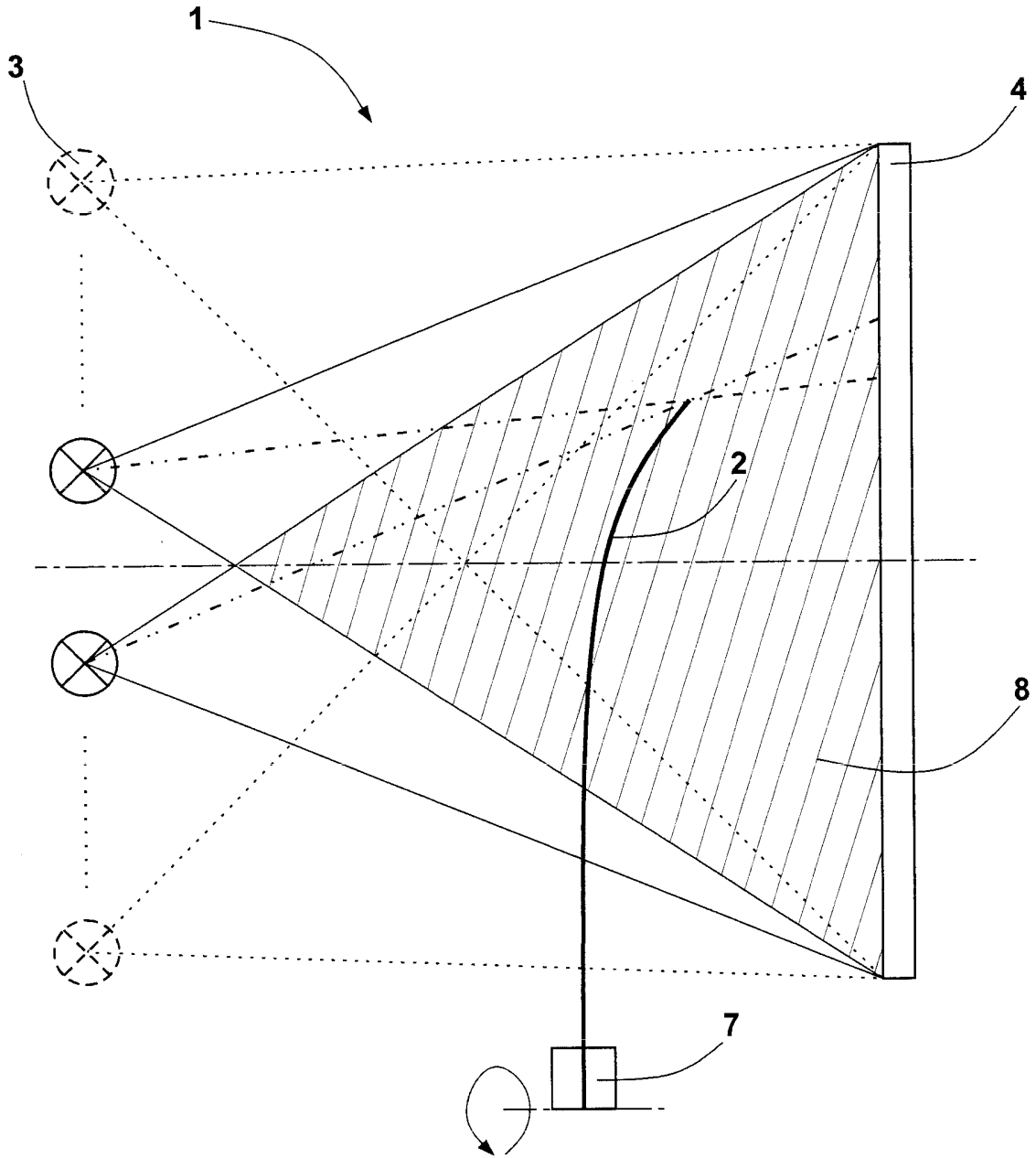


Fig. 1

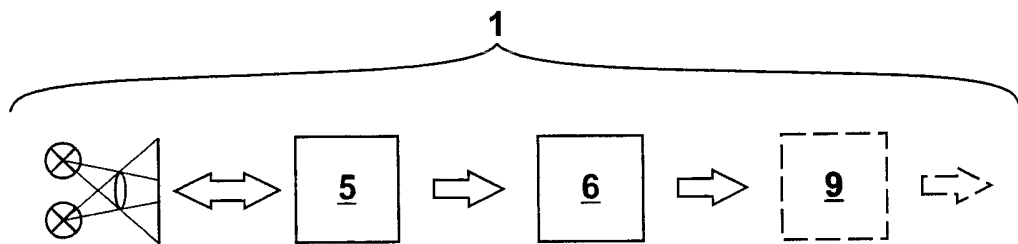


Fig. 2

2/4

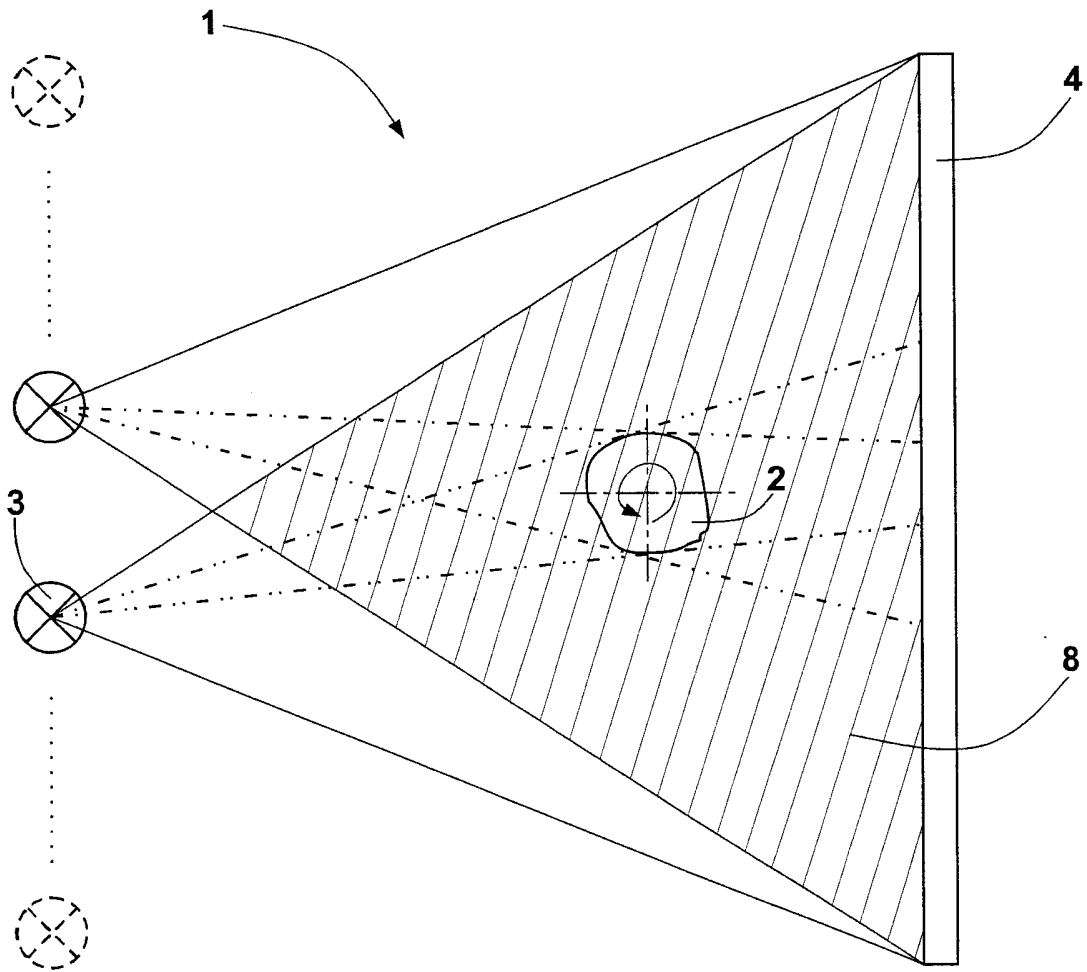


Fig. 3

3/4

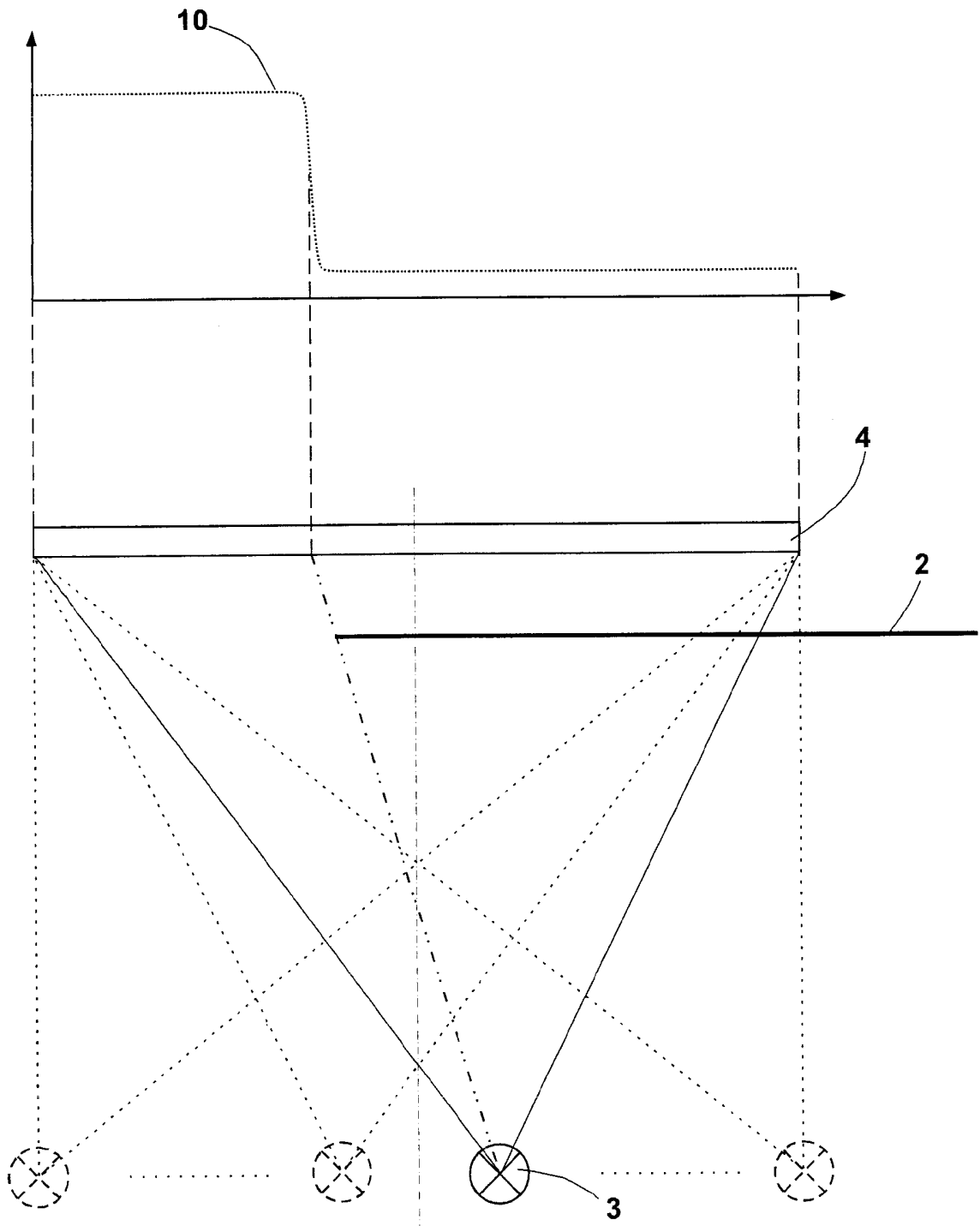


Fig. 4

4/4

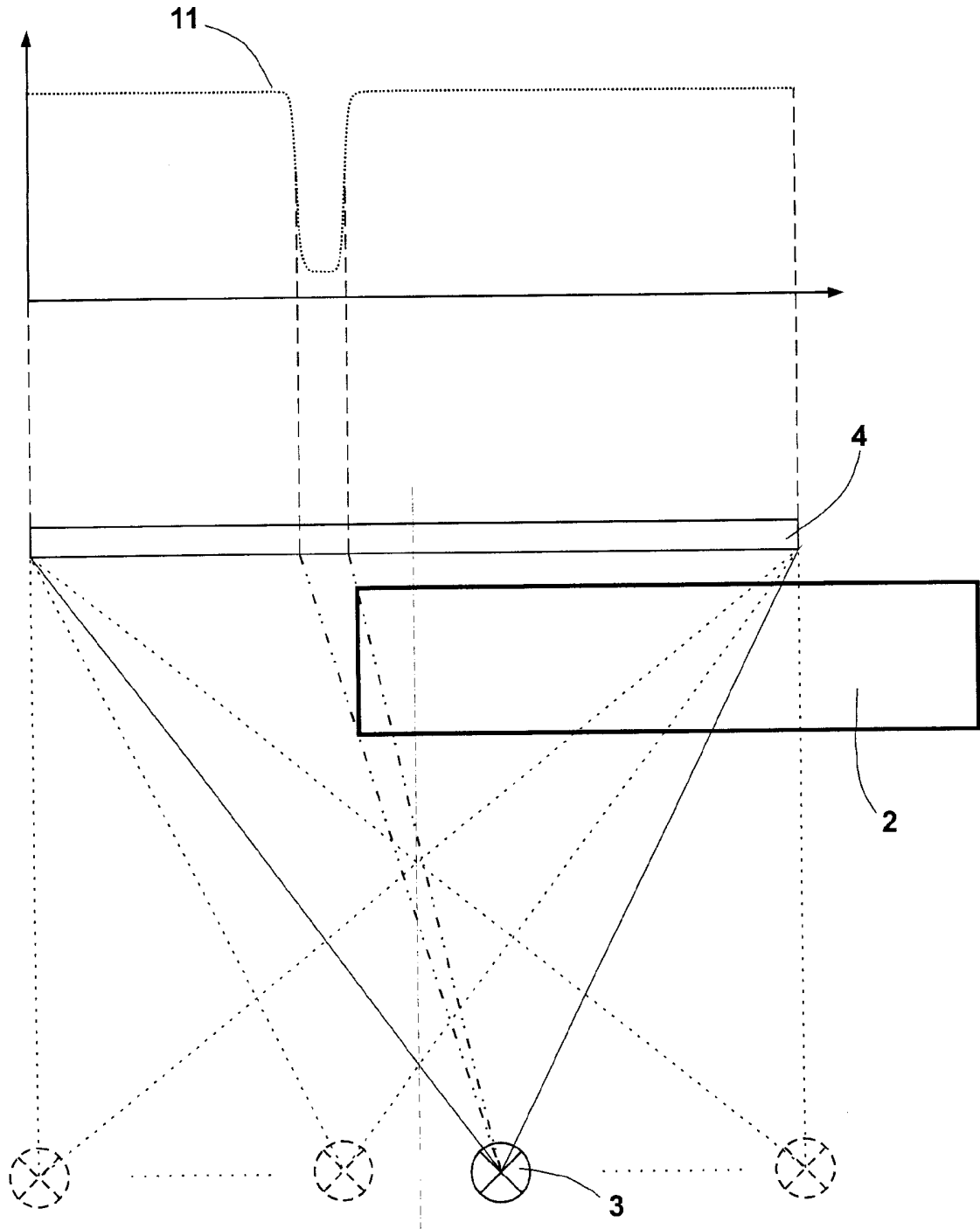


Fig. 5